

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.
SOCIÉTÉ DES SCIENCES ET DES LETTRES DE VARSOVIE

Prace Instytutu im. M. Nenckiego.

Travaux de l'Institut M. Nencki.

T O M · I.
(1921 — 1922).



Z zasłku Wydziału Nauki
Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

LWÓW — WARSZAWA.
KSIĄŻNICA POLSKA TOWARZYSTWA NAUCZYCIELI SZKÓŁ WYŻSZYCH.

<http://rcin.ug.edu.pl>

P.302

TREŚĆ TOMU PIERWSZEGO.

№ №		Str.
1.	J. Viewegerowa i T. Vieweger. Badanie czynników rozwoju kultur <i>Colpidium colpoda</i> Ehrbg. <i>Recherches sur les causes du développement des cultures du Colpidium colpoda Ehrbg.</i>	(1—38)
2.	J. Dembowski. O wyborze pokarmu i tak zwanych zjawiskach pamięciowych u <i>Paramaecium caudatum</i> . <i>Über die Nahrungswahl und die sog. Gedächtnisercheinungen bei Paramaecium caudatum.</i>	(1—37)
3.	M. Bogucki. Badania nad dzieworódtwem sztucznem jaj żaby płowej <i>De la parthénogénèse expérimentale chez la grenouille.</i>	(1—12)
4.	E. Sznerówna. O przyswajaniu i rozpadzie białka w rozwoju kurczęcia. <i>Recherches sur l'assimilation et la désassimilation des protéines pendant le développement du poulet.</i>	(1—11)
5.	M. Ehrlichówna. O wpływie naświetlania grasicy małemi dawkami promieni Röntgena. <i>L'action des rayons Röntgen de faible intensité sur le thymus</i>	(1—24)
6.	St. J. Przyłęcki. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek (<i>Cladocera</i>). <i>Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenant des oeufs parthénogénétiques.</i>	(1—31)
7.	H. Mędrkiewiczówna. Wpływ wielkości powierzchni cieczy na rozwój kultur wymoczków (<i>Colpidium colpoda</i> Ehrbg.). <i>Le rôle de la surface libre du liquide dans le développement des cultures du Colpidium colpoda Ehrbg.</i>	(1—23)
8.	M. Bogucki. Przyczynek do analizy dzieworódtwa traumatycznego. <i>Contribution à l'analyse de la parthénogénèse traumatique.</i>	(1—12)
9.	W. Grzywo-Dąbrowski. Wpływ promieni radu na ośrodkowy układ nerwowy myszy. <i>L'action des rayons de radium sur le système nerveux central des souris</i>	(1—16)
10.	K. Białaszewicz. Wpływ ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju zarodków. <i>L'influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons</i>	(1—41)
11.	J. Viewegerowa. Badania morfologiczno-fizjologiczne nad <i>Colpidium colpoda</i> (Ehrbg.) w czasie głodu. <i>Recherches sur l'état nutritionnel de Colpidium colpoda (Ehrbg.).</i>	(1—27)

- ✓ 12. **K. Białaszewicz.** O roli katalazy w oddychaniu zarodków.
Sur le rôle de la catalase dans la respiration des embryons (1—12)
- ✓ 13. **St. J. Przyłęcki.** Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek.
Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenant des oeufs fécondés (1—16)
- ✓ 14. **K. Białaszewicz i M. Mincówna.** O przemianie tłuszczowej i azotowej we wczesnym rozwoju żaby.
Sur le métabolisme des principes gras et azotés aux premiers stades du développement de la grenouille (1—23)
15. **T. Vieweger.** Działanie produktów przemiany materji w hodowlach wymoczków.
L'action des produits du métabolisme dans les cultures des infusoires (1—31)
16. **A. Lityński.** Jezioro Wigry jako zbiorowisko fauny planktonowej.
Le plancton du lac Wigry comme association biologique. (1—42)
- ✓ 17. **J. Dembowski.** Dalsze studia nad wyborem pokarmu u *Paramecium caudatum*
Weitere Studien über die Nahrungswahl bei Paramecium caudatum. (1—16)
18. **S. Librachówna.** O przemianie materji u płazów w stanie głodu.
Sur le métabolisme chimique chez les Amphibiens à l'état de jeûne (1—26)
19. **K. Demel.** Fauna zimowa w źródłach wigierskich.
La faune hivernale dans les sources du lac Wigry. (1—27)
- ✓ 20. **J. Dembowski.** Wpływ koncentracji zawiesiny na liczbę utworzonych wodniczok pokarmowych u *Paramecium caudatum*.
Über den Einfluss der Suspensionskonzentration auf die Anzahl der gebildeten Nahrungsvakuolen bei Paramecium caudatum. (1—16)
21. **R. Szretter.** O głodowej przemianie materji u węzów.
Sur le métabolisme chimique des serpents inaniés (1—31)
22. **S. Minkiewicz.** Przyczynek do fauny *Harpacticidae* jezior Wigierskich.
Contribtion à la connaissance de la faune des Harpacticides des lacs de Wigry (1—19)
23. **W. S. Dembowska.** Wpływ światła barwnego na tempo mnożenia się *Paramecium caudatum*.
Über den Einfluss des farbigen Lichtes auf die Teilungsgeschwindigkeit von Paramecium caudatum. (1—24)
24. **T. Vieweger.** O warunkach przyswajania białka w czasie restrykcji pogłódowej u zwierząt zmiennocieplnych.
Sur les conditions de l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes pendant la période post-jeûnale. (1—42)
- ✓ 25. **J. Dembowski.** Obserwacje nad ruchem *Paramecium caudatum* w kroplach różnego kształtu geometrycznego.
Untersuchungen über die Bewegung von Paramecium caudatum in Tropfen verschiedener geometrischer Gestalt. (1—32)
- ✓ 26. **M. Bogucki.** Dalsze badania nad dzieworódtwem sztucznym.
Nouvelles recherches sur la parthénogénèse expérimentale (1—12)

J. VIEWEGEROWA i T. VIEWEGER

BADANIE CZYNNIKÓW ROZWOJU KULTUR *COLPIDIUM COLPODA* EHRBG.

Część III. Wpływ ilości pokarmu i głód¹⁾

(Recherches sur les causes du développement des cultures du
Colpidium colpoda Ehrbg., Part. III. L'influence de la quantité
de la nourriture et du jeun)

W pierwszej części naszych badań (18) przedstawiliśmy przebieg liczbowego i objętościowego rozwoju wymoczków w kulturach t. zw. „normalnych“, t. j. zawierających około 0,02 mg azotu w cm³ pożywki, sporządzonej z siana. Rozwój *Colpidium* w powyższych kulturach zachodzi początkowo zgodnie z rozwojem kultury idealnej, t. j. według postępu geometrycznego. Po upływie 5—6 dni następuje gwałtowne lub też stopniowe zahamowanie rozwoju. Jednocześnie zmniejsza się zdolność do mnożenia się wymoczków, przeniesionych do pomyślnych warunków odżywiania, lub też, inaczej mówiąc, zwiększa się długość okresu, potrzebnego dla odzyskania podzielności normalnej. Równolegle z tem zmniejsza się objętość ciała poszczególnych osobników, aczkolwiek objętość wszystkich obecnych w kulturze wymoczków wzrasta jeszcze do 8—10 dni. W tymże czasie zaczyna się wymieranie pewnej części wymoczków. Wymieranie to zachodzi współrzędnie do mnożenia się innych osobników lub też występują naprzemian okresy mnożenia się i wymierania, co sprowa-

¹⁾ Rzecz przedstawiona przez K. Białaszewicza na posiedzeniu Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. dnia 24 października 1917 roku.

dza w tym czasie wahania się liczby wymoczków. Maximum liczbowe jest osiągnięte po kilkunastu dniach, w czasie, gdy objętość osobników spadła do 0,18—0,28 wartości początkowej; od tej chwili wymieranie przeważa nad rozmnażaniem, ostatecznie zaś następuje gwałtowny spadek ilości pierwotniaków do małej stosunkowo liczby, która może utrzymywać się przez dłuższy czas.

Wszystkie powyższe badania, zarówno jak i opisane poniżej, prowadziliśmy w temp. 20° C.

W obecnej części naszej pracy mieliśmy na celu zbadanie zależności pomiędzy ilością pokarmu dostarczonego a rozwojem wymoczków.

Z doświadczeń Rubner'a (06,12) wynika, że istnieje dla bakteryj i drożdży zależność prosta między ilością pokarmu, zawartego w środowisku, a ilością rozwijających się organizmów. Ponieważ w naszych kulturach pokarmem dla wymoczków były bakterje rozwijające się na podłożu z wywaru sianowego, zmieniając więc ilość wywaru, zmienialiśmy jednocześnie wartość odżywczą pożywki dla bakteryj, a co zatem idzie — ilość pokarmu bakterjalnego dla wymoczków. W tych warunkach jednak wraz z wartością odżywczą zmienialiśmy i stężenie pożywki — z tych względów zmuszeni byliśmy rozpatrzyć początkowo ewentualny wpływ na wymoczki stężenia stosowanych wywarów. W tym celu wykonaliśmy kilka seryj wstępnych doświadczeń, w których badaliśmy zachowanie się wymoczków w różnych rozcieńczeniach wywaru sianowego. Do rozcieńczenia używaliśmy wody wodociągowej. Jeżeli stężenie pożywki w kulturze „normalnej“ oznaczmy przez 1, to stężenie wywaru odpowiadało 6, zaś najmniejsze z używanych przez nas stężeń wynosiło $\frac{1}{3\frac{1}{2}}$. Pozatem były prowadzone doświadczenia z czystą wodą wodociągową. Dla uniknięcia wpływu czynników ubocznych, jak nierównomiernego rozwoju bakteryj, stosowaliśmy codziennie pożywkę świeżo sporządzoną, umieszczając wymoczki w 0,5 cm³ pożywki na klockach. Do każdego klocka wprowadzaliśmy po jednym osobniku, pochodzącym z podziału wymoczka uprzednio wyosobnionego i znajdującego się w dobrych warunkach odżywiania. W każdym klocku notowaliśmy ilość osobników pozostałych przy życiu po upływie pewnego czasu.

TABELA I

Zaznaczono ilość obserwowanych podziałów lub czas, w ciągu którego nastąpiła śmierć *Colpidium* w różnych rozcieńczeniach wywaru. W wodzie wodociągowej kontrola nie wykazała podziałów.

Stężenie wywaru	6	4	3	2,5	2	1,5	1	0,5	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$
	30'	24 g.	9	9	10 ¹⁾	15	14	14	15	14	15
	"	"	"	10	11	—	13	16	15	17	16
	"	"	24 g.	24 g.	11	—	15	16	—	—	17

W tabeli I zazaczyliśmy śmiertelne stężenia pożywki oraz te, w których wymoczki rozwijały się, ewentualnie — ilość podziałów w okresie pięciodniowym. Jak widzimy, stężenia 4 i 6 działają stale zabójczo, to samo może wystąpić w stężeniach 3 i 2, aczkolwiek pod tym względem daje się zauważyć znaczna rozbieżność: mianowicie, niektóre osobniki pozostają przy życiu w przeciągu kilku dni, mnożąc się; w tym ostatnim jednak przypadku szybkość mnożenia się jest mniejsza, niż w pożywkach słabszych. W pożywkach o stężeniu od 2 do $\frac{1}{8}$ szybkość ta jest mniej więcej jednakowa. W wodzie wodociągowej podziałów nie obserwowaliśmy.

Z powyższego wynika, że stężenie wywaru w koncentracjach powyżej 2 działa hamująco na rozwój wymoczków. Nie leżało w naszych zamiarach poszukiwanie przyczyny hamującego lub też zabójczego działania. Może tu wchodzić w grę zarówno ciśnienie osmotyczne, jak i szkodliwe działanie pewnych wyciągowych substancyj siana. Przemawiają zatem do pewnego stopnia nasze pomiary przewodnictwa elektrolitycznego wywaru i pożywek kultur. Przewodnictwo wywaru 6 odpowiadało przewodnictwu roztworu *Na Cl* w stężeniu około $\frac{1}{50}$ n, *Colpidium* zaś znosi działanie tej soli w odpowiedniej koncentracji dłużej, aniżeli ma to miejsce dla wywaru.

Widzimy zatem, że stężenie pożywki może być czynnikiem wpływającym, po przekroczeniu pewnej granicy, ujemnie na rozwój wymoczków. W następnych doświadczeniach nad wpływem pokarmu stosowaliśmy pożywki o stężeniach słabszych, nieszkodliwych.

¹⁾ Zakończone śmiercią wymoczków.

I. Wpływ ilości pokarmu na rozwój wymoczków w kulturze

W tych doświadczeniach, tak jak i poprzednio, (J. i T. Viewegerowie, 18) całkowita ilość pożywki pozostawała stałą (600 cm^3), zaś ilość wywaru i wody dodanej były zmienne.

Sporządziliśmy 5 seryj kultur. Ze względów praktycznych każda serja nie mogła składać się więcej, niż z 3—4 kultur. Kultury nasze zawierały od 0,0011 do 0,0312 mg *N* w 1 cm^3 pożywki (p. tab. II, cz. I). Rozpatrzmy je w porządku zmniejszania się koncentracji pożywki.

TABELA II

Rozwój ilościowy wymoczków w kulturach *V* i *U*. Serja 7. Wpuszczono po 1 osobniku. Ilość azotu w 1 cm^3 kult. *V* = 0,0312 mg, kult. *U* = 0,0156 mg. Wywar sianowy Nr. V.

0	1	2		3	
		Nr. kolejny obserwacji	Liczba dni ubiegłych	Liczba pierwotniaków w 1 cm^3 kultury	
				<i>U</i>	<i>V</i>
2	6	5	4		
3	8	278	214		
4	9	723	1715		
5	10	1477	2044		
6	11	1502	2538		
7	14	—	4025		
8	15	1489	—		
9	18	—	4063		
10	19	2399	—		
11	22	1829	—		
12	28	732	—		
13	29	—	1247		
14	32	411	—		
15	34	269	868		
16	36	184	—		
17	39	57	—		
18	41	—	497		
19	48	—	353		
20	53	—	200		
21	64	—	0		

Serja 7 składała się z 2 kultur *U* i *V*. Kultura *V* zawierała 150 cm^3 , kultura *U* — 75 cm^3 wywaru. Do każdej kultury wpu-

ściliśmy po jednym wymoczk. Dane liczbowe zestawiliśmy w tabeli II. Jak widzimy, początkowy rozwój (dni 8) w obu kulturach zachodzi mniej więcej z jednakową szybkością, poczem występuje wybitna różnica. Rozwój liczbowy w kulturze *U* zatrzymuje się po dniach 10; w kulturze *V* rozwój jest zatrzymany po dniach 14, przyczem liczba wymoczków utrzymuje się na wysokości mniej więcej 2 razy większej, niż dla kultury *U* pomiędzy 9 a 32 dniami. Maximum wymoczków osiągnięte zostało w obu kulturach w czasie jednakowym, przyczem dla kultury *V* (4063 na 1 cm³) było ono prawie dwa razy wyższe, niż dla kultury *U* (2399). Kultura *U* trwała około 40, kultura *V* — 60 dni.

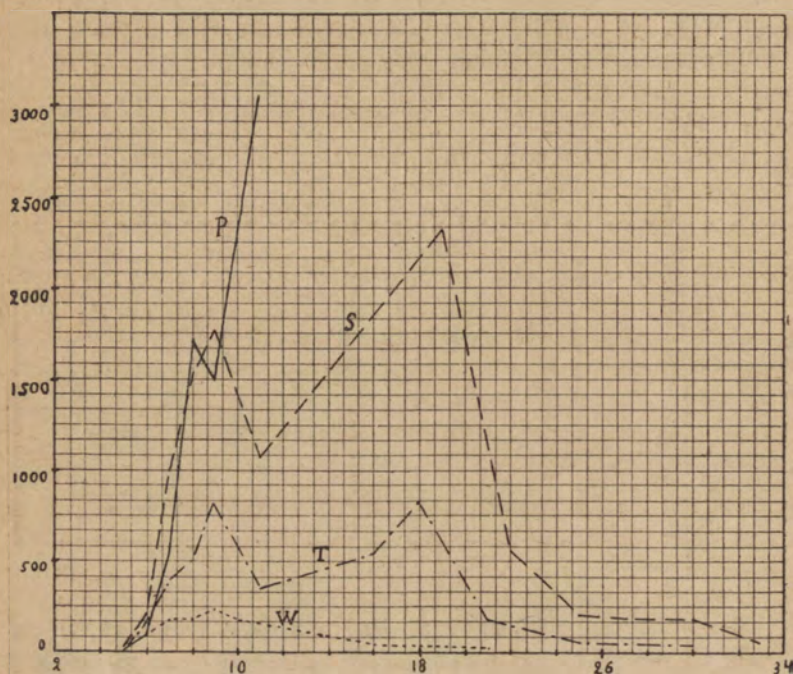
TABELA III

Rozwój ilościowy wymoczków w kult. *P*, *S*, *T*, *W*. Serja 6. Wywar sianowy Nr. V. Wpuszczono po jednym osobniku. Ilość azotu w 1 cm³ kult. *P* = 0,0210, *S* = 0,0156, *T* = 0,0105, *W* = 0,0052 mg.

0	1	2	3	4	5
Nr. kolejny obserwacji	Liczba dni ubiegłych	Liczba pierwotniaków w 1 cm ³ kultury			
		<i>P</i>	<i>S</i>	<i>T</i>	<i>W</i>
1	4	—	3	1	1
2	5	12	20	13	13
3	6	103	208	192	104
4	7	536	998	400	171
5	8	1716	1530	507	186
6	9	1484	1768	829	224
7	10	—	—	—	179
8	11	3057	1075	363	—
9	16	—	—	643	45
10	18	—	—	836	34
11	19	—	2314	—	—
12	21	—	—	170	37
13	22	—	566	—	—
14	25	—	200	60	—
15	27	—	188	—	—
16	30	—	189	41	—
17	33	—	50	—	—

Serja 6 składała się z czterech kultur: *P*, *S*, *T* i *W*. Ilości wywaru były 100-75-50-25 cm³. Do każdej kultury wpuściliśmy po jednym wymoczk. Dane liczbowe zestawiliśmy w tabeli III

i rys. 1. Z zestawienia danych wynika, że szybkość rozmnażania się wymoczków we wszystkich kulturach w pierwszych 4–5 dniach jest mniej więcej jednakowa i stała. Potem daje się zauważyć zahamowanie rozwoju w kulturze *W* po dniach 6, w kulturach *T* i *S* po 7 dniach.



Rys. 1. — Rozwój ilościowy kultury *W* (...) *T* (-.-.), *S* (---), *P* (-). Na osi pionowych — ilość wymoczków w 1 cm³. Na osi poziomych dni.

W rozwoju kultur *S* i *T* odróżniamy też same okresy, co i w kulturach „normalnych“. Jednak długość okresu wahań jest wybitnie różna dla powyższych kultur i zmniejsza się wraz ze stężeniem pożywki. Stąd wynika, że dla słabszych koncentracji krzywa liczbowa zbliża się do kształtu krzywej jednowierzchołkowej (kult. *W*) i przypomina krzywe rozwoju liczbowego *Colpidium*, jakie widzimy w pracy Gutmanówny (15), która w doświadczeniach swych używała pożywki o stężeniu azotu zbliżonym do stężenia w kulturze *W*.

Z zestawienia maksymalnych liczb wynika, że ilość wymoczków wzrasta wraz z ilością wywaru, przyczem dla kultur

o małej zawartości azotu (*W*, *T* i *S*) wzrost ilości wymoczków zachodzi szybciej, aniżeli zwiększenie ilości wywaru.

Długość trwania poszczególnych kultur zmniejsza się wraz ze stężeniem pożywki; zwłaszcza staje się to widoczne, jeżeli odrzucimy końcowe części okresu wymierania, odznaczające się bardzo małą ilością wymoczków.

TABELA IV

Zmiany objętościowe wymoczków w kulturach *P*, *S*, *T*, *W*.

0	1	2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			13		
Nr. kolejny obserwacji	Liczba dni ubiegłych	Kultura <i>P</i>					Kultura <i>S</i>					Kultura <i>T</i>					Kultura <i>W</i>																				
		Szerokość przeciętna wymoczków w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3	Szerokość przeciętna w μ	Długość przeciętna w μ	Objętość przeciętna w se- tkach μ^3									
1	5	46	86	953	43	87	842	48	86	1037	47	88	1019																								
2	7	40	94	787	29	74	326	25	73	239	22	66	167																								
3	9	26	74	262	24	69	208	23	65	181	21	56	129																								

W kulturach, o których mowa, robiliśmy pomiary objętościowe (tabela IV). Objętość ciała poszczególnych osobników zachowuje się mniej więcej tak, jak w kulturach „normalnych“. W okresie rozwoju stwierdzamy zachowanie pierwotnej objętości ciała, poczem następuje zmniejszanie się objętości (już po dniach 5), przyczem to zmniejszanie się zachodzi tem szybciej, im mniejsze jest stężenie azotu w pożywce. W końcu okresu wahań i wymierania rozmiary wymoczków spadają do takich, jakie obserwowaliśmy w odpowiednim stadium kultur normalnych. Zmniejszaniu się objętości ciała wymoczków towarzyszą zmiany morfologiczne, o jakich wzmiankowaliśmy w części pierwszej. Przebieg tych zmian morfologiczno objętościowych zachodzi stale według jednego szablonu.

Serja 8 składała się z 4 kultur, z których *X* zawierała 100, zaś *Y*, *Y'*, *Y''* po 50 cm³ wywaru. Do każdej wpuściliśmy po

2 wymoczki (tabela V). W danym przypadku stwierdzamy niezwykle zgodny przebieg rozwoju liczbowego w kulturach o jednokowym stężeniu pożywki (Y, Y', Y'') i różnice maximum liczbowego w pożywkach o różnej zawartości azotu przyczem stosunek maksymalnych ilości wymoczków zbliża się do stosunku ilości azotu (przeciętna ilość wymoczków w 1 cm^3 po dniach 10 w kult. $Y, Y', Y'' = 1344$, w kult. $X = 2511$). Pozatem widzimy również, że w ciągu 6 pierwszych dni rozwój kultur zachodzi w sposób zbliżony do kultur „normalnych“, a zatem i do kultury idealnej.

TABELA V

Rozwój ilościowy kultur X, Y, Y', Y'' . Serja 8. Wywar sianowy Nr. VII. Wpuszczono po 2 osobniki. Ilość azotu w 1 cm^3 kultury $X=0,0197 \text{ mg}$, kult. $Y, Y', Y''=0,0098 \text{ mg}$.

0	1	2	3	4	5
Nr. kolejny obserwacji	Liczba dni ubiegłych	Liczba wymoczków w 1 cm^3 kultury			
		X	Y	Y'	Y''
1	5	16	48	25	32
2	7	760	1179	819	905
3	9	2511	—	—	—
4	10	—	1365	1469	1209
6	13	—	—	1151	972
7	22	1824	—	—	—
8	28	1253	—	—	—
9	36	170	—	—	—
10	40	124	—	—	—

Serja 10 obejmowała 3 kultury I, E, D . Kultura D zawierała 25, $E = 12,5$, $I = 6,25 \text{ cm}^3$ wywaru. Do każdej wpuściliśmy

po 2 osobniki (tabela VI). Z tabeli VI możemy wnioskować o charakterze cyklu biologicznego w kulturach o bardzo małej zawartości azotu; charakter ten jest nieco odrębny, aniżeli w kulturach „normalnych“, mianowicie okres wahań jest mniej wyraźny. Następnie, wzrost liczby wymoczków idzie w tempie wolniejszym: wyraźnie daje się to zauważyć dla kultury *E*, gdzie po 8 dniach notujemy 86 — liczbę niską w porównaniu do notowanej po dniach 6 (38 wymoczków w 1 cm³); uderza nas powolność rozwoju w kulturze *I*, gdzie w ciągu dni 15 notujemy jednostki w 1 cm³, dopiero po dniach 17 liczba wymoczków wzrasta, by osiągnąć maximum koło 30-go dnia.

TABELA VI

Rozwój ilościowy kultur *D*, *E*, *I*. Serja 10. Wywar sianowy Nr. X. Wpuszczono po 2 osobniki. Ilość azotu w 1 cm³ kult. *D* = 0,0044, *E* = 0,0022, *I* = 0,0011 mg.

0	1	2	3	4
Nr. kolejny obserwacji	Liczba dni ubiegłych	Liczba pierwotniaków w 1 cm ³ kultury		
		<i>D</i>	<i>E</i>	<i>I</i>
1	6	—	38	jednostki
2	7	247	—	„
3	8	—	86	„
4	10	415	—	„
5	11	—	240	„
6	12	—	110	„
7	15	484	—	—
8	17	—	228	14
9	20	157	67	42
10	25	—	—	36
11	33	—	—	koło 100
12	43	—	—	jednostki

Z zestawienia liczby wymoczków w poszczególnych kulturach możemy przypuszczać, że na początku rozwój zachodzi w tempie szybszym (prawdopodobnie zbliża się do podzielności w kulturze idealnej), poczem następuje zahamowanie rozwoju tem prędsze i wyraźniejsze, im pożywka jest mniej stężona. Porównanie maksymalnych liczb wymoczków wykazuje ścisłą zależność od ilości azotu pożywki. Porównanie okresów istnienia kultur wskazuje nam na dłuższe istnienie kultury *D*, aniżeli *E*. Porównywanie kult. *I* nastęrcza wątpliwości z tego względu, że kultura ta przez dłuższy okres swego istnienia zawierała minimalne ilości wymoczków, ilości, które trwać mogą miesiącami w kulturach bardziej stężonych w czasie, kiedy ich zapasy materialne i energetyczne są na wyczerpaniu. Przebieg rozwoju wymoczków w kulturze *I* możemy sobie objaśnić tylko w ten sposób, że wskutek zbyt małej ilości bakterij mamy tam do czynienia prawie od początku kultury z częściowym głodem.

Streszczając opis seryj kultur o różnych ilościach azotu, możemy stwierdzić, że w poszczególnych rozpatrywanych serjach występuje ścisła zależność rozwoju kultury od ilości wywaru w pożywce. Zależność ta ujawnia się w tem, że: 1) okresy rozwoju (o przebiegu zgodnym z kulturą idealną) i wahań są tem dłuższe, im bardziej stężona jest pożywka; a więc zarówno długość poszczególnych okresów, jak i całkowity czas istnienia kultury wzrasta wraz z koncentracją azotu; 2) maksymalne ilości wymoczków są w stosunku prostym do stężenia pożywki, aczkolwiek przy porównywaniu kultur, różniących się bardzo znacznie absolutną ilością azotu, przewagę liczbową daje się zauważyć w większym jeszcze stopniu dla kultur bardziej stężonych — zawierających 50—100 cm³ wywaru, 0,01—0,02 mg *N* w 1 cm³; wzmiankowane zawartości azotu zdają się być optymalne dla rozwoju kultur *Colpidium* w warunkach naszych doświadczeń.

W tabeli VII (kol. 2) zestawiliśmy dane, dotyczące się rozwoju wymoczków dla kultur z różnych seryj, zawierających od 0,0011 do 0,0312 mg *N* w 1 cm³. Za podstawę do porównania ilościowego rozwoju wzięliśmy maksymalne liczby wymoczków, jakie występowały w kulturze. Uwzględniliśmy przytem 17 kultur, których posiadaliśmy mniej więcej całkowity przebieg ilościowy, (p. również J. i T. Viewegerowie, 18, cz. I, tab. II). Liczby

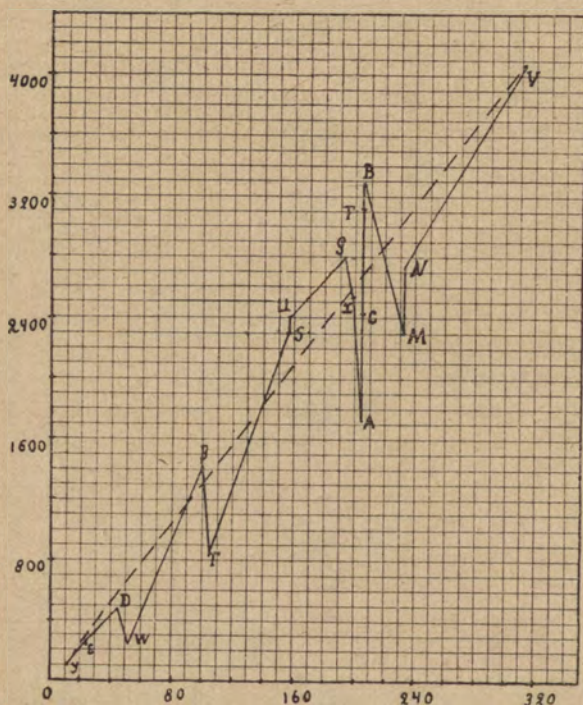
zestawione w tab. VII wykazują znaczne wahania, tem niemniej wskazują one wyraźnie na ogólną prostą zależność maksymalnych ilości wymoczków od zawartości azotu w pożywce. Przyjmując tę zależność, możemy na podstawie danych tabeli VII wyrazić ją wzorem (I) $M = c \cdot k$, w którym M = ilości maksymalnej wymoczków w kulturze, c = stężeniu azotu (w 0,0001 mg w 1 cm^3), k = stałej (w naszych warunkach doświadczeń = 11,8).

TABELA VII

Zestawienie maksymalnych liczb wymoczków i czasu trwania kultur o różnych zawartościach azotu.

1	2	3	4	5	6	7
Znak kultury	Liczba maksymalna wymoczków w 1 cm^3 kultury	Czas trwania kultury (dni)	Ilość azotu w 1 cm^3 pożywki kultury w mg	Jak 4 (przeciętna dla danej grupy)	Liczba maksymalna wymoczków w 1 cm^3 , odniesiona do 0,0001 mg azotu	Jak 6 (przeciętna dla danej grupy)
<i>I</i>	koło 100	—	0,0011	0,0035	9	8,8
<i>E</i>	240	21	0,0022		10,9	
<i>D</i>	484	23	0,0044		11	
<i>W</i>	224	—	0,0052	0,0101	4,3	11,2
β	1419	24	0,0098		14,5	
<i>T</i>	836	33	0,0105		8	
<i>S</i>	2314	34	0,0156	0,0156	14,8	15,1
<i>U</i>	2399	40	0,0156		15,4	
<i>G</i>	2794	43	0,0193		14,5	
<i>X</i>	2511	49	0,0197	0,0209	12,7	12,5
<i>A</i>	1714	41	0,0205		8,4	
<i>B</i>	3289	—	0,0205		16	
<i>C</i>	2417	42	0,0205	0,0312	11,8	13
<i>F</i>	3116	47	0,0205		15	
<i>M</i>	2305	—	0,0232		10	
<i>N</i>	2740	—	0,0232	0,0312	11,8	13
<i>V</i>	4063	60	0,0312		13	

W tabeli VII (kol. 3) zaznaczyliśmy jednocześnie długość trwania poszczególnych kultur. Rozpatrując zależność czasu trwania cyklu biologicznego od ilości azotu w kulturze, musimy zastrzedz, że główne znaczenie dla nas posiada długość okresu rozwoju i wahań, ponieważ wówczas następuje zużycie materiału pokarmowego kultury i wytworzenie głównej masy zarodki. Możemy pominąć natomiast końcową część okresu wymierania i cykl kultury uważać za skończony z chwilą, gdy ilość

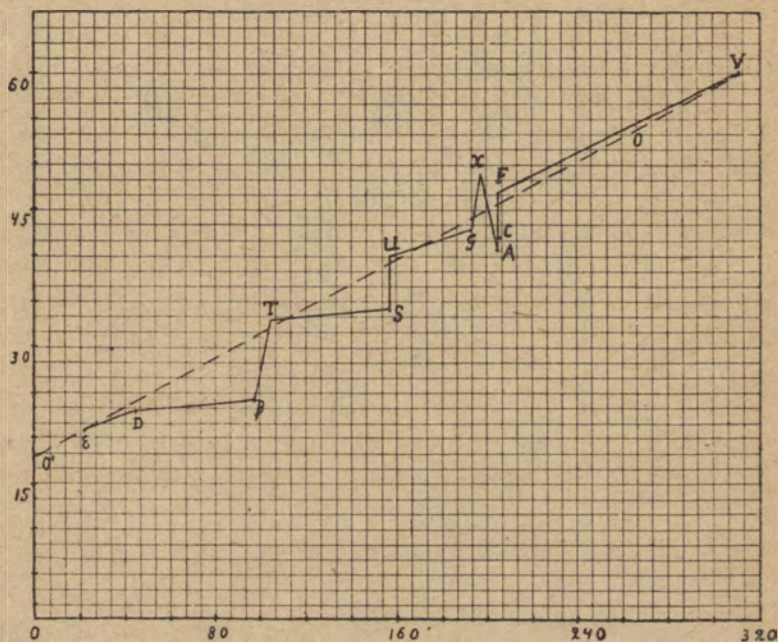


Rys. 2. — Zależność maksymalnych ilości wymoczków w kulturach od ilości azotu w kulturze. Na osi pionowych zaznaczono ilość wymoczków w 1 cm³ kult.; na osi poziomych azot w 0,0001 mg.

wymoczków utrzymuje się na bardzo nieznacznej wysokości. Nie dla wszystkich kultur moment ten mogliśmy ustalić. Uwzględniliśmy kultury D, E, β, S, T, U, G, X, A, C, F, V — licząc dla nich czas od początku istnienia do chwili, gdy ilość wymoczków spadła do 0—25 na 1 cm³. Na rys. 3 przedstawiliśmy zależność czasu trwania kultury od zawartości azotowej. Pomimo pewnej rozbieżności daje się zauważyć ogólna ten-

dencja przedłużenia czasu trwania kultury wraz ze wzrostem koncentracji pożywki.

Przedłużenie prostej DV , wyrażającej powyższą zależność ogólną, spotyka się z osią pionowych w p. O_1 . Punkt O , możemy interpretować, jako odpowiadający czasowi trwania kultury *Colpidium*, przeniesionych z dodatnich warunków odżywiania do środowiska nie zawierającego pokarmu. Linia OO_1 odpowiada okresowi głodu dobrze nakarmionego *Colpidium* w środowisku



Rys. 3.— Zależność czasu trwania kultury od ilości azotu w kulturze. Na osi pionowych zaznaczono czas w dobach; na osi poziomych — azot w 0,0001 mg.

pozbawionem związków azotowych. Jest to przytem wartość maksymalna dla czasu głodzenia: wynika to stąd, że obliczaliśmy czas trwania kultury do chwili, gdy prawie lub wszystkie wymoczki wymarły. Doświadczenia nasze wskazują jednak, że czas głodu może być znacznie krótszy, np. w kulturach „normalnych“ częściowe wymieranie wymoczków występowało po 7 dniach, t. j. już wówczas, gdy dopiero zaczyna się przejawiać działanie częściowego głodu. Pod tym względem zachodzą bezsprzecznie duże wahania indywidualne.

Prostą DV możemy ująć we wzór (II) $T = c \cdot k_1 + m$, gdzie T = czasowi w dniach, C = koncentracji azotu w 0,0001 mg w 1 cm³, k_1 i m stałe. Stąd $T = 0,13 C + 18^*$). Z zestawienia wzorów I i II wynikałoby, że $TM = Ck_1 \cdot (Ck_1 + m) = C^2kk_1 + Ckm = C^2K + CK_1$ (III), t. j. że przy danej koncentracji (C) iloczyn z czasu trwania kultury i ilości maksymalnej wymoczków w kulturze powinien być wielkością stałą lub też T i M są, przy danej koncentracji wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi **).

Zestawienie powyższych wzorów nasuwa nam cały szereg ciekawych — z punktu widzenia biologji akwarjum — zagadnień, tyjących się energetycznego i materialnego wyzyskania pożywki kultury. Jeżeli np. dzienne przeciętne zapotrzebowanie jednego osobnika oznaczymy przez i , to, oznaczając zapotrzebowanie ogółu wymoczków w kulturze przez E , mamy $E = T \times M \times i = (C^2K + CK_1) i$. Wyżej wyprowadzonej zależności przypisujemy znaczenie czysto hypotetyczne — albowiem narazie nie leżało w zakresie naszych badań doświadczalne ujmowanie tej kwestji. Zaznaczymy tylko, że możliwość większego stosunkowo wyzyskania pokarmowego dla kultur bardziej stężonych nasuwa się, jeżeli uwzględnić moment zwiększającej się częstotliwości spotkań wymoczków i bakteryj na skutek wzrostu ich liczby proporcjonalnie do ilości azotu w kulturze (p. zestawienie), jak również, być może, szybszego przyrostu liczby bakteryj. Pod tym względem zasługują na uwagę cenne prace Ru-

*) Wyprowadzona przez nas wartość dla m zbliża się do obserwowanego przez Wallengren'a (01) najdłuższego czasu głodzenia dla *Colpidium* — mianowicie dni 14.

***) Wzory (I, II, III) wyrażają ogólny charakter zależności ilościowej wymoczków w różnych serjach doświadczeń od ilości azotu w kulturze. Wymagają one jednak przy rozpatrywaniu dowolnej kultury szeregu zastrzeżeń. Mianowicie, oprócz czynnika wymiernego (ilości azotu), odgrywa tutaj rolę szereg innych ubocznych, jako to — rozbieżność fizjologiczna różnych linii, stosowanych przy zasiewaniu kultur, zmienność charakteru cyklu biologicznego (wskutek czego samo maximum nie jest zupełnie dostatecznym wskaźnikiem rozwoju ilościowego), wreszcie samo porównywanie wartości odżywczych na podstawie ilości azotu jest całkowicie miarodajne tylko dla kultur sporządzonych z wywarów jednego pochodzenia (I—VII p. t. II Cz. I) Gdy zgrupujemy kultury, zbliżające się do siebie zawartością azotu, wówczas niwelują się w znacznym stopniu owe odchylenia indywidualne kultur, wskutek czego zależność ogólna staje się bardziej wyraźna (tab. VII kol. 5 i 7).

ber'a (06,) nad zależnością rozwoju mikro-organizmów od wartości odżywczej podłoża.

Kończąc rozdział streszczamy: w kulturach o różnych zawartościach azotu, zarówno czas trwania kultury, jak i ilość pierwotniaków zwiększają się wraz z zawartością azotu; przyczem wzrost ten zachodzi nieco szybciej w koncentracjach powyżej 0,005 mg azotu w 1 cm³; stąd wynika prawdopodobnie większe wyzyskanie materiału odżywczego dla koncentracji wyższych od wspomnianej, aniżeli w niższych.

II. Badania doświadczalne czynników rozwojowych kultur

Analizując przebieg rozwoju cyklowego kultur opisanych w rozdziałach poprzednich, liczyć się musimy z możliwością działania różnorodnych czynników zewnętrznych i wewnętrznych komórki. Mówiąc o czynnikach zewnętrznych, mamy na myśli bezpośrednie oddziaływanie środowiska, o czynnikach wewnętrznych — wyczerpanie się zarodki i śmierć wymoczków naskutek sztucznych warunków odosobnienia, stałej temperatury i t. d.

Dla rozstrzygnięcia tej pierwszej kwestji przeprowadziliśmy szereg doświadczeń (typ *A*), w których wymoczki, pochodzące z kultury w okresie zahamowania rozwoju lub wymierania, umieszczaliśmy w środowisku świeżem. Ustąpienie depresji wskazywałoby na bezpośrednią zależność od środowiska kultury; zachowanie zaś stanu depresyjnego — na szkodliwe działanie pozostałych warunków doświadczenia.

W doświadczeniach typu *A* (temp. 20°) oddzielaliśmy co pewien czas z kultury *N* pewną ilość osobników i umieszczaliśmy je pojedynczo na klockach w 0,5 cm³ pożywki. Otrzymaliśmy w ten sposób podwójny szereg linii, z których każda zawierała wymoczki, pochodzące z tego samego źródła, różniły się zaś składem pożywki. Mianowicie 4 linie (I) znajdowały się w pożywce, świeżo sporządzonej, zaś inne 4 (II) w pożywce, zaczerpniętej z kultury *N* (po uprzednim zabiciu wymoczków przez ogrzewanie). Linje pierwsze przebywały zatem w pożywce, w której wymoczków nigdy nie było; Linje drugie w pożywce, w której uprzednio oprócz bakteryj rozwijały się i wymoc ki. W tab. VIII zestawiliśmy dane, tyczące się omawianej serji. Wykazują one znacznie mniejszą podzielność dla

linij, trzymanyh w pożywce z kultury *N* aniżeli dla linij — w pożywce świeżej. Przytem wymoczki z linij I po upływie 1, 2 dni odzyskują normalną dla *Colpidium* przy 20° ilość 2—3 podziałów na dobę; zaś wymoczki z linij II zachowują w czasie trwania serji jednakowo niską podzielność.

TABELA VIII

Zestawienie podzielności *Colpidium*, umieszczonych w pożywce świeżej (kol. 3) i w pożywce z kultury *N* (kol. 4). Doświadczenie typu *A*.

0	1		2		3	4
	Liczba dni ubiegłych od początku kultury		Liczba wymoczków w 1 <i>cm</i> ³ kultury		Liczba podziałów przeciętna na dobę	
	od początku doświadczenia	do końca doświadczenia	na początku doświadczenia	na końcu doświadczenia	Dla linij trzymanyh w pożywce bakterjalnej świeżej	Dla linij trzymanyh w pożywce z kultury <i>N</i>
1	19	23	1876	1267	2.4	2.0
2	23	27	1267	166	2.3	1.4
3	27	31	166	72	2.4	1.8
4	31	35	72	33	2.3	0.5

Powyższe doświadczenia wykazały, że należy poszukiwać czynników, hamujących rozwój pierwotniaków w kulturze, poza komórką, a mianowicie, w działaniu środowiska.

Przechodząc do rozpatrywania czynników zewnętrznych, przewidywać możemy, jako ujemne: brak w środowisku pewnych substancyj, potrzebnych do życia wymoczków, lub też obecność pewnych szkodliwych dla nich ciał. Zarówno brak, jak i nadmiar pewnych związków pojawiać się musi w czasie trwania kultury, nie występuje zaś od samego początku jej istnienia, o czym świadczy normalny przebieg rozwoju kultur w pierwszych kilku dniach. W przypadku pierwszym mielibyśmy do czynienia z głodem. Możliwość braku pokarmu nasuwa się konsekwentnie, jako skutek szybkiego rozmnażania się wymoczków i związanego z tem trzebieńcia bakteryj. W przypadku drugim, t.j. pojawiania się ciał szkodliwych, przypisać to należałoby gromadzeniu się produktów

przemiany materji wymoczków i bakteryj*). Zagadnienie zatem sprowadza się do pytania, czy w czasie istnienia kultury pojawia się głód, czy występuje szkodliwe działanie produktów przemiany materji, czy też działają tutaj oba te czynniki?

Dla rozstrzygnięcia tej kwestji wykonaliśmy szereg doświadczeń typu *B* (temp. 20°). W doświadczeniach tych usuwaliśmy możliwość głodu przez dodawanie pewnej ilości pokarmu, ażeby mieć do czynienia wyłącznie z działaniem drugiego czynnika, t. j. produktów przemiany materji.

Z linii ciągłej *B_t* (T. Vieweger — 18) braliśmy co pewien czas pewną ilość wymoczków, pochodzących z podziałów jednego osobnika w czasie jednej doby. Wymoczki te umieszczaliśmy na klockach w 0,5 cm³ pożywki; dały one początek linjom *k* i *p*. Linje *k* (kontroli) znajdowały się w pożywce *a* świeżo przyrządzonej, zawierającej wyłącznie bakterje. Dla zabezpieczenia dostatecznego ich rozwoju pozostawialiśmy poprzednio pożywkę w próbkach jeden lub dwa dni. Pożywka tak sporządzona nie zawierała zatem produktów przemiany materji wymoczków, zaś produkty przemiany materji bakteryj znajdowały się tam w takiej ilości, że o szkodliwym ich działaniu nie może być mowy dla danych koncentracji azotu**). Linje *p* znajdowały się w pożywce, w której uprzednio przebywały wymoczki i bakterje w przeciągu dłuższego czasu. Pożywkę tę (*b*) czerpaliśmy z „normalnej“ kultury wymoczków, przebieg której był badany. W opisywanych serjach były stosowane kultury *X*, *M*, *G*. Z odpowiedniej kultury braliśmy codziennie niewielką ilość cieczy i usuwaliśmy wymoczki, bądź wyławiając je przy pomocy pipety (kult. *G*), bądź przez ogrzewanie lub też sączenie przez sączek azbestowy (Pregl'a), czyszczony każdorazowo po użyciu. Doświadczenia pomocnicze, w których pożywka kontroli była również przepuszczana przez ten sam sączek, przekonały nas o braku wpływu sączenia***). Podobnie otrzymaliśmy wyniki bez zarzutu,

*) Por. prace Peters'a (06—08), Enriques'a (09), Woodruff'a (11—13), Fine'a (12), Sun (12), Koehler (18) (cz. I, wstęp).

**) Poprzednio już mieliśmy sposobność zaznaczyć (w cz. I, J. i T. Viewegerowie 18), że w pożywce dwudniowej rozwój wymoczków zachodził najpomyślniej.

***) Początkowo próbowaliśmy stosować zwykły papier do sączenia oraz sączek Chamberland'a (Woodruff — 11), ze względu jednak na trudności oczyszczania, a co zatem idzie, brak pewności usunięcia szkodliwego wpływu czynników ubocznych, zarzuciliśmy ten sposób.

TABELA IX



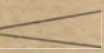
Doświadczenia z kulturą X. Typ B i C (kol. 4 u dołu)

0	1		2		3					4											
	Liczba dni ubiegłych od początku kultury	Do rozpoczęcia serii	Liczba wy-moczków w 1 cm ³ kultury	Przy rozpo-częciu serii	Przy zakoń-czeniu czeniu serii	K	K ¹	K ²	K ³	K ⁴	K ⁵	Przebieg na dobę	p	p ¹	p ²	p ³	p ⁴	p ⁵	Przebieg na dobę		
I	11	14	2375	2250	8	9,5	8,5	—	—	—	—	2,88	8,25	8,25	—	—	—	—	—	2,75	
II	14	17	2250	2000	9	9,5	9,75	—	—	—	—	3,14	10	10	—	—	—	—	—	3,28	
III	22	31	1824	900	28	31,25	30	—	—	—	—	3,30	22,25	23,25	24,25	16*	16,75	15,5	—	2,62	
IV	31	35	900	250	14,75	14,25	13,75	11,75	12,5	11,75	11,75	3,28	11,75	12,5	14,25	14	12	14	—	—	3,27
V	37	42	160	120	10	15	10,5	—	—	—	—	2,37	9,25	10,25	12,5	C			5,75	2,13	
																C ¹	C ²	C ³			

*) Czas trwania linii p², p⁴, p⁵ — 6 dniowy.

usuając wymoczki z płynu przez ogrzewanie do 40°: w tej temp. giną *Colpidium*, zaś bakterje pozostają przy życiu (Błę-dowski i Zweibaum — 14). Doświadczenia porównawcze, w których z jednej strony używaliśmy pożywki przesączonej przez filtr azbestowy, zaś z drugiej — pożywki ogrzewanej do 40°, dały rezultaty identyczne. Do pożywki *b*, przyrządzonej w sposób powyższy, dodawaliśmy zwykłej (*a*), która służyła za pokarm linjom *k*, pozostawionej w probówkach na 2—3 dni dla rozwoju bakteryj. Pożywkę, pochodzącą z kultury (*b*), miesza-liśmy z pożywką bakterjalną (*a*) w stosunku 4 lub 3:1. Pożywka linii *p* składała się zatem z pożywki *a*, w której uprzednio miał miejsce krótki rozwój bakteryj, i z pożywki *b*, w której uprzednio rozwijały się przez czas dłuższy bakterje i wymoczki. Do-dając pożywki *a*, wprowadzaliśmy pewną ilość świeżego po-karmu, dzięki czemu usuwaliśmy całkowicie lub częściowo dzia-łanie głodu dla linii *p*. W tych warunkach pozostawialiśmy możność przejawiania się drugiego czynnika, t. j. działania pro-duktów przemiany materji. Zauważmy, że wprowadzając do po-żywki *b* pewną ilość pożywki *a*, zmniejszaliśmy stężenie pro-duktów przemiany materji wymoczków zaledwie w stosunku 20—25%, w tym zatem stosunku możnaby się spodziewać zmniej-szenia szkodliwego ich działania.

Równolegle do powyższych doświadczeń prowadziliśmy doświadczenia typu C. W tych ostatnich umieszczaliśmy wy-moczki z linii ciągłej (*B_t*) w pożywce z kultury (*b*), w której uprzednio rozwijały się dłuższy czas wymoczki. Jednocześnie prowadzone były linje kontroli w pożywce bakterjalnej. Ostatnie doświadczenia były ogniwem łączącym pomiędzy typem A i B. Następujący szemat ilustruje to :

Typ A		linje kontroli w pożywce bakterjalnej linje w pożywce z kultury	} Wymoczki po- chodzą z kultur (wygłodzone)
Typ C		linje kontroli w pożywce bakterjalnej linje (<i>p</i>) w pożywce z kultury	} Wymoczki po- chodzą z linii ciągłej (dobrze odżywiane)
Typ B		linje kontroli w pożywce bakterjalnej linje (<i>p</i>) w pożywce z kultury + bakterjalna	} Wymoczki po- chodzą z linii ciągłej (dobrze odżywiane)

W doświadczeniach A i C mamy dwa czynniki niewiadome: głód i produkty przemiany materji. W doświadczeniach B mamy do czynienia głównie lub wyłącznie z działaniem produktów prze-miany materji. O ile przyczyną, hamującą rozwój

kultur, jest szkodliwe działanie produktów przemiany materji, to wówczas w przypadku *B* powinniśmy obserwować podobne zahamowanie, jak w *A* i *C*. O ile zaś głód jest głównym czynnikiem ujemnym, to rozmnażanie się linii próbnych powinno zachodzić w podobny sposób, jak w liniach kontroli i nie powinno być zahamowania podobnego, jak w *A* i *C*.*)

TABELA X

Doświadczenia z kulturą *M*. Typ *B*.

Nr. serji doświadczeń	1		2		3				4			
	Liczba dni ubiegłych od początku kultury		Liczba wymoczków w 1 cm ³ kultury		Liczba podziałów notowana dla linii kontroli				Liczba podziałów notowana dla linii w pożywce z kult. <i>M</i>			
	Do rozpoczęcia serji	Do zakończenia serji	Przy rozpoczęciu serji	Przy zakończeniu serji	Przez cały czas trwania serji			Przeciętna na dobę	Przez cały czas trwania serji			Przeciętna na dobę
					<i>K</i>	<i>K</i> ¹	<i>K</i> ²		<i>p</i>	<i>p</i> ¹	<i>p</i> ²	
VI	138	145	0	0	23,75	25,75	24,75	3,53	24,25	22,5	21,75	3,26

Wykonaliśmy 7 serji doświadczeń z 3 kulturami w różnych stadjach rozwoju: 5 serji z kulturą *X*, jedną z kulturą *M* i jedną z *G*. Serje doświadczeń z kulturą *X* były prowadzone co kilka dni od 11 do 42 dnia istnienia kultury. Czas trwania jednej serji wynosił od 3 do 9 dni.

*) Wskażemy na zasadniczą różnicę, jaka istnieje między naszymi doświadczeniami, a sposobem przeprowadzenia głównych doświadczeń W o o d r u f f a (11, 12), dotyczących się działania produktów przemiany materji wymoczków na ich rozmnażanie się w kulturze. Omawiane doświadczenia Woodruffa odpowiadają naszemu typowi *C*, a zatem zawierają dwa czynniki niewiadome: głód i produkty przemiany materji. Trudnościom natury metodycznej przypisać należy, że i w innych doświadczeniach W o o d r u f f a występuje działanie conajmniej dwu czynników zmiennych, przez to i analiza wyników jest niepomiernie skomplikowana, np. w doświadczeniach, dotyczących się specyficzności produktów przemiany materji (12) należałoby uwzględnić różnice w odżywianiu i rozmnażaniu się *Paramaecium* i *Oxytrichium* i t. d.

TABELA XI
Doświadczenia z kulturą *G*. Typ *B*.

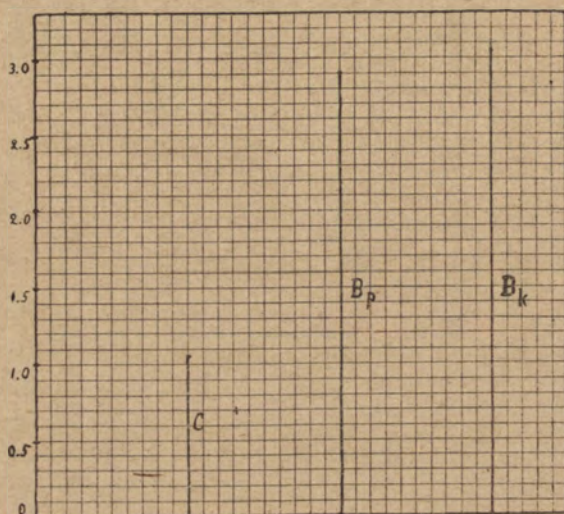
0	1		2		3			4		
	Liczba dni ubiegłych od początku kultury		Liczba wymoczków w 1 cm^3 kultury		Liczba podziałów notowana dla linii kontroli			Liczba podziałów notowana dla linii w pożywce z kultury <i>G</i>		
	Do rozpoczęcia serji	Do zakończenia serji	Przy rozpoczęciu serji	Przy zakończeniu serji	Przez cały czas trwania serji		Przeciętna na dobę	Przez cały czas trwania serji		
					<i>K</i>	<i>K</i> ¹		<i>p</i>	<i>p</i> ¹	
VII	172	176	Kilkanaście		11,25	12,0	2,90	11,75	12	2,97

W tabelach IX, X i XI zestawiliśmy rezultaty, dotyczące się kultury *X*, *M* i *G*. W XII-tej podaliśmy jedynie liczbę przeciętną podziałów na dobę dla wszystkich linii każdej serji. Z zestawienia rezultatów wynika, że 1^o w dwu przypadkach (s. II i VII) podzielność linii próbnych w pożywce mieszanej była wyższa, niż dla linii kontroli; 2^o w jednym przypadku znajdowała się na tym samym poziomie (s. IV); 3^o w czterech przypadkach podzielność linii próbnych w pożywce mieszanej była niższa, niż dla linii kontroli, przyczem ujemne odchylenie wynosiło 7,9-22,9-10,6-4,6% ogólnej podzielności. Ogólne zaś odchylenie ujemne wynosiło zaledwie 5,4%, jest ono zatem zbyt niskie, abyśmy mogli przypisywać mu jakiegokolwiek znaczenie.

TABELA XII
Zestawienie ogólne.

0	1		2		3	4
	Liczba dni ubiegłych od początku kultury		Liczba wymoczków w 1 cm^3 kultury		Przeciętna podziałów dla linii kontroli na dobę	Przeciętna podziałów dla linii w pożywce z kultury na dobę
	Do początku serji	Do końca serji	Na początku serji	Na końcu serji		
I	11	14	2375	2250	2,88	2,75
II	14	17	2250	2000	3,14	3,28
III	22	31	1824	900	3,30	2,62
IV	31	35	900	250	3,28	3,27
V	37	42	160	120	2,37	2,13
VI	138	145	0	0	3,53	3,26
VII	172	176	Kikanaście w 1 cm^3		2,90	2,97

Z porównania danych tabeli IX dla serji V linii p , p' , p'' (pożywka mieszana) i linii c , c' , c'' (pożywka typu C) wynika, że dodanie pożywki bakterjalnej w stosunku 1 : 4 części pożywki kultury podnosi podzielność z 1,05 do 2,13 a zatem przeszło dwukrotnie. Odpowiada to różnicy, notowanej w tabeli VIII z kulturą N dla wymoczków, hodowanych w pożywce bakterjalnej i w pożywce z kultury starej.



Rys. 4. — Zestawienie podzielności wymoczków pochodzących z linii ciągłej Bt :

C — wymoczeki w pożywce z kultury starej, w której przez dłuższy czas następował rozwój *Colpidium* (typ C , serja V).

Bp — „ „ „ „ „ „ do której dodano świeżej pożywki bakterjalnej w stosunku $\frac{1}{4}$ (typ B , linie p . Przeciętna z 7 serji).

Bk — „ „ „ „ „ „ świeżej bakterjalnej (typ B , linie k . Przeciętna z 7 serji).

Na osi pionowych zaznaczono ilość podziałków na dobę.

Stajemy zatem wobec faktu, że dodanie pożywki bakterjalnej do cieczy z kultury starej powoduje podniesienie się podzielności wymoczków do rozmiarów normalnych w warunkach istnienia, które uprzednio określiliśmy, jako najbardziej dla nich sprzyjające. Podniesienie się podzielności jest

przytem nieproporcjonalnie większe, niż możnaby się spodziewać z samego rozcieńczenia produktów przemiany materji: w doświadczeniach naszych ilość wprowadzonego świeżego płynu wynosiła 20% ogólnej ilości płynu, zaś podzielność zwiększała się przeszło o 100%.

Stąd wyprowadzamy wniosek, że nie hamujące działanie produktów przemiany materji, nie występowanie szkodliwych ciał, lecz brak pokarmu jest głównym czynnikiem, powodującym zmniejszenie się szybkości mnożenia i wymieranie wymoczków w kulturach.

Słuszność wyprowadzonego wniosku stwierdziliśmy i na innej drodze. O ile głównym czynnikiem rozwoju kultur jest głód, to należałoby się spodziewać, że dodanie świeżej pożywki do kultury, wstępującej w okres wahań lub wymierania, spowoduje zwiększenie się liczby wymoczków lub też powtórzenie cyklu rozwojowego*).

TABELA XIII

Rozwój ilościowy kultur α i β . Każda z kultur zawierała początkowo po 50 cm^3 wywaru Nr. VII. Po 8 dn do kult. α dodano 50 cm^3 tegoż wywaru.

0	1	2	3
Nr. kolejny obserwacji	Liczba dni ubiegłych	Liczba wymoczków w 1 cm^3 kult.	
		α	β
1	5	36	53
2	7	1243	749
3	8	798	1120
4	9	1847	1036
5	10	2300	—
6	11	—	922
7	12	2834	—
8	15	—	1419

Dla rozstrzygnięcia tej kwestji przedsięwzięliśmy szereg doświadczeń wyżej wymienionego typu z dodawaniem pożywki. Ograniczymy się n a r a z i e do podania dla przykładu doświadczeń z kulturą α , β i X (tab. XIII), pozostawiając na później opis po-

*) Musimy się przytem liczyć ze stanem wygłodzenia wymoczków, który nie pozostaje bez wpływu na ich zdolność rozmnażania się i odporność na zmiany w środowisku.

zostałych. Kultury α i β zawierały każda po 50 cm³ wywaru Nr. VII i 550 cm³ wody. Do każdej wpuściliśmy po dwa *Colpidium*. Ilościowy rozwój obu kultur był do siebie bardzo zbliżony. Po 8 dniach, gdy kultury wstąpiły w okres wahań, do kultury α dodaliśmy 50 cm³ wywaru Nr. VII. Spowodowało to podniesienie się w przeciągu 4 dni liczby wymoczków z 798 do 2834 w 1 cm³, tymczasem, gdy w kulturze β ilość maksymalna, notowana po 15 dn., wynosiła 1419 w 1 cm³. Jednocześnie z powiększeniem się liczby, zaszła zmiana w wyglądzie i wielkości wymoczków w kulturze α . W chwili dodawania wywaru wymoczki w obydwu kulturach nie różniły się swymi wymiarami. Na drugi dzień po dodaniu wywaru, wymoczki w kulturze α wykazały obecność licznych wodniczków pokarmowych oraz wybitny przyrost objętości. Przeciętna długość, szerokość i objętość wymoczka w kulturze α wynosiły 87,7 μ , 48,0 μ i 105750 μ^3 , zaś w kulturze β — 65,4 μ (dł.) 33,7 μ (szer.) i 38870 μ^3 (obj.) Widzimy zatem, że dodanie wywaru spowodowało podwojenie się liczby wymoczków i odzyskanie przez nie pierwotnych rozmiarów ciała, a zatem stworzyło dla kultury warunki istnienia zbliżone do tych, jakie panowały w okresie jej rozwoju. W drugim doświadczeniu do kultury X po 43 dniach jej istnienia, gdy liczba wymoczków spadła do 100 w 1 cm³ (a zatem, gdy kultura zbliżała się do wymarcia), dodaliśmy 50 cm³ wywaru; po upływie trzech dni liczba wymoczków wzrosła do 566 w 1 cm³, jednocześnie nastąpiły zmiany wielkości ciała. Przed dodaniem wywaru *Colpidium* wykazywało krańcową redukcję ciała, po dodaniu, notujemy na drugi dzień obecność licznych wodniczków pokarmowych i znaczny przyrost objętości (przeciętna szer. — 48, dł. — 99 μ , zaś objętość 119370 μ^3). Zauważmy, że dodając 50 cm³ wywaru do kultury, wprowadziliśmy zaledwie $\frac{1}{12}$ płynu świeżego, a zatem tylko w stosunku 8,5% rozcieńczaliśmy stężenie produktów przemiany materji, nagromadzonych w kulturze.

Powyższe doświadczenia potwierdzają nasz wniosek, wyprowadzony z uprzednich doświadczeń typu B i C. W ten sposób usunęliśmy zarzut, jaki mogło nasuwać porównanie doświadczeń, przedsięwziętych w odmiennych warunkach na klockach i w kulturach.

Powyższe doświadczenia były robione głównie z kulturami,

zawierającymi od 0,0098 do 0,0232 mg. azotu w 1 cm³, do tych też stosujemy bezpośrednio nasze wnioski. Ze względu jednak na zgodny charakter rozwoju kultur o różnych koncentracjach uważamy za słuszne rozszerzyć je i na inne, stosowane przez nas stężenia.

Streścić możemy wyniki wyżej przytoczonych rezultatów w następujący sposób: W naszych kulturach szkodliwe działanie produktów przemiany materji tam, gdzie został usunięty drugi czynnik — głód, nie występuje wyraźnie. Nie gromadzenie się zatem produktów przemiany materji, lecz głód jest głównym czynnikiem, hamującym rozwój, powodującym wymieranie kultury i nadającym jej przebiegowi charakter cyklowy.

W czwartej części naszej pracy mamy zamiar rozszerzyć otrzymane dotychczas rezultaty i szczegółowiej omówić kwestję działania produktów przemiany materji.

III. Zestawienie

Z dotychczasowych naszych badań wynika, że decydującym czynnikiem w rozwoju kultury jest pokarm, jego ilość lub brak. Przebieg rozwoju kultury wiąże się zatem ze zmiennością warunków odżywiania, oraz ze zdolnościami organizmów przystosowania swych czynności do zmiany tych warunków.

Bezpośredni naszym zadaniem jest zestawienie głównych momentów w rozwoju stosunków pokarmowych. Będziemy się przytem opierać również na poprzednich naszych pracach (J. i T. Viewegerowie (18), T. Vieweger (18).

W rozumowaniach jesteśmy częściowo skrupowani zarówno przez bliższą nieznaną chemicznego składu podłoża odżywczego, jak i przez trudność rozwiązania kwestji, czy możliwym jest bezpośrednio użytkowanie pożywki przez organizmy badane. Dotychczasowe rezultaty poszukiwań Peters'a (20) zdają się wskazywać na możliwość użytkowania przez *Paramaecium* roztworu związków organicznych, podobnie jak to przewidział Pütter (08) dla organizmów wodnych wogóle. Narazie jednak trudno zdecydować, o ile i w jakim zakresie może to mieć miejsce w czasie masowego rozwoju wymoczków w kulturach,

podobnie jak i sama hypotetyczna zdolność pobierania połączeń organicznych rozpuszczonych w wodzie przez organizmy wyższe (Pütter (09—16), Knörrich (01), Wolff (10), Przyłęcki (21) nie wyjaśnia rzeczywistej roli tych połączeń w odżywianiu zwłaszcza w zestawieniu z pracami Lipschütz'a (10—18), Petersen'a, Blegvad'a, Kerb'a (10).

Nasze badania (T. Vieweger — 18) wykazują ścisłą zależność pomiędzy ilością i masą rozwijających się wymoczków, a ilością trzebionych bakteryj. Aczkolwiek pobieraniu bakteryj przez wymoczki nie przypisujemy znaczenia wyłącznie odżywczego w rozwoju kultury, (do czego wrócimy w następnej pracy), jednakże, opierając się na tej zależności, zarówno jak na badaniach Greenwood'a (94), Nirenstein'a (05, 10), Khainsky'ego (10) i Lund'a (14) nad przebiegiem trawienia i użytkowania pokarmu uorganizowanego u wymoczków, uważamy za możliwe wyjaśnienie pokarmowych stosunków w kulturze na podstawie użytkowania zasadniczo pokarmu bakterjalnego.

Rozpatrując kwestję wyzyskania w kulturze pokarmu bakterjalnego, zauważymy, że pod tym względem miarodajnym jest ustosunkowanie liczbowe wymoczków i bakteryj. Wynika to stąd, że wzajemny ich układ możemy przyrównać do układu ruchomych cząsteczek o różnej zresztą masie (odpowiedniej sferze działania) i szybkości poruszeń. Wymoczki odpowiadają przytem cząsteczkom o większej masie oraz znacznie większej ruchliwości. Przeciętna objętość *Colpidium* w dostatecznych warunkach odżywiania wynosi około $2^{17} \mu^3$ zaś szybkość ruchu wyraża się w mm. na sek., tymczasem, gdy objętość bakteryj wynosi $1-2 \mu^3$ (*Bacterium coli, subtilis*), zaś szybkość — mm. lub cm. na godzinę (Migula, Fischer, Dietrich (04). Przy względnie jednostajnym rozmieszczeniu bakteryj i wymoczków w cieczy, ilość bakteryj pobieranych przez wymoczki (*b*) jest funkcją ilości lub też częstotliwości spotkań poszczególnych cząsteczek*). Ta ostatnia zaś w najprostszej postaci (z pominięciem szybkości i masy bakteryj) da się przedstawić zapomocą wzoru $i = \pi r^2 n' v t$, lub też $i = k n'$ dla jednego wymo-

*) Naturalnie z pewnemi zastrzeżeniami, tyczącemi się rozwoju zjawisk geo- i haptotaktycznych w kulturze (Jennings (10), Vieweger (12), jak również samego procesu pobierania pokarmu (Jennings (03—10) Schaeffer (12), Metalnikow (14), Lund (14), Dembowski (21).

czka, (gdzie r — promień sfery działania, v — szybkość, t — czas), lub też $in = k n n'$ dla ogółu pierwotniaków, gdzie n i n' = gęstości wymoczków i bakteryj *). Przebieg zatem ustosunkowania ilościowego decyduje o rozwoju stosunków odżywczych. Stosunek zaś ilości wymoczków i bakteryj w początkowym okresie istnienia kultury jest wypadkową dwu czynników: ilości organizmów pierwotnie wprowadzonych i szybkości ich mnożenia się.

Mnożenie się bakteryj w hodowlach płynnych, jak wynika z badań Müller'a (03), Lane-Claypone'a (09), Rubner'a (06), naszych (T. Vieweger — 18) i in., przedstawia charakter cyklowy, zbliżony naogół do takiegoż w kulturach wymoczków. Bezpośrednio po wprowadzeniu bakteryj do hodowli, lub po upływie krótkiego okresu regulacyjnego, rozmnażanie się zachodzi z pewną stałą (lub nieco zwiększającą się) szybkością według postępu geometrycznego. Absolutna szybkość mnożenia się waha się znacznie, zależnie od gatunku bakteryj i warunków doświadczalnych. Dla naszych kultur IX i X wynosiła ona 14 ***) podziałów dziennie, liczba stosunkowo niska dla temp. 20° (p. Lane-Claypon (09), Müller (03). Odpowiada to po upływie jednego dnia ilości bakteryj $n' = 2^{14} m$ ***). Tak szybko postępujące mnożenie się bakteryj prowadzi w krótkim czasie do wyczerpania podłoża odżywczego i zatrzymania rozwoju.

Wiemy zaś, że po wprowadzeniu wymoczków do kultury zawierającej około 0,02 mg. azotu w 1 cm.³, rozwój ich zachodzi mniej więcej ze stałą szybkością 2,5 do 3,5 podziałów na dobę. Stała podzielności dziennej posiada zatem wartość kilkakrotnie niższą, aniżeli dla bakteryj. Stąd wynika, że przy normalnej podzielności wymoczków i bakteryj, tempo przyrostu ilościowego i objętościowego bakteryj, znacznie przeważa nad przyrostem wymoczków i przy wprowadzeniu niewielkiej ilości pierwotniaków, rozwój ich nie wpływa wyraźnie na ilość bakteryj. Z chwilą jednak zahamowania rozwoju bakteryj (1—2 dni) niszczenie tych ostatnich przez wymoczki prze-

*) Przy rozpatrywaniu różnych koncentracji — o ile przyjmiemy dla n i n' zależność prostą od stężenia pożywki, odpowiedni przyrost dla i a zatem wyzyskanie podłoża zachodzić może, proporcjonalnie do kwadratu z liczby wyrażającej stosunek koncentracji.

**) T. Vieweger (18) na stron. 667 mylnie wydrukowano 17 i 22 winno być 14 i 19.

***) m — liczba początkowa bakteryj.

waża nad mnożeniem, zarówno wskutek wielkiej wartości dla n' , jak i szybko wzrastającej wartości dla n . Następuje wówczas szybki spadek ilości bakterij (3—4 dni). Jednocześnie wzrastają absolutne potrzeby ogółu wymoczków, np. w kulturze *M* objętość ogółu *Colpidium* wynosiła po upływie 6 dni $2^{35.5}$ (około 50 tys. milionów μ^3), co odpowiadałoby normalnemu przyrostowi objętościowemu $2^{35.5} - 2^{35.0}$ (około 350.000 milionów μ^3), a zatem wielokrotnie przewyższało całkowitą możliwą masę bakterij w kulturze.

W tych warunkach wystąpienie szybko rozwijającego się głodu jest konsekwentnym zjawiskiem, i sam fakt, zarówno zahamowania rozwoju, jak i częściowego wymierania wymoczków, jest dostatecznie wytłumaczony bez wprowadzania nowego czynnika — szkodliwego działania produktów przemiany materji.

W tym czasie liczba bakterij trzebionych (b) zbliża się stopniowo do wartości i , dalsze obniżenie się tej wartości dla bakterij odpowiada wystąpieniu głodu indywidualnego u wymoczków.

Zwiększanie się objętości ogółu wymoczków w przeciągu krótszego czasu możemy wytłumaczyć, jeżeli przyjmemy, że ich przyrost ilościowy prowadzi do większego wyzyskania pokarmu bakterjalnego w kulturze (rekompensując odpowiednio zmniejszanie się ilości bakterij). Po drugie, z chwilą wstąpienia w okres głodzenia zachodzi bardziej oszczędne zużycowanie materiału komórkowego.

W związku z powyższem jednak tempo mnożenia się pierwotniaków zmniejsza się, co wraz z szybko postępującem zmniejszeniem się ilości bakterij powoduje zahamowanie objętościowego przyrostu wymoczków. W kulturze, jako całości, następuje nadwyżka procesów dezasymlacyjnych nad asymilacyjnymi — głód. Ilość wymoczków może się w tym okresie powoli zwiększać, prowadząc do coraz większego wyzyskania pokarmu. W końcu jednak zmniejszenie się ilości pokarmu kładzie kres mnożeniu się *Colpidium*, występuje maximum liczbowe wymoczków, poczem, postępujący wciąż zanik bakterij po przekroczeniu wytrzymałości głodowej, pociąga za sobą wymieranie pierwotniaków.

W rzeczywistości przebieg ilościowej ewolucji kultury za-

chodzi rzadko w sposób tak regularny. Zazwyczaj występują drugorzędne komplikacje na skutek wahaniasię liczby wymoczków. Może to mieć za przyczynę albo samorzutne wahanie się liczby bakteryj — przez przystosowywanie się jednego lub poszczególnych gatunków do warunków środowiska, jak to miewa miejsce w naturalnych zbiornikach wody (Hilsum 00), — lub też mogą powstawać na skutek tego, że masowe wymieranie mniej odpornych na głód pierwotniaków pociąga za sobą polepszenie warunków odżywczych dla pozostałych.

Prawdopodobnem jest jeszcze zresztą wyzyskanie przez bakterje i wymoczki detritusu organicznego, gromadzącego się na dnie naczynia. Dzięki temu zapewne całkowity cykl kultury może się niezmiernie przedłużać (np. w kulturze *G* notowaliśmy wymoczkę po upływie 175 dni).

Drugim momentem, rozstrzygającym o rozwoju ilościowym oraz o czasie trwania kultury, jest skala wahań, zapotrzebowanie odżywcze normalne i stopień wytrzymałości głodowej wymoczków.

Mówiąc o wytrzymałości głodowej mamy na myśli rozwój i przebieg procesów regulacyjnych, związanych z wystąpieniem nadwyżki procesów dezasymlacyjnych nad asymilacją od chwili wystąpienia głodu do chwili śmierci głodowej. Na konieczność wystąpienia regulacji głodowej wskazuje nam fakt, że *Colpidium* — w dodatnich warunkach odżywiania zdolne podwoić w ciągu 8 godzin swą pierwotną masę i użytkować odpowiednio większą ilość materiału komórkowego na cele związane z ogólnem zapotrzebowaniem organizmu (sądząc z poszukiwań z innej dziedziny Tangl'a (03), Rubner'a (06), Białaszewicza (19), jak również własnych*) — zużywa w okresie kilkunastu dni głodzenia zaledwie część rozporządzalnego materiału komórkowego**). Pogorszenie warunków odżywczych musi pociągać za sobą ograniczenie procesów rozpadowych mniej lub więcej gwałtowne zależnie od doskonałości głodu. W naszych kulturach głód rozwijał

*) Mowa o zakończonych ostatnio badaniach nad przyswajaniem białka pokarmowego u pijawek (T. Vi ew eger).

***) Pod tym względem zachodzą zresztą znaczne wahania indywidualne — zarówno pod względem czasu głodzenia, jak i redukcji objętościowej. W naszych kulturach maksymalna redukcja dochodziła do $\frac{1}{110}$ pierwotnej objętości (cz. I).

Wyżej wspomniane wahania w wytrzymałości głodowej zaznaczają i inni autorzy (Lipska, 10).

się stopniowo, pociągając za sobą współrzędnie występowanie regulacji głodowej.

O stopniu rozwoju procesów regulacji możemy sądzić z przebiegu zmian objętości wymoczków w okresie głodzenia. Wskutek odcięcia dopływu pokarmu z zewnątrz następuje wyłączne zużycie materiału komórkowego, a zatem redukcja objętości ciała staje się do pewnego stopnia miarą procesów dezasymlacji. Wykres objętościowych zmian u *Colpidium* w czasie głodu, jak to wynika z zestawienia danych tabel IV, VI i VII (cz. I—18), jak również odpowiednich danych z pracy J. Viewegerowej (19), dotyczących się głodu częściowego i bezwzględnego u *Colpidium*, w graficznym swym przebiegu (Białaszewicz, 19) zbliża się do krzywej wykładniczej, a zatem przebieg procesów rozpadowych u *Colpidium* w ogólnym swym charakterze przypomina ilościowy przebieg procesów rozpadowych, na jaki Pütter (11) i Lipschütz (15) wskazali dla szeregu zwierząt głodzonych, zaś Białaszewicz (19) stwierdził u pijawki, gdzie wykazał stałość procesów dezasymlacyjnych w odniesieniu do jednostki wagi. Pewne odchylenia dają się jednakże zauważyć w początkowym okresie głodzenia, gdy spadek objętościowy jest gwałtowniejszy; są one prawdopodobnie związane z zużyciem w tym okresie zapasów pokarmowych bardziej luźno związanych z komórką (I okres głodu Wallengren'a (01), Khainsky'ego (06), Lipskiej (10)); następnie wartość procesów rozpadowych zdaje się stopniowo zmniejszać.

Przejście zatem do okresu głodowego pociąga za sobą zmniejszenie ogólnej przemiany w zależności (i nieco szybciej) od ilości substancji organicznej komórki, i przystosowywanie ilości materiału zużywanego do rozporządzalnego.

Przebieg tych procesów regulacji wywiera wpływ na działalność poszczególnych ogniw łańcucha życiowego, między innymi i na zdolność mnożenia się. Widać to wyraźnie z zestawienia faktów, dotyczących podzielności wymoczków w różnych okresach istnienia kultury.

Wymienimy fakty następujące:

Po pierwsze. W okresie rozwoju kultury w czasie intensywnego odżywiania się wymoczków następują częste ich podziały w równomiernych odstępach czasu. Okresy wzrostu i podziałów występują rytmicznie i wielkość komórki utrzymuje się na ogół w granicach normalnych wahań, jak stwierdził to Jen-

nings (08) u *Paramaecium*. Jednakże w niektórych przypadkach w okresie rozwoju w dodatnich warunkach odżywiania przeciętna wielkość komórki może spaść znacznie poniżej wielkości normalnej. Przykład tego mieliśmy w kulturze *G*, gdzie przy wysokiej ilości podziałów (3 na dobę), notowaliśmy dla *Colpidium* wielkość tak niską ($9600 \mu^3$), jaka miała miejsce w tej kulturze po 28 dniach w okresie daleko posuniętego głodu. W tych warunkach nie mieliśmy do czynienia ze specjalnie małą „rasą“, gdyż następnego dnia wymoczki wykazały znaczny przyrost objętości (do 162 tys. μ^3). Tłumaczymy to sobie tem, że przy często następujących podziałach okresy wzrostu nie wystarczały tym razem do przywrócenia normalnej wielkości, nawet przy intensywnym odżywianiu.

Po drugie. W okresie regulacyjnym podzielność *Colpidium* zmniejsza się w czasie, gdy głód rozwija się w kulturze: świadczy o tem zarówno zahamowanie przyrostu ilościowego wymoczków w kulturze, jak i stałe zmniejszanie się ilości podziałów dla osobników wydzielonych na klockach (J. i T. Viewegerowie tab. IX, cz. I). Zachodzi to równorzędnie ze zmniejszaniem się objętości ciała, a więc z przebiegiem procesu głodowego, aczkolwiek absolutna wielkość wymoczków może pozostawać (kult. *M*, *N*) powyżej wielkości w okresie żwawego mnożenia (kult. *G*).

Po trzecie. W końcowym okresie kultury liczba podziałów może się nieco powiększyć, lecz ma to miejsce wtenczas, gdy skutek wymarcia większości pierwotniaków dla pozostałych przy życiu warunki odżywiania stają się nieco dogodniejsze (T. Vieweger, 18).

Po czwarte. Przeniesienie wymoczków z dodatnich warunków odżywiania do ujemnych powoduje zmniejszenie podzielności, — świadczą o tem zarówno opisane przez nas obserwacje, (tab. IX), jak i obserwacje w czasie głodu bezwzględnego (J. Viewegerowa, 21).

Po piąte. Przeniesienie wymoczków do dodatnich warunków odżywiania lub dodanie pokarmu (tab. VIII i XIII) powoduje wzmoczenie podzielności.

Z powyżej przytoczonych faktów wyprowadzić możemy dwa wnioski, a mianowicie, że podzielność komórki nie jest wyłącznie zależna od jej wielkości absolutnej, i że natomiast zależy od intensywności ogólnej przemiany organizmu.

stosownie do tego jest większa w dodatnich warunkach odżywiania, zmniejsza się zaś stopniowo w miarę rozwoju regulacyjnych procesów głodowych.

Pod tym względem rezultaty nasze nie odpowiadają rezultatom Kasantzew'a (01), jak również opartym w znacznym stopniu na nich poglądom Hertwig'a (03), i Jickeli'ego (02), jakoby głód był czynnikiem wyzwalającym podział komórki, natomiast zgadzają się z poglądami Enriques'a (09).

Powyżej przytoczone wnioski dają się tłumaczyć w sposób następujący: Jak wynika z badań, zapoczątkowanych przez Gerassimow'a (02), Hertwig'a (00—08), Popow'a (08—10) Godlewskiego (10), oraz ich uczniów — podział komórki jest fizjologicznym aktem regulacji, lub też odnowy*) (Nussbaum (85), Minkiewicz (01), Wallengren (01), Calkins (11), normalnie ściśle związanym z przebiegiem całokształtu jej procesów życiowych, — a więc pozostającym w zależności normalnej od procesów przyrostowych, ustosunkowania poszczególnych składników, i podległym jednocześnie działaniu całego szeregu czynników natury fizycznej lub chemicznej, mniej lub więcej złożonej (Sand (01), Joukowsky (98), Calkins (02—4), Moody (12), Shumway (14), Woodruff (11—14), Budington (15). Podobnie z doświadczeń Massaria (06) wynika, że podział komórki jest przejawem związanym z ogólną pobudliwością — niestałością plazmy — i podległym w swych poszczególnych fazach działaniu szeregu bodźców.

Nawiązując do powyższego, wykazaną przez nas wyżej zależność podzielności od stanu odżywiania komórki rozumiemy w ten sposób, że zwiększenie ilości pokarmu wywołuje wzmożenie procesów życiowych, bardziej niestałą równowagę plazmy, większą zdolność wydatkowania energetycznego. Głód zaś, wskutek rozwoju procesów regulacyjnych, zmierzających w kierunku ograniczenia przemiany, pociąga za sobą zmniejszenie zdolności reagowania na bodźce zewnętrzne i wewnętrzne**), między innymi i na bodźce wyzwalające podział komórki.

*) Zauważymy, że sam proces cytolizy i odbudowy nie da się pomyśleć bez częściowych strat materiału komórkowego.

**) Pod tym względem zasługują na uwagę spostrzeżenia Wallengrena (01) i Lipskiej (10) co do zmniejszonej zdolności reagowania *Paramecium* głodzonego na działanie podnień zewnętrznych.

Résumé

Il résulte des nos recherches, que dans les cultures renfermant de 0,0011 à 0,0312 mg. d'azote par cm^3 , la durée du cycle biologique, de même que le nombre d'infusoires augmentent avec la valeur nutritive du milieu.

En ajoutant de l'infusion de foin à une vieille culture, le nombre de *Colpidium* augmente, de même qu'on observe une augmentation de leur volume, qui redevient celui des premiers jours du développement de la culture. Ainsi le cycle de la culture est renouvelé.

En se basant sur ces observations nous concluons, que l'action des produits du métabolisme des infusoires dans nos cultures n'est pas remarquable et que le caractère du cycle de la culture c. à d. son développement, de même que son dépérissement est défini d'une part par les conditions nutritives amenées par le concours des infusoires et des bactéries, d'autre part — par la faculté des organismes d'accommodation aux changements des conditions de la vie. Cette accommodation porte surtout sur la diminution du degré de la désassimilation au fur et à mesure que le jeun s'avance. En même temps que les conditions de la nutrition deviennent de plus en plus mauvaises, la faculté de multiplication des infusoires diminue. Nous nous expliquons cela par la diminution des procès du métabolisme cellulaire et par conséquent par la diminution du pouvoir de la cellule de réagir à l'action des excitants, entre autres de ceux qui provoquent la division.

Piśmiennictwo*)

- Allescher, M. 1912. Über den Einfluss der Gestalt des Kernes auf die Grössenabnahme hungernder Infusorien. Arch. f. Protist. **27**.
- Barratt, J. 1905. Die Kohlensäureproduktion von *Paramecium aurelii*. Zeits. f. allgem. Physiol. **5**.
- Białaszewicz, K. 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. (I. Głód i odżywianie u pijawek). Prace Tow. Nauk. Warszaw. Wydz. III. Nr. 32.
- Biedermann, W. 1911. Die Aufnahme, Verarbeitung und Assimilation der Nahrung. Winterstein Vergleich. Physiol. **2**.
- Błędowski, R. i Zwißbaum, J. 1915. Doświadczenia nad pochłanianiem tlenu przez *Colpidium colpoda*. Sprawozd. T-wa Nauk. Warsz.
- Budington et Harvey. 1915. Division rate in ciliate protozoa as influenced by thyroid constituents. Biolog. Bullt. **28**.
- Calkins, G. 1902. Studies on the Life — History of Protozoa I. The Life — Cycle of *Paramecium caudatum*. Arch. f. Ent. — Mech. **1**.
- Calkins, G. and Lieb. 1902. Studies on the Life — History of Protozoa II. The effect of stimuli. Arch. f. Protist. **1**.
- Calkins, G. 1904. Studies on the Life — History of Protozoa IV. Death of the A series. Journ. of. exp. Zool. **1**.
- Calkins, G. 1911. Regeneration and cell division in *Uronychia*. Journ. of exper. Zool. **10**.
- Dembowski, J. 1921. O wyborze pokarmu i zjawiskach t. zw. pamięciowych u *Paramecium caudatum*. Prace Zakł. Biol. Ogól. Inst. Nerw. **1** (w druku).
- Dietrich, A. 1904. Überblick über unsere Kenntnisse von der Morphologie und Biologie der Bacterien. Zeits. f. allgem. Physiol. **3**.
- Doflein, F. 1916. Zuckerflagellaten. Untersuchungen über den Stoffwechsel farbloser Mastigophoren. Biolog. Centralbl. **36**.
- Enriques, P. 1909. La teoria di Spencer sulla divisione cellulare studiata con ricerche biometriche negli Infusori. Arch. di Fisiol. **7**.
- Fine, M. 1912. Chemical properties of hay infusions with special reference to the titratable acidity and its relation to the protozoan sequence. Journ. of exp. Zool. **12**.
- Gerassimow, J. 1902. Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse. Zeits. f. allgem. Physiol. **1**.
- Gerassimow, J. 1905. Über die Grösse des Zellkerns. Beih. z. Botanisch. Centrbl. **18**.
- Godlewski, E. (jun.) 1910–14. Physiologie der Zeugung. Winterstein Vergleich. Physiol. **3**.

*) Prace niedostępne w oryginale naznaczone gwiazdką.

- Greenwood, M. 1894. On the constitution and mode of formation of „food vacuoles“ in Infusoria. *Philosoph. Transact. Roy. Soc. London.* **185.**
- Greenwood, M. and Saunders E. 1894. On the role of acid in protozoan digestion. *Journ. of Physiol.* **16.**
- Łutmanówna, L. 1915. przyczynek do badań nad ilością gazów w hodowli pierwotniaków. *Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.* **9.**
- Lertwig, R. 1900 Über physiologische Degeneration bei Protozoen. *Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol. München.* **16.**
- Lertwig, R. 1903. Über Korrelation von Zell-und Kerngröße und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. *Biol. Zentralbl.* **23.**
- Lertwig, R. 1908. Über neue Probleme der Zellenlehre. *Arch. f. Zellforsch.* **1.**
- Milsum, M. 1900. Bakteriologische Untersuchung eines Schwimmbades in Bezug auf Selbstreinigung. *Centralbl. f. Bakteriol.* **27.**
- Muntemüller, 1905. Vernichtung der Bakterien im Wasser durch Protozoen. *Arch. f. Hyg.* **54.**
- Nennings, H. 1903. Studies on Reactions to stimuli in unicellular organisms. IX On the behavior of Fixed Infusoria (Stentor und Vorticella) with special reference to the modificability of Protozoan reaction. *Amer. Journ. of Physiol.* **8.**
- Nennings, H. 1908. Heredity, variation and evolution in Protozoa. II. *Proceed. of the Amer. Philosoph. Soc.* **47.**
- Nennings, H. 1910. Das Verhalten niederer Organismen. *Tlum. Mangold'a.* Leipzig, Berlin.
- Jickeli, C. 1902. Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels als Grundprinzip für Werden und Vergehen im Kampf ums Dasein. Berlin.
- Oukowsky, D. 1898. Beiträge zur Frage nach der Bedingungen der Vermehrung und des Eintritts der Konjugation bei den Ciliaten. *Verhand. d. Naturhist. — Medic. Vereins. Heidelberg.* **6.**
- Kasanzeff, W. 1901. Experimentelle Untersuchungen über *Paramecium caudatum*. *Inaug. Dissert. Zürich.*
- Khainsky, A. 1906. Физиологическія наблюденія надъ парамеціями. *Раб. зоотом. лаб. Варш. Унив.* **35.**
- Khainsky, A. 1910. Zur Morphologie und Physiologie einiger Infusorien. *Arch. f. Protist.* **21.**
- Knörrich, 1901. Studien über Ernährungsbedingungen der Daphnien. *Plöner — Berichte.*
- Kerb, J. 1910. Über d. Nährwert der im Wasser gelösten Stoffe. *Intern. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.* **3.**
- Koehler, A. 1918. Untersuchungen an Colpoden. *Zeits. f. allgem. Physiol.* **17.**
- Lane-Clayton. 1909. The multiplication of bacteria and the influence of temperature and some other conditions thereon. *Journ. of Hyg.* **9.**
- Lipska, I. 1910. Recherches sur l'influence de l'inanition chez *Paramecium caudatum*. *Rev. suisse Zool.* **18.**
- Lipschütz, A. 1911. Zur Frage über die Ernährung der Fische. *Zeits. f. allgem. Physiol.* **12.**

- Lipschütz, A. Über der Hungerstoffwechsel der Fische. *Ibid.*
- Lipschütz, A. 1913. Die Ernährung der Wassertiere durch die gelösten organischen Verbindungen. *Ergbn. d. Physiol.* **13.**
- Lipschütz, A. 1915. Allgemeine Physiologie des Hungers. Braunschweig.
- Lipschütz, A. 1918. Bemerkungen zur Frage über die Ernährung der Wassertiere. *Biolog. Zentralbl.* **38.**
- Lund, E. 1914. The relations of Bursaria to food. I. Selection in feeding and in extrusion. *Journ of exp. Zool.* **16.**
- Lund, E. 1914. II. Digestion and resorption in the food vacuole. *Ibid.* **17.**
- Minkiewicz, R. 1901. Исследования надъ простѣйшими Чернаго Моря. I. Организация, размноженіе и положеніе въ системѣ рода Euplotes Ehrbg. Труды общества Естествоисп. Казанск. Универ. **35.**
- Maltaux M. et Massart J. 1906. Sur les excitants de la division cellulaire. *Recueil Inst. Botan. Bruxelles.* **6.**
- Metelnikow, M. 1914. Les infusoires peuvent - ils apprendre á choisir leur nourriture? *Arch. f. Protist.* **34.**
- Metelnikow, S. 1916. Sur la digestion intracellulaire chez les Protozoaires. *Ann. Inst. Pasteur.* **30.**
- Moody, J. 1912. Observations on the life — history of two rare ciliates. *Spathidium spathola* and *Actinobolus radians*. *Journ. of Morphol.* **23.**
- Müller, M. 1903. Über das Wachstum und die Lebenstätigkeit von Bakterien, sowie den Ablauf ferment. Prozesse bei niederer Temperatur. *Arch. f. Hyg.* **47.**
- Nirenstein, E. 1905. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protisten, *Zeits. f. Allgem. Physiol.* **5.**
- Nirenstein, E. 1910. Über Fettverdauung und Fettspeicherung bei Infusorien. *Ibid.* **10.**
- Nussbaum, M. 1885. Über die Theilbarkeit der lebendigen Materie. *Arch. f. mikrosk. Anat.* **26.**
- Oehler, R. 1920. Gereinigte Ciliatenzucht. *Arch. f. Protist.* **41.**
- Peters, A. 1906. Chemical studies on the cell and its medium. I. Methods for the study of liquid culture media. *Amer. Journ. of Physiol.* **17.**
- Peters, A. 1907. II. Some chemico-biological relations in liquid culture media. *Ibid.* **18.**
- Peters, A. 1908. III. The function of the inorganic salts of the protozoan cell and its medium. *Ibid.* **21.**
- Peters, R. 1920. Nutrition of the protozoa The growth of *Paramecium* in sterile culture medium, (Preliminary communication). *Journ. of Physiol.* **53.**
- Peters, R. 1920. Nutrition of the protozoa. The carbon and nitrogen compounds needed for the growth of *paramecium*. *Ibid.* **54.**
- Popoff, M. 1908. Experimentelle Zellstudien. I. *Arch. f. Zellforsch.* **1.**
- Popoff, M. 1909. II. Über die Zellgrösse, ihre Fixierung und Vererbung. *Ibid.* **3.**
- Popoff, M. 1910. III. Über einige Ursachen der physiologischen Depression der Zelle. *Ibid.* **4.**
- Pringsheim, E. 1915. Die Kultur von *Paramecium bursaria*. *Biolog. Zentralbl.* **35.**

- Przyłęcki, S. 1921. Fizjologia skóry zabiej. Cz. III. Rezorbcja. Komau. zgłosz. Wyd. III T. N. W. Styczeń.
- Pütter, A. 1908. Die Ernährung der Wassertiere. Zeits. f. allgem. Physiol. 7.
- Pütter, A. 1908. Der Stoffhaushalt des Meeres. Ibid.
- Pütter, A. 1909. Die Ernährung der Fische. Ibid 9.
- Pütter, A. 1909. Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena.
- Pütter, A. 1911. Der Stoffwechsel der Aktinien. Zeits. f. allgem. Physiol. 12.
- Pütter, A. 1911. Vergleichende Physiologie. Jena.
- Pütter, A. 1914. Der Stoffwechsel der Kieselschwämme. Zeits. f. allgem. Physiol. 16.
- Rubner, M. 1904. Energieverbrauch im Leben der Mikroorganismen. Arch. f. Hyg. 48.
- Rubner, M. 1906. Energieumsatz im Leben einiger Spaltpilze. Ibid. 57.
- Rubner, M. 1906. Die Beziehungen zwischen Bakterienwachstum und Konzentration der Nahrung. Ibid.
- Rubner, M. 1912. Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkoholischer Gärung. Ach. f. Physiol. Suppl. Bd.
- Sand, R. 1901. Action thérapeutique de l'arsenic, de la guinine, du fer et de l'alcool sur les Infusoires ciliés. Annl. Soc. Royale Scienc. med. et nat. Bruxelles.
- Schaeffer, A. 1910. Selection of food in Stentor coeruleus Ehrbg. Journ. exper. Zool. 8.
- Shumway, W. 1914. Effect of thyroid on division rate of Paramecium. Journ. of exper. Zool. 17.
- Sosnowski, J. 1899. O stosunku jądra do plazmy u Protozoa. Prace zootomicz. laborat. Warsz. Uniw.
- Staniewicz, W. 1910. Badania doświadczalne nad trawieniem tłuszczu u wymoczków. Sprawozd. Akad. Umiej. Kraków.
- Sun, A. 1912. Experimentelle Studien über Infusorien. Arch. f. Protistk. 27.
- Wachendorff, T. 1911. Der Gaswechsel von Colpidium colpoda. Zeits. f. allgem. Physiol. 13.
- Wallengren, K. 1901. Inanitionserscheinungen der Zelle. Zeits. f. allgem. Physiol. 1.
- Wallengren, H. 1901. Zur Kenntniss des Neubildungs — und Resorptions — processes bei der Theilung der hypotrichen Infusorien. Zool. Jahrbuch. 15.
- * Wolff. 1910. Ein einfacher Versuch zur Pütterschen Theorie von der Ernährung der Wassertiere. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 2.
- Woodruff, L. 1911. The effect of excretion products of Paramecium on its rate of reproduction. Journ. of exper. Zoll. 10.
- Woodruff L. and Baitsell G. 1911. The temperature coefficient of the rate of reproduction of Paramecium aurelia. Amer. Journ. of Physiol. 29.
- Woodruff, L. 1912. A summary of the results of certain physiological studies on a pedigree race of Paramecium. Biochem. Bull. 1.

- Woodruff, L. 1913. Cell size, nuclear size and the nucleo-cytoplasmic relation during the life of a pedigreed race of *Oxytricha fallax*. Journ. of exper. Zool. **15**.
- Woodruff, L. 1912. Observations on the origin and sequence of the protozoan fauna of hay infusions. Ibid. **12**.
- Woodruff, L. 1913. The effect of excretion products of Infusoria on the same and on different species, with special reference to the protozoan sequence in infusions. Ibid. **14**.
- Woodruff, L. and Underhill, F. 1913—1914. Protozoan protoplasm as an indicator of pathological changes. Journ. of Biolog. Chemistry. I. II. III. **15—17**.
- Vieweger, T. 1912. Recherches sur la sensibilité des infusoires. Arch. Biol. **27**.
- Vieweger, T. 1918. Linje ciągłe *Colpidium colpoda* Ehrbg. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. **11**.
- Viewegerowie, J. i T. 1918. Badanie czynników rozwoju kultur *Colpidium colpoda* Ehrbg. Cz. I. Wpływ pokarmu — głód. Ibid.
- Vieweger, T. 1918. II. Zależność rozwoju wymoczków od rozwoju bakteryj. Ibid.
- Viewegerowa, J. 1919. Badania morfologiczno-fizjologiczne nad *Colpidium colpoda* w czasie głodu. Komun. zgłosz. Wydz. III. T. N. W.

JAN DEMBOWSKI.

O wyborze pokarmu i tak zwanych zjawiskach pamięciowych u *Paramecium caudatum* ¹⁾.
(Über die Nahrungswahl und die sog. Gedächtniserscheinungen bei *Paramecium caudatum*).

Nie ulega kwestji, że odnalezienie pewnych elementów życia psychicznego u organizmów jednokomórkowych miałyby pierwszorzędne znaczenie biologiczne. Związać psychikę z protoplazmą, odszukać istnienie czynności tam, gdzie niema jeszcze odpowiedniego narządu, zadania te na długo pozostaną aktualne. Już starsi badacze organizmów jednokomórkowych, jak Stein i Geza Entz przypisywali wymoczkom zdolność rozróżniania i wyboru. Sądzili oni, że wirowy ruch rzęsek, sprowadzający cząstki pokarmu do jamy gębowej zatrzymuje się, skoro trafiła doń jakaś cząstka obca. A jednak już Ehrenberg obserwował pochłanianie ziarenek karminu przez wymoczki, aczkolwiek karmin nie posiada żadnych własności odżywczych. W swych słynnych w historii protistologii doświadczalnych badaniach, Verworn potwierdził i rozszerzył obserwacje Ehrenberga. Ponieważ wymoczki mogą pochłaniać cały szereg substancyj obojętnych, jednocześnie zaś często odrzucają substancje odżywcze, musiano im odmówić zdolności wyboru. Również i Jennings, Fabre świata mikroskopowego, na podstawie szeregu dokładnych obserwacji przychylił się do zdania Verworn'a.

Na kwestję, która już zdawała się być przesądzoną, rzuciły całkiem niespodziewane światło piękne badania Metalnikowa ²⁾.

¹⁾ Rzecz zgłoszona przez R. Minkiewicza w dniu 23.IV. 1921 na posiedzenie Wydziału III T. N. W.

²⁾ Najnowsza praca: Metalnikow S. Les Infusoires peuvent — ils apprendre à choisir leur nourriture? Arch. f. Protistenkunde. Bd. 34—1914.

Jak i jego poprzednicy, Metalnikow stwierdził, że *Paramaecia* pobierają szereg substancyj, pozbawionych wszelkich właściwości odżywczych, jak np. karmin, węgiel, tusz, nierozpuszczalne sole As i Pb, zawiesinę Al, fosfor czerwony, sudan i t. d. Ponadto niektóre z tych ciał wywierają na wymoczki wpływ silnie toksyczny: np. pochłonięte sole As i Pb powodują śmierć wymoczka w przeciągu kilkunastu minut.

Jednakże Metalnikow mógł wykazać, że stosunek wymoczków do danej zawiesiny jest zmienny: wymoczki mogą się nauczyć odrzucać uprzednio pobieraną substancję. Metoda, użyta przez tego badacza była bardzo prosta. Pewna ilość wymoczków była umieszczana w mieszaninie pożywki sianowej i badanej substancji i w pewnych odstępach czasu była liczona przeciętna ilość utworzonych wodniczków pokarmowych (średnia z 20 osobników). Zależnie od indywidualności kultury, ale zwykle już po 3 dniach, *Paramaecia*, umieszczone w zawieszynie karminu w pożywce sianowej przestają pobierać karmin, to znaczy przesadzone na pół godziny do świeżej zawiesiny karminu, nie tworzą wodniczków pokarmowych, względnie pochłaniają karmin w minimalnej ilości. Aparat rzęskowy, od działalności którego zależy proces pobierania, nie został przytem uszkodzony, gdyż te same wymoczki, przesadzone do zawiesiny sepji, pobierają ją w sposób normalny. Czas, w ciągu którego wymoczki uczą się odrzucać zawiesinę zależy od jej natury chemicznej. Naogół jest on tem krótszy, im słabsze własności odżywcze zawiesiny. Sepja przestaje być pobieraną po 7—10 dniach, karmin — po 3, natomiast Al już po 20 godzinach.

Aby zdecydować, jak długo wymoczki zachowują ową mądrym zdolność odrzucania karminu, Metalnikow umieścił kilkakrotnie wymoczków w karminie, który, jak zwykle, po 3 dniach nie był już pobierany zupełnie. Wówczas 10 wymoczków izolowano do oddzielnych naczyń z pożywką sianową, bez karminu. Po 4 dniach (7 dni od początku doświadczenia) wszystkie 10, przesadzone na pół godziny do karminu, nie utworzyły żadnych wodniczków. Po 6 dniach (9 dni od początku doświadczenia) w tych samych warunkach tylko wymoczki z 3 naczyń utworzyły w ciągu pół godziny po 8—12 wodniczków. Jest rzeczą ciekawą, że właśnie w tych 3 naczynkach tylko wymoczki się podzieliły. Po 7 dniach wszystkie wymoczki się podzieliły i wszystkie zaczęły

pobierać karmin na nowo. A więc nabyta zdolność odrzucania karminu trwa tylko do chwili podziału.

I jeszcze parę faktów interesujących. Jeśli wymoczki, które przestały pobierać karmin, umieścić w mieszaninie karminu i jakiegokolwiek substancji odżywczej, to po pół godzinie zazwyczaj żadne wodniczki nie są utworzone. Sama obecność karminu hamuje proces pobierania.

Wreszcie z mieszaniny dwu ciał, z których tylko jedno jest pożywieniem, *Paramaecia* pobierają tylko cząstki tego ostatniego, np. pochłaniają skrobię, odrzucając jednocześnie skrobię jodowaną. Dowodzi to zdolności rozróżniania i wyboru.

Z faktów powyższych Metalnikow wnioskuje, że *Paramaecia* mogą się nauczyć wybierać swój pokarm, że prócz zdolności wyboru musimy im przypisać pewne zdolności pamięciowe. Fakt reakcji ujemnej wobec pobieranego zwykle ciała w obecności karminu znajduje swe wyjaśnienie w odruchach warunkowych. Zachodzi tu skojarzenie pomiędzy karminem, a aktem odrzucania i obecność karminu wystarcza do wywołania odruchu odrzucania względem jakiegobądź ciała. W dłuższej dyskusji Metalnikow dochodzi do wniosku, że wobec niezaprzeczonej analogji zachowania się, nie mamy powodu odmówić wymoczkom pewnych elementów psychiki.

Prace Metalnikowa dorzuciłyby więc jeden, i to bardzo istotny argument na korzyść poglądu, który przebija ze wszystkich niemal nowszych badań nad pierwotniakami. Oto pierwotniaki nie są owymi Protozoa, za jakie je tak długo i tak powszechnie uważano. Są to raczej istoty o nader skomplikowanej organizacji, ewolucja których poszła swoistymi drogami.

Po uważnem przestudjowaniu prac Metalnikowa otrzymuje się atoli wrażenie, że jego wnioski ostateczne noszą raczej charakter hipotez, niż bezpośrednich konkluzji rzeczowych, i to hipotez, bynajmniej nie wykluczających całkiem innych prób wyjaśnienia odnośnych zjawisk. Uzasadnię to na przykładzie.

Oto przypuszczamy, że karmin w doświadczeniach Metalnikowa działał na wymoczki toksycznie i postaramy się rozważyć, czy hipoteza nasza może dać dostateczne wyjaśnienie faktów. Przypuszczenie to staje się prawdopodobnem po przejrzaniu podanych przez Metalnikowa cyfr. Wymoczki były przez 3 dni w karminie, poczem 10 sztuk izolowano do pożywki

sianowej. W ciągu 6 dni, tylko 3 wymoczki się podzieliły. Ale przecie wymoczki były w normalnem dla nich środowisku, w pożywce sianowej, w którym *Paramaecia* dzielią się regularnie co 24 godziny. Jeśli tu podziały były wstrzymane conajmniej przez 6 dni, to znaczy, że uprzedni pobyt w karminie wywołał u naszych wymoczków stan patologiczny. Jeśli zaś karmin uszkadza wymoczki, to zrozumiałem jest, dlaczego zawiesina karminu przestaje być pobierana po pewnym czasie. Jeśli wymoczki podzieliły się po 7 dniach i zaczęły nanowo pobierać karmin, to czyż możemy ztąd wnioskować, że nabyła zdolność odrzucania trwa tylko do podziału, czyli że podział jest przyczyną powrotu do normy? Mamy tu tłumaczenie znacznie prostsze. Wymoczki dlatego właśnie się podzieliły, że mogły znowu pobierać karmin, czyli że ich aparat rzęskowy, jak i wszystkie inne czynności życiowe, po 7-dniowym pobycie w normalnem środowisku (pożywka sianowa) powrócił do normy. Wówczas, „pamięć“ wymoczka dałaby się sprowadzić do procesu regulacyjnego,

Zarzuca nam tu zapewne, że przecie wymoczki, które odrzucają karmin, pobierają jednak inne substancję, a więc aparat pobierczy nie został uszkodzony. Należy się przyjrzeć uważnie cyfrom. W jednym doświadczeniu wymoczki utworzyły na początku 9.5 wodniczków karminu w ciągu pół godziny (w doświadczeniu tem karmin był zmieszany z zawiesiną Al). Po 6 dniach karmin nie był pobierany zupełnie, natomiast te same wymoczki utworzyły w ciągu pół godziny 6 wodniczków sepji. Dodać jeszcze należy, że w innych doświadczeniach wymoczki świeże, które jeszcze nie były w doświadczeniu, tworzą przez pół godziny około 17 wodniczków sepji. Zestawimy te cyfry:

Na początku doświadczenia: 9.5 wodn. karminu, 17 wodn. sepji
 Po 6 dniach: 0 „ „ 6 „ „

W tym razie założona przez nas toksyczność karminu wyjaśnia otrzymany rezultat. Jeśli aparat rzęskowy został przez 6 dni osłabiony o tyle, że wymoczki mogą tworzyć teraz w tym samym czasie o 11 wodniczków mniej, niż poprzednio, to oczywiście ilość wodniczków karminu spadnie do zera, wodniczków zaś sepji do 6. Można by wnioskować, że wymoczki nauczyły się odrzucać sepję, a przecie nigdy się z nią nie stykały.

W innym doświadczeniu wymoczki w zawiesinie sudanu przestały ją pobierać po 3 dniach. Te same wymoczki pobierały

jednak sepję, natomiast... odrzucały karmin. Znowu więc mamy tylko ogólne, całkiem niespecyficzne osłabienie aparatu pobierającego.

Oczywiście są to przykłady wybrane i nie wszystkie fakty Metalnikowa możemy w podobnie prosty sposób tłumaczyć. Chodziło mi też głównie o zaznaczenie, że nie wszystkie fakty należy tłumaczyć, uciekając się do pamięci wymoczków.

Wreszcie i odruchy warunkowe nie są wnioskiem obowiązującym. Dodanie karminu, uszkadzającego rzęski, do jakiejś bądź substancji może wpłynąć na zmniejszenie intensywności procesu pobierczego.

W roku 1910 ukazała się gruntowna praca Schaeffer'a ¹⁾ nad wyborem pokarmu u *Stentor* i *Paramaecium*, w której autor dochodzi do całkiem odmiennych wniosków, niż Metalnikow. Zresztą ostatnia praca Metalnikowa (1914) nie była temu autorowi znaną. Schaeffer nie mógł skonstatować samego faktu zaprzestania pobierania karminu, gdyż wymocзки, nie zawierające już karminu, a przesadzone do świeżej zawiesiny natychmiast tworzyły liczne wodniczki. Rzekome odrzucanie karminu sprowadza się do tego, iż wymocзки wydzielają śluz („mucus“), sklejjący ziarenka karminu w większe grudki, co uniemożliwia pobieranie. Jeśli naczynie z wymoczkami i karminem umieścić na klinostacie, gdzie zawartość jego ulega przemieszaniu co 5 minut, to *Paramaecia* pobierają karmin w przeciągu 33 dni i pobierałyby go i nadal, gdyby doświadczenia nie przerwano.

Kwestję wyboru pokarmu badał Schaeffer na *Stentor coeruleus* zapomocą nader uciążliwej, ale tem dokładniejszej metody. Kultura drobnych wiciowców była wsysana w pipetkę kapilarną i zawartość takowej powoli wypuszczana bezpośrednio na *discus Stentor'a*. Pod mikroskopem binokularnym można było wyraźnie widzieć, które wiciowce zostały pobrane, a które odrzucone. *Stentor* pobiera *Euglena* i *Phacus triqueter*, natomiast prawie stale odrzuca *Phacus longicaudus* i *Trachelomonas hispida*. Jeśli pobierane normalnie organizmy były przesycone alkoholem, kwasem osmowym, sublimatem, taniną, jodem, aniliną lub chininą, to jednak *Stentor* pobierał je, jak i przedtem, pod warunkiem tylko, aby podawane cząstki były dobrze przemyte. „Smak“ tych czą-

¹⁾ Schaeffer A. Selection of Food in *Stentor coeruleus*. The Journal of Experimental Zoology Vol. VIII—1910.

stek musiał być bardzo różny, co czyni smakowe i wogóle chemiczne podłoże procesu pobierania nieprawdopodobnem. Zmiana środowiska, w którym się ciała pokarmowe znajdują, również nie wpływa na pobieranie. Normalnie niepobierana skrobia była również odrzucana w ekstraktach mięsnych, ekstrakcie Liebig'a, cukrze i pepsynie. Zastanawiając się nad możliwymi czynnikami fizycznymi, któreby wpłynęły na rozpoznanie cząstek, Schaeffer uważa za wykluczony decydujący wpływ wielkości ziarenek, ich formy, wagi lub też właściwości powierzchni, wszystko ze względu na różnorodność pobieranych ciałek. Skoro się jednak wykluczyło również i chemiczną naturę procesu pobierania, pozostaje tylko przypuścić, iż w wyborze pokarmu *Stentor* powoduje się dotykiem.

Zreferowane tu prace dotyczą dwu odrębnych kwestyj: pamięci oraz rozróżniania i wyboru. Oba problematy posłużyły za temat do pracy niniejszej.

Metoda.

Wszystkie doświadczenia wykonałem nad *Paramecium caudatum*, hodowanym od roku na pożywce sianowej.

Posługiwałem się przeważnie metodą Metalnikowa, t. j. umieszczałem kilkaset wymoczków na szkiełku przedmiotowym z wgłębieniem w 3—4 kroplach wody z kroplą zawiesiny badanej substancji i wstawiałem wszystko do komory wilgotnej. Przed doświadczeniem, wymoczki były zawsze przemyte na wirówce wodą wodociągową, w której pozostawały conajmniej przez 1 godzinę w celu defekacji zawartości wodniczków pokarmowych. Ustaliłem dla celów kontroli, że w czystej wodzie następuje całkowita defekacja w ciągu 2—3 godzin, nawet przy bardzo dużej ilości wodniczków pokarmowych. Jednak przemywanie wymoczków na wirówce ma swe niedogodności, gdyż wirowanie wpływa ujemnie na ruch rzęsek, a więc i na pobieranie zawiesin. Jak wiadomo, po silnem wirowaniu *Paramecia* opadają na dno i powracają na powierzchnię dopiero po kilku godzinach. Praktyczniej jest postępować inaczej. Na ściankach naczynia, w którym się hoduje kulturę wymoczków, w pobliżu powierzchni cieczy, osiada zwykle dość szeroki pierścień pierwotniaków, tigmotaktycznie przytwierdzonych do szkła. Pierścień ten jest zazwyczaj najszerszy na stronie, odwróconej od światła. Zapomocą pipetki

kapilarnej można zeń wessać dowolnie zgęszczoną porcję wymoczków, która po przesądzeniu do kilku kropli wody po 1—2 godzinach jest gotowa do użytku.

Co się tyczy samych zawiesin, to w przygotowaniu ich nie posługiwałem się żadną subtelniejszą metodą, dlatego też mogę podać tylko metodykę ogólnikową. Pół grama danej substancji rozcierałem przez 10 minut w moździerzu porcelanowym z 10 cm³ wody wodociągowej, poczem wlewałem wszystko do wąskiej epruwetki. Po 3—4 godzinach, niekiedy znacznie prędzej, zależnie od ciężaru właściwego ziarenek, gdy większe ziarenka opadną na dno, kropla cieczy z górnej warstwy służyła do użytku. W tych warunkach karmin, indigo i sepja dają nader drobnoziarnistą zawiesinę, nie opadającą nawet po kilku dniach.

W próbach kontrolnych, gdy chodziło o zbadanie zachowania się wymoczków względem zawiesin, umieszczałem *Paramaecia* w zawiesinach conajmniej na 1 godzinę, niekiedy dłużej, nie zaś na pół godziny, jak to czynił Metalnikow. Motywy takiego postępowania podam przy opisie poszczególnych doświadczeń.

Skoro nabyta zdolność odrzucania zawiesiny trwa tylko do chwili podziału, to nasunęła się przedewszystkiem myśl usunięcia podziałów. Najprościej dało się to osiągnąć przez głodzenie wymoczków, t. j. przez wykonywanie wszelkich doświadczeń w wodzie wodociągowej, jako zasadniczem środowisku, a nie w pożywce sianowej. Później jednakże powróciłem i do tej ostatniej, aby zaobserwować podane przez Metalnikowa fakty za pomocą jego własnej metody.

I. Badania nad pamięcią wymoczków.

Doświadczenie 1. Kultura *Paramaecium*, głodzona przez 24 godziny w wodzie wodociągowej. Na trzech szkiełkach przedmiotowych z wgłębieniem umieszczono po 4 krople wody z wymoczkami, do której dodano jedną kroplę zawiesiny karminu, sepji, względnie indigo. Każde szkiełko zawierało kilkaset wymoczków. Wszystko wstawione do komory wilgotnej. Codziennie brana próbka z każdego szkiełka i liczona przeciętna (z 10 osobników) ilość utworzonych wodniczków pokarmowych. Cyfry indywidualne podaję na końcu rozprawy, gdyż wielka ilość liczb utrudniłaby czytanie. Podana tabliczka zawiera tylko liczby

przeciętne. Początek doświadczenia 10/I. W ciągu dni następujących wymoczki zawierały wodniczków pokarmowych:

	11/I	12/I	13/I	14/I	15/I	16/I	21/I
Karmin . . .	28.5	30.7	17.6	11.2	5.0	14.0	0
Indigo . . .	15.6	17.3	21.6	22.6	—	13.3	3—5
Sepja	13.3	22.6	19.3	17.8	—	20.0	0

W karminie wodniczki z dnia na dzień coraz mniej wyraźne: blade, często z minimalną ilością ziarenek. Rachunek niekiedy jest utrudniony.

Próba kontrolna wykonana 16/I. Próbkę wymoczków ze wszystkich trzech szkiełek przeniesiono do czystej wody na 1 godzinę dla defekacji, potem zaś na 1 godzinę do świeżych zawiesin.

- a) Wymoczki z karminu — w świeżej zawieszynie karminu — 43 wodniczki.
 b) " " " — " " " sepji — 16.0 "
 c) " " " — " " " indigo — 33.2 "
 d) " " indigo — " " " karminu — 32.4 "
 e) " " sepji — " " " " — 50.0 "

We wszystkich próbach kontrolnych otrzymano wodniczki duże, całkiem napełnione ziarenkami.

21/I, gdy wymoczki nie zawierały prawie żadnych wodniczków (tylko w indigo wymoczki miały 3—5 wodniczków) powtórzona ta sama próba kontrolna z zupełnie analogicznym wynikiem. Np. wymoczki z karminu, który zaprzestały pobierać całkowicie, przeniesione do świeżej zawieszyny karminu tworzą po 1 godzinie około 40 dużych pełnych wakuolek.

Jak widzimy, stosunek wymoczków do zawiesin nie został zmieniony w przeciągu 11 dni. Zmniejszanie się ilości wodniczków karminowych nie zależy od zmian, zaszłych w organizmie wymoczka, a od zmian w samej zawieszynie. Mogę tu całkowicie potwierdzić obserwację Schaeffer'a. Już w parę godzin po dodaniu zawieszyny do kropli z wymoczkami, znaczna część ziarenek karminu tworzy większe zlepkki, opadające na dno kropli. Po 2—3 dniach szkiełko zawiera zwykle aglutinowany gruboziarnisty osad karminu, a ponad nim przezroczystą różową ciecz, pozbawioną wszelkich ziarenek. Jeszcze przez czas jakiś wymoczki pobierają luźne ziarenka z dna, nim karmin nie zostanie aglutinowany ostatecznie i proces pobierania uniemożliwiony.

Od czego zależy podobna aglutinacja, nie wiem. Wydzielanie „mucus“ przez wymoczki wydaje mi się dość wątpliwem, chociażby dlatego, iż zawiesina indigo podobnych zjawisk nie wykazuje. To też indigo jest pobierane dłużej, niż inne zawiesiny.

Opisane tu doświadczenie dało wynik całkiem pozytywny. Po 11-dniowym pobycie w karminie, *Paramaecia* pobierają go nawet jeszcze energiczniej, niż na początku (40 wodniczków zamiast 28.5). Odmienny rezultat Metalnikowa tłumaczą sobie tem, że badacz ten wykonywał wszelkie próby kontrolne zawsze w ciągu pół godziny. Jest to czas zbyt krótki, jak to jeszcze bliżej uzasadnię. Wymoczki są nader wrażliwe na wstrząśnienia, a przede wszystkim na wszelką zmianę środowiska. Wiemy przecie z badań J. Sosnowskiego i Sakyó jak nieznaczne bodźce natychmiast zmieniają charakter reakcji geotropicznej. Przenosząc *Paramaecia* ze szkiełka na szkiełko, do nowego środowiska, silnie drażnimy aparat rzęskowy, który potrzebuje pewnego czasu, aby powrócić do normy. Przy opisie następnych doświadczeń spotkamy się z tem niejednokrotnie.

Należy jeszcze zwrócić uwagę na różny stosunek tych samych wymoczków do różnych zawiesin. Po 24 godzinach wymoczki utworzyły: 28.5 wodniczków karminu, 15.6—indigo i tylko 13.3 sepji. Całkiem równomierne względem wszystkich zawiesin osłabienie działalności rzęsek może spowodować, iż jedne zawiesiny będą pobierane, inne zaś zupełnie odrzucane.

Doświadczenie 2. *Paramaecia*, przemyte w ciągu 1 godziny wodą wodociągową. Umieszczone w zawiesinach, po pół godzinie utworzyły: 6.7 wodn. indigo, 17.2 wodn. sepji, 24.3 wodn. karminu, 2.0 wodn. $BaCrO_4$. Początek doświadczenia 21/I. Wymoczki zawierały wodniczków:

	22/I	23/I	24/I	25/I	26/I	27/I	28/I	29/I	1/II
Karmin . . .	34.9	11.5	11.4	10.9	8.3	9.1	22.4	10.0	0
Indigo . . .	30.3	19.4	20.3	12.5	12.5	10.4	12.4	—	10.1
Sepja. . . .	18.5	13.2	18.3	12.4	16.6	17.4	15.6	—	11.0
$BaCrO_4$. .	9.8	9.3	8.3	0.4	0	—	—	—	—

Znowu widzimy stopniowy spadek ilości utworzonych wodniczków, spadek zwłaszcza szybki w $BaCrO_4$, co się zgadza z podaną przez Metalnikowa szybką stosunkowo reakcją

ujemną względem ciał nieorganicznych. 27/I dodano nieco świeżej zawiesiny do próby w karminie, ztąd nagłe zwiększenie się ilości wakuolek 28/I. Dla indigo i sepji spadek jest daleko wolniejszy, gdyż zawiesiny te nie ulegają aglutinacji. Co się tyczy $BaCrO_4$, to spadek tu jest właściwie może nawet powolniejszy, niż w innych zawiesinach, jeśli wziąć cyfry stosunkowe. Prędzej prowadzi zaś do zera tylko dlatego, iż początkowa liczba wodniczków jest mniejsza.

Zatrzymamy się nieco na serji karminowej. W poprzedniem doświadczeniu wytłumaczyliśmy zaprzestanie pobierania karminu przez zmianę w samej zawiesinie (aglutinacja). W tym wypadku to już nie wystarcza. Istotnie, 27/I dodano świeżej zawiesiny, której po 5 dniach wymoczki już nie pobierały zupełnie. Te same wymoczki zawierały jednak po 6 dniach od początku doświadczenia 9.1 wodniczków. Czyli świeżej zawiesiny starcza wymoczkom więcej, niż na 6 dni i jeśli już po 5 dniach przestała ona być pobierana, to znaczy że jakaś zmiana zaszła nie tylko w zawiesinie, ale i w samych wymoczkach.

Interesujące fakty dają próby kontrolne. 23/I, 2 dni po rozpoczęciu doświadczenia, gdy *Paramaecia* zawierały 11.5 wodniczków karminu, część przeniesiono na 1 godzinę do czystej wody dla defekacji, potem zaś do świeżej zawiesiny karminu. Po pół godzinie wymoczki utworzyły 5.4 wodniczków. Te same wymoczki po 1 godzinie utworzyły 34.8 wodniczków.

Z faktu tego dwojaki wyciągamy wniosek. Po pierwsze wymoczki po dwóch dniach pobierają karmin tak samo, jak i na początku. Po drugie stwierdzamy, że zbyt krótkotrwała próba kontrolna może nasunąć błędne wnioski. Gdybyśmy się ograniczyli, jak to zawsze czynił Metalnikow, do próby półgodzinnej, wnioskowalibyśmy napewno, iż wymoczki nauczyły się odrzucać karmin: na początku doświadczenia było po półgodzinie 24.3 wodniczków, po dwóch dniach zaś w tych samych warunkach zaledwie 5.4. Niewątpliwie ilość wodniczków utworzonych nie jest proporcjonalną do czasu, w ciągu którego wymoczki przebywały w zawiesinie, a raczej nosi charakter reakcji progowej z nagłym wzmożeniem się procesu pobierania, gdy wymoczki, po wstrząśnięciu i zmianie środowiska, zaczynają powracać do normy

Druga próba kontrolna wykonana 1/II, gdy wymoczki przestały pobierać karmin zupełnie. Po 1½-godzinnym pobycie

w świeżej zawieszynie karminu, *Paramaecia* nie utworzyły ani jednego wodniczka. A więc wreszcie stwierdziliśmy fakt nauczania się wymoczka? Takby można sądzić. Jednak wniosek nasz dowodzi raczej za dużo, gdyż te same wymoczki, przesadzone do zawiesziny indigo, również prawie nie tworzą żadnych wakuolek (z 10 wymoczków tylko 2 zawierały po jednym wodniczku), czyli jakby nauczyły się również odrzucać indigo, z zawiesziną którego nigdy się nie stykały. Zaszło tu poprostu ogólne osłabienie funkcji aparatu pobierczego, względem każdej substancji i nie mamy na razie powodu uciekać się do psychiki wymoczka.

Jakież są przyczyny tego osłabienia aparatu rzęskowego? Czy toksyczność karminu? Doświadczenie to wykaże. 21/I, t. j. jednocześnie z rozpoczęciem naszego doświadczenia, część wymoczków była odsadzona do czystej wody wodociągowej, bez żadnej zawiesziny, zresztą zaś w tych samych warunkach, co i inne. Woda nie była zmieniana i wymoczki z zawieszinami nie miały do czynienia. 28/I umieszczono je na 1 godzinę w zawieszinach karminu, indigo i sepji. Po upływie tego czasu wymoczki utworzyły wodniczków:

Karmin 3.4 Indigo 23.0 Sepja 29.1

Dla porównania wzięte świeże wymoczki z kultury sianowej, które jeszcze nie były w żadnym doświadczeniu. Po 1 godzinie utworzyły wodniczków:

Karmin 26.9 Indigo 21.3 Sepja 21.0

W porównaniu do normalnych, wymoczki głodzone przez 7 dni pobierają tyle samo indigo i sepji, natomiast znacznie mniej karminu. Zaprzestanie pobierania karminu w naszych doświadczeniach zależy przeto częściowo od właściwości zawiesziny, gdyż te same wymoczki głodzone inaczej się zachowują względem karminu, niż względem indigo lub sepji, częściowo zaś od zmian zaszłych w samych wymoczkach, gdyż np. ten sam karmin przez wymoczki głodzone i normalne jest różnie pobierany. Jeśli karmin uszkadza wymoczki, i to względem wszystkich zawieszin, to prosty pobyt w wodzie wodociągowej również uszkadza *Paramaecia*, chociaż i w mniejszym stopniu. Musimy więc odnaleźć co było wspólnego w warunkach, jakie wymoczki znalazły w wodzie i w zawieszynie karminu. Ta cecha wspólna będzie prawdopodobnie przyczyną nienormalnego stanu naszych pierwotniaków.

Nasuwa się tu przedewszystkiem czynnik głodu. Ponieważ karmin nie jest pożywieniem, więc *Paramaecia* w zawieszynie karminu były właściwie tak samo głodzone, jak i w czystej wodzie. Czynnik ten nie jest jednak miarodajny, gdyż sepja i indigo, również substancje nieodżywcze, są pobierane daleko dłużej, niż karmin. Badałem wszakże wpływ głodu na pobieranie zawiesin doświadczalnie.

Kultura *Paramaecium*, po starannem kilkakrotnem przemyciu czystą wodą na wirówce została umieszczona w 50 cm³ wody wodociągowej, zmienianej codziennie w celu możliwego usunięcia bakteryj. Po kilku dniach wystąpiła typowa głodowa wakuolizacja endoplazmy. Po 15 dniach wymoczki były umieszczone na 1 godzinę do zawiesin, poczem utworzyły wodniczków:

Karmin 12.0 Indigo 18.0

Pomimo długotrwałości doświadczenia, wpływ głodzenia nie był wyraźny. Jednak doświadczenie to było wykonane w nieco odmiennych warunkach, niż inne. Usuwając bakterje i zmieniając codziennie środowisko, jednocześnie w znacznym stopniu usunęliśmy produkty przemiany materji wymoczków. Jeśli setki wymoczków trzymać tygodniami w paru kroplach niezmienianej cieczy, to oczywiście ilość nagromadzonych produktów rozpadu musi być olbrzymia i sama przez się może wystarczyć do częściowego lub też zupełnego zatrucia kultury. I znowuż napotykaemy tę samą trudność: zawiesiny indigo i sepji były jednak pobierane, choć były tu te same produkty przemiany. Widocznie karmin posiada jakieś właściwości chemiczne, zbliżające go do owych produktów przemiany, a których brak zawiesinom indigo i sepji. W tym bowiem razie zrozumielibyśmy, dlaczego wymoczki, głodzone w małej ilości wody, odrzucają właśnie karmin, a nie inne ciała. Taką cechę wspólną znaleźć nietrudno. Karmin tem się różni od indigo i sepji, że się nieco rozpuszcza w wodzie, z wyraźnie kwaśną reakcją. Ponieważ wymoczki produkują CO₂, więc ilość jonów wodorowych w karminie będzie większa, niż w innych zawieszinach, gdyż źródło takowych będzie podwójne. Ztąd możemy przypuszczać, iż kwaśna reakcja zawiesiny jest jedną z przyczyn zaprzestania pobierania karminu.

Sumując nasze rozumowania, możemy wskazać następujące przyczyny zaprzestania pobierania karminu w doświadczeniach Metalnikowa i moich własnych: 1) Zbyt krótkotrwała próba

kontrolna może nasunąć błędne wnioski. 2) Wkrótce po dodaniu zawiesiny karminu następuje częściowa aglutinacja ziarenek i po kilku dniach wymoczek mechanicznie nie mogą zawiesiny pobierać. 3) Długotrwałe doświadczenie w małej ilości cieczy powoduje nadmierną kumulację kwaśnych produktów przemiany materji, co wpływa na osłabienie aparatu rzęskowego. 4) Karmin uszkadza wymoczek dzięki swej kwaśnej reakcji. Uciec się do właściwości psychicznych wymoczków będziemy mogli tylko wówczas, jeśli podane czynniki okażą się niewystarczające.

Doświadczenie 3. Zawiesiny karminu różnej gęstości w 4 porcjach. Każda zawierała 40 kropli wody wodociągowej, do której dodano: a) 1 kropla zawiesiny karminu, 9 kropli wody. b) 3 krople zawiesiny, 7 kropli wody. c) 10 kropli zawiesiny. d) 10 kropli wody, jako próba kontrolna. *Paramaecia*, przemyte przez 1 godzinę wodą wodociągową, umieszczono po kilkaset w klockach szklanych z pokrywkami. Początek doświadczenia 30/I. Wymoczki zawierały:

	31/I	2/II	3/II	6/II	9/II
Rozcieńczona zawies.	26.5	2.2	13.1	0	0
Średnia zawiesina . .	25.5	4.1	13.6	0	0
Gęsta zawiesina . . .	31.2	35.2	—	9.5	6.3

Po 24 godzinach liczba wodniczków we wszystkich trzech zawiesinach była mniej więcej jednakowa, natomiast bardzo różna była ilość pobranego barwika. W zawiesinie gęstej wodniczki są całkowicie wypełnione ziarenkami karminu, gdy w innych wodniczki są nierównie bledsze i zawierają różową ciecz z niewielką ilością oddzielnych ziarenek. Po 6 dniach wszędzie nastąpiła typowa głodowa wakuolizacja. Że w niniejszem doświadczeniu spadek liczby wodniczków jest równie szybki, jak i w poprzednich, aczkolwiek tu wymoczki były w daleko większej ilości cieczy (50 kropli zamiast 4) tłumaczę sobie bardzo prosto. Jeśli chodzi o CO₂, to z płaskiej kropli na szkiełku otwartem i wstawionem do obszernej komory wilgotnej CO₂ może się ulatniać daleko łatwiej, niż z klocka, szczelnie zamkniętego przykrywką szklaną. Mniejsza ilość cieczy posiada dogodniejsze warunki wentylacji, ztąd ilość CO₂ w obu próbach mogła być zbliżona.

Dokonano szeregu prób kontrolnych, zawsze umieszczając wymoczki na 1 godzinę w czystej wodzie dla defekacji, potem

zaś przenosząc je na 1 godzinę do świeżej zawiesiny. Próby z zawiesiną rozcieńczoną (a), średnią (b) i z porcją kontrolną (d), która przebywała przez cały czas w wodzie wodociągowej. Zestawiając przeciętne ilości wodniczków, utworzonych w ciągu godziny, otrzymamy tabliczkę:

	2/II	3/II		4/II		6/II	
		Karm.	Indigo	Karm.	Indigo	Karm.	Indigo
Rozcieńczona zaw. (a).	17.0	—	—	24.0	12.1	8.0	8.7
Średnia zaw. (b). . . .	11.5	30.0	25.0	30.0	11.0	5.7	6.5
Kontrola (d)	7.3	25.3	12.3	22.4	12.0	2.0	1.4

Widzimy z tabliczki, że próby kontrolne wykonano 2/II, 3/II, 4/II i 6/II. Zaczynając od 3/II wszystkie próby były podwójne, t. j. wymoczki, prócz karminu, były umieszczane w zawieszynie indigo, z którą się przedtem wcale nie stykały. Pomimo dużych wahań, daje się jednak zauważyć w rzędach poziomych tabliczki pewna tendencja spadkowa: liczba wodniczków, utworzonych w ostatniej próbie jest zawsze mniejsza od liczby wodniczków pierwszej próby, tak samo zresztą, jak liczby wodniczków pierwszej próby wszystkie są mniejsze, niż odpowiednie liczby na początku doświadczenia (31/I). Natomiast widzimy wszędzie, że spadkowi liczby wodniczków karminu stale towarzyszy odpowiedni, a często nawet znacznie większy spadek liczby wakuolek indigo. Najwyraźniej widać to w próbie z 6/II. Co jest jednak najbardziej godnem uwagi, to że w próbie d, gdzie wymoczki z żadną zawiesiną się przedtem nie stykały i nauczyć się czegoś nie miały sposobności, ilość wodniczków karminu i indigo jest jeszcze niższa. Pozwala nam to powrócić do wniosków poprzednich. Nie tylko karmin, ale i własne produkty przemiany materji działają na *Paramaecia* toksycznie. Dlaczego w tym przypadku wymoczki w czystej wodzie były silniej uszkodzone, niż w karminie, w którym przecie również odbywały się procesy przemiany, na to odpowiedzieć nie potrafię. Może poprostu ilość wymoczków w obu próbach była niejednakową. W każdym razie możliwość podobnego wyniku zaprzecza kategorycznie zdatności użytej tu metody do badań nad pamięcią pierwotniaków, zwłaszcza jeśli żadne doświadczenia kontrolne nie są robione.

Doświadczenie 4. Kultura *Paramaecium*, po 1-godzinnym pobycie w wodzie wodociągowej, przesadzona do gęstej zawie-

siny $BaCrO_4$. Początek doświadczenia 9/II. W następujące po sobie dni wymoczki zawierały:

10/II	11/II	12/II	13/II	14/II	16/II	17/II	
13.2	15.2	14.7	11.0	12.2	0	0	wodniczków.

Zawiesina bardzo szybko opada i jest pobierana z dna. Pomimo dość znacznej ilości wodniczków, poczynając od 12/II ilość pobranego Ba jest coraz mniejsza: wodniczki w końcu zawierają zaledwie po kilka drobniutkich ziarenek. Próba kontrolna wykonana 17/II, gdy wymoczki nie zawierały wcale Ba. Przesadzone do świeżej zawiesiny, po 2 godzinach nie utworzyły ani jednego wodniczka. Proces pobierania został przerwany zupełnie. Te same wymoczki po 2-godzinnym pobycie w zawieszynie karminu, tworzą zaledwie kilka bardzo białych wodniczków. Po 24 godzinach ilość wodniczków karminowych wzrasta do 13.2. Wymoczki ze świeżej kultury utworzyły w tym samym czasie około 30 dużych pełnych wodniczków. Możemy więc tylko powtórzyć wnioski poprzednie. Wymoczki nie nauczyły się odrzucać $BaCrO_4$, tylko ich aparat rzęskowy został osłabiony w swych czynnościach pobierczych.

Doświadczenie 5. W 2 klockach wymoczki, głodzone przez 24 godziny, umieszczone w zawieszynie $BaCrO_4$ i Al. Początek doświadczenia 23/II. Otrzymano wodniczków:

	24/II	25/II	26/II	27/II	29/II
$BaCrO_4$. .	20.1	11.9	2.8	6.9	0
Al	17.7	11.9	12.1	8.4	0

Wodniczki bardzo drobne, niekiedy trudno je odróżnić od kryształków endoplazmy. W doświadczeniach Metalnik *Paramaecia* zaczęły odrzucać Al już po 20 godzinach, w tym przypadku dopiero po 6 dniach. Próba kontrolna wykonana 24/II. Wymoczki przesadzone do świeżych zawiesin, tymczasem po 24 godzinach. *Paramaecia* z zawiesiny $BaCrO_4$ nie dała w ciągu tego czasu w świeżej zawieszynie Ba ani jednego wodniczka. W karminie zaś dała 34.9 dużych pełnych wodniczków. Wymoczki z zawiesiny Al dały w świeżym Al 34.9 w karminie 40.3 dużych wodniczków.

Więc wreszcie ten upragniony wynik! Wymoczki nauczyły się odrzucać Ba i Al, karmin zaś pobierają normalnie.

poniżmy zrobić doświadczenia kontrolnego. Porcja wymoczków, trzymanyh w czystej wodzie wodociągowej od 23/II, umieszczona w trzech zawieszinach na 24 godziny. Utworzono:

Al — 8.7 Ba — 0 Karmin — 45.9 wakuolek.

I znowu nauczenie się wymoczków zostało podane w wątpliwość, gdyż tak samo zachowują się wymoczki, które się nie stykały z żadną zawiesziną: pobierają karmin, a odrzucają Ba. Że wymoczki, po 6-dniowym głodzeniu utworzyły 45.9 wakuolek karminu, łto nie przeczy naszym poprzednim wynikom, gdyż próba kontrolna trwała w tym wypadku 24 godziny zamiast jednej, jak poprzednio.

Doświadczenie 6. Powracając do podanych powyżej wniosków w sprawie przyczyn zaprzestania pobierania karminu przez wymoczki, musimy przypuścić, że po usunięciu tych przyczyn pobieralność karminu będzie wzmożona. Dla usunięcia aglutinacji uciekłem się, za przykładem Schaeffer'a do próby na klinostacie. Kulturę wymoczków, odwirowaną do wody wodociągowej, umieściłem w rurce szklanej o 7 mm. średnicy i 5 cm. długości, zamkniętej korkiem, wraz z gęstą zawiesziną karminu. Na klinostacie rurka obracała się w płaszczyźnie pionowej mniej więcej jeden raz na godzinę, czyli co pół godziny zawartość rurki ulegała całkowitemu przemieszaniu. Codziennie wietrzyłem kulturę, t. j. zapomocą pipetki kapilarnej, wprowadzonej aż do dna rurki, przepuszczałem w ciągu 5 minut pęcherzyki powietrza. Początek doświadczenia 22/I. Wymoczki zawierały:

23/I	24/I	25/I	26/I	27/I	28/I	1/II	6/II
12.1	14.2	25.1	33.1	21.1	19.3	12.2	25.9

Wahania zależą od tego, iż co pewien czas dodawałem tej zawiesziny. Doświadczenie zostało przerwane, gdyż wszystkie wymoczki wyginęły, prawdopodobnie na skutek niedostatecznego wietrzenia. W ciągu całego czasu *Paramecia* tworzyły się i bardzo wyraźne wodniczki karminu.

Wznowiłem się później, że niema potrzeby uciekania się do wietrzenia, aby zapobiec aglutinacji, gdyż dość jest wziąć kulturę z drobną zawiesziną, aby aglutinację utrudnić. W tych warunkach jeśli kultura była wietrzona, wymoczki zawierały po 22.2 dużych wodniczków, całkiem napełnionych ziarnami karminu. Zauważę jeszcze, że Schaeffer w swych

doświadczeniach z klinostatem również wietrzył wymoczki codziennie. Nauczanie się wymoczków, wobec doświadczeń powyższych, staje się wątpliwem.

Metodyka wszystkich dotychczasowych doświadczeń różniła się od metodyki Metalnikowa o tyle, że wymoczki były trzymane i badane w wodzie wodociągowej, jako zasadniczym środowisku. Jak zaznaczyłem na wstępie, chodziło mi o usunięcie czynnika podziału. Wykonałem jednak kilka prób, posługując się metodą Metalnikowa, t. j. badając wymoczki w pożywce sianowej.

Doświadczenie 7. Kultura wymoczków umieszczona w trzech klockach szklanych, szczelnie zamkniętych pokrywkami. Każdy klocek zawierał 40 kropli pożywki sianowej, a ponadto: a) 3 krople zawiesiny karminu w wodzie + 7 kropli wody. b) 10 kropli zawiesiny karminu w wodzie. c) 10 kropli wody, jako próba kontrolna. Początek doświadczenia 6/II. Wymoczki zawierały wodniczków:

	8/II	9/II	10/II	11/II	14/II
Rozcieńczona zaw. . .	22.0	18.9	4.8	0	0
Gęsta zawiesina . . .	21.9	17.9	8.9	0	0

Uderza tu nader szybkie zaprzestanie pobierania karminu, co dokładnie odpowiada podanym przez Metalnikowa obserwacjom. Że wymoczki prędzej zaprzestają pobierać karmin w pożywce sianowej, niż w wodzie, fakt ten dobrze się zgadza z naszymi wnioskami poprzednimi. W pożywce sianowej źródło uszkadzających jonów wodorowych jest trojaki: kwaśna reakcja karminu, produkty przemiany materji wymoczków i produkty przemiany bakteryj, wobec czego ilość wytworzonych jonów H będzie większa, niż w wodzie.

Próby kontrolne wykonano 10/II i 11/II. Wszędzie wymoczki umieszczano do świeżych zawiesin na 2 $\frac{1}{2}$ godziny (po uprzedniej defekacji). Próby zawsze podwójne: zawiesina karminu lub indigo w wodzie i w pożywce sianowej, tej samej, w której wymoczki przez cały czas przebywały. Utworzone ilości wodniczków podaje tabliczka na str. 18 (w górze).

„Kontrola“ oznacza serję c, która przez cały czas przebywała w pożywce sianowej, bez zawiesin, zresztą w tych samych warunkach, co i inne. Świeża kultura oznacza wymoczki, które

jeszcze nie były w żadnym doświadczeniu, t. j. wzięte bezpośrednio z kultury ogólnej.

	Gęsta zaw. 10/II	Rzadka zaw. 11/II	Kontrola 11/II	Świeża kult.
Karmin w wodzie. .	25.1	17.7	26.2	23.6
„ „ pożywce.	57.8	56.2	70.0	70.0
Indigo w wodzie. .	20.9	7.6	10.6	18.2
„ „ pożywce .	65.0	58.3	65.0	70.0

Z tabliczki stwierdzamy przedewszystkiem, że wymoczeki, które przebywały przez 4 dni w zawieszynie karminu i przestały takową pobierać, przesadzone do świeżej zawiesziny pobierają karmin nanowo. Po drugie zaś barwik, zmieszany z pożywką sianową, jest pobierany nierównie energiczniej, niż jego zawieszyna wodna. Fakt ten występuje zupełnie regularnie, we wszystkich 8 przypadkach. Wszakże wodniczki barwika w tym przypadku są nieco bledsze, niż na początku doświadczenia, w indigo często zielonkawe z powodu zmieszania indigo z żółtymi bakterjami. Dlaczego wymoczeki w próbie kontrolnej utworzyły daleko więcej wodniczków, niż na początku? Przedewszystkiem dlatego zapewne, że użyta pożywka sianowa była niejednakowa: pożywka, w której wymoczeki stałe przebywały, była w znacznym stopniu zużyta, t. j. zawierała mniej bakteryj i więcej jonów wodorowych, niż pożywka świeża, która drażniła daleko silniej aparat rzęskowy wymoczków.

Jedna próba kontrolna, wykonana 10/II na wymoczkach z gęstej zawiesziny karminu, które zawierały (po 3 dniach) 8.9 wodniczków, dała interesujący wynik. Wymoczeki, po defekacji, przesadzono do świeżej zawiesziny karminu na 1 godzinę, potem zaś pozostawiono tam jeszcze przez $1\frac{1}{2}$ godziny, czyli razem przez $2\frac{1}{2}$. W obu przypadkach utworzyły wodniczki:

	1 godz.	$2\frac{1}{2}$ godz.
Karmin w wodzie. . .	18.8	25.1
„ „ pożywce .	19.5	57.8
Indigo w wodzie . . .	14.5	20.3
„ „ pożywce . .	19.9	65.0

Po 1 godzinie wszystkie cztery próby dały bardzo zbliżone wyniki. Dopiero po 2 $\frac{1}{2}$ godzinach wystąpiła wybitna różnica pomiędzy zawiesinami w wodzie i w pożywce sianowej. Gdybyśmy poprzestali na jednogodzinnej próbie, różnicy tej nie moglibyśmy wcale zauważyć. Jeszcze raz potwierdza to, iż niepodobna otrzymać dokładnego obrazu fizjologicznego stanu wymoczka, stosując próbę zbyt krótkotrwałą. Nawet termin 1-godzinny jest niedostateczny dla uwydatnienia wybitnych w każdym razie różnic i zachodzi możliwość, iż był on zbyt krótki również i w poprzednich doświadczeniach. Tem bardziej przemawia to na niekorzyść nauczania się wymoczka.

Doświadczenie 8. Paramecia na szkiełkach przedmiotowych z wgłębieniem w 4 kroplach pożywki sianowej + 1 kropla zawiesiny sepji, karminu lub indigo. Czwarte szkiełko nie zawierało zawiesin. Po 2 godzinach wszystkie tworzą 60—70 dość bladych wakuolek. Początek doświadczenia 9/II.

	10/II*	11/II	12/II*	13/II	14/II*	16/II
Sepja	32.7	25.6	24.9	23.5	9.9	5.5
Indigo	37.4	35.2	29.5	32.2	35.9	6.9
Karmin	38.2	27.4	20.0	21.3	2.2	0.8

Gwiazdki oznaczają dni, w które dodano odrobinę świeżej zawiesiny. Zawiesiny były pobierane dłużej, niż w doświadczeniu poprzednim, prawdopodobnie częściowo dlatego, iż wymoczki tym razem były na szkiełkach przedmiotowych, w otwartych kroplach, z których CO₂ łatwiej się ulatnia, częściowo zaś dzięki pewnemu odnawianiu środowiska przez dodawanie zawiesin. Mimo to tendencja spadkowa jest dość wyraźna, zwłaszcza dla karminu. Próba kontrolna wykonana 16/II na wymoczkach z zawiesiny karminu, które zawierały 0.8 wodniczkwów. *Paramecia* przeniesione do świeżych zawiesin na 2 $\frac{1}{2}$ godziny. Tej samej próbie poddano wymoczki kontrolne, które od początku przebywały w czystej pożywce sianowej. Otrzymano:

	Wymoczki z karminu	Wymoczki kontrolne
Karmin w wodzie . .	11.7	4.9
„ „ pożywce . .	25.7	8.9
Indigo w wodzie . .	22.5	5.6
„ „ pożywce . .	29.3	7.4

Wynik jest niewątpliwy. Wymoczki kontrolne, które nie stykały się z żadną zawiesiną, zachowują się względem zawiesin jeszcze bardziej ujemnie, niż wymoczki, które przez 7 dni przebywały w karminie. Jak i poprzednio, zawiesiny w pożywce są lepiej pobierane, niż w wodzie, aczkolwiek różnica tym razem jest nieznaczna. Zależy to zapewne od właściwości pożywki, użytej dla próby kontrolnej. Pożywka sianowa nie jest wielkością stałą, jej stan i stosunek wymoczków do niej zmienia się niemal z każdą chwilą. Dlatego też w próbach kontrolnych niepodobna podać wymoczkom „tej samej“ pożywki, jaką się miało na początku doświadczenia. Pewna rozbieżność wyników jest nieuniknionym skutkiem.

Co najważniejsza, z prób kontrolnych bynajmniej nie wynika, aby wymoczki, które prawie przestały pobierać karmin, chętniej pobierały indigo. Indigo jest zwykle lepiej pobierane, i otrzymane różnice tak są nieznaczne, że nic na nich oprzeć nie można.

Doświadczenie 9. Jeśli usunąć aglutynację zawiesiny, oraz unieszkodliwić produkty przemiany materji, to zawiesina powinna być pobierana przez czas nieograniczony. Założyłem dwie kultury *Paramaecium* w kolbkach Erlenmayer'a, pojemności 100 cm³. Wymoczki były w pożywce sianowej, do której dodałem zawiesiny karminu, względnie zawiesiny indigo. Co 2—3 dni połowa zawartości kolbki była wylewana po uprzednim zmieszaniu i dopełniana świeżą pożywką sianową z dodatkiem odpowiedniej ilości zawiesiny. W tych warunkach wymoczki czuły się doskonale. Przeszło przez 80 dni pobierały karmin i indigo w normalnej ilości (40—50 wakuolek indigo, 30—40 karminu), tworząc zawsze jednako pełne i duże wodniczki. Ponadto w kulturach rozwinęły się *Colpidia*, które również przez cały czas pobierały oba barwki, mogę więc stwierdzić te same fakty i odnośnie *Colpidium*.

Dla zmniejszenia ilości bakterij, założyłem podobną kulturę, karmiąc wymoczki wyłącznie mieszaniną skrobi z karminem. Czy sama skrobia służyła za pokarm, czy też rozwijające się na niej bakterje, tego stwierdzić nie mogłem. W każdym razie wymoczki są zawsze napełnione skrobią, na ziarenkach której widać wyraźne figury trawienia. Woda była zmieniana częściowo, co drugi dzień, więc ilość bakterij nie mogła być wielką, zwłaszcza

przy niskiej temperaturze w pracowni podczas miesięcy zimowych. W tych warunkach wymoczki żyły przez przeszło 3 miesiące, przez cały czas obficie pobierając karmin.

Oczywiście, w obu tych doświadczeniach wymoczki się dzieliły, gdy według Metalnikowa nabyta zdolność odrzucania ziarenek trwa tylko do chwili podziału. Pozwolę sobie wszakże zaznaczyć, że podział należy do normalnych czynności fizjologicznych wymoczka. Jeśli wymoczek się nie dzieli, to dowodzi to niechybnie jego stanu patologicznego. Normalne wymoczki pobierają zawiesiny karminu i indigo przez czas nieograniczony i nie są w stanie nauczyć się ich odrzucania.

II. Kwestja rozróżniania pokarmu.

Paramaecia pobierają: z barwików karmin, sepję, indigo, sudan, tusz; z substancyj odżywczych: białko i żółtko jaja kurzego, bakterje, mleko, buljon, pepton, skrobię; z ciał mineralnych: węgiel, siarkę, fosfor czerwony, Al, BaCrO₄, CaCO₃, Ca(COO)₂, sole Pb i As.

Paramaecia odrzucają: szkło, porcelanę, BaSO₄, BaCO₃, MgCO₃.

Zestawienie tych substancyj sprawia dość dziwne wrażenie. Dlaczego jest pobierany BaCrO₄ lub CaCO₃, a odrzucany BaSO₄ lub MgCO₃? Stwierdzić, co wszystkie pobierane substancje mają ze sobą wspólnego i co odróżnia je od niepobieranych wydaje się niemal niepodobieństwem. To też będziemy się musieli uciec do metod pośrednich.

Samo istnienie dwu grup ciał: pobieranych i niepobieranych dowodzi istnienia u wymoczków zdolności rozróżniania. Różne ciała w różnym stopniu podrażniają aparat pobierczy, tak samo zresztą, jak człowiek odróżnia zapach róży od zapachu fijołka, ponieważ wydzielane przez kwiaty olejki rozmaicie drażnią narząd węchu. Podścielisko procesu rozróżniania w obu przypadkach jest ściśle fizyko-chemiczne. Chodzi tu jedynie o wykrycie, jakiego rodzaju podnieta jest dla wymoczka miarodajną. Schaeffer sprowadza proces rozróżniania u *Stentora* do zmysłu dotyku, odrzucając jego naturę chemiczną. Wielu autorów zaprzecza istnieniu zdolności rozróżniania u wymoczków wogóle. Skoro jednak *Paramaecia* różnie się zachowują względem różnych ciał, powstaje przedewszystkiem pytanie, czem się powodują. Czy

proces pobierczy jest jedynie natury mechaniczno-fizycznej, czy też jest związany z przemianami chemicznymi, które możnaby porównać do smakowych?

Zaznaczę przedewszystkiem, że obie grupy ciał nie stoją względem siebie w absolutnem przeciwieństwie. Siarka, Al, CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{COO})_2$ są pobierane w bardzo małym stopniu, niekiedy nie-pobierane wcale. Są to więc poniekąd ciała przejściowe.

Nasuwa się tu alternatywa: albo w procesie rozróżniania decydują właściwości środowiska, a w takim razie nie możnaby mówić o rozróżnianiu pokarmu, jako takowego, albo też decydują fizyko-chemiczne właściwości samych ziarenek zawiesiny. Aby to stwierdzić, Schaeffer dodawał do zawiesiny skrobi, normalnie odrzucanej przez *Stentora*, ekstraktów mięsnych, pepsyny, cukru i t. d., nie mógł jednak stwierdzić żadnej różnicy w zachowaniu się wymoczków: skrobia była odrzucana, jak przedtem. Próbowałem niejednokrotnie wpłynąć na zmianę stosunku wymoczków względem szkła, porcelany i BaSO_4 , dodając do zawiesiny kwasów, zasad i różnych soli w najrozmaitszych koncentracjach, atoli zawsze bez pożądanego skutku. W ten sposób nie udało mi się zmusić wymoczki do pobierania odrzucanej zwykle zawiesiny. Oczywiście można tu zarzucić, iż próbując różne substancje, nie utrafiliśmy w substancję właściwą. Przeto dla zdecydowania, czy środowisko, czy ziarenka zawiesiny wywierają wpływ miarodajny, musiałem się uciec do innego doświadczenia: skojarzyłem środowisko właściwe pobieranej przez wymoczki substancji z odrzucaną przez nie zawiesiną. Zawiesiny szkła, porcelany i BaSO_4 były umieszczone nie w wodzie, jak zwykle, a w nasyconym filtrowanym roztworze karminu. Chociaż środowisko odpowiadało zawiesinie, normalnie bardzo energicznie pobieranej, nie mogłem stwierdzić niemal najmniejszej różnicy. Szkło i porcelana były całkowicie odrzucane, natomiast w BaSO_4 niektóre wymoczki (mniej więcej 4 na 10) utworzyły po 1—2 wodniczki. Z doświadczenia tego możemy wnioskować, że miarodajne są w procesie pobierania fizyko-chemiczne właściwości ziarenek zawiesiny. Innemi słowy, proces pobierania nie da się sprowadzić do bezpośredniego działania warunków zewnętrznych na rzęski wymoczek, jak to przyjmuje teoria tropizmów Loeb'a i częściowo Verworna. Wymoczki zachowują się raczej w sposób aktywny.

Zwracając się do właściwości ziarenek zawiesiny, uczynimy próbę, na wzór Schaeffer'a, zastanowienia się, jakie właściwości ziarenek mogłyby tu wchodzić w grę.

a) Wielkość ziarenek nie jest decydującą. Oczywiście wymoczek nie może pochłoniąć cząstki, która się nie przecisnie przez jego przelyk, ale jak się zdaje jest to jedyne ograniczenie. Na wymoczkach, które były jakiś czas w zawiesinie skrobi zmieszanej z karminem, można obserwować wewnątrz jednego i tego samego wodniczka obok olbrzymich stosunkowo ziaren skrobi, wypełniających niemal połowę wodniczka, najdrobniejsze ziarenka karminu.

b) Ciężar ziarenek. Można by sądzić, że ziarenka, zawieszane w wodzie, będą łatwiej pobierane, niż ziarenka, opadłe na dno kropli. Jednak jakiejś stałej reguły dać tu nie sposób. Skrobia jest zawiesiną ciężką i bardzo szybko opada na dno (pół godziny), nie przeszkadza to wszakże, że skrobia jest pobierana dłużej i energiczniej, niż większość innych zawiesin. $BaCrO_4$ również należy do zawiesin łatwo opadających; jest jednak pobierany dość chętnie, gdy $BaSO_4$ jest odrzucany. Sudan i węgiel należą do substancyj tak lekkich, że trudno jest przygotować ich zawiesinę: ziarenka wypływają na wierzch. Mimo to oba są dobrze pobierane.

c) Kształt ziarenek i własności powierzchni. Wobec nadzwyczajnej różnorodności pobieranych ciał, czynnik ten można prawdopodobnie wyłączyć. Skrobia składa się z ziarenek okrągłych, o gładkiej lśniącej powierzchni, ziarenka indigo są bezpostaciowe i kształtu dowolnego, zawiesina $BaCrO_4$ składa się z pokruszonych ostrokanciastych kryształków i t. d. Zresztą nadzwyczajna szybkość procesu rozróżniania, o czym powiem niżej, czyni miarodajność kształtu lub powierzchni ziarenek nieprawdopodobną.

d) Barwa ziarenek. Jak dotąd reakcje foto- lub chromatropiczne dla *Paramaecium* nie zostały stwierdzone. Czynnik ten można również wyłączyć chociażby przez porównanie barw pobieranych zawiesin: siarki, karminu, indigo, sepji, węgla, $CaCO_3$ i t. d. Zresztą, umieszczając wymoczki w różnych zawiesinach na świetle i w ciemności mogłem się przekonać, że pobieralność nie ulega żadnej zmianie. A przecie wszystkie zawiesiny w ciemności musiałyby być jednakowo pobierane, gdyby chodziło o barwę.

Na razie nie posiadam środków do uwzględnienia większej ilości czynników natury fizycznej, dlatego też nie mogę odeprzeć zarzutu, że miarodajnym jest jakiś czynnik e , którego nie wziętem w rachubę. Mógł to być np. ładunek elektryczny ziarenek, lub ich własności radjoaktywne. Metoda wyłączenia zawsze jest narażona na szkopuł, że nie wszystkie możliwości się uwzględniło. Musimy się zwrócić do danych pozytywnych.

Dla rozstrzygnięcia, czy proces pobierania zawiesin jest natury chemicznej, czy fizycznej, należało się uciec do zależności tego procesu od temperatury. Jeśli otrzymany współczynnik dla 10^0 odpowiada regule RgT („Reaktionsgeschwindigkeit — Temperaturregel“), to proces musi być natury chemicznej.

Doświadczenie 10. Paramaecia, głodzone przez 24 godziny w wodzie wodociągowej. 3 jednakie szkiełka zegarkowe, z których każde zawierało 10 kropli wody wodociągowej + 2 krople zawiesiny indigo (na jednakowość zawiesiny we wszystkich trzech porcjach zwróciłem specjalną uwagę) otrzymało po 3 krople gęstej kultury wymoczków. Szkiełka umieszczono na 1 godzinę w trzech różnych temperaturach. Nie posiadając odpowiednich przyrządów, musiałem się chwycić środków dość prymitywnych. Jedną porcję ochładzałem silnym strumieniem wody wodociągowej, co dało stałą (w ciągu godziny) temperaturę 4.6^0C , drugie szkiełko umieszczono pomiędzy podwójnymi szybami okna przy temperaturze 9.9^0 (z wahaniami $\pm 0.1^0$), trzecia zaś porcja pozostawiona przy temperaturze pokojowej, wynoszącej średnio 19.7^0 (wahania $\pm 0.5^0$). Po upływie 1 godziny policzona ilość utworzonych wodniczków. Otrzymano:

Przy temperaturze	4.6^0	—	4.42	wodniczków
„	„		9.9^0	— 9.73
„	„		19.7	— 24.16

Po przeliczeniu otrzymanych liczb na odstępy 10-stopniowe, otrzymamy współczynniki termiczne 4.2 i 2.5¹⁾, czyli wielkości, ściśle odpowiadające regule vant'Hoff'a dla reakcyj chemicznych. Zaznaczę przytem, że liczby te dotyczą znacznie większej ilości wymoczków, niż w innych doświadczeniach.

O ile reguła vant'Hoff'a może być uważana za niezawodną, możemy wnosić, że pobieranie indigo jest zależne od czynników

¹⁾ Obliczone według wzoru: $Q_{10} = \frac{Kt + 10}{Kt} = 10 \frac{10 (\log k_2 - \log k_1)}{t_2 - t_1}$

chemicznych. Nie przeczyłoby to więc przypuszczeniu, że wymoczki powodują się „smakiem“ pobieranych cząstek,

W jednej z obserwacji Metalnikowa, wykonanej zresztą w zupełnie innym celu, mogłem również zauważyć coś podobnego. Z jego danych o wymoczkach, trzymanyh w zawieszinach przy 15 i 25° można obliczyć współczynnik termiczny, wynoszący około 3.

Dyskusja i wnioski.

W badaniach moich musiałem pomijać świadomie cały długi szereg nasuwających się tematów, aby doprowadzić pracę do jakiegoś pozytywnego końca. Niektóre z tych tematów pragnąłbym w paru słowach poruszyć.

Niejednokrotnie musiałem stwierdzić niezbędną ściślejszych obserwacyj nad wpływem różnych warunków na proces pobierania pokarmu u wymoczków, gdyż tylko przez dokładne ilościowe poznanie tego wpływu możemy mieć nadzieję wyjaśnienia istoty procesu pobierczego.

Należałoby przede wszystkim zbadać wpływ środowiska oraz chemicznych właściwości ziarenek zawiesiny. Więc zawiesiny należy przygotować w środowisku kwasów, zasad i soli. Uczyniłem odnośną próbę względem substancji odrzucanej, jednak nie badałem bliżej zmian, zachodzących w pobieralności zawiesiny, normalnie dobrze pochłanianej przez wymoczki. Po drugie zaś niezbędnym jest planowe modyfikowanie chemizmu samych ziarenek, przez przesycaenie ich odpowiednimi odczynnikami. Napozór chemizm ziarenek nie wydaje się miarodajnym, gdyż np. węgiel, według naszych pojęć, jest ciałem chemicznie mało czynnym. Również i $BaCrO_4$ jest nie mniej obojętną zawiesziną, niż $BaSO_4$. Jednak przy doświadczeniach nad galwanotropizmem mogłem stwierdzić nadzwyczajną wprost wrażliwość wymoczków na najslabsze prądy. W waniencie z wymoczkami, przy elektrodach apolaryzacyjnych i odległości między nimi około 6 cm., t. j. przy olbrzymim oporze, otrzymałem zupełnie wyraźną reakcję galwanotropiczną, aczkolwiek źródłem prądu służył tylko jeden stos Leclanché. Analogiczną wrażliwość obserwujemy przy zjawiskach chemotropizmu. Może nie przypadkowo właśnie $BaCrO_4$ jest pobierany przez wymoczki, gdyż wszelkie związki chromu wywołują bardzo wyraźną reakcję chemotropiczną, gdy tymczasem jon SO_4 jest tropicznie nieczynny.

Drugą kwestją byłby wpływ głodzenia na proces pobierania. Według Schaeffer'a, *Stentor* nasycony daleko lepiej i dokładniej rozróżnia podawany mu pokarm, niż głodzony. W moich obserwacjach nad *Paramaecium* nie mogłem tego stwierdzić. Raczej przeciwnie, długotrwałe głodzenie wpływa na zmniejszenie intensywności procesu pobierczego. O ile chodzi o porównanie z człowiekiem, to oba przypadki jednako są możliwe, gdyż niewątpliwie głodzenie może wpłynąć na zmniejszenie apetytu. W moich doświadczeniach głodzenie było dość względne, gdyż całkowicie izolować wymoczki od bakteryj, to zadanie technicznie dość trudne, chociaż rzecz nie jest nieosiągalna. Wpływ absolutnego głodu na pobieranie pokarmu mogłoby rzucić pewne światło na fizjologję wymoczków, gdyż stopień pobierania można uważać za bardzo dobry wskaźnik ogólnego stanu fizjologicznego. Ma to zresztą znaczenie ogólniejsze. Pobieralność danej zawiesiny jest cechą charakterystyczną, ponadto cechą która doskonale da się ująć ilościowo i która bardzo jest zależna od warunków zewnętrznych. Gdy chodzi o analizę wpływu warunków zewnętrznych na wymoczki, czy to będzie wpływ temperatury, czy światła, czy soli lub prądu elektrycznego, posiadamy niewiele środków, aby zorientować się w tych zmianach, które w wymoczkach zaszły. Obserwujemy zmiany w formie ciała, wyglądzie protoplazmy i jądra, szybkości ruchu, biciu wodniczków kurczliwych i t. d., atoli wszystkie te zmiany są mało charakterystyczne i, co najważniejsza, z trudnością dają się mierzyć. Natomiast utworzona przez wymoczki ilość wodniczków jest cechą praktycznie bardzo dogodną. Posługując się nią można np. bardzo dobrze mierzyć stopień depresji wymoczków i dokładnie oznaczać rytmy.

Kwestją następną byłby wpływ produktów przemiany materii na proces pobierczy. Bardzo ogólnikowe dane, dotyczące związku pomiędzy depresją a produktami rozpadu możnaby było w ten sposób postawić na gruncie ściślejszym.

Nader ciekawym problemem jest związek pomiędzy pobieralnością zawiesin, a podziałem wymoczków. Dotychczasowe badania nad stanem wymoczków w okresie podziału stały na gruncie morfologicznym. R. Minkiewicz i Wallengren wykazali, że u *Hypotricha* zachodzi przytem całkowita reorganizacja aparatu rząskowego. Podział komórki jest prawdopodobnie związany z głębokimi zmianami w całej jej fizjologii (Minkie-

wicz). Kwestja ta ma duże znaczenie teoretyczne, gdyż wiąże się bezpośrednio z szeregiem problemów ogólnych, jak wzrost, lenienie, metamorfoza. Pobieralność pokarmu byłaby tu cechą fizjologiczną, zapomocą której procesy odnośne można wyrazić cyfrowo.

Wobec tego, iż wymoczki w pewnych warunkach mogą pobierać pewne substancje obce przez czas nieograniczony, staje się możliwym zbadanie zmian, jakie zajądą w komórce pod wpływem tego czynnika. Może się uda wyhodować rasę *Paramaecium*, która całkiem inaczej będzie się zachowywała względem danego pokarmu, niż wymoczki normalne. Może się uda otrzymać pewną modyfikację stałą, dziedziczną i zbadać jak szybko i w jakich warunkach wymoczki pozbędą się tej nabytej cechy, aby powrócić do normy. I czy powrócą wogóle? Kwestje te dla problemu dziedziczności mogłyby mieć duże znaczenie.

Powracając do procesu rozróżniania pokarmu, należałoby przeprowadzić badania nad lokalizacją tej zdolności. Przy obserwowaniu wymoczków, uderza nadzwyczajna szybkość, z jaką cząstki zawiesiny zostają przyjmowane lub odrzucane. Z zawiesiny mieszanej, zawierającej prócz ciała pobieranego jeszcze substancję odrzucaną (np. karmin, szkło) wymoczki pobierają zwykle tylko jedno ciało, jak to wykażę w pracy późniejszej. Można tu doskonale zbadać, w jakim punkcie ciała cząstki są odrzucane, t. j. który punkt jest ośrodkiem rozróżniania. Badania podobne najlepiej jest przeprowadzić na wymoczkach siedzących, jak *Vorticella* lub *Opercularia*, gdzie prądy wstępujących i wyrzucanych cząstek są nader wyraźne i łatwe do obserwowania. Posiadam już szereg obserwacji, dotyczących się zawiesin mieszanych i będzie zadaniem pracy następnej rozszerzyć i uzupełnić wyniki doświadczeń nad właściwym wyborem pokarmu.

Prócz pobierania pokarmu, proces defekacji nasuwa kilka interesujących punktów. Jak dotąd brak tu zupełny dokładniejszych obserwacji. Czy szybkość defekacji, względnie czas przebywania wodniczka pokarmowego w ciele wymoczka zależy od natury pobranego pokarmu, czy też chodzi tu o proces niezmienny, automatyczny? Jaka jest zależność pomiędzy defekacją, a warunkami zewnętrznymi, lub podziałem wymoczka? Czy szybkość defekowania może być uważana za cechę stałą, charakterystyczną? Czy zależy ona od ilości pobranego pokarmu? Pewne obserwacje

przemawiają za tem, że proces defekowania jest nie mniej skomplikowany, niż proces pobierania, a przecie wszystkie wysunięte kwestje są doskonale dostępne dla eksperymentu.

Wreszcie jeśli się uda wywołać jakieś charakterystyczne zmiany w organizmie wymoczka przez długotrwały pobyt w pewnej zawieszynie, to można wykorzystać ten fakt dla rozstrzygnięcia kwestji, czy dla nabycia jakiejś cechy pod wpływem określonego czynnika miarodajną jest ilość pokoleń, które podlegały działaniu tego czynnika, czy też absolutny czas jego działania. Problem ten miałby duże znaczenie dla wyświetlenia natury dziedziczności. Z pewnych obserwacyj Woodruff'a nad *Paramaecium* można wnioskować, iż raczej ta druga alternatywa jest słuszną, a rzecz jest warta tego, aby jej poświęcić nieco uwagi.

Naszkicowany tu program posłuży za osnowę dla badań późniejszych.

W n i o s k i.

1. Doświadczeń Metalnikowa nad pamięcią *Paramaecium* nie uważam za decydujące, gdyż nie uwzględniono w nich szeregu czynników.

- a) Wymoczki mogą zaprzestać pobierać zawieszinę na skutek jej aglutinacji, mechanicznie uniemożliwiającej pobieranie;
- b) zbyt krótkotrwała próba sprawdzająca może nasunąć błędne wnioski; winna ona trwać conajmniej $1\frac{1}{2}$ —2 godziny;
- c) długi pobyt wymoczków w małej ilości cieczy powoduje nadmierne nagromadzenie produktów przemiany materji i uszkodzenie aparatu rzęskowego, zwłaszcza jeśli doświadczenia robiono w pożywce sianowej;
- d) jeśli chodzi o karmin, to zawieszina tego barwika wywiera na wymoczki wpływ toksyczny, prawdopodobnie dzięki swej kwaśnej reakcji;
- e) Metalnikow nie robił doświadczeń kontrolnych, z których wynika, że wymoczki mogą zaprzestać pobierać takie zawiesziny, z którymi się nie stykały.

Zaznaczam jednak z całym naciskiem, że wnioski powyższe nie są skierowane przeciwko istnieniu zjawisk pamięciowych u wymoczków, a tylko i jedynie przeciwko miarodajności i stosowalności użytej przez Metalnikowa metody.

2. *Paramaecia* posiadają zdolność rozróżniania pokarmu, gdyż niejednakowo się stosują do różnych zawiesin. Dla procesu pobierania ważną jest nie ogólna reakcja środowiska, lecz własności ziarenek zawiesiny.
3. Wpływ niektórych właściwości fizycznych ziarenek, jak np. ich wielkości, ciężaru, kształtu, charakteru powierzchni wreszcie barwy można uważać za wyłączony. Nie przesądza to sprawy wpływu innych właściwości, nie wziętych tu pod rozwagę.
4. Proces pobierania jest natury chemicznej, ponieważ spólczynnik termiczny dla ilości utworzonych wodniczków odpowiada regule van'tHoff'a dla reakcji chemicznych. Kwestja niezawodności samej reguły pozostaje naturalnie otwartą.

Protokoły doświadczeń.

Podaję tu dokładne liczby indywidualne, na mocy których wnioski powyższe były wysnute.

Doświadczenie 1. Początek doświadczenia 10/I.

a) <i>Karmin</i> .	11/I.	Wodniczków:	28. 24. 28. 34. 31. 26. . . .	przeciętnie	28.5
	12/I.	"	38. 28. 36. 37. 20. 35. 29. 27. 27.	"	30.7
	13/I.	"	16. 20. 17. 14. 21.	"	17.6
	14/I.	"	10. 11. 14. 10.	"	11.2
	15/I.	"	7. 5. 8. 3. 2. 2. 8.	"	5.0
	16/I.	"	15. 16. 13. 12. 14.	"	14.0

Już 13/I wodniczki były mało wyraźne: blade z małą ilością ziarenek. Rachunek często nader utrudniony.

b) <i>Indigo</i> .	11/I.	Wodniczków:	21. 17. 14. 17. 13. 15. 14. 14. .	przeciętnie	15.6
	12/I.	"	17. 18. 18. 18. 16. 15. 19. . .	"	17.3
	13/I.	"	12. 25. 19. 35. 15. 16. 23. 28. . .	"	21.6
	14/I.	"	23. 15. 27. 26. 34. 27. 15. 18. 18. 23.	"	22.6
	16/I.	"	18. 14. 12. 16. 9. 11.	"	13.3
c) <i>Sepja</i> .	11/I.	"	13. 11. 15. 11. 14. 12. 13. 17. 14.	"	13.3
	12/I.	"	25. 27. 25. 18. 20. 28. 19. 20. 21.	"	22.6
	13/I.	"	24. 23. 17. 22. 23. 14. 19. 12. .	"	19.3
	14/I.	"	32. 18. 14. 15. 16. 20. 18. 10. 15. 20.	"	17.8
	16/I.	"	22. 24. 16. 18. 21. 19.	"	20.0

Próba kontrolna:

a)	Z karminu do świeżej zaw.	karminu:	51. 40. 33. 35. 46. 53	przeciętnie	43.0
b)	" " " "	sepji:	12. 18. 15. 15. 20. .	"	16.0
c)	" " " "	indigo:	30. 35. 28. 32. 41. .	"	33.2
d)	" indigo " "	karminu:	27. 38. 33. 33. 31. .	"	32.4
e)	" sepji " "	"	48. 47. 54. 52. 49. .	"	50.0

Doświadczenie 2. Po $\frac{1}{2}$ godzinie wymoczek utworzyły:

<i>Indigo.</i>	6. 10. 7. 6. 5. 7. 7. 7. 5. 7.	przeciętnie	6.7
<i>Sepja.</i>	21. 13. 18. 13. 23. 23. 10. 17. 12. 22.	"	17.2
<i>Karmin.</i>	18. 22. 15. 21. 22. 21. 35. 30. 28. 31.	"	24.3
<i>BaCrO₄.</i>	7. 0. 6. 0. 0. 0. 7. 0. 0. 0.	"	2.0

W dalszym przebiegu doświadczenia wymoczek zawierały:

<i>Karmin.</i>	22/I. 68. 45. 24. 42. 36. 44. 20. 27. 21. 22.	przeciętnie	34.9
	23/I. 11. 12. 6. 19. 11. 17. 11. 12. 7. 9.	"	11.5
	24/I. 8. 6. 11. 10. 8. 9. 16. 14. 16. 16.	"	11.4
	25/I. 12. 0. 9. 9. 13. 13. 20. 11. 9. 13.	"	10.9
	26/I. 0. 14. 7. 7. 17. 23. 3. 3. 0. 9.	"	8.3
	27/I. 14. 6. 11. 2. 8. 6. 17. 10. 4. 13.	"	9.1

Dodano świeżej zawiesiny.

	28/I. 26. 25. 16. 19. 32. 26. 18. 33. 15. 14.	"	22.4
	29/I. 8. 9. 12. 14. 7. 10. 11. 9. 7. 13.	"	10.0
	1/I. — — — — —	"	0.0

<i>Indigo.</i>	22/I. 33. 25. 29. 36. 32. 33. 31. 25. 34. 25.	"	30.3
	23/I. 28. 13. 21. 16. 20. 20. 13. 19. 15. 29.	"	19.4
	24/I. 22. 28. 32. 21. 24. 15. 12. 22. 13. 14.	"	20.3
	25/I. 17. 11. 6. 11. 25. 16. 7. 10. 14. 8.	"	12.5
	26/I. 8. 12. 14. 12. 12. 12. 11. 8. 23. 13.	"	12.5
	27/I. 13. 17. 4. 9. 10. 14. 5. 9. 12. 11.	"	10.4
	28/I. 12. 9. 10. 9. 11. 12. 17. 10. 14. 20.	"	12.4
	1/II. 8. 11. 9. 10. 13. 10. 10. 7. 9. 14.	"	10.1

<i>Sepja.</i>	22/I. 21. 20. 18. 14. 21. 17. 17. 24. 16. 17.	"	18.5
	23/I. 14. 13. 10. 13. 13. 13. 13. 17. 11. 15.	"	13.2
	24/I. 19. 18. 24. 22. 13. 18. 11. 23. 18. 17.	"	18.3
	25/I. 13. 14. 11. 11. 12. 14. 13. 14. 10. 12.	"	12.4
	26/I. 16. 26. 16. 18. 9. 22. 15. 13. 14. 17.	"	16.6
	27/I. 18. 15. 21. 13. 14. 21. 16. 23. 15. 18.	"	17.4

Dodano świeżej zawiesiny.

	28/I. 15. 13. 26. 13. 17. 15. 12. 19. 17. 9.	"	15.6
	1/II. 15. 13. 7. 14. 10. 6. 9. 10. 13. 13.	"	11.0

<i>BaCrO₄.</i>	22/I. 20. 20. 0. 8. 12. 9. 7. 12. 5. 5.	"	9.8
	23/I. 5. 11. 7. 8. 8. 12. 9. 8. 13. 12.	"	9.3
	24/I. 11. 10. 5. 12. 8. 9. 8. 8. 5. 7.	"	8.3
	25/I. 3. 0. 0. 0. 0. 1. 0. 0. 0. 0.	"	0.4
	26/I. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.	"	0.0

Doświadczenia kontrolne nad serją karminową.

23/I w świeżej zawieszynie karminu utworzyły:

po $\frac{1}{2}$ godz.	5. 6. 7. 7. 5. 6. 7. 6. 4. 1.	"	5.4
po 1 godz.	42. 33. 36. 34. 33. 32. 36. 9. 51. 42.	"	34.8

Wymoczeki, które były w czystej wodzie od 21/I do 28/I, po 1 godzinie dały:

<i>Karmin.</i>	2. 3. 0. 0. 0. 15. 0. 9. 0. 5.	przeciętnie	3.4
<i>Indigo.</i>	20. 22. 30. 23. 22. 20. 21. 24. 20. 28.	"	23.0
<i>Sepja.</i>	21. 23. 34. 26. 29. 35. 42. 24. 22. 35.	"	29.1

Świeże wymoczki, które nie były w żadnym doświadczeniu utworzyły:

<i>Karmin.</i>	26. 24. 22. 32. 25. 28. 24. 30. 32. 26. . . .	przeciętnie	26.9
<i>Indigo.</i>	18. 18. 28. 23. 19. 26. 20. 19. 23. 19. . . .	"	21.3
<i>Sepja.</i>	23. 19. 17. 22. 24. 19. 18. 20. 22. 26. . . .	"	21.0

Doświadczenie 3. Początek doświadczenia 30/I.

Próba a. (1 kropla zaw. + 49 kr. wody).

31/I.	39. 27. 28. 23. 18. 38. 22. 20. 36. 14. . . .	przeciętnie	26.5
2/II.	0. 0. 3. 4. 0. 3. 2. 0. 7. 3. . . .	"	2.2
3/II.	11. 10. 14. 21. 11. 10. 13. 15. 12. 14. . . .	"	13.1
6/II.	0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. . . .	"	0.0

Próba b. (3 krople zaw. + 47 kr. wody).

31/I.	28. 24. 22. 20. 31. 26. 17. 26. 29. 32. . . .	"	25.5
2/II.	5. 5. 0. 0. 16. 4. 0. 7. 3. 1. . . .	"	4.1
3/II.	15. 14. 14. 16. 14. 11. 20. 4. 17. 11. . . .	"	13.6
6/II.	0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. . . .	"	0.0

Próba c. (10 kropli zawies. + 40 kr. wody).

31/I.	30. 31. 30. 30. 27. 35. 32. 36. 33. 28. . . .	"	31.2
2/II.	42. 34. 35. 37. 28. 39. 44. 38. 34. 21. . . .	"	35.2
6/II.	9. 7. 3. 14. 7. 10. 7. 15. 11. 12. . . .	"	9.5
9/II.	8. 2. 8. 8. 2. 5. 7. 6. 8. 9. . . .	"	6.3

Próby sprawdzające.

Wymoczki z próby a.

2/II.	W świeżej zawieszynie po 1 godz. 18. 15. 19. 15. 17. 22. 14. 16. . . .	"	17.0
4/I.	<i>Karmin.</i> 22. 26. 28. 18. 32. 25. 30. 27. 20. 12. . . .	"	24.0
	<i>Indigo.</i> 12. 12. 11. 11. 13. 13. 11. 10. 14. 14. . . .	"	12.1

W obu zawieszinach wodniczki bardzo drobne.

6/II.	<i>Karmin.</i> 11. 10. 1. 5. 8. 7. 15. 9. 6. 8. . . .	"	8.0
	<i>Indigo.</i> 5. 13. 6. 11. 11. 10. 8. 10. 7. 6. . . .	"	8.7

Wymoczki z próby b.

2/II.	W świeżym karminie po 1 h. 15. 21. 19. 10. 5. 9. . . .	"	11.5
3/II.	<i>Karmin.</i> 35. 25. 22. 38. 34. 33. 23. . . .	"	30.0
	<i>Indigo.</i> 30. 28. 23. 23. 21. 17. 25. 33. . . .	"	25.0
4/II.	<i>Karmin.</i> 28. 28. 28. 36. 30. 26. 34. . . .	"	30.0
	<i>Indigo.</i> 12. 13. 6. 14. 10. . . .	"	11.0
6/II.	<i>Karmin.</i> 13. 6. 0. 0. 1. 4. 9. 7. 11. 6. . . .	"	5.7
	<i>Indigo.</i> 15. 12. 8. 11. 1. 2. 3. 7. 1. 5. . . .	"	6.5

Wymoczki z próby d (kontrolne, przebywały w czystej wodzie).

2/II.	<i>Karmin</i> na 1 godzinę: 13. 14. 6. 9. 1. 2. 6. . . .	przeciętnie	7.3
3/II.	<i>Karmin.</i> 25. 23. 28. 28. 22. 26. . . .	"	25.3
	<i>Indigo.</i> 11. 15. 9. 14. 13. 10. 11. 15. 15. 10. . . .	"	12.3
4/II.	<i>Karmin.</i> 20. 21. 28. 17. 26. . . .	"	22.4
	<i>Indigo.</i> 10. 10. 14. 16. 8. 14. . . .	"	12.0
6/II.	<i>Karmin.</i> 1. 2. 1. 5. 5. 1. 1. 1. 2. 1. . . .	"	2.0
	<i>Indigo.</i> 3. 2. 2. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. . . .	"	1.4

Doświadczenie 4. $BaCrO_4$. Początek doświadczenia 9/II.

10/II.	20.	13.	14.	16.	10.	12.	15.	8.	12.	12.	przeciętnie	13.2
11/II.	20.	11.	15.	15.	13.	13.	20.	13.	14.	18.	"	15.2
12/II.	12.	19.	16.	16.	20.	10.	15.	12.	12.	15.	"	14.7
13/II.	11.	11.	14.	13.	6.						"	11.0
Dodano świeżej zawiesiny.												
14/II.	15.	6.	12.	12.	12.	9.	13.	12.	16.	15.	"	12.2
16/II.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	"	0.0
Dodano świeżej zawiesiny.												
17/II.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	"	0.0

Doświadczenie 5. Początek doświadczenia 23/II. Wymoczki w klockach.

<i>BaCrO₄</i>	24/II.	22.	23.	11.	29.	7.	18.	15.	24.	17.	35.	przeciętnie	20.1
	25/II.	14.	15.	8.	13.	16.	5.	13.	11.	11.	13.	"	11.9
	26/II.	2.	2.	6.	2.	3.	1.	0.	5.	7.	0.	"	2.8
	27/II.	13.	6.	8.	5.	7.	7.	8.	2.	8.	5.	"	6.9
	29/II.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	"	0.0
<i>Aluminium.</i>	24/II.	19.	21.	19.	20.	17.	15.	14.	17.	16.	19.	"	17.7
	25/II.	11.	8.	18.	18.	12.	8.	10.	13.	12.	9.	"	11.9
	26/II.	9.	14.	8.	12.	6.	15.	12.	24.	6.	15.	"	12.1
	27/II.	2.	1.	10.	7.	5.	12.	12.	13.	13.	9.	"	8.4
	29/II.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	"	0.0

Próba kontrolna 1/III. Wymoczki w świeżych zawies. przez 24 godziny.

Wymoczki z $BaCrO_4$.

<i>Świeży BaCrO₄</i>	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	przeciętnie	0.0
<i>Karmin.</i>	29.	35.	28.	32.	43.	33.	26.	45.	38.	40.		"	34.9

Wymoczki z Al.

<i>Świeży Al.</i>	5.	4.	3.	1.	3.	3.	3.	5.	6.	3.		"	3.6
<i>Karmin.</i>	50.	43.	39.	28.	35.	30.	55.	34.	43.	46.		"	40.3

Wymoczki kontrolne, trzymane od 23/II do 1/III w czystej wodzie. Po 24 h. zawierały:

<i>BaCrO₄</i>	2.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	przeciętnie	0.2
<i>Al.</i>	10.	7.	5.	4.	17.	11.	11.	13.	0.	9.		"	8.7
<i>Karmin.</i>	48.	55.	50.	38.	42.	50.	52.	48.	36.	40.		"	45.9

Doświadczenie 6. Próba na klinostacie. Początek 22/I.

23/I.	12.	8.	13.	8.	10.	17.	13.	19.	18.	3.	przeciętnie	12.1
24/I.	14.	14.	21.	11.	11.	14.	15.	15.	9.	18.	"	14.2
25/I.	36.	23.	33.	24.	21.	25.	29.	17.	16.	27.	"	25.1
26/I.	33.	34.	12.	42.	19.	41.	39.	26.	45.	40.	"	33.1
27/I.	31.	26.	23.	18.	20.	20.	11.	25.	13.	24.	"	21.1
28/I.	22.	15.	17.	18.	20.	19.	16.	19.	26.	21.	"	19.3
1/II.	28.	13.	10.	20.	9.	7.	7.	12.	7.	9.	"	12.2
6/II.	24.	6.	35.	39.	10.	46.	34.	43.	12.	10.	"	25.9

Doświadczenie 7. Karmin w pożywce sianowej. Początek 6/II.

Próba a. (3 krople zawiesiny + 7 kropli wody + 40 kropli pożywki).

8/II.	34. 22. 34. 4. 20. 15. 29. 17. 33. 12.	przeciętnie	22.0
9/II.	17. 15. 34. 24. 12. 14. 17. 14. 18. 24.	"	18.9
10/II.	5. 2. 1. 3. 7. 15. 7. 5. 3. 0.	"	4.8
11/II.	0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.	"	0.0

Próba b. (10 kropli zawiesiny + 40 kropli pożywki).

8/II.	25. 21. 21. 14. 21. 32. 16. 31. 24. 14.	"	21.9
9/II.	24. 25. 17. 12. 15. 13. 7. 16. 27. 23.	"	17.9
10/II.	2. 13. 6. 12. 8. 11. 10. 2. 13. 12.	"	8.9
11/II.	0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.	"	0.0

Doświadczenia sprawdzające wykonane ze wszystkimi próbnymi (a, b i c).

10/II. Próba b (gęsta zawiesina). 2¹/₂ godziny

<i>Karmin w wodzie!</i>	23. 35. 28. 30. 27. 23. 18. 16. 32. 19.	przeciętnie	25.1
<i>Karmin w pożywce.</i>	65. 53. 68. 70. 65. 50. 55. 52. 50. 50.	"	57.8
<i>Indigo w wodzie.</i>	15. 26. 16. 25. 19. 19. 22. 17. 31. 19.	"	20.9
<i>Indigo w pożywce.</i>	70. 65. 70. 72. 63. 50. 60. 78. 62. 60.	"	65.0

11/II. Próba a (rozcieńczona zawiesina). 2¹/₂ godziny.

<i>Karmin w wodzie.</i>	23. 21. 20. 15. 12. 11. 20. 16. 13. 26.	"	17.7
<i>Karmin w pożywce.</i>	55. 65. 40. 65. 56.	"	56.2
<i>Indigo w wodzie.</i>	11. 6. 8. 8. 7. 8. 8. 6. 5. 9.	"	7.6
<i>Indigo w pożywce.</i>	58. 57. 60. 62. 55. 58.	"	58.3

11/II. Próba z serją c (kontrolną).

<i>Karmin w wodzie.</i>	30. 24. 32. 19. 16. 21. 36. 28. 25. 31.	"	26.2
<i>Karmin w pożywce.</i>	72. 68. 70. 65. 74. 75. 66.	"	70.0
<i>Indigo w wodzie.</i>	11. 8. 9. 14. 11. 15. 2. 7. 16. 13.	"	10.6
<i>Indigo w pożywce.</i>	62. 64. 70. 68. 61.	"	65.0

11/II. Próba ze świeżą kulturą, która nie była w doświadczeniu.

<i>Karmin w wodzie.</i>	25. 26. 29. 18. 31. 30. 6. 26. 22. 23.	przeciętnie	23.6
<i>Karmin w pożywce.</i>	72. 68. 69. 71. 70.	"	70.0
<i>Indigo w wodzie.</i>	21. 19. 22. 18. 19. 19. 17. 16. 16. 15.	"	18.2
<i>Indigo w pożywce.</i>	62. 80. 75. 64. 68. 71.	"	70.0

Doświadczenie 8. Początek 9/II.

Sepja. 10/II. 37. 32. 39. 40. 31. 15. 33. 32. 33. 35. przeciętnie 32.7

Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.

11/II. 33. 26. 29. 29. 23. 20. 26. 21. 23. 26. " 25.6

12/II. 36. 21. 21. 24. 27. 18. 21. 30. 27. 24. " 24.9

Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.

13/II. 24. 30. 23. 29. 20. 22. 28. 19. 16. 24. " 23.5

14/II. 9. 11. 9. 9. 12. 8. 13. 9. 10. 9. " 9.9

Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.

16/II. 7. 5. 5. 5. 5. 4. 4. 7. 11. 2. " 5.5

indigo 10/II. 32. 35. 29. 38. 48. 43. 35. 33. 43. 38. " 37.4

		Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.											
<i>Indigo</i> .	11/II.	30.	35.	38.	28.	36.	31.	40.	40.	33.	41.	przeciętnie	35.2
	12/II.	30.	33.	34.	33.	31.	21.	23.	18.	33.	39.	"	29.5
		Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.											
	13/II.	36.	32.	37.	28.	38.	40.	30.	28.	26.	27.	"	32.2
	14/II.	32.	40.	35.	39.	35.	32.	36.	25.	43.	42.	"	35.9
		Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.											
	16/II.	8.	16.	5.	2.	4.	7.	6.	6.	8.	7.	"	6.9
<i>Karmin</i> .	10/II.	36.	38.	46.	43.	35.	27.	43.	43.	30.	41.	"	38.2
		Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.											
	11/II.	23.	20.	32.	22.	33.	40.	24.	32.	26.	22.	"	27.4
	12/II.	15.	18.	19.	23.	24.	23.	25.	16.	18.	19.	"	20.0
		Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.											
	13/II.	22.	17.	21.	26.	23.	23.	17.	19.	26.	19.	"	21.3
	14/II.	0.	0.	0.	4.	7.	7.	0.	4.	0.	0.	"	2.2
		Dodano świeżej pożywki i zawiesiny.											
	16/II.	1.	1.	1.	0.	1.	1.	2.	0.	0.	1.	"	0.8

Doświadczenie sprawdzające wykonano 16/II na wymoczkach z karminu i na serji kontrolnej, która była w czystej pożywce sianowej. Trwanie próby 2 $\frac{1}{2}$ h.

Wymoczki z karminu.

<i>Karmin w wodzie.</i>	26.	1.	1.	48.	1.	1.	1.	2.	1.	35.	przeciętnie	11.7
<i>Karmin w pożywce.</i>	43.	1.	19.	37.	31.	22.	31.	42.	1.	30.	"	25.7
<i>Indigo w wodzie.</i>	1.	2.	42.	24.	36.	35.	11.	29.	31.	14.	"	22.5
<i>Indigo w pożywce</i>	34.	25.	31.	44.	1.	33.	38.	40.	10.	37.	"	29.3

Wymoczki kontrolne.

<i>Karmin w wodzie.</i>	2.	17.	1.	1.	1.	1.	1.	9.	12.	4.	"	4.9
<i>Karmin w pożywce.</i>	23.	24.	10.	1.	22.	1.	0.	3.	4.	1.	"	8.9
<i>Indigo w wodzie.</i>	1.	11.	1.	1.	1.	6.	26.	2.	1.	6.	"	5.6
<i>Indigo w pożywce.</i>	1.	3.	1.	23.	1.	1.	1.	33.	1.	9.	"	7.4

Doświadczenie 9. Wymoczki w mieszaninie zawiesin skrobi i karminu.

Początek doświadczenia 9/II. Co 4—5 dni wymoczki przenoszone do świeżych zawiesin.

10/II.	30.	35.	28.	42.	37.	44.	39.	31.	36.	36.	przeciętnie	35.8
	Wodniczki zawierają dużą ilość karminu wraz z ziarenkami skrobi.											
11/II.	60.	65.	43.	34.	36.	50.	58.	17.	58.	44.	przeciętnie	46.5
12/II.	45.	40.	39.	50.	46.	44.	47.	39.	42.	31.	"	42.3
13/II.	46.	69.	41.	45.	34.	51.	33.	59.	27.	45.	"	45.0
14/II.	60.	55.	74.	61.	50.	54.	52.	64.	62.		"	53.2
20/II.	63.	58.	60.	55.	57.	58.	61.	48.	54.	66.	"	58.0
3/III.	26.	31.	40.	34.	46.	42.	46.	51.	47.	41.	"	40.4
20/III.	35.	23.	27.	35.	25.	31.	28.	35.	40.	26.	"	30.5
1/IV.	50.	43.	52.	52.	57.	34.	40.	42.	43.	17.	"	43.0
1/V.	32.	32.	15.	27.	23.	29.	25.	38.	40.	24.	"	28.5

Doświadczenie 10. Wpływ temperatury.

a) Wymoczki, ochładzane strumieniem wody. Co 10' mierzona temperatura.

Godzina: 12.45' 12.55' 1.5' 1.15' 1.25' 1.35' 1.45' = 1 godzina
 t°: — 5° 4.5° 4.5° 4.5° 4.5° 4.5° 4.5° — 4.58°.

Po upływie 1 godziny utworzyły wodniczki o zawiesinie indigo:

4. 5. 4. 4. 4. 5. 3. 3. 5. 5. 6. 4. 3. 5. 3. 4. 5. 3. 4. 4. 6.

5. 5. 5. 4. 6. 4. 4. 4. 6. 5. 0. 9. , przeciętnie 4.42

b) Wymoczki pomiędzy szybami okna.

Godzina: 12.55' 1.5' 1.15' 1.25' 1.35' 1.45' 1.55' = 1 godzina
 t°: — 10° 9.9° 9.8° 9.8° 10° 10° — 9.91°

Utworzyły wodniczki:

10. 10. 8. 8. 9. 13. 9. 8. 9. 8. 11. 10. 10. 8. 9. 6. 9. 10.

12. 9. 11. 11. 10. 14. 9. 12. , przeciętnie 9.73

c) Wymoczki w temperaturze pokojowej.

Godzina: 1.5' 1.15' 1.25' 1.35' 1.45' 1.55' 2.5' = 1 godzina
 t°: — 19° 19.5° 19.6° 19.8° 20° 20.2° — 19.68

Utworzyły wodniczki:

25. 21. 26. 17. 24. 28. 25. 18. 26. 23. 23. 28. 23. 23. 19.

24. 28. 32. 19. 25. 23. 30. 30. 20. 24. , przeciętnie 24.16

Zusammenfassung.

Nach Metalnikow (1914) nehmen *Paramaecien*, in eine Suspension von Karmin, Sepia, Aluminium u. dgl. gebracht und permanent daselbst gehalten, nach einigen Tagen die betr. Substanz nicht mehr auf. Dennoch bildet ein Infusor, das bereits kein Karmin mehr verschlingt, in einer Sepia Suspension zahlreiche Nahrungsvakuolen. Metalnikow ist geneigt diese regelmässig wiederkehrende Erscheinung dem Gedächtnisse des Infusors zu zuschreiben. Das „Abgewöhnen“ sei um so leichter, je mehr die gegebene Substanz von der gewöhnlichen Infusorienahrung abweicht. So wird Aluminium am ehesten, Sepia dagegen am spätesten abgewiesen.

In eigenen Untersuchungen könnte gezeigt werden, dass ein längeres Verweilen in irgendeiner Suspension die normale Tätigkeit der Peristomzilien der *Paramaecien* beeinträchtigt. Die Schädigung ist aber gar nicht spezifisch und es kommt öfters vor, dass ein in Karmin gehaltenes *Paramaecium* nach einigen Tagen nicht nur Karmin, sondern auch Sepia oder Indigo abweist, obwohl das Tier mit diesen Substanzen nichts zu tun gehabt hatte. Selbst ein längeres Verweilen im reinen Wasser kann zur

Folge haben, dass sich die *Paramaecien* verschiedenen Suspensionen gegenüber negativ verhalten werden. Es handelt sich somit eher um eine allgemeine, nichtspezifische Schädigung des Zilienapparates, als um eine Gedächtnissäusserung. Wenn man die Tiere in kleinen Flüssigkeitsmengen hält und die Versuche mehrere Tage lang fortsetzt, ist eine Schädigung infolge der Ansammlung verschiedener Stoffwechselprodukte kaum zu vermeiden. Nimmt man dagegen eine Kultur in etwa 100 cm^3 Heuinfusion, der etwas Karmin oder Indigo beigemischt worden ist und trägt man dafür Sorge jeden zweiten oder dritten Tag die Kulturflüssigkeit teilweise auszuwechseln, so leben die Infusorien Monate, ohne irgendwelche Abnormitäten aufzuweisen, wobei sie oft mit ungeheuren Mengen von Farbstoff angefüllt sind. Von einer Abgewöhnung ist dabei keine Rede. Selbst in einer kleinen Flüssigkeitsmenge (1 cm^3 bei 500—600 Infusorien) wird dasselbe Resultat erzielt, wenn man das Gefäss auf einem langsam rotierenden Klinostat befestigt (um eine Agglutination der Karminkörnchen zu vermeiden) und die Flüssigkeit täglich durchlüftet. Die von Metalnikow angewandte Methode ist demgemäss zum Nachweise des Gedächtnissvermögens bei Infusorien kaum brauchbar.

Was die Nahrungswahl anbelangt, ist zunächst zu bemerken, dass man verschiedene Suspensionen in zwei Gruppen einteilen kann: diejenigen, welche aufgenommen und diejenigen, welche regelmässig abgewiesen werden. Zu den letzteren gehören: Glass, Porzellan, BaSO_4 , BaCO_3 , MgCO_3 . Diese Tatsache an sich beweist schon, dass die Infusorien nicht alles dargebotene verschlingen, sondern um ein gewisses Unterscheidungsvermögen verfügen. Wird Glass mit Karmin gemischt, so enthalten die Nahrungsvakuolen ausschliesslich Karmin und keine Spur von Glass. Es entsteht nunmehr die Frage, welcher Natur die Ursachen sein mögen, die eine Aufnahme bzw. Abweisung der Körnchen veranlassen. Etwaige Veränderung im Chemismus der Umgebung (Zusatz von Säuren, Alkalien, Salzen, Glass in einer Karminlösung, also in einem Medium, wo die Körnchen nachgewiesenermassen aufgenommen werden usw.) bleibt belanglos. Auf diese Weise lassen sich die Tiere nicht zwingen die normalerweise abgewiesene Suspension zu verschlingen. Es sind somit die Eigenschaften der Körnchen selbst massgebend. Einige physikalische Eigen

schaften konnten dabei eliminiert werden, so die Grösse der Körnchen, Form, Charakter der Oberfläche, spezifisches Gewicht, Farbe. Dieses Eliminationsverfahren ist an sich freilich ungenügend um einen positiven Nachweis des chemischen Charakters des Aufnahmeprozesses zu erbringen. Einen solchen Nachweis liefert aber der Einfluss der Temperatur auf die Anzahl der innerhalb einer gegebenen Zeitspanne gebildeten Nahrungsvakuolen. In verschiedenen Temperaturen von $4^{\circ}6$ bis $19^{\circ}7$ wurden entsprechend verschiedene Nahrungsvakuolenmengen gebildet und zwar ergaben die erhaltenen Zahlen einen Quotient von 4.2 bis 2.5 pro $10^{\circ}C$. Dies entspricht vollkommen der Vant'Hoff'schen Reaktionsgeschwindigkeitstemperaturregel für chemische Reaktionen. Insofern als diese Regel eine bedingungslose Gültigkeit besitzt, wäre daraus zu schliessen, dass die Menge der aufgenommenen Körnchen von chemischen Ursachen abhängt. Demnach wäre das Unterscheidungsvermögen der Infusorien chemisch zu begründen sein.

MIECZYŚLAW BOGUCKI

Badania nad dzieworództwem sztucznem jaj żaby płowej¹⁾

(De la parthénogénèse expérimentale chez la grenouille)

W czasach ostatnich Bataillon ('10) opracował metodę sztucznego pobudzania jaj żaby do rozwoju dzieworodnego. Metoda Bataillon'a była następnie stosowana przez innych badaczy [Herlant ('13), Loeb i Bancroft ('13), Henneguy ('11)] z pomyślnym skutkiem. Nazwana przez jej twórcę „traumatyczną“, metoda ta polega na kluciu niezapłodnionych jaj ciętniką igłą.

Samo klucie jaja, podobnie jak działanie zmiennego prądu elektrycznego, pary chloroformu lub eteru, wyzwała wprawdzie pierwsze objawy rozwoju, lecz rozwój ten jest nie normalny i kończy się rychłą śmiercią zarodka. Inaczej ma się rzecz, jeśli przed nakłuciem jajko niezapłodnione zostanie zwilżone krwią. W tym razie rozwój jaj nakłutych może odbywać się normalnie. Bataillon sądzi, że ukłucie, podobnie jak działanie pary chloroformu, eteru i t. p. jest pobudką, „activation“, która wyzwała w niezapłodnionem jaju pierwsze objawy rozwojowe. Rozpoczęty jednak rozwój postępuje normalnie naprzd dopiero po wprowadzeniu do komórki jajowej substancji jądrowej, co zostaje spełnione przez klucie jaja, zwilżonego krwią.

Substancja jądrowa krwinek ma odgrywać we wnętrzu jaja rolę katalizatora, stąd też nazwa tego ogniwa w metodzie Bataillon'a — kataliza jądrowa („caryocatalyse“). Cenne

¹⁾ Rzecz przedstawiona przez K. Białaszewicza na posiedzeniu Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. dnia 20 stycznia 1921 roku.

sposprzeżenia Bataillon'a i wyniki jego doświadczeń nie wyjaśniają przecież, jaki mianowicie składnik krwinek umożliwia normalny rozwój nakłutego jaja żaby. Skrupulatne badania Herlant'a (13) nie potwierdziły przypuszczeń Bataillon'a jakoby w jajach kłutych w krwi żabiej znajdować się miały fragmenty chromatyny, pochodzącej z elementów morfologicznych krwi.

W niniejszej pracy została podjęta próba zanalizowania, jakie mianowicie składniki krwi są tym czynnikiem, który jaju nakłutemu pozwala rozwijać się w sposób normalny. Do doświadczeń swych używałem jaj żaby płowej (*Rana fusca R.*). Jaja wydobywane były przez wyciskanie ich z samicy. Zabieg ten wyłącza zetknięcie się jaj z krwią, czego nie można uniknąć, jeśli wyjmujemy je, rozcinając ścianę brzucha i jajowodów. Wszelkie zetknięcie się jaj, służących do doświadczeń partenogenetycznych, z plemnikami było ściśle przestrzegane przez uprzednie opłukiwanie zwierząt w strumieniu wody i sterylizację naczyń i narzędzi.

Jaja były nakłuwane specjalnie sporządzoną igiełką kwarcową grubości 10—15 μ . Liczba samic, użytych w doświadczeniach, wynosiła 30. Odsetek jaj, rozwijających się po zapłodnieniu, był naogół dosyć niski i wahał się w granicach od 13 do 96%.¹⁾

Pierwsze pytanie, czy owa substancja, umożliwiająca normalny przebieg rozwoju, znajduje się w składnikach morfologicznych krwi, czy też i w surowicy, zostało rozstrzygnięte w następującem doświadczeniu. Wyciśnięte z samicy jaja zostały podzielone na 4 grupy. Jaja pierwszej grupy były zapładniane, drugiej — kłute na sucho, trzeciej — kłute w surowicy żabiej, która po odwłóknieniu była przepuszczana przez sączek azbestowy, i czwartej — kłute w odwłóknionej krwi żaby.

Jak wskazuje tabelka I na str. 3, przeciętny odsetek jaj, brózdokujących pod wpływem nakłucia, wykonanego w odwłóknionej krwi, zawierającej składniki komórkowe, jest prawie równy odsetkowi jaj, rozwijających się po zapłodnieniu. Odsetek zaś jaj, rozwijających się pod wpływem nakłuwania w surowicy żabiej, z której usunięto składniki komórkowe, jest prawie iden-

¹⁾ Cytologiczną stronę omawianych tu badań podjęła się przeprowadzić p. Z. Zakolska, której przy okazji wyrażam serdeczne podziękowanie za pomoc w wykonaniu niżej podanych doświadczeń.

TABELA I

J A J A

| Nr. kolejny
doświadczenia | Data doświadczenia | zapłodnione | | | ktute na sucho | | | ktute w surowicy | | | ktute w odwióknionej
krwi | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących |
| 1 | 16 III | 113 | 39 | 34 | 110 | 18 | 16 | 80 | 23 | 29 | 86 | 35 | 41 |
| 2 | 18 " | 105 | 35 | 33 | 143 | 15 | 10 | 144 | 44 | 30 | 87 | 25 | 29 |
| 3 | 19 " | 116 | 91 | 78 | 268 | 157 | 58 | 111 | 71 | 64 | 124 | 90 | 72 |
| 4 | 20 " | 140 | 93 | 66 | 295 | 7 | 2 | 69 | 3 | 4 | 62 | 10 | 16 |
| 6 | 22 " | 135 | 23 | 17 | 126 | 6 | 5 | 115 | 0 | 0 | 109 | 39 | 36 |
| 7 | 23 " | 163 | 41 | 25 | 155 | 22 | 14 | 90 | 8 | 9 | 85 | 32 | 38 |
| 8 | 23 " | 189 | 68 | 36 | 85 | 0 | 0 | 86 | 0 | 0 | 164 | 40 | 24 |
| 9 | 24 " | 176 | 55 | 31 | 210 | 27 | 13 | 70 | 0 | 0 | 125 | 89 | 71 |
| 10 | 24 " | 90 | 83 | 92 | 65 | 42 | 65 | 60 | 18 | 30 | 128 | 91 | 71 |
| 11 | 25 " | 120 | 81 | 67 | 120 | 4 | 3 | 102 | 1 | 1 | 136 | 70 | 51 |
| 12 | 25 " | 55 | 36 | 65 | 55 | 2 | 4 | 137 | 1 | 1 | 132 | 55 | 42 |
| 14 | 26 " | 75 | 60 | 80 | 143 | 33 | 23 | 136 | 31 | 23 | 129 | 49 | 38 |
| Suma | | 1.477 | 705 | | 1.775 | 333 | | 1.200 | 200 | | 1.367 | 625 | |
| | | Srednio 47.7% | | | 18.8% | | | 16.7% | | | 45.7% | | |

tyczny (16%) z odsetkiem jaj, brózdokujących po nakłuciu na sucho (18%).

Wyniki tej serii doświadczeń wskazują, że substancja, umożliwiająca normalny rozwój nakłutego jaja, znajduje się, zgodnie z poglądem Bataillon'a, w składnikach morfologicznych krwi. Sama bowiem surowica nie posiada żadnego wpływu na spotęgowanie efektu nakłucia.

W następnej serii doświadczeń chodziło mi o rozstrzygnięcie pytania, czy znajdująca się w krwinkach substancja, regulująca dalszy rozwój nakłutego jaja, jest rozpuszczalna w wodzie, czy nierozpuszczalna.

W tym celu do zwilżania jaj przed nakłuciem używałem krwi zhemolizowanej po uprzednim odwłóknieniu, i rozdzielonej zapomocą wirowania na dwie frakcje: górną, którą w celu zupełnego usunięcia z niej części nierozpuszczalnych w wodzie po hemolizie, przepuszczałem przez gęsty sączek azbestowy, i dolną, zawierającą wszystkie nierozpuszczalne składniki krwinek. Hemoliza wywoływana była bądź przez wielokrotne zamrażanie odwłóknionej krwi, bądź przez dodawanie eteru. W tym ostatnim przypadku eter był odparowywany w próżni, zanim krew została użyta do doświadczenia. Jak wynika z tabeli II, odsetek jaj, brózdokujących pod wpływem nakłucia, był różny, zależnie od tego, czy były one uprzednio zwilżane frakcją krwi, zawierającą nierozpuszczalne składniki krwinek, czy też frakcją, która ich nie zawierała.

Jaja, klute w osadzie krwi zhemolizowanej, dały średni odsetek jaj brózdokujących o wiele wyższy (77.5%), niż jaja klute w przesączu tejże krwi (36.4%). Wynika z tego, że substancja regulująca rozwój nakłutego jaja, znajduje się istotnie w morfologicznych składnikach krwi, i że substancja ta jest nierozpuszczalna w wodzie.

Do powyższych danych liczbowych dodać należy, że jaja nakłuwane bądź na sucho, bądź w surowicy żabiej lub w przesączu krwi zhemolizowanej, miały jedną jeszcze wspólną cechę, mianowicie, brózdkowały w większości przypadków w sposób nieprawidłowy. W tych kategoriach doświadczeń wyjątkowo tylko otrzymywałem stadja dalsze, niż neurula. W tych zaś doświadczeniach, w których nakłuwanie odbywało się po zwilżeniu krwią, nietylko procent brózdokujących jaj był wyższy,

TABELA II

J A J A

| Nr. kolejny
doświadczenia | Data doświadczenia | zapłodnione | | | ktute na sucho | | | ktute w przesączu
krwi zhemolizowanej | | | ktute w osadzie
zhemolizowanej krwi | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|-----------------------------|
| | | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących |
| 26 | 3 IV | 165 | 147 | 89 | 85 | 11 | 13 | 85 | 19 | 22 | 101 | 80 | 79 |
| 29 | 6 " | 84 | 9 | 11 | 69 | 4 | 6 | 77 | 4 | 5 | 78 | 41 | 53 |
| 30 | 6 " | 95 | 56 | 59 | 132 | 115 | 87 | 88 | 67 | 76 | 82 | 64 | 78 |
| 32 | 11 " | 186 | 131 | 70 | 89 | 43 | 48 | 82 | 31 | 38 | 192 | 166 | 86 |
| | Suma | 530 | 343 | | 375 | 173 | | 332 | 121 | | 453 | 351 | |
| | | | Średnio | 64.7% | | | 46.1% | | | 36.4% | | | 77.5% |

ale i samo brózdowanie niejednokrotnie odznaczało się wybitną prawidłowością.

Na 3611 jaj, klutych na sucho, otrzymałem 4 neurule, z których jeden tylko zarodek wykluł się z osłonek jaja. I ten zginął po kilku dniach podobnie, jak jedyna kijanka otrzymana z 1200 jaj nakłuwanych w surowicy. Natomiast z 2603 jaj nakłuwanych w krwi żabiej, a zatem w obecności morfologicznych jej składników, rozwinęło się koło 60 gastrul. Większość tych zarodków zginęła na stadjum gastruli lub neuruli, wykluło się z osłonek kilkanaście kijanek, z których dwie rozwijały się zupełnie normalnie i przeobraziły się w połowie czerwca.

Zginęły one w 5 tygodni po przeobrażeniu się wskutek niedostatecznej opieki, spowodowanej wypadkami wojennymi.

Nietylko więc ilościowe, ale i jakościowe wyniki wskazują, że w komórkach krwi żaby znajduje się substancja, regulująca w omawianych doświadczeniach rozwój jaja.

Bataillon podnosi, że substancja ta nie jest specyficzna, ponieważ do zwilżania jaj przed nakłuwaniem można z równym skutkiem użyć krwi żaby tego samego gatunku lub innego, a nawet krwi zwierzęcia, należącego do innego rodzaju i gromady. Tenże autor otrzymywał pozytywne wyniki, używając do zwilżania jaj żaby krwi ropuchy i ssaków. Ten brak specyficzności stwierdziłem również w swych doświadczeniach, używając z wynikiem pozytywnym krwi królika.

Wobec tego, że w zapłodnieniu normalnem do jaja wnika główka plemnika, składająca się przeważnie z nukleiny, i że w moich doświadczeniach z krwią zhemolizowaną ta właśnie serja dawała wybitne rezultaty, w której zwilżałem jaja frakcją, zawierającą nukleinę, pochodzącą z krwinek zhemolizowanych, możnaby przypuszczać, że nukleina jest jednym z czynników, którego wprowadzenie do jaja jest niezbędne dla normalnego rozwoju.

Jaja, rozwijające się pod wpływem nakłucia na sucho, czy też w krwi, zachowują się podobnie, jak jaja zapłodnione. Można w nich obserwować wszystkie te zmiany, które występują w jaju, pobudzonym do rozwoju pod wpływem plemnika.

Do zjawisk, zachodzących w jaju po zapłodnieniu, ewentualnie nakłuciu, należą:

- 1) powstanie periwitelinu, 2) zmniejszenie się objętości jaja,

3) odwracanie się jaja biegunem zwierzęcym ku górze, 4) odzienie się drugiego ciątka kierunkowego, 5) definitywne rozmieszczenie plazmy komórkowej, ujawniające się w charakterystycznym układzie pigmentu, który tworzy t. z. szary półksiężyc. Ponadto wiemy z prac Backmann'a i Runnström'a ('12) oraz Białaszewicza ('12), że w jajach zapłodnionych następuje spadek ciśnienia osmotycznego.

Jednakże, jak spostrzegł Przyłęcki ('17), niektóre z wymienionych zjawisk występują i w jajach niezapłodnionych, przeniesionych do wody. Stwierdził to Przyłęcki odnośnie do powstawania periwitelinu i spadku ciśnienia osmotycznego.

Na podstawie powyższych danych nasuwało się pytanie, czy zmiana warunków, jakiej podlegają jaja żabie, złożone do wody, nie jest już tą pierwszą podniętą, wytrącającą je ze stanu równowagi fizjologicznej.

Pewną wskazówkę co do tej kwestji dało mi spostrzeżenie, że jaja niezapłodnione, umieszczone w surowicy żabiej, a zatem w środowisku izotonicznym w stosunku do jaj, nie wytwarzały periwitelinu. Dla upewnienia się, czy sama zmiana warunków (przejście z jajowodów do wody) wpływa już pobudzająco na rozwój jaja, obserwowałem zachowanie się jaj niezapłodnionych, przeniesionych do wody.

W tabelce III uwidocznione są odnośne spostrzeżenia.

Jak widać z powyższej tabelki, pewien odsetek jaj żabich niezapłodnionych zaczyna się dzielić po przeniesieniu ich do wody. Prawda, że bródkowanie niezapłodnionych jaj jest bardzo nieregularne i nie posuwa się daleko. W jednym tylko przypadku bródka podzieliła jajko na 2 równe części; w większości — podział jest nierówny, najczęściej bródki są niekompletne, nie obejmują całego jaja. Mimo to tendencja w kierunku rozwoju zaznacza się wyraźnie.

Spostrzeżenia powyższe stoją w zupełnej zgodności z badaniami Przyłęckiego nad powstawaniem periwitelinu w niezapłodnionych jajach żaby.

Przyłęcki (17a) stwierdził, że warunkiem powstania periwitelinu jest dostęp tlenu i hipotonja środowiska, w którym ilość elektrolitów jest bardzo mała. Przy składaniu jaj przez samicę obydwie te warunki są spełniane: jajko przechodzi ze środowiska izotonicznego i ubogiego w tlen do środowiska hypotonicznego i zawierającego wolny tlen. Już przez to samo,

TABELA III

| Nr. kolejny
doświadczenia | Data doświadczenia | J A J A | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | | zapłodnione | | | klute na sucho | | | klute w kwi żabiej | | | niezapłodnione | | |
| | | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących | Liczba jaj w do-
świadczeniu | Liczba jaj
bródkujących | Odsetek jaj
bródkujących |
| 15 | 27 III | 73 | 61 | 83 | 109 | 17 | 16 | 72 | 30 | 42 | 38 | 0 | 0 |
| 16 | 29 " | 189 | 139 | 73 | 155 | 93 | 60 | 55 | 35 | 64 | 51 | 3 | 6 |
| 17 | 29 " | 119 | 86 | 72 | 120 | 63 | 52 | 120 | 84 | 70 | 58 | 8 | 14 |
| 18 | 30 " | 96 | 36 | 37 | 150 | 39 | 26 | 191 | 148 | 77 | 110 | 14 | 13 |
| 19 | 30 " | 110 | 20 | 18 | 145 | 2 | 1 | 85 | 46 | 54 | 108 | 0 | 0 |
| 21 | 1 IV | 132 | 54 | 41 | 75 | 48 | 64 | 81 | 71 | 88 | 65 | 2 | 3 |
| 24 | 2 " | 72 | 45 | 62 | 95 | 12 | 13 | 75 | 63 | 84 | 78 | 0 | 0 |
| 25 | 2 " | 170 | 102 | 60 | 97 | 55 | 57 | 83 | 78 | 94 | 75 | 2 | 3 |
| 26 | 3 " | 165 | 147 | 89 | 85 | 11 | 13 | 71 | 51 | 72 | 90 | 0 | 0 |
| 30 | 6 " | 95 | 56 | 59 | 132 | 115 | 87 | 88 | 67 | 76 | 67 | 0 | 0 |
| 32 | 11 " | 186 | 131 | 70 | 89 | 43 | 48 | 83 | 64 | 77 | 79 | 4 | 5 |
| | Suma | 1.407 | 877 | | 1.252 | 498 | | 1.004 | 737 | | 819 | 33 | |
| | | | Srednio | 62,3% | | | 39,7% | | | 73,4% | | | 4% |

niezależnie od wniknięcia plemnika, rozpoczyna się w jaju szereg przemian, które, jak się okazuje, mogą prowadzić do podziału komórki. Dwa te czynniki (hipotonja i obecność tlenu) wyprawdzają komórkę jajową ze stanu równowagi fizjologicznej i wyzwalają szereg procesów, których dalszy przebieg zależny jest od innych czynników, związanych z zapłodnieniem, ewentualnie zabiegiem doświadczalnym.

Badania Bataillon'a doprowadziły tego autora do wniosku, że zapłodnienie jest procesem złożonym, składającym się z dwu ogniw: 1) z pobudzenia jaja do rozwoju, do czego wystarcza nakłucie, działanie zmiennego prądu elektrycznego, narkotyków i t. p., i 2) wprowadzenie do jaja czynnika katalitycznego, jakim jest, według niego, substancja jądrowa krwinek.

Do powyższego ujęcia kwestji należy dorzucić, że według dzisiejszych danych w tym pierwszym ogniwie można wyodrębnić dwa momenty: 1) działanie na komórkę jajową przez zmianę warunków otoczenia (obecność tlenu i hipotonja), i 2) nakłucie.

W warunkach normalnego zapłodnienia odnajdujemy obydwie te momenty, działające prawie współcześnie, gdyż bezpośrednio po złożeniu jaja przez samicę przenika do niego plemnik, przebijając osłonki i otoczkę plazmatyczną komórki jajowej.

Stosując metodę kłucia celem wywołania rozwoju jaja, umieszczamy nakłute na sucho jajko w wodzie. Występują więc i tu te same czynniki, co i w zapłodnieniu normalnem, tylko w odwróconej kolejności. Jeśli się jednak zważy, że czas, który odgranicza początek działania tych dwu czynników jest bardzo krótki tak w normalnem zapłodnieniu, jak i przy sztucznem pobudzaniu jaja do rozwoju, to sędzę, można przyjąć bez popełnienia błędu, że oba one działają współcześnie. Z tabeli III wynika, że działanie jednego tylko czynnika — zmiany warunków otoczenia — wywołuje bardzo daleko idące zmiany w komórce jajowej, bo doprowadza pewien odsetek jaj (4%) nawet do 1-go podziału. Dopiero jednak podrażnienie mechaniczne przez nakłucie jaja umożliwia dalszy ciąg jego rozwoju. Wpływ mechanicznego podrażnienia wyraża się przedewszystkiem w zwiększonej liczbie brózdkiujących jaj (39.7%), a powtóre w prawidłowszym przebiegu brózdkiowania, czego dowodem dość zaawansowane stadja zarodkowe, otrzymywane z jaj nakłuwanych. Brózdkiowanie, występujące wyłącznie pod wpływem zmienionych warunków otoczenia, nie przekraczało w mych doświadczeniach

stadium 2 blastomerów. Tak więc już to pierwsze ogniwo w metodzie Bataillon'a okazuje się procesem złożonym, obejmuje ono działanie trzech czynników: hipotonji, tlenu i podrażnienia mechanicznego, które może być zastąpione przez działanie prądu elektrycznego, eteru, chloroformu i t. p.

Jednakże wszystkie wspomniane czynniki nie wystarczają, by zapewnić jaju normalny rozwój. Pod działaniem tych czynników obserwowałem rozwój jaja żabiego, nie przekraczający 7 dni (1 przypadek na 3611 nakłutych jaj).

Dopiero wprowadzenie do jaja substancji, znajdującej się w krwinkach (prawdopodobnie nukleiny) pozwala otrzymać z nakłutego jaja normalny organizm. To jest to ogniwo w metodzie Bataillon'a, które autor nazywa „caryocatalyse“.

Zwrócić tu należy uwagę, że metoda Bataillon'a, w dzisiejszym swoim stanie nie może być identyfikowana z aktem zapłodnienia. I to nie tyle dla różnic ilościowych, ile jakościowych.

Wprawdzie, kłując jaja w krwi, otrzymujemy przeciętnie tyleż jaj bródkujących (Tabela I i III), co i pod wpływem zapłodnienia. Ale za to odsetek zdolnych do życia kijanek w tym pierwszym przypadku jest znikomo mały. Wskazuje to, że metoda Bataillon'a tylko w wyjątkowych przypadkach spełnia wszystkie te warunki, jakie zostają spełniane przez zapłodnienie. U większości jaj, rozwijających się pod wpływem nakłucia w krwi, występuje wyraźnie brak pewnych, nie dających się dziś bliżej określić czynników, który uniemożliwia normalny przebieg ich rozwoju.

Streszczenie wyników:

1. Potwierdzając spostrzeżenia Bataillon'a co do wpływu krwi w traumatycznej partenogenezie jaj żaby, stwierdzam, że rolę czynnika, regulującego rozwój nakłutego jaja, spełnia substancja nierozpuszczalna w wodzie, prawdopodobnie nukleina.

2. Na podstawie prac Białaszewicza, Przyłęckiego i własnych spostrzeżeń stwierdzam, że niezapłodnione jaja żaby zostają wyprowadzane ze stanu fizjologicznej równowagi po przeniesieniu ich do środowiska hipotonicznego i zawierającego wolny tlen, jakim jest woda. Ta zmiana warunków wywołuje w jaju szereg reakcji, które niesłusznie uważane były za reakcje jaja na wniknięcie plemnika. Reakcje te wyrażają się: 1) w wytworzeniu periwitelinu, 2) w zmniej-

szeniu objętości jaja, 3) w obniżeniu ciśnienia osmotycznego jaja, 4) w obrocie jaja biegunem zwierzęcym ku górze, 5) w pewnej ilości przypadków (ca 4%) w pojawieniu się brzozy podziałowej.

3. Pobudzenie jaja do rozwoju („activation“ Bataillon'a) w metodzie traumatycznej partenogenezy jest aktem złożonym, w którym już dzisiaj można stwierdzić udział trzech czynników: hipotonji środowiska, dostępu wolnego tlenu i podrażnienia mechanicznego.

RÉSUMÉ

1. L'auteur confirme l'opinion de Bataillon sur le rôle des corpuscules sanguins dans la parthénogénèse traumatique. De plus l'auteur constate que la substance des corpuscules sanguins qui permet à l'oeuf piqué de se développer d'une façon normale jusqu'à métamorphose complète est insoluble dans l'eau et il suppose que cette substance est probablement la nucléine des corpuscules sanguins.
2. L'auteur constate d'après les travaux de Białaszewicz, Przyłęcki et d'après ses propres recherches que l'oeuf vierge sort de l'état d'équilibre physiologique sous l'influence du milieu hypotonique et d'oxygène libre. Ces deux conditions se retrouvent dans l'eau au moment de la ponte. Le passage des oeufs du milieu isotonique et dépourvu d'oxygène (les oviductes) dans le milieu hypotonique et pourvu d'oxygène libre provoque une série de réactions qui jusqu'à présent ont été considérées comme l'effet de la pénétration du spermatozoïde dans l'oeuf. Ces réactions sont les suivantes: 1) la diminution du volume de l'oeuf, 2) la production du liquide périvitellin, 3) l'abaissement de la pression osmotique de l'oeuf, 4) l'orientation de l'oeuf, et 5) dans un certain nombre de cas (ca 4%) la première division de l'oeuf.
3. L'activation de l'oeuf dans la parthénogénèse traumatique est un processus compliqué, dans lequel on peut distinguer actuellement l'action de trois facteurs: l'hypotonie du milieu, l'oxygène libre et l'excitation mécanique, produite par la piqure.

PIŚMIENICTWO

- Backmann L. u. Runnström I. 912. Der osmotische Druck während d. Embryonalentwicklung von *Rana temporaria*. Arch. f. d. ges. Physiologie. T. 144.
- Bataillon E. 904. Nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale chez les Vertébrés inférieurs. Arch. f. Entwmech. T. 18.
- Bataillon E. 906. Imprégnation et fécondation. C. R. de l'Acad. des Sciences.
- Bataillon E. 910. L'embryogénèse complète provoquée chez les Amphibiens par la piqure de l'oeuf vierge. Idem.
- Bataillon E. 911. Les deux facteurs de la parthénogénèse traumatique chez les Amphibiens. Idem.
- Bataillon E. 912. La parthénogénèse des Amphibiens et la fécondation chimique de Loeb. Annales des Sciences Naturelles. Zool.
- Białaszewicz K. 912. Über d. Verhalten d. osmotischen Druckes während d. Entwicklung d. Wirbeltierembryonen. Arch. f. Entwmech. T. 34.
- Białaszewicz K. i Błądowski R. 915. Wpływ zapłodnienia na oddychanie jaj. Sprawozdania z posiedzeń Tow. Naukowego w Warszawie.
- Delage Y. et Goldsmith M. 913. La parthénogénèse naturelle et expérimentale.
- Henneguy L. F. 911. Sur la parthénogénèse expérimentale chez les Amphibiens. C. R. de l'Acad. des Sciences.
- Herlant M. 913. Études sur les bases cytologiques du mécanisme de la parthénogénèse expérim. chez les Amphibiens. Arch. de Biologie. T. 26.
- Loeb J. 909. Die chemische Entwicklungserregung d. tierischen Eies. Berlin. (Springer).
- Loeb J. 910. Die künstliche Parthenogenese. Oppenheimer's Handb. d. Biochemie. T. II. Jena. (Fischer).
- Loeb J. u. Bankroft F. W. 913. The sex of a parthenogenetic tadpole and frog. Journal of Exper. Zoology. T. 14.
- Przyłęcki St. 917. Spadek ciśnienia osmotycznego i roła periwitelinu w jajach płazów. Sprawozd. z posiedz. Tow. Nauk. w Warszawie.
- Przyłęcki St. 917 a. Warunki powstania periwitelinu w jajach niezapłodnionych żaby płowej. Komunikat zgłoszony na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. (W druku).
-

E. SZNERÓWNA

O przyswajaniu i rozpadzie białka w rozwoju kurczęcia¹⁾

(Recherches sur l'assimilation et la désassimilation des protéines pendant le développement du poulet)

Przemiana energetyczna zarodków zwierzęcych była przedmiotem licznych poszukiwań, zjawiska natomiast przekształceń chemicznych, jakie zachodzą w czasie rozwoju zarodkowego, są poznane w stopniu znacznie mniejszym.

Liebermann ('88) wykrył w wylęganych jajach kurzych tworzenie się substancyj kleistych, a Fridericia ('12) zainteresowała kwestją powstawania nukleoproteidów. Za występowaniem tych ciał śledził on, badając w zarodkach różnego wieku zawartość zasad purynowych, jako charakterystycznych produktów rozpadu nukleoproteidów.

Istnieje w literaturze praca, zawierająca wyniki szeregu oznaczeń zawartości aminokwasów jak tyrozyny, glikokolu i kwasu glutaminowego w hydrolizacie jaj kurzych, w różnych okresach rozwoju. Autorami tej pracy, podjętej w celu przekonania się, czy prócz glikokolu, który syntetycznie w organizmie powstawać może, nie przechodzą i inne aminokwasy jedne w drugie w czasie rozwoju zarodkowego kurczęcia, są Abderhalden i Kempe ('07). Autorowie ci oznaczali zawartość wspomnianych aminokwasów w zapłodnionych jajach kurzych przed wylęgnięciem, po dziesięciu dniach wylęgu i w dniu wykluwania się i dochodzą do wniosku, że podczas rozwoju zarodków nowe aminokwasy nie tworzą się, lecz nie twierdzą bynajmniej, by

¹⁾ Rzecz przedstawiona przez K. Białaszewicza na posiedzeniu Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. w lutym 1919 roku.

białko zapasowe jaja mogło bez przebudowy bezpośrednio brać udział w budowie tkanek zarodka.

Zbadana również została przez Buglia i Constantino (13) zawartość azotu aminowego i jej zmiany w mięśniach zarodków ssaków: autorowie ci stwierdzają, że mięśnie zarodków, podobnie jak mięśnie zwierząt dorosłych, zawierają azotu jednoaminowego więcej, niż dwuaminowego.

Prace powyższe włącznie z oznaczeniami Gortner'a (13) różnorodnych frakcyj azotu w rozwijających się jajach pstrąga nie wyczerpują jednak kwestji zmian w składzie chemicznym białek w czasie rozwoju embrjonalnego i dlatego zbadanie przekształceń, jakim ulegają te związki w okresie zmian morfogenetycznych, było jednym z głównych zadań tej pracy.

Jako materiał doświadczalny wybrałam najdostępniejszy t.j. jaja kurze.

Przyswajanie białka badałam drogą porównywania rozmieszczenia azotu w jajach niewylęganych i wylęganych. Jaja do wylęgania pochodziły od dwu gatunków kur; były one wylęgane w inkubatorze, w którym temperatura wahała się w granicach 37.5—39°, a wilgotność 40—50%.

Do oznaczenia różnych grup aminokwasów obok azotu całkowitego w jajach niewylęganych użyłam 5 jaj, z nieznanego pochodzących źródła. W celu dokładnego oddzielenia żółtka od białka skoagulowałam je przez ogrzanie i po wysuszeniu na kąpieli wodnej i sproszkowaniu doprowadzałam substancję suchą białka i żółtka do wagi stałej w próżni i w temp. 40—45°, poczem oznaczałam w nich azot metodą Kjeldahl'a. Całkowita ilość białka odwodnionego wynosiła 16.7514 gr, żółtka — 37.4991 gr; zawartość zaś procentowa azotu w białku wysuszonym stanowiła 14.07, w żółtku — 4.23 (p. tab. V).

Dla ustalenia składu tych ciał białkowych posługiwałam się metodą van Slyke'a (11), ale nie w całej jej rozciągłości. Po oznaczeniu w substancji shydrolizowanej azotu ogólnego, melaminowego i amonjakalnego i, otrzymawszy po zadaniu kwasem fosforowo-wolframowym dwie frakcje, ograniczyłam się tylko do oznaczenia w nich, t.j. w osadzie i w przesączu, azotu jedno- i dwuaminowego ¹⁾ zwykłą metodą Kjeldahl'a (por. tab. IV).

¹⁾ Azotem „dwuaminowym“ nazywam azot, zawarty w osadzie, po zadaniu kwasem fosforowo-wolframowym.

Identyczny był bieg analiz zarodków czternasto- i osiemnastodniowych i resztek białka i żółtka w 18-ym dniu rozwoju.

Ponieważ w pracy obecnej, w związku z zagadnieniem przyswajania obchodziła mnie również sprawa szybkości gromadzenia się w zarodkach związków azotowych, dla zbadania przeto jej zmian w zależności od czasu trwania rozwoju wykonałam szereg oznaczeń : zotu w zarodkach różnego wieku, ważąc je uprzednio.

TABELA I

| Nr jajka
(Nr. de l'oeuf) | Dzień wylęgu
(Jour de l'incubation) | Zawartość azotu w zarodku
(Teneur de l'embryon en azote)
mg | Średnia
(Moyenne)
mg | Waga żywa zarodka
(Poids vivant de l'embryon)
g | Średnia
(Moyenne)
g |
|-----------------------------|--|---|----------------------------|---|---------------------------|
| 1
2 | VI | 1.5
2.0 | 1.8 | 0.260
0.319 | 0.29 |
| 3
4 | VIII | 5.0
8.8 | 6.9 | 0.995
1.479 | 1.24 |
| 10
12
13 | X | 19.6
18.9
15.1 | 17.9 | 3.200
1.750
1.520 | 2.16 |
| 11
14
15 | XII | 51.6
92.3
75.0 | 72.9 | 5.940
7.880
6.180 | 6.67 |
| 18 | XIV | 89.4 | 89.4 | 6.980 | 6.98 |
| 20 | XVI | 216.4 | 216.4 | 12.320 | 12.32 |
| 5
6
7
8 | XVIII | 345.7
384.1
242.6
290.8 | 315.8 | 20.850
20.590
19.430
17.350 | 19.55 |

Z zestawionych na tabeli I liczb wynika zgodnie z obserwacjami Liebermann'a i Fridericia, że bezwzględna waga

i bezwzględna zawartość azotu zarodków wzrastają w miarę rozwoju, lecz, biorąc naogół, im zarodek starszy, tem jest stosunkowo uboższy w azot — procentowa zawartość azotu w nim maleje.

Wykazuje to tabela II.

TABELA II

| Nr. jajka
(Nr.
de l'oeuf) | Dzień
wylęgu
(Jour de
l'incubation) | Procentowa
zawartość azotu
w zarodku
(Azote de l'em-
bryon en % du
poids vivant) | Średnia
(Moyenne) |
|---------------------------------|--|---|----------------------|
| 1
2 | VI | 0.58
1.59 | 1.09 |
| 3
4 | VIII | 1.99
1.68 | 1.84 |
| 10
12
13 | X | 1.69
0.93
1.01 | 1.21 |
| 11
14
15 | XII | 1.15
0.85
0.82 | 0.94 |
| 18 | XIV | 0.78 | 0.78 |
| 20 | XVI | 0.57 | 0.57 |
| 5
6
8 | XVIII | 0.57
0.54
0.59 | 0.57 |

Co się tyczy kwestji ustalenia stosunku azotu wzgl. białka przyswojonego, t. j. wchodzącego w skład ciała zarodka, do rozpadowego, to punktem wyjścia było porównawcze oznaczenie azotu w zarodkach i w cieczy omoczniowej (allantois), w której, jak wiadomo, gromadzą się produkty przemiany azotowej zarodka. Ciecz tę łatwo zebrać zapomocą pipety po nakłuciu omoczni od

strony tępego końca skorupy jaja w najmniej unaczynionej jej części. Dla zorientowania się, od którego dnia ciecz ta nadaje się (ze względu na ilość) do oznaczeń w niej azotu zwykłą metodą Kjeldahl'a, pewna ilość jaj przedwcześnie została otworzona.

TABELA III

| Nr. jajka
(Nr. de l'oeuf) | Dzień wylęgu
(Jour de l'incubation) | Azot w ciele i w błonach płodowych zarodka
(Azote de l'embryon et de ses membranes)
mg | Azot w cieczy z omocznii
(Azote du liquide contenu dans l'allantois)
mg | Stosunek azotu przyswojonego do azotu rozpadowego
(Rapport de l'azote assimilé à l'azote désassimilé) |
|------------------------------|--|--|---|--|
| 12
13 | X | 18.9
15.1 | 1.2
0.7 | 15.4
20.7 |
| 11
15 | XII | 51.6
75.0 | 1.4
4.2 | (37.9) ?
18.1 |
| 18 | XIV | 89.4 | 5.5 | 16.4 |
| 20 | XVI | 216.4 | 14.1 | 15.3 |
| 6
7 | XVIII | 384.1
242.6 | 23.8
12.0 | 16.1
20.1 |

Podane powyżej na tabeli III wyniki tej serii oznaczeń uwiadcniają, że ilość białka, ulegającego rozpadowi, jest wprost proporcjonalna do ilości białka zorganizowanego, że stosunek azotu białka zdezasymlowanego do azotu białka przyswojonego ma się jak 1 : 17.5¹⁾, czyli przeciętnie 5.73% białka, zawartego w jajku niewylęganem, ulega w czasie rozwoju embrjonalnego rozpadowi.

¹⁾ Oznaczenia, wykazujące zbyt duży stosunek białka zasymilowanego do zdezasymlowanego, ominęłam z braku pewności, czy wszystka ciecz z omocznii została wybrana. Ta sama wątpliwość wysuwa się w stosunku do oznaczenia azotu omoczniewego w jajku Nr. 11 (p. tabela III).

Stąd możemy więc, czyniąc założenie, że i w stadjach końcowych rozwoju kurczenia procesy rozpadowe pozostają w tymże stosunku do zjawisk asymilacyjnych, przyjąć, że potrzeby energetyczne zarodka pokrywane są nie tylko kosztem spalania tłuszczów, lecz i kosztem rozpadu białka, co przeczy poglądom, utartym w literaturze. Tangl ('08) mianowicie, na podstawie swych badań termodynamicznych wnioskuje zgodnie z Liebermann'em, że źródłem energii chemicznej w czasie embrjogenezy kurczenia są tłuszcze zawarte w żółtku, zaś Bohr i Hasselbalch ('00 i '03) w wydzielonym przez kurczę dwutlenku węgla i na zasadzie produkcji ciepła znajdują ilość węgla, odpowiadającą ubytkowi tłuszczów żółtka w czasie wylęgu, którego kosztem według Liebermann'a odbywać się ma wyłącznie przemiana materji kurczenia. Nieścisłość tego twierdzenia odnośnie do energii rozwojowej jaj pstrąga wykazuje Gortner w pracy powyżej cytowanej.

Udział białka w przemianie energii kurczenia wynosi, według danych, osiągniętych w moich poszukiwaniach, od 3.57% do 7.07%. Liczby te otrzymuję ze stosunku energii, pochodzącej z przemiany białkowej, do ilości energii, wyprodukowanej w ciągu 18-tu dni, którą obliczyłam na zasadzie krzywej Bohr'a i Hasselbalch'a ('03) ¹⁾.

Wyniki poszukiwań nad rozmieszczeniem czterech wspomnianych frakcyj azotowych w zarodkach i białku, nieużytkowanym dla spraw rozwojowych, podaję poniżej na tabeli IV. Wykazują one, że w czasie rozwoju embrjonalnego zachodzi wyraźne przemieszczenie poszczególnych frakcyj aminokwasów w kierunku jak gdyby wypierania azotu dwuaminowego przez azot jednoaminowy; istotnie, w zarodkach czternastodniowych zawartość kwasów jednoaminowych wynosi 58.15% azotu ogólnego, kwasów zaś dwuaminowych — 33.25%, podczas gdy w 18 ym dniu rozwoju ustosunkowanie tych kwasów zmienia się na korzyść kwasów jednoaminowych (64.07 i 27.49%) i jest prawie takie same, jak w sumie związków azotowych jajka na początku rozwoju.

Stwierdzenie tego faktu stać się powinno punktem wyjścia dla dalszych poszukiwań nad składem białka w stadjach wcześniej

¹⁾ Patrz str. 426 cytowanej pracy.

szych, w których spodziewać się należy jeszcze wybitniej wyrażonej przewagi kwasów dwuaminowych (por. skład aminokwasowy białek w plemnikach).

TABELA IV

| Substancja analizowana
(Substance analysée) | | Liczba hydroliz wykonanych
(Nombre des hydrolyses) | Średnia zawartość w hydrolizacji frakcyj azotowych w % azotu ogólnego
(Quantités moyennes d'azote dans les fractions azotés, en % de l'azote total) | | | | Suma azotu znalezionego
(Azote total trouvé dans les fractions) | Różnica między ilością azotu ogólnego a ilością azotu znalezionego we frakcjach
(Différence entre la quantité totale de l'azote et la somme de l'azote trouvée dans les fractions) |
|--|---|---|--|-------------------------|---|--|--|---|
| | | | Amoniak
(Ammoniaque) | Melaniny
(Mélanines) | Kwasy jednoami-
nowe
(Acides mono-
aminés) | Kwasy dwuami-
nowe
(Acides diaminés) | | |
| Jaja niewylęgane
(Oeufs fraîchement pondus) | Białko
(Blanc d'oeuf) | 3 | 6.64 | 2.18 | 64.52 | 26.66 | 99.78 | -0.22 |
| | Żółtko
(Jaune d'oeuf) | 3 | 7.88 | 0.73 | 66.02 | 25.37 | 98.88 | -1.12 |
| | Białko z żółtkiem;
wartości obliczone
(Blanc et jaune d'oeuf;
valeurs calculées) | | 7.14 | 1.60 | 65.12 | 26.14 | — | — |
| Jaja wylęgane
(Oeufs incubés) | Zarodki 14-dniowe
(Embryons
de 14 jours) | 3 | 5.58 | 3.02 | 58.15 | 33.25 | 100.74 | +0.74 |
| | Zarodki 18-dniowe
(Embryons
de 18 jours) | 3 | 5.98 | 2.46 | 64.07 | 27.49 | 100.66 | +0.66 |
| | Białko i żółtko jaj
w 18-ym dniu wylęgu
(Blanc et jaune d'oeuf
18-me jour d'incuba-
tion) | 3 | 7.14 | 1.45 | 64.77 | 26.64 | 100.00 | -0.01 |

Repartycję i ilość azotu w jajku niewylęganem i po ośm-nastu dniach wylęgu przedstawia tab. V.

Nadwyżkę azotu w jajku wylęganem (18-ty dzień) możemy objaśnić tylko różnicami indywidualnymi w wadze jaj (por. trudności metodyczne w pracy Tangl'a i Mituch'a [08]). Dane,

osiągnięte w powyższych moich poszukiwaniach, pozwalają ustalić w przybliżeniu udział tych dwu grup aminokwasów nie tylko w zjawiskach przyswajania białka, lecz i w zjawiskach o charakterze rozpadowym. W obliczeniach poniżej podanych chodziło mi jedynie o ogólną orientację w tej sprawie, poruszonej ostatnio przez Abderhalden'a, Kempe'go i Gortner'a.

TABELA V

| Substancja analizowana
(Substance analysée) | | Substancja sucha w jednym jajku
(Substance sèche d'un oeuf)
g | Zawartość azotu w badanej substancji
(Teneur en azote)
% | Ilość azotu, zawarta w substancji jednego jajka
(Quantité absolue d'azote contenue dans un oeuf)
g |
|--|--|---|--|--|
| Jaja niewylęgane
(Oeufs frais) | Białko
(Blanc d'oeuf) | 3.3503 | 14.07 | 0.4714 |
| | Żółtko
(Jaune d'oeuf) | 7.4998 | 4.23 | 0.3172 |
| Jaja wylęgane
(Oeufs incubés) | Zarodki 18-dniowe
(Embryons de 18-me jours) | 3.3594 | 10.19 | 0.3423 |
| | Białko i żółtko niezresorbowane w 18-ym dniu wylęgania
(Blanc et jaune d'oeuf non résorbés au 18-me jour de l'incubation) | 6.6628 | 7.05 | 0.4697 |

W obliczeniach tych przyjęłam na podstawie wyników, podanych w tabelach III i IV, że w 18-ym dniu rozwoju na 100 gr. azotu, zawartego w jajku, przypada na białko zorganizowane, t. j. wchodzące w skład ciała i błon zarodka, 41.16 gr. N, w białku zaś nieużytkowanym, składającym się z resztek białka i żółtka, znajduje się ogółem 56.48 gr. azotu, przyczem 2.36 gr. (t. j. 5.73%) azotu zostało rozłożone i wydalone do omocznii.

Liczby zaś, zestawione na tabeli IV, umożliwiają wyliczenie zawartości czterech frakcyj azotowych w 100 gr. białka jaj niewylęganych i po ośmnastu dniach rozwoju. Po odjęciu od siebie liczb odnośnych okazuje się brak w 18-ym dniu rozwoju 2.17 gr. azotu jednoaminowego i 65 mgr. azotu amonjakalnego.

Procesy rozpadu białkowego w rozwoju kurczęcia odbywają się zatem przeważnie kosztem dwu frakcyj azotowych białka, t. j. kwasów jednoaminowych i amonjaku, których azot wydziela się w produktach przemiany, gromadzących się w omoczni. Pozatem, obliczenie wykazuje przyrost w 18-ym dniu rozwoju melanin i kwasów dwuaminowych; wobec jednak małych wartości liczb odnośnych sprawę udziału tych dwu frakcyj azotowych w zjawiskach dezasymlacji nie możemy uważać za ostatecznie wyświetloną. Wyniki badań Gortner'a nad rozwijającymi się jajami pstrąga wykazują również znaczny udział kwasów jednoaminowych w procesach dezasymlacji białka.

RÉSUMÉ

Les nombreux auteurs qui ont étudié le développement des embryons au point de vue physiologique se sont fort peu occupés des processus chimiques qui s'accomplissent en même temps. Le but de mes recherches a été d'éclaircir les changements que subissent les protéines pendant le développement de l'embryon du poulet et d'établir le rapport entre la quantité d'azote de la matière organisée et de la substance désassimilée.

Les résultats obtenus (v. tables I—V du texte polonais) peuvent être résumés de la manière suivante:

La quantité d'azote désassimilé est proportionnelle à la quantité d'azote de la matière organisée: à 17 gr. d'azote des substances assimilées revient environ un gramme d'azote désassimilé qu'on retrouve dans le liquide de l'allantoïs. Ceci permet de conclure que non seulement les graisses, mais aussi les protéines constituent une source d'énergie pour le développement de l'embryon (table III).

Le poids des embryons et la quantité d'azote correspondante augmentent au cours du développement, mais le pourcentage d'azote diminue avec l'âge des embryons (tables I et II).

La composition des protéines qui constituent le corps de l'embryon change durant les différentes périodes du développement (tables IV et V).

PIŚMIENICTWO

- Abderhalden E. u. Kempe M. 1907. Vergleichende Untersuchungen über den Gehalt von befruchteten Hühnereiern in verschiedenen Entwicklungsperioden an Tyrosin, Glykokoll und Glutaminsäure. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **53**.
- Bohr Ch. u. Hasselbalch K. 1903. Über die Wärmeproduktion und den Stoffwechsel des Embryos. Skand. Arch. f. Physiologie. **14**.
- Buglia C. et Constantino A. 1913. Contribution à la chimie embryonnaire. Arch. ital. de Biologie. **60**.
- Fridericia L. S. 1912. Untersuchungen über die Harnsäureproduktion und die Nukleoproteidneubildung beim Hühnerembryo. Skand. Arch. f. Physiol. **26**.
- Gortner A. 1913. Studies on the chemistry of embryonic growth. I. Certain changes in the nitrogen relations of developing trout eggs. Journ. of Americ. Chemical Society. **35**.
- Hasselbalch K. A. 1900. Über den respiratorischen Stoffwechsel des Hühnerembryos. Skand. Arch. f. Physiol. **10**.
- Liebermann L. 1888. Embryochemische Untersuchungen. Arch. f. ges. Physiol. **43**.
- van Slyke D. 1911. Die Analyse von Eiweisskörpern durch Bestimmung der chemisch charakteristischen Gruppen der verschiedenen Aminosäuren. Abderhalden's Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. Bd. V—2.
- Tangl F. 1902. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. Die Entwicklungsarbeit im Vogelei. Arch. f. ges. Physiol. **93**.
- Tangl F. u. Mjtuch A. 1908. Weitere Untersuchungen über die Entwicklungsarbeit im bebrütetem Hühnerei. Arb. auf dem Gebiete der chem. Physiologie.

PRACE ZAKŁADU NEUROBIOLOGJI INSTYTUTU im. M. NENCKIEGO

(Towarzystwo Naukowe Warszawskie)

Tom III (1921) № 1.

TRAVAUX DU LABORATOIRE NEUROBIOL. DE L'INSTITUT M. NENCKI

(Société des Sciences de Varsovie)

Tome III (1921) № 1.

MARTA ERLICHÓWNA.

O wpływie naświetlania grasicy małemi dawkami promieni Röntgena.

L'action des rayons de Roentgen de faible intensité sur le thymus.

Celem moich prac jest ustalenie korelacji pomiędzy zmianami we krwi a gruczołami o wewnętrznem wydzielaniu. Doświadczenia niniejsze miały na celu sprawdzenie, jakiego stopnia i jakie zmiany można wywołać przez naświetlanie grasicy małemi dawkami promieni X. Wiadomo mi było z piśmiennictwa, że duże i średnie dawki promieni Röntgena wywołują w grasicy bardzo znaczne zmiany, że następuje uszkodzenie tkanki limfoidalnej, aż do jej rozpadu (Régaud, Bordet, Crémieu, Aubertin i Bordet), można więc było przypuścić, że operując bardzo krótko małemi dawkami, uda się może otrzymać efekt przeciwny, to jest wywołać podrażnienie, względnie i przerost tego gruczołu. Możliwem było również, że małe dawki nie wywołają żadnych zmian ani w jednym, ani w drugim kierunku. Okazało się jednak, że nawet minimalne dawki promieni Röntgena mogą wywołać uszkodzenia tkanki mniejszego stopnia, ale podobne do opisanych przez wymienionych autorów przy stosowaniu średnich i dużych dawek. Jednocześnie pod wpływem tego zabiegu występują we krwi objawy niedokrwistości mniejszego lub większego stopnia.

Do ogłoszenia wniosków opartych na nielicznych doświadczeniach skłania mnie jednolitość wyników, zwłaszcza ze strony krwi.

Do badań moich użyłam 7 królików: 3 króliki 4-ro miesięczne, 4 króliki 3—4-ro tygodniowe. Z każdego rzutu zachowałam po jednym króliku dla kontroli wagi i krwi oraz badań anatomopatologicznych. Pozatem dwa króliki: jednego cztero-tygodniowego i jednego 1½ rocznego zużyłam dla skontrolowania, czy naświetlanie innej okolicy u królika małego, a mostka u królika dużego, którego grasica jest w zaniku, nie wywoła podobnych zmian we krwi, a więc niezależnie od grasicy. Zaznaczam tu, że według danych Hammar'a grasica u królika jest u szczytu rozwoju w 4-tym tygodniu życia, zaczyna się powoli zmniejszać od 6-go miesiąca, od roku już trudno jest odnaleźć ją na sekcji.

Naświetlania dokonywano w pracowni d-ra Judta, który, poza stroną czysto techniczną, dopomógł mi również i w naukowym wyjaśnieniu rentgenologicznej strony doświadczeń.

Naświetlano górną część mostka w ciągu 1 do 5 minut przez filtr aluminiowy 1 mm., stosowano 1—4X=1/2—2H Holzknechta, przy odległości ogniskowej 20 cm.

Doświadczenie poprzedzało trzykrotne ważenie zwierzęcia badanie krwi w celu ustalenia normy. Następnie ważono i badano krew w dzień naświetlania i codziennie w ciągu 2—3 tygodni, potem co kilka dni.

Do badania krwi i skrawków używałem barwników: Kleina, May-Grundwald-Giemsy, hematoksyliny, eozyiny, tioniny, Nissl'a, van Gieson'a.

Przytaczam w skróceniu protokoły, ażeby się nie powtarzać, szczegóły badania krwi omówię razem na innym miejscu.

Królik № 1-szy, 3½ miesiąca. Waga 1000 gr.

28/VIII, hemoglobiny 74°, czerwonych ciałek 5200000, białych ciałek 5000, limfocytów 73%, pseudoeozynochłonnych 28%, zasadochłonnych 1%. Płytki w ilości normalnej. Krew czerwona, wypływa dobrze, krzepnie szybko.

29/VIII, naświetlanie okolicy grasicy minut 5,2H.

30/VIII, hemoglobiny 58°, białych ciałek 5000, limfocytów 50%.

2/IX, osowiały, nie chce żreć. Waga 900 gr. Hemoglobiny 45°, czerwonych ciałek 3920000, białych ciałek 6600.

5/IX, waga 800 gr. (Kontrolowe 1050 i 1250). Nie je, osłabiony. Hemoglobiny 41^o, czerwonych ciałek 3900000 (Kontrola Hb 71). Krew blada, wodnista.

6/IX, królik padł. Sekcja: tkanka podskórna uboga w tłuszcz, płuca wolne, lewy górny płąt przekrwiony. Serce, tarczyca, mięśnie, kości, nerki, nadnercza, układ nerwowy mają wygląd normalny.

Grasica: waga 0,2 grama. Długość 1 cm., szerokość 0,75 cm., wygląd galaretowaty, spoistość miękka, budowa zrazikowata niewidoczna, miejscami przekrwiona. Wątroba przekrwiona. Szpik kostny barwy malinowej. Śledziona przekrwiona. Kości bez zmian.

Badanie drobnowidzowe: skrawki z serca, tarczycy, nerek, nadnerczy, mięśni wykazują dobrze zachowaną budowę. W skrawkach z płuc, wątroby i śledziona nieznaczny stopień przekrwienia. Szpik kostny bogaty w elementy komórkowe, znaczna przewaga czerwonych nad białymi, liczne postaci jądrzaste, normo- i megaloblasty, niektóre w okresie karyokinezy.

Skrawki z *grasicy*. Tkanki gruczołowej bardzo mało, leży przeważnie w postaci pasem, gdzieniegdzie jakby resztki zrazików. Budowa zrazikowata, zupełnie zatarta. W tkance gruczołowej spostrzega się prawie wyłącznie komórki małe z jądrami ciemno zabarwionymi, bez wyraźnej budowy chromatyny. Wśród nich gdzieniegdzie większe jądra podłużne, barwiące się jasno. Ukrwienie dość silne. Dokoła resztek gruczołu tkanka łączna przedstawia się w postaci masy różowej, pasmowatej, wśród której widoczne są duże podłużne jądra, jasno zabarwione. Ciałka Hassala niewidoczne.

U królika 1 po naświetlaniu grasicy wystąpiły: spadek wagi i niedokrwistość; zejście po 8 dniach. Znalezione znaczne zmniejszenie się grasicy (norma 0,5 — 1 gr.), zmiany rozpadowe tego narządu oraz objawy podrażnienia ze strony szpiku kostnego.

Królik № 2, 4 miesiące.

19/IX, waga 1000 gr. Hb. 80^o, czerwonych ciałek 5800000, białych ciałek 8000, limfocytów 42%, pseudoeozynochłonnych 54%, zasadochłonnych 4%, płytki w ilości normalnej.

20/IX, Röntgen, 4', 4X = 2H.

23/IX, waga 900 gr. Hb. 70^o, płytki w ilości normalnej.

W ciągu 8 dni stopniowy spadek hemoglobiny.

28/IX, waga 1250 gr., hemoglobiny 50^o, czerwonych ciałek 3860000, białych ciałek 10000. Ilość płytek zwiększona. Nieswój.

W ciągu następnych 8 dni podniesienie się hemoglobiny do 64^o i poprawa stanu. Przez następne 8 tygodni wahania od 54^o do 45^o i do 64^o. Odsetek limfocytów po spadku z 42% do 28% podniósł się stopniowo do 64% w ciągu 3 tygodni. Waga po jednorazowym spadku unormowała się z wagą królika kontrolowego.

1/V, padł po kilkudniowym niedomaganiu z przyczyn niewyjaśnionych.

Badanie anatomiczne: sporo tkanki tłuszczowej, w śródpiersiu śladów grasicy nie udało się wykryć. Płuca, serce, nerki, śledziona, nadnercza, kości, mięśnie, mózg, rdzeń mają wygląd normalny. Wątroba barwy żółtawej, rysunek zatarty.

Skrawki z wątroby—wybitne stłuszczenie komórek.

Skrawki z pozostałych narządów wykazują normalną budowę.

Szypik kostny zawiera mało tkanki tłuszczowej, nieznaczna przewaga elementów czerwonych nad białymi, liczne normoblasty. Śród białych komórek przeważają postaci ziarniste. W tkance tłuszczowej śródpiersia nie wykryto śladów grasicy.

U królika № 2 po naświetleniu grasicy nastąpiła reakcja mniej silna niż u pierwszego, chwilowe tylko zahamowanie wagi, niedokrwistość, która wyrównała się po pewnym czasie. Królik padł w 10-tym miesiącu życia w okresie zupełnej inwolucji grasicy.

Królik № 3, 4 miesiące.

21/IX, waga 1000 gr. Hemoglobiny 70^o, czerwonych ciałek 5100000, białych ciałek 8100, limfocytów 70%.

22/IX, naświetlanie grasicy: 2 minuty—1H.

23/IX, waga 900 gr., w ciągu następnych dni waga zaczęła się podnosić, ale wyrównała się z królikiem kontrolującym dopiero po 3 tygodniach.

25/IX, Hemoglobiny 60^o, limfocytów 37%, białych ciałek 8000.

28/IX, Hemoglobiny 48^o, limfocytów 21%.

3/X, Hemoglobiny 47^o, białych ciałek 6400, czerwonych ciałek 3200000, limfocytów 20%.

W ciągu miesiąca wszystkie wartości wyrównały się. Padł w 11-tym miesiącu, w warunkach podobnych do poprzedniego.

Badanie sekcyjne wykazało jedynie nieznaczne stłuszczenie wątroby. Grasicy nie znaleziono. Badanie skrawków z narządów wykazało normalną ich budowę. Szpik kostny identyczny z poprzednim. Widzimy tu zupełnie taki sam odczyn jak u królika 2-go: przemijające zahamowanie wagi i niedokrwistość. Królik kontrolujący z tego samego rzutu co trzy poprzednie ważył 25/X 1750 gr., gdy drugi ważył 1300, a trzeci 1350. Hemoglobiny miał 65°, czerwonych ciałek 5240000, gdy wartości te wynosiły u № 2-go 45° i 4000000 u № 3-go 50° i 3800000.

Serja druga. Królik № 4-ty, 3½ tygodnia.

29/X, waga 400 gr. Hemoglobiny 80°, czerwonych ciałek 5400000. Wskaźnik refraktometryczny 1,3458=5.70% białka, limfocytów 67%, płytki w ilości normalnej.

29/X, naświetlanie grasicy przez minutę 1X—1/2H.

31/X, waga 400 gr. Hemoglobiny 71°, wskaźnik refraktometryczny 1,3468=6.29% białka.

2/XI, waga 400 gr. Hemoglobiny 65°, czerwonych ciałek 4800000, wskaźnik refraktometryczny 1,3480=6.97% białka. Płytki w ilości zwiększonej, limfocyty 52%.

14/XI, waga 550 gr. wskaźnik refraktometryczny 1,3465, bardzo dużo płytek. Hemoglobiny 60°, czerwonych ciałek 4,80000. W ostatnich dniach osowiały. Padł 19/XI.

Płuca, serce, nadnercza, mózg, rdzeń o wyglądzie normalnym. Wątroba, nerki i śledziona przekrwione.

Grasica waży 0,3 gr. (u królika kontrolującego 0,9) silnie przekrwiona, budowa zrazikowata dobrze zachowana. Szpik czerwony zawiera mało tłuszczu.

Badanie drobnowidzowe: skrawki z serca, płuc, mięśni, mózgu, rdzenia, nadnerczy, tarczycy wykazują normalną ich budowę. W mięśniach żadnych zmian nie wykryto.

U królika № 4-ty znajdujemy nieznaczne obniżenie hemoglobiny, przekrwienie i zmniejszenie się grasicy. Skrawki z wątroby, śledziony i nerek wykazują dość znaczny stopień przekrwienia.

Skrawki z *grasicy*: budowa dobrze zachowana, zraziki duże, istota korowa różni się wyraźnie od istoty rdzeniowej. Rozpadu komórek nie widać. Ciałka Hassal'a w ilości normalnej. Naczynia mocno wypełnione krwią. Miejscami wylewy do tkanki.

Szpik kostny: mało komórek tłuszczowych. Elementy czer-

wone i białe mniejwięcej w równym stosunku. Nieliczne ciała czerwone jądrzaste.

U królika № 4-ty widzimy względnie słaby wpływ naświetlania na krew — obniżenie hemoglobiny tylko do 60°, w grasicy jedynie silne przekrwienie. Trudno powiedzieć czy królik ten padł w związku z naświetleniem grasicy.

Królik № 5-ty, 3½ tygodnia.

5/XI, waga 400 gr., wskaźnik refraktometryczny 1.3459—5.78%. Hemoglobiny 71°, czerwonych ciałek 5200000, białych ciałek 4800. Naświetlanie grasicy przez 1 minutę 1X=½H.

7/XI, Hemoglobiny 59°, czerwonych ciałek 48000, wskaźnik refraktometryczny 13456=6.12%, waga 500 gr.

9/XI, Hemoglobiny 40°, czerwonych ciałek 3840000.

Przez następne dni powolne podnoszenie się wartości czerwonych ciałek do normy.

Padł 1/XII, (7 tygodni).

Płuca wolne, serce, tarczyca, mięśnie, kości, mózg, rdzeń, nerki, nadnercza, wątroba mają wygląd normalny.

Grasica mała, waga 0,3 gr. (norma 0,9), spistości miękkiej, miejscami wygląd galaretowaty, budowa zrazikowata zatarta. Szpik kostny czerwony.

Skrawki z wymienionych narządów, wyjąwszy grasicę, wykazują normalną ich budowę.

Skrawki z *grasicy*: Zraziki małe, naczynia zarówno między zrazikami, jak wewnątrz zrazików są mocno wypełnione krwią, przestrzenie między zrazikami duże, wypełnione dużą ilością tkanki łącznej. W tkance tej widzimy jądra barwiące się jasno, kształtu wrzecionowatego (młoda tkanka łączna). Miejscami wylewy krwi.

Komórki znajdujące się w środku zrazika barwią się mocniej znacznie od znajdujących się na obwodzie. Jądra tych komórek są okrągłe lub wielokątne, barwią się ciemno; gdziekolwiek tylko spotyka się jądra większe, jaśniej zabarwione. Komórki leżące na obwodzie mają jądra duże, owalne, o niewyraźnej, szarawo się barwiącej chromatynie. Wśród tych komórek rzadka widoczne są małe, okrągłe komórki z ciemno barwiącymi się jądrami. Tu i owdzie widoczny jest rozpad jądra.

Ciałek Hassal'a nie znaleziono.

U królika № 5-ty naświetlanie grasicy wywołało niedokrwistość średniego stopnia oraz wybitne zmiany w mięszu grasicy.

Szpił kostny: liczne komórki, nieznaczna przewaga elementów czerwonych nad białymi.

Dużo normoblastów i megaloblastów.

Serja trzecia, 3—4 tygodni.

Królik № 6-ty. Waga 650 gr. Hemoglobiny 75^o, czerwonych ciałek 5140000, białych ciałek 6400. Wskaźnik refraktryczny 1.3475—6.69% białka.

Trzykrotne naświetlanie grasicy w przerwach 14-dniowych.

1-e naświetlanie d. 7/V 1½ min. ½ H

2-e „ „ 21/V 5 „ ½ H

3-e „ „ 5/VI 5 „ ½ H

Po pierwszym naświetleniu spadek wagi do 615 gr., następnie waga podnosiła się stopniowo pomimo drugiego naświetlenia, tak jak u królika kontrolującego. Po trzecim naświetleniu jednorazowy mały spadek z 980 gr. do 930 gr., który się szybko wyrównał.

Hemoglobina i czerwone ciała po pierwszym naświetleniu: d. 7/V, 63^o; czerwonych ciałek 4800000, wskaźnik refraktryczny 1.3489=7.50% białka.

d. 10/V, 80^o; czerwonych ciałek 5120000, wskaźnik refraktryczny 1.3488=7.50% białka.

Po drugim naświetleniu hemoglobina obniża się stopniowo w ciągu 10 dni do 57^o, czerwone ciała do 4000000, po trzecim naświetleniu spadek do 50^o i 3800000 czerwonych ciałek.

Dnia 12/VI zabity za pomocą powieszenia.

Protokół sekcyjny:

Płuca wolne, w sercu, płucach, tarczycy, mięśniach, kościach, wątrobie, śledzionie, nerkach, nadnerczach brak zmian mikroskopowych.

Szpił kostny czerwony.

Grasica przykrywa górną część worka osierdziowego mniej więcej do połowy, podczas gdy u kontrolującego przykrywała całe serce; przekrwiona; waży 0,8 gr. (kontrolujący — 1,85 gr.), budowa zrazikowata zaznaczona.

Skrawki z wyżej wymienionych narządów, wyjąwszy grasice, wykazują normalną ich budowę.

Skrawki z *grasicy*: znaczne przekrwienie wszystkich naczyń,

zraziki wyraźne, stosunkowo niewielkie; przestrzenie pomiędzy nimi spore w porównaniu z królikiem kontrolującym. Komórki bez zmian. Istota korowa i rdzeniowa dobrze odgraniczone. Dość liczne ciała Hassal'a. Szpik kostny zawiera bardzo liczne elementy komórkowe.

U królika № 6 widzimy zmniejszenie się czerwonych wartości po każdym naświetlaniu, zmniejszenie się objętości grasicy i jej zrazików, przy znacznym przekrwieniu tego gruczołu.

Królik № 7.

Waga 500 gr. Hemoglobiny 78^o, czerwonych ciałek 5200000; białych ciałek 4000.

Naświetlany w te same dni i w ten sam sposób, jak królik № 6.

Waga pomimo naświetlania podniosła się stopniowo w ciągu 23 dni z 550 do 880 gr. Ilość hemoglobiny i liczba czerwonych ciałek spadły po pierwszym naświetlaniu:

57^o 4.600.000

po drugim naświetlaniu:

50^o 3.780.000

poprawa: 70^o 4.360.000

po trzecim naświetlaniu:

54^o 3.600.000

% limfocytów spadł od 4/V do 17/V z 60^o/_o do 28^o/_o, potem podniósł się, pomimo trzeciego naświetlania do 61.5%.

Dnia 12/VI zabity przez powieszenie.

Protokół sekcyjny.

W płucach, sercu, wątrobie, śledzionie, nerkach, nadnerczach, mięśniach, kościach, mózgu, rdzeniu brak zmian makroskopowych.

Grasica waży 0,9 gr. (kontrolujący 1.85 gr.) budowa zrazikowata zachowana.

Skrawki z wymienionych narządów wykazują normalną ich budowę.

Skrawki z *grasicy*: Zraziki małe, przestrzenie pomiędzy nimi znacznie szersze. Istota korowa wyraźnie odgraniczona od rdzeniowej. Ciałek Hassal'a mało. Istota korowa jest stosunkowo węższa, istota rdzeniowa rozrzedzona. Komórki istoty rdzeniowej są jakby porozsiewane, między nimi znajdują się wolne

przestrzenie. Jądra komórek istoty rdzeniowej są miejscami jakby skurczone. W komórkach istoty korowej nie widać zmian.

U królika № 7-my stwierdzamy niedokrwistość, podtrzymywaną wyraźnie przez powtarzanie naświetlania oraz zmiany wsteczne w grasicy.

Królik № 8-my (z serji trzeciej).

Miał naświetlane trzykrotnie tylne łapki w tych samych warunkach co króliki № 6-ty i 7-my.

d. 4/V waga 570 gr. hemoglobina 71°, czerwone ciała 5100000, 66% białka.

d. 6/V waga 607 gr. hemoglobiny 71°, czerwone ciała 5160000, 6,75% białka.

d. 22/V waga 795 gr. hemoglobiny 72°, czerwone ciała 5240000.

Sekcja po powieszeniu wykazała *grasicę*, która przykrywała cały worek sercowy.

Waga grasicy 1.85 gr.

Skrawki z *grasicy* wykazały zupełnie normalną jej budowę; zraziki duże, liczne ciała Hassal'a, przestrzenie pomiędzy zrazikami bardzo wąskie. Istota korowa różni się wybitnie od istoty rdzeniowej.

Naświetlanie łapek u królika № 8-my nie wywołało żadnych zmian w obrazie krwi.

Królik № 9-ty, 1½ roku.

Naświetlanie okolicy grasicy w odstępach 10-dniowych. Hemoglobiny 75°, czerwonych ciałek 5400000.

d. 1/VI naświetlany 5' 3X, dn. 10/VI—10' 3X, dn. 17/VI—10' 3X.

d. 3/VI hemoglobiny 76°, czerwonych ciałek 5600000

d. 11/VI " 77°

d. 20/VI " 76° " " 5540000

Na sekcji grasicy nie wykryto.

Naświetlanie górnej części mostka u królika dojrzałego nie wywołało żadnych zmian w obrazie krwi.

Piśmiennictwo, dotyczące zmian *anatomopatologicznych* w grasicy pod wpływem jej naświetlania promieniami Roentgena jest dość ubogie. Rundberg pierwszy badał zmiany grasicy pod wpływem promieni X (dawek referat nie podaje). Wywoływał on rozpad limfocytów już w 3½ godziny po naświetla-

niu i, zależnie od długości trwania eksperymentu, w krótkim czasie, mniejszy lub większy stopień zmian wstecznych (involutio), przypominających zupełnie zmiany wsteczne, występujące w miarę dojrzewania zwierzęcia.

Aubertin i Bordet stosowali u małych kotów w okolicy grasicy 10H w ciągu 1½ godz. Badanie drobnowidzowe skrawków grasicy wykazało rozległe zmiany: rozpad jąder limfocytów, następnie zanik tkanki limfoidalnej. W późniejszych okresach stwierdzali oni znaczne powiększenie się ciałek Hassal'a, wewnątrz których znajdowały się resztki zniszczonych limfocytów. Po powtórnem naświetlaniu na miejsce limfocytów wrały komórki nabłonkowe, prawdopodobnie pochodzenia łącznotkankowego.

Régaud i Crémieu naświetlali okolicę grasicy kotów i królików przez 10 do 30 minut stosując dawkę 14H. U zwierząt zabijanych po upływie kilku dni, stwierdzali oni wybitne uszkodzenie grasicy, aż do zaniku tkanki limfoidalnej. Po 2-tych tygodniach następowało zupełne odrodzenie tkanki grasicy. Jeśli dawki powtórzono, wtedy nie następowała regeneracja.

Birk naświetlał u małych dzieci grasicę, znajdującą się w stanie przerostu: 8 — 9H w ciągu 10 minut, kilkakrotnie co kilkanaście dni. Prześwietlanie wykazało we wszystkich przypadkach zmniejszenie się cienia grasicy niekiedy do połowy, przy dobrym stanie ogólnym. Niekiedy, po pewnym czasie, grasica nieco się powiększała, następowało więc odrodzenie tkanki.

Przejrzymy teraz zmiany otrzymane w grasicy po naświetleniu tego gruczołu małymi dawkami promieni Roentgena.

Najwybitniejsze zmiany widzimy u królika № 1, wybitne u królika № 5-ty. Grasica № 1-go ważyła tylko 0,2 gr. (norma według Soederlunda 1—2 gr.) № 5—0,3 gr. zamiast 1—1,5 gr. U pierwszego królika pozostały tylko resztki tkanki gruczolowej, o której zaledwie domyślać się możemy jej przynależności do grasicy. Wszystkie przestrzenie pomiędzy temi resztkami gruczołu wypełnione są obrzękniętą tkanką łączną, nadającą makroskopowo grasicy wygląd galaretowaty. W mniejszym stopniu wygląd podobny miała grasica № 5-ty. Na taki charakter galaretowaty grasicy zwrócił uwagę Johnson w badaniach zmian wstecznych pochodzenia głodowego.

W grasicy № 5-ty widzimy pomiędzy zrazikami dużo zu-

pełnie młodej tkanki łącznej. Resztki gruczołu mają podobieństwo do zrazików, jednak nie odróżniamy tu ciemno barwiącej się istoty korowej od jasnej istoty rdzeniowej, przeciwnie, wskutek tego, że na obwodzie przeważają nad limfocytami komórki o dużych, jasnych jądrach, obwód zrazika wydaje się jaśniejszy od części środkowej. Według Biedl'a istota korowa jest wrażliwsza, ulega szybciej uszkodzeniu, odradzanie się jest intensywniejsze w istocie rdzeniowej. Dlatego w zmianach wstecznych, przypadkowych (choroby zakaźne, głodowanie), widzimy większą ilość limfocytów w istocie rdzeniowej niż w korowej, co w warunkach normalnych przedstawia się odwrotnie.

W grasicy № 7 my widzimy zmiany wsteczne, polegające na znacznym zmniejszeniu się całej grasicy—0,8 gr. (u kontrolującego 1,85 gr.), oraz zmniejszenie się zrazików i zwężenie istoty korowej. Według rysunków Söderlund'a (u Biedl'a), grasica ta wielkością zrazików odpowiada grasicy królika ośmiomiesięcznego. Królik ten żył niespełna 8 tygodni. U królików № 4-ty i № 6-ty stwierdzamy przekrwienie gruczołów i zmniejszenie wagi oraz zmniejszenie się wielkości zrazików przy dobrze zachowanym utkaniu obydwu grasic. Ciałka Hassal'a obecne.

Wreszcie u królików № 2-gi i № 3-ci, które padły w 10-tym i 11-tym miesiącu nie wykryłam nawet śladów grasicy, która wprawdzie w tym wieku zaczyna zanikać, ale powinna się wykryć jeszcze makroskopowo. Należy przypuszczać, że na skutek naświetlania nastąpiło przyspieszenie zmian wstecznych, co z wiekiem doprowadziło do zbyt szybkiego zaniku gruczołu.

Widzimy zatem, że naświetlanie najmniejszymi dawkami wywołało w moim materiale zmiany od nieznacznych do bardzo wybitnych. W porównaniu z badaniami Aubertin'a i Bordet'a, uderza u mnie brak ciałek Hassal'a w miarę występowania wybitnych zmian wstecznych. Zgadza się natomiast wyniki moje z wynikami Biedl'a, który również nie widział ciałek Hassal'a przy zmianach wstecznych pochodzenia głodowego.

Co do innych narządów, to badanie szpiku kostnego wykazało większe lub mniejsze objawy podrażnienia, zwłaszcza u królików № 1, 5 i 6-ty.

Zmian anatomicznych w tarczycy, nadnerczach, jajnikach względnie jądrach, nie wykryłam.

Zwróciłam szczególną uwagę na mięśnie z tego względu,

że istnieje związek pomiędzy cierpieniami mięśniowemi, a zaburzeniami w gruczołach o wydzielaniu wewnętrznem—że wymienię prace Guzińskiego, doświadczenia Matti'ego—zmiany zanikowe w mięśniach po wycięciu grasicy, oraz nacieczenia w mięśniach w myastenii—cierpienie, któremu towarzyszą zazwyczaj zmiany w grasicy. Jednakże badania skrawków mięśni z rozmaitych okolic u moich królików żadnych zmian nie wykazało. Pod względem klinicznym również nie zauważyłam żadnych objawów chorobowych ani ze strony mięśni, ani ze strony układu nerwowego. Notuję jedynie wzmogoną być może żywość odruchów z kończyn.

Omówimy dane z piśmiennictwa, dotyczące z jednej strony stosunku grasicy do krwi, z drugiej—wpływu promieni Roentgena na krew; w końcu rozpatrzmy się w tem, jaki wpływ wywiera na krew naświetlanie grasicy promieniami Roentgena.

Stosunkiem grasicy do krwi interesuje się niewielka liczba autorów, i tych zdania są podzielone. Większość autorów—Birk, Ghika—uważa grasicę za narząd limfotwórczy. Według Klose'go świadczy o tem fakt, że po wycięciu grasicy zmniejsza się, po transplantacji zaś—zwiększa liczba limfocytów we krwi; w przypadkach przerostu grasicy stwierdzał on we krwi limfocytozę. Hammar uważa małe okrągłe komórki grasicy za prawdziwe limfocyty. Seiler, Soli, Schubert widzieli leukopenję po wycięciu grasicy. Cozzolino, Matti sądzą, że niema żadnego związku pomiędzy grasicą a tworzeniem się limfocytów. Ostatni popiera to zdanie twierdzeniem, że po wycięciu grasicy brak jest przerostu narządów limfotwórczych (śledziony, gruczołów chłonnych). Lampe twierdzi, że grasicą nie wytwarza limfocytów, lecz jako gruczoł o wewnętrznem wydzielaniu panuje nad narządami limfotwórczemi za pośrednictwem nerwu błędnego.

Nieliczni autorowie, którzy zwracali uwagę na stosunek grasicy do czerwonych składników krwi, są zdania, że niema związku pomiędzy tym gruczołem a tworzeniem się krwi. Według Petrone'go, o braku zdolności hemopoetycznych grasicy świadczy brak zmian w grasicy w przypadkach ciężkiej niedokrwistości. Przeczą temu również Hart, Matti i Cozzolino. Noel nie znalazł zmian w liczbie czerwonych ciałek po wycięciu grasicy śwince morskiej.

Carbone stwierdził krótkotrwałą, przemijającą niedokrwistość po wycięciu grasicy świnie morskiej; Abelaus znalazł to samo u żaby, Tarulli u psa. Wyniki te zgadzałyby się z moimi, gdyby nie to, że po każdym krwawym zabiegu operacyjnym może chwilowo wystąpić niedokrwistość, bez względu na rodzaj operacji. Fakt ten niedość ściśle bywa uwzględniany w odnoszących pracach doświadczalnych.

Na odosobnionem stanowisku stoi Retterer, według którego czerwone ciała mogą powstawać z małych komórek grasicy; teoria ta nie posiada żadnych podstaw hematologicznych.

Schultz badał krew psów, którym Kloze wycinał grasicę. Przez czas dłuższy stwierdzał on normalny stan krwi dopiero po upływie kilku miesięcy, w okresie charłactwa występował nieznaczny stopień niedokrwistości — do 55^o hemoglobiny.

Nie wiemy natomiast prawie nic o tem, jak zachowuje się krew pod wpływem naświetlania grasicy dużemi i średniemi dawkami promieni X. Birk utrzymuje, jako by zwiększała się przytem liczba czerwonych ciałek, ale sam tego nie sprawdzał. Istnieje natomiast spore piśmiennictwo, dotyczące zmian we krwi pod wpływem ogólnego naświetlania promieniami Roentgena.

Helber po bardzo długim, 20—70 godzinnem naświetlaniu małych królików średniemi dawkami promieni X, wywołał niedokrwistość: 45^o hb. i 3.600.000 czerwonych ciałek, ale dopiero wtedy, gdy wystąpiło silne wyniszczenie. O podobnym wyniku wspomina Hirschfeld. Linser otrzymywał nieznaczne obniżenie odsetka hemoglobiny. W doświadczeniach Biondiego autor widział normoblastozę i polychromatofilię. Krause nie otrzymał żadnych prawie wahań w ilości hemoglobiny przez intensywne naświetlanie królików w ciągu 10 minut. Krause i Ziegler notują zwiększenie ilości hemoglobiny i ciężaru właściwego krwi u naświetlanych psów, zmniejszenie tych wartości u szczurów. Hawthorne, Quadrono, Gudzent spostrzegali pewne zwiększenie ilości hemoglobiny i liczby czerwonych ciałek po naświetlaniu ludzi; według ostatniego autora następuje tu zgęszczenie krwi. Z różnicy tych zdań wynika, że zależnie od gatunku zwierzęcia, czy też od innych warunków, naświetlanie ogólne promieniami X może wywołać po pewnym czasie nieznaczną hyperglobulję, lub też niedokrwistość nieznacznego stopnia. W żadnym z tych badań nie widzimy jednak działania szyb-

kiego, prawie natychmiastowego, które wykazują moje doświadczenia, zdaje mi się więc, że mam prawo spraw tych nie identyfikować a nawet działanie na krew naświetlania okolicy objętej z moich badań wykluczyć. Upoważniły mnie do tego zwłaszcza dopełniające badania z królikami №№ 8 i 9, u których naświetlanie okolic z wykluczeniem grasicy przy identycznej technice nie wywołało żadnych absolutnie zmian we krwi.

Muszę tu dodać uwagę, że badanie krwi w pracach doświadczalnych powinno być wykonywane szybko po doświadczeniu, gdyż inaczej wiele ciekawych zmian ujść może uwadze badacza, wnioski zaś mogą być zupełnie wadliwe.

Co się tyczy białych ciałek krwi, to działanie niszczące promieni Roentgena na te składniki jest obszernie opracowane klinicznie i doświadczalnie w piśmiennictwie, dotyczącem białaczki; zbytecznym więc byłoby te rzeczy powtarzać. Zaznaczyć jednak muszę, że po naświetlaniu grasicy dawkami znacznie mniejszymi od terapeutycznych, nie widziałam obniżania się ogólnej liczby białych ciałek, lecz tylko stale limfopenię, czego nie otrzymywałam u królików №№ 8 i 9. Widoczny więc jest związek i tych zmian z naświetlaniem grasicy.

Krew. Przejdę teraz do omówienia zmian we krwi w moich doświadczeniach. Z chwilą występowania niedokrwistości krew stawała się blada, wodnista, rozplywała się szybko po skórze, jednakże ranki po ukłuciu zasklepiały się szybko. Odchylen od normy w krzepliwości krwi nie zauważyłam ani razu.

W żadnym z doświadczeń nie wystąpiła niedokrwistość znacznego stopnia; najniższe liczby wynosiły 40^o hemoglobiny i 3.000.000 czerwonych ciałek. Spadek ilości hemoglobiny był prawie zawsze większy, niż obniżenie się liczby czerwonych ciałek; różnica ta nie była jednak znaczna. Istniała też różnica w czasie występowania obniżania się wartości, a więc u królika № 5 pierwszym objawem uszkodzenia krwi było nieznaczne zmniejszenie się liczby czerwonych ciałek; u trzech królików nastąpiło prawie jednocześnie obniżenie ilości hemoglobiny i czerwonych ciałek; u trzech niedokrwistość rozpoczęła się od wyraźnego zmniejszenia się ilości hemoglobiny.

Wskaźnik zabarwienia obniżył się tylko u królika № 1 do 0,6; u pozostałych zwierząt wahał się od 0,8—1.

Powrót do zupełnej normy czerwonych wartości nastąpił u królików większych (4 miesięcznych) po upływie 6—7 tygodni, u mniejszych (kilkotygodniowych)—po 2—3 tygodniach. W serji ostatniej—2 króliki, które pozostały przy życiu przez 4 tygodnie—trzykrotnie powtarzane naświetlanie grasicy przeszkodziło temu, żeby nastąpiła poprawa, co tembardziej upewniło mnie w przekonaniu o niewątpliwym związku pomiędzy zabiegiem a niedokrwistością.

Badanie preparatów krwi, świeżych i barwionych, wykazało brak poikilocytozy, anizocytozy, brak krwinek z nakrapianiem zasadochłonnem, natomiast u 4 królików zwiększyła się, już fizjologicznie istniejąca polychromatofilia — w dwóch spotykałam zwiększoną liczbę normoblastów; u królików № III—z postaciami karyokinetycznymi. U sześciu królików zwiększyła się w znacznym stopniu ilość płytek Bizzozero'a, jako wyraz podrażnienia szpiku kostnego; niekiedy występowały postaci bardzo duże, przypominające płytki krwi ludzkiej. Trombocytoza trwała niekiedy przez czas jakiś po ustąpieniu niedokrwistości.

Stosunek stopnia niedokrwistości do stopnia uszkodzenia grasicy da się określić dość ściśle, można więc powiedzieć napewno, że niedokrwistość występuje w ścisłym związku czasowym z naświetleniem tego narządu w czynnym jego okresie; największe zmiany we krwi znalazłam u królika № 1, u którego stwierdziłam też najrozleglejsze zmiany w grasicy. W serji drugiej u królika № 5, przy wyraźnych zmianach w grasicy hemoglobina spadła do 49^o, podczas gdy u № 4, u którego nastąpiło jedynie przekrwienie grasicy ilość hemoglobiny obniżyła się do 60^o.

Wahania w liczbie białych ciałek krwi były bez znaczenia; u królika № 1 liczba ich pozostała bez zmiany aż do zejścia, u królika № 7 podniosła się stopniowo z 4 do 7.000; u pozostałych widzimy małe wahania z tendencją do powolnego wzrastania, co w tym wieku jest fizjologiczne, jak się przekonałam na większym materiale króliczym.

Wyraźne zmiany widzimy natomiast w zachowaniu się limfocytów; odsetek ich i liczba absolutna spadały do połowy, a nawet niżej—pomiędzy 3—12 dniem po naświetlaniu i bardzo powoli powracały do normy. U królika № 3 spadły z 75% do 20%. Jedynie u królika № 4 zauważyłam dwukrotne nieznaczne podniesienie się odsetka limfocytów. U królika № 4 wystąpiły

jednorazowo duże limfocyty (patologiczne), u № 5 spotkałem raz postaci Türka, u № 6—myelocyty. Postaci zasadochłonne zachowują się normalnie. Obniżenie się wyraźne odsetka i bezwzględnej liczby limfocytów po naświetlaniu grasicy przemawia, zgodnie ze zdaniem Birka i Ghik'i, za limfotwórczą rolą tego gruczolu.

Związku pomiędzy działaniem promieni Roentgena na grasicę a zmianami, występującymi we krwi, dowodzi stałość ich występowania. Związek ten uwypuklają doświadczenia №№ 8 i 9: naświetlanie okolicy grasicy u królika dorosłego, u którego gruczoł ten jest w stanie zaniku, oraz naświetlanie okolic odległych od grasicy u królika małego. Zabiegi te, powtarzane kilkakrotnie, nie spowodowały najmniejszych zmian we krwi i wadze tych zwierząt.

Zachowanie się wskaźnika refraktometrycznego, który określałam tylko u 5 królików, było odwrotne do zachowania się hemoglobiny. Np. u królika № V wskaźnik podniósł się z 1.3459—1.3465 (5.78% — 6.12% białka), podczas gdy hemoglobina spadła z 70° do 49°, potem do 1.3480 (= 6.97% białka), gdy hemoglobina powróciła już do normy. U królika № 4 przy nieznacznym spadku hemoglobiny z 80°—60° wskaźnik podniósł się stopniowo z 1.3458—1.3480 (= 5.72%—6.97% białka), później dopiero spadł do 1.3465 (= 6.12%).

Podobnie zachowywał się odsetek białka w pozostałych przypadkach.

Zwykle w przypadkach niedokrwistości widzimy mniejsze lub większe rozwodnienia osocza. Jak należy sobie tłumaczyć kontrast pomiędzy ilością hemoglobiny, a zgęszczeniem osocza? Na to pytanie odpowiedzi nie znajdujemy. Gdyby jednocześnie z występowaniem niedokrwistości, następował u tych zwierząt znaczny spadek wagi, mielibyśmy gotową odpowiedź: odwodnienia ustroju, jednocześnie z wystąpieniem niedokrwistości. Stąd zwiększenie się odsetka białka w osoczu przy jednoczesnym zmniejszeniu się ilości hemoglobiny i liczby czerwonych ciałek. Tak jednak nie jest. Tylko u królika № 1-szy waga spadła z 1000 do 800 gr., gdy hemoglobina obniżyła się z 64 do 41, a odsetek białka podniósł się z 5,83 do 6,29%. Natomiast u królika № 5-ty waga podniosła się z 400 do 500 gr. odsetek białka podniósł się z 5.78% do 6.12%, gdy hemoglobina spadła z 71°

do 59°. Tak samo rzecz przedstawia się z królikami № 4-ty i № 6-ty.

№ 4-ty:

Waga 400 gr. wskaźnik 1.3458—5,72% Hb 80°

„ 470 „ „ 1.3480—6,97% Hb 85°

№ 6-ty:

Waga 570 gr. odsetek białka 6,69% Hb 73°

„ 750 „ „ „ 7,5% Hb 60°

Spadek wagi jest zazwyczaj chwilowy, następuje szybko po naświetlaniu, później daje się zauważyć przez czas pewien raczej tylko pewne zahamowanie normalnego wzrostu w porównaniu z królikiem kontrolującym; podnoszenie się wskaźnika refraktometrycznego następuje stopniowo i powoli. Muszę tu zwrócić uwagę na fakt, którego nie pomieściłam w skróconych protokołach. Mianowicie, w krótkim czasie po naświetlaniu następują trudności przy braniu krwi, których zwalczenie wymaga wielkiej wprost cierpliwości. Trudność tę tłumaczyć muszę chwilowym skurczem naczyń, gdyż po kilku dniach krew napływa szybciej i lepiej do uszu, pomimo wystąpienia niedokrwistości. Nie ulega wątpliwości, że zwiększony skurcz naczyń może wpłynąć na zgęszczenie osocza, jednak związkowi pomiędzy temi dwoma objawami przeczy fakt, że wymienione trudności w braniu krwi ustępują niekiedy na długo przed obniżeniem się do normy wskaźnika refraktometrycznego. Czy na zgęszczenie się osocza nie wpłynęły tu zaburzenia w czynnościach grasicy, lub innego gruczołu wkrewnego, np. nadnerczy trudno powiedzieć, mogą tylko zaznaczyć możliwość tego wpływu, zwłaszcza że Popielski stwierdził działanie wyciągu z grasicy na nerwy zwężające naczynia (vasoconstrictores).

Pomimo istnienia licznych i cennych prac nad grasicą, czynność tego gruczołu jest najmniej znaną ze wszystkich gruczołów o wydzielaniu wewnętrznym. Wyjaśnienie zawilej sprawy czynności grasicy utrudnia nam fakt, że podlega ona fluktuacjom z wiekiem, jak żaden inny z gruczołów. Po doświadczeniach Basch'a i Matti'ego wiemy co się dzieje ze zwierzęciem, któremu wycięto grasicę, a na zasadzie objawów występujących po tym zabiegu sądzimy o wybitnej roli, którą ten narząd odgrywa w rozwoju kości i mięśni. Jednak wiemy mało, albo prawie nic, na czym polegają zaburzenia w czynności grasicy, co to

jest właściwie „hyperthymismus“ lub „hypothymismus“, tak jak nam są znane dokładnie zaburzenia w czynności np. nadnerczy, lub tarczycy. Doświadczenia z wyciągami z grasicy nie dały wyników jednolitych, więc również nie rzuciły światła na omawianą sprawę. Dlatego na pytanie w jaki sposób uszkodzona przez promienie Roentgena grasicca wpływa na wystąpienie zmian we krwi, na razie kategorycznej odpowiedzi nie znajduję. Na zasadzie danych z piśmiennictwa mogłam wykluczyć krwiotwórcze znaczenie grasicy. Można więc tylko wyrazić przypuszczenie, że na uszkodzenie krwi działa tu chorobliwie zmieniona wydzielina grasicy, lub też produkty rozpadu jej elementów. Może się to odbywać wprost, albo drogą nerwową, lub też za pośrednictwem innych gruczołów o wewnętrznem wydzielaniu. Mam na myśli zwłaszcza nadnercza, lub jajniki, o których związku z grasicą wiemy tyle, że w pewnych okresach życia po ich wycięciu następuje przerost grasicy, lub znaczne jej przekrwienie. Ponieważ wydzielina grasicy ma posiadać zdolność wiązania substancji szkodliwych dla ustroju—kwasów według Bascha—toksyn według Biedl'a—nie wykluczona też jest możliwość szkodliwego działania na krew tych niezwiązanych, lub niedostatecznie unieszkodliwionych jądów, znajdujących się w ustroju.

Muszę dodać jeszcze kilka słów o dawkowaniu w moich doświadczeniach. Gudzent zaznacza, że nie wiemy nic o działaniu małych dawek promieni X. Naogół autorowie prac doświadczalnych uważają dawki od 10H za dawki średnie. Aubertin i Bordet stosowali w swoich doświadczeniach z kotami 10H po 3 minuty, kilkakrotnie. Régaud i Crémieu w podobnych doświadczeniach stosowali 10—50H. Według Krause'go 10H jest dawką tak małą, że może wywołać skutek dopiero po 15 minutach. W moich doświadczeniach stosowano $\frac{1}{2}$ —2H od 1—5 minut. Wzmianki o wpływie istotnym tak małych dawek nie spotkałam w piśmiennictwie. Wbrew zdaniu wymienionych autorów, widziałam skutek prawie po każdym naświetlaniu, pomimo tak małych dawek.

Działanie 2H było szybkie: zmiany we krwi i spadek wagi następowały w 1—3 dni. Mniejsze dawki działały nietylko słabiej, ale i powolniej, niekiedy nie wywoływały wcale spadku wagi, a nawet nie wstrzymywały wyraźnie wzrostu wagi.

Działanie identycznych dawek nie zawsze było jednakowe:

np. u królika № 1-szy, 5 minut 2H, dało szybko niedokrwistość, spadek wagi, zejście; u № 2-go ta sama dawka wywołała stopniowo niedokrwistość, mniej znaczny spadek wagi, potem nastąpiło wyleczenie. U królika № 3-ci dawka o połowę mniejsza wywołała ten sam efekt co u № 2. W serji następnej $\frac{1}{2}$ H przez 2 minuty dało wyniki mniejwięcej jednakowo słabe—nieznaczny stopień niedokrwistości.

W serji trzeciej trzykrotnie powtórzone naświetlanie: pierwszy raz $\frac{1}{2}$ H przez $1\frac{1}{2}$ minuty, drugi i trzeci raz— $1\frac{1}{2}$ H przez 5 minut, dało mniejwięcej jednolite zmiany we krwi, natomiast w wadze była różnica: № 6-ty narazie ubył, ale potem dość szybko przybył na wadze, nawet więcej od kontrolującego.

U № 7-mego na razie wzrost wagi zahamował się tylko, ale później powiększał się nieznacznie. To samo, co o krwi, da się powiedzieć o samej grasicy: skutek naświetlania był różny. Np. u królika № 4-ty wywołałam jedynie przekrwienie grasicy zapomocą tej samej dawki—1 minuta $\frac{1}{2}$ H,—która u królika № 5-ty doprowadziła do znacznego zniszczenia tkanki limfatycznej. W serji ostatniej 3-krotne naświetlanie doprowadziło do wyraźnych zmian wstecznych u № 7-go, a do znacznie mniejszej inwolucji przy znacznem przekrwieniu u № 6.

Matti zwraca uwagę na indywidualną wrażliwość zwierząt na zmiany w grasicy. Wycięcie tego gruczołu w jednakowych warunkach, przy jednakowej technice, miało wyniki nie jednolite u poszczególnych psów. O tej indywidualnej wrażliwości, można by poniekąd mówić i w moim materiale. Jednakże również ważnem jest zdanie dr. Judta, który twierdzi, że technika rentgenologiczna zawodzi jeszcze dotąd przy operowaniu minimalnemi dawkami; niewykluczonym jest, że mogą być duże wahania w dawkowaniu poniżej pewnej liczby jednostek, należy więc być ostrożnym w wyciąganiu wniosków z działania małych dawek, niewiele się napozór różniących.

Wnioski.

1) Krótkie naświetlanie grasicy królika małemi dawkami promieni Roentgena, $\frac{1}{2}$ —2H, dotąd doświadczalnie nie stosowanemi, może wywołać w tym gruczole zmiany anatomopatologiczne (mniejsze lub większe uszkodzenie komórek, aż do rozpadu).

2) Zmiany te, choć słabszego stopnia, są podobne do zmian, wywołanych przez dawki średnie, lub duże (10—15—50H).

3) Naświetlanie grasicy królika małymi dawkami promieni Roentgena wywołuje niedokrwistość średniego stopnia.

4) Zabieg ten wywołuje znaczne obniżenie się odsetka limfocytów we krwi.

5) Jednocześnie z wystąpieniem niedokrwistości podnosi się odsetek białka w osoczu (wskaźnik refraktometryczny).

6) Zmiany we krwi oraz spadek wagi tłomaczą się wpływem uszkodzonej przez naświetlanie grasicy, działanie to jest wtórne i patologiczne, gdyż nie mamy danych do przypuszczenia, żeby grasica była narządem krwiotwórczym, poza jej niewątpliwym związkiem z wytwarzaniem limfocytów.

7) Występowanie zmian w grasicy i we krwi pod wpływem tak małych dawek powinno skłaniać do ostrożności przy naświetlaniu grasicy w celach terapeutycznych.

R É S U M É.

1) Lorsqu'on agit sur le thymus d'un lapin avec les rayons de Roentgen de faible intensité ($\frac{1}{2}$ — 2H), expérience pratiquée pour la première fois, on obtient des lésions plus ou moins profondes de cette glande (dégénérescence des cellules jusqu'à leur désagrégation).

2) Ces lésions rappellent en tout celles, produites par les rayons plus intenses et même forts (10 — 15 — 50H), quoique moins prononcées.

3) L'action des rayons de Roentgen de faible intensité sur le thymus du lapin produit une anémie moyenne.

4) Cette action diminue notablement le nombre de lymphocytes dans le sang.

5) En même temps que l'anémie, apparaît une augmentation de la quantité d'albumine dans le sérum sanguin (indice refractométrique).

6) Les modifications du sang et l'abaissement du poids du corps s'expliquent par l'action du thymus dégénéré par les rayons de Roentgen. Cette action est secondaire et semble être pathologique, puisque nous n'avons pas de raison de croire, que le thymus soit un organe hématopoïétique, à part son influence sur la production des lymphocytes.

7) L'apparition des lésions du thymus et du sang sous l'influence des faibles rayons de Roentgen nous met en garde contre l'application de cette méthode dans des buts thérapeutiques.

PIŚMIENICTWO.

- Abelous i Billard cyt. u Biedl'a
 Artois cyt. u Matti,ego.
 Askanazy. Deut. Arch. 1898.
 Aubertin et Bordet. Soc. de Biologie 1909 № 23.
 Aubertin et Beaujard. Soc. de Biologie 1905; Archives de Med. expér.
 1908/3.
 Aubertin i Delamasse. Zentr. f. inn. Med. 1908/42.
 Basch. Erg. d. inn. Med. 1911.
 Benjamin. Wien. klin. Woch. 1906.
 Biondi, Policlinico 1908 № 17.
 Birk, Monatschrift, f. Kinderheilkunde 1918.
 Carbone, cyt. u Biedl'a.
 Cozzolino, Arch. f. Kinderheilkunde 1903; Münch. Med. Woch. 1904.
 Ghika, cyt. u Biedl'a.
 Gluziński, Lekarz wojskowy 1920.
 Gudzent, Strahlentherapie II.
 Hammar, Pflüger's Archiv. 1905.
 Hawthorne, cyt. u Lundberg'a.
 Helber, Münch. Med. Woch. 1905 i Deutsch. Arch. T. 83.
 Hirschfeld, cyt. u Gudzent'a.
 Jonson, Archiv. f. mikrosk. Anat. 1909.
 Klose, Brun's Beiträge z. klin. Chirurgie 1910. 69.
 Krause, 111 Kongress der Deutsch. Röntgenges. 1907 i Archives de méd.
 expér. 1908.
 Krause i Ziegler, Fortschritte aus d. Gebiete d. Röntgenstrahlen X 1906
 i Archives des maladies du coeur 1909.
 Lampé, Medic. Klinik 1912 z. 27 s. 1117.
 Linser i Helber, Deutsch. Archiv. f. Klin. Med. T. 83 s. 479 r. 1905.
 Lundberg, Folia Haematologica 1910 T. 10 cz. 1.
 Matti H. Ergebnisse der inn. Med. u Kinderheilkunde 1913 i Mittlg. aus.
 d. Grenzgeb. der Med. u Chirurgie 1912.
 Maximow, ref. w Folia Haemat. 1913.
 Noel, Paton i Goodall, cyt. u Biedl'a.
 Petrone Bagalà, Pediaatria 1903 № 4.
 Popielski, Centr. f. Physiologie 1909.

- Régaudi i Crémieu, Strahlentherapie 1914.
Rundberg, Arch. f. Anat. u Phys. 1907.
Quadroni, Zentr. f. innere Med. 1905 № 21.
Retterer i Lebièvre, C. r. de la Soc. de Biologie 1911.
Schalow, cyt. u Biedl'a.
Schubert, cyt. u Biedl'a.
Schultz, cyt. u Klose'go.
Seiler, Folia haematologica 1913.
Söderlund i Backman, cyt. u Biedl'a.
Soli, Folia haematologica 1913.
Tarulli e lo Monaco, cyt. u Biedl'a.
Weill, Arch. f. mikr. Anat. 1913 z. 3.
Wohler, Exper. Beiträge z. Wirkung der Röntgenstrahlen auf das menschl.
Blut. Diss. Jena 1908.
-

ST. J. PRZYŁĘCKI

Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek (Cladocera) ¹⁾.

(Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenant des oeufs parthénogénétiques).

Jednym z nowszych rezultatów poszukiwań nad osmotycznymi właściwościami zwierząt jest poznanie przebiegu krzywej ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zarodkowego kręgowców (Bousquet '99, Ubbels '01, Jacqué '02, Grünbaum '04, Politi '08, Backmann i Runnström '09, Backmann i Sundberg '09, Białaszewicz '12, Backmann '12).

Badania nad zachowaniem się ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zarodków zwierząt bezkręgowych leżały dotąd odłogiem. Jedynym sporadycznym faktem jest spostrzeżenie Backmanna ('11) nad ważkami. Wykazał on mianowicie, że ciśnienie osmotyczne larw jest takie same, jak ważek dojrzałych. Badania te nie uwzględniały jednak kolejnych stadiów rozwojowych, ograniczając się tylko do jednego daleko posuniętego w rozwoju stadium.

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. w czerwcu 1916 roku.

Poszukiwania moje, wykonane nad zarodkami, rozwijającymi się z jaj dzieworodnych *Simocephalus vetulus* i *Daphnia magna*, miały na celu przedewszystkiem zbadanie zachowania się ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju. Mając do czynienia z jajami, rozwijającymi się bez udziału plemnika, spodziewałem się otrzymać wyniki, rzucające światło na hipotezy, które tłumaczą obniżenie się ciśnienia osmotycznego na początku rozwoju pod wpływem zapłodnienia.

Dzięki metodzie stosowanej mogłem również zbadać czynniki, normujące ciśnienie wewnętrzne, więc przedewszystkiem, rolę błony jajowej, jak również zmiany, zachodzące w jej właściwościach. Mogłem również zapoznać się bliżej z mechanizmem wzrostu zarodków i czynnikami, warunkującymi charakter przebiegu krzywej wzrostu.

1. Metodyka.

Zachowanie się ciśnienia osmotycznego w rozwoju bezkręgowców nielicznych znajdowało badaczy. Przypisać to należy w pierwszym rzędzie niemożności posługiwania się metodami, stosowanymi w fizjologii zwierząt wyższych (Overton, Bottazzi, Hamburger, Asher). Metoda plazmolityczna również zawiodła w danym przypadku, bowiem błona jajowa rozwielitek jest nieprzepuszczalna dla soli i cukru.

Opierając się na stwierdzonej zmianie objętości jaj w różnych roztworach cukru gronowego, zastosowałem do oznaczeń ciśnienia osmotycznego metodę objętościową.

Metoda ta, znana pod wieloma formami, stosowana była do różnych obiektów. Posiłowano się nią do oznaczania ciśnienia osmotycznego w całych ustrojach, oraz w izolowanych organach, jako to: mięśniach, nerkach, czerwonych ciałkach krwi i t. p.

Zmiany objętości komórek, trzymany w roztworach o różnym stężeniu cząsteczkowym ciał osmotycznie czynnych, zainteresowały również i botaników. Na specjalną uwagę w tym kierunku zasługują przedewszystkiem prace Pantanelli'ego ('04) i Lepeschkina ('07), z których wynika, że ciśnienie osmotyczne komórek roślinnych o błonach elastycznych można badać również metodą objętościową.

Pantanelli wykazał, że w komórkach roślinnych o błonach elastycznych roztwór plazmolizujący, zwany izotonicznym,

wywołuje zmniejszenie się objętości komórki, co ze swej strony podnosi ciśnienie wewnętrzne komórek. Stąd płyn plazmolizujący jest izotoniczny nie z pierwotnym ciśnieniem cieczy wewnętrznej, a z ciśnieniem, jakie posiada zawartość komórki po zmniejszeniu objętości. W tych przypadkach, jak widzimy, metoda plazmolityczna daje liczby wyższe od faktycznych. Błąd ten Pantanelli usuwa przez obliczenie różnicy ciśnienia wewnętrznego, wywołanej zmniejszeniem się objętości komórki, według wzoru: $P_0 = P_1 \cdot \frac{v_0}{v_1}$, gdzie P_0 = ciśnienie osmotyczne właściwe, P_1 = ciśnienie osmotyczne roztworu, v_0 = objętość komórki przed umieszczeniem w roztworze hipertonicznym i v_1 = objętość komórki po wystąpieniu plazmolizy.

Poprawka powyższa opiera się na przypuszczeniu, że zmiana objętości układu osmotycznego jest stale proporcjonalna do wzrostu ciśnienia w roztworze hipertonicznym.

Lepeschkin w jednej ze swych prac przeprowadził badania nad zmianą objętości komórek *Spirogyra*, trzymanyh w różnych roztworach. Przekonał się on, że w pewnych granicach zmiany objętości badanego obiektu są proporcjonalne do różnicy stężeń, stosowanych przez niego roztworów.

Zarodki dzieworodne *Daphnia magna* i *Simocephalus vetulus*, zachowują się podobnie do komórek roślinnych, badanych przez Lepeschkina.

Świadczy o tem następujący przykład:

Zarodek w 12-tej godzinie rozwoju po dwugodzinnem trzymaniu go w wodzie destylowanej umieszczano kolejno w różnych roztworach cukru gronowego na dwie godziny do każdego. Objętość zarodka zachowywała się w różnych roztworach w sposób podany na tabeli I. Wykazuje ona zmianę objętości jaja, która zaszła w poszczególnych roztworach. Dla obliczenia tej zmiany zastosowałem wzór $\frac{v_0}{v_1}$, gdzie v_0 = objętość jaja, wyrażona w jednostkach dowolnych, przed umieszczeniem w roztworze i v_1 = objętość jaja w takich samych jednostkach, po działaniu roztworu, przyczem $v = ab^2$, gdzie a = osi większej i b = osi mniejszej.

Ostatnia kolumna tabeli I oraz krzywa rys. 1 wskazują, że objętość jaja, zależnie od roztworu, w którym je umieszczono,

TABELA I.

| № porządkowy
(Numéro d'ordre) | Ciśnienie osmotyczne roztworu cukru Δ

(Pression osmotique de la solution de glucose Δ) | Stosunek V_0 = objętości na początku do V_p = objętości po przebyciu w roztworze

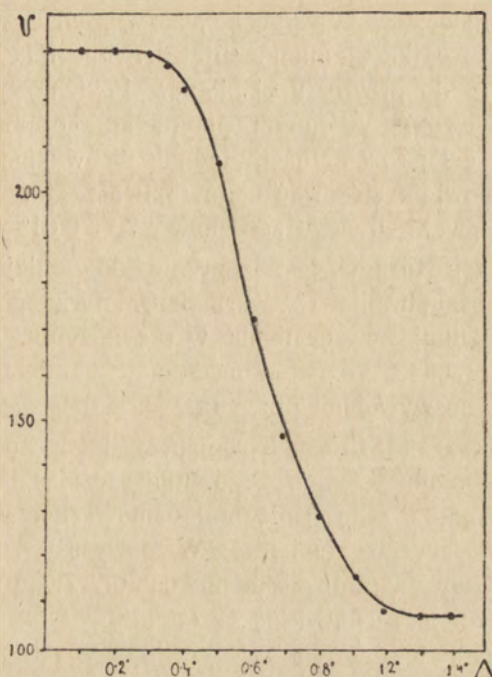
(Rapport de V_0 = vol. init. à V_p = vol. après le séjour dans la solution) | Objętość jaja w jednostkach względnych

(Volume de l'oeuf exprimé dans des unités relatives) |
|----------------------------------|--|---|--|
| 1 | 0.00° | 1.00 | 230.0 |
| 2 | 0.10° | 1.00 | 230.0 |
| 3 | 0.20° | 1.00 | 230.0 |
| 4 | 0.30° | 1.00 | 230.0 |
| 5 | 0.35° | 1.01 | 227.7 |
| 6 | 0.40° | 1.03 | 223.3 |
| 7 | 0.50° | 1.11 | 207.2 |
| 8 | 0.60° | 1.33 | 172.9 |
| 9 | 0.70° | 1.56 | 147.4 |
| 10 | 0.80° | 1.78 | 129.2 |
| 11 | 0.90° | 2.00 | 115.0 |
| 12 | 1.00° | 2.18 | 105.5 |
| 13 | 1.10° | 2.18 | 105.5 |
| 14 | 1.20° | 2.18 | 105.5 |

zachowuje się w trojaki sposób, mianowicie: albo nie ulega żadnej zmianie, co ma miejsce w roztworach słabszych od $\Delta = 0.350^\circ$, lub zmniejsza się w roztworach od $\Delta = 0.350^\circ$ do $\Delta = 1.00^\circ$ włącznie, przyczem redukcja objętości wzrasta wraz ze stężeniem roztworu, lub wreszcie, przy stałej wielkości konturów błony, na powierzchni jej zaczynają występować wklęsnięcia.

Jak z powyższego widzimy, zachowanie się zarodków jest z początku identyczne z zachowaniem się komórek roślinnych o błonach elastycznych. Pierwsza część krzywej wykazuje, że jajko, umieszczone w roztworach słabszych od $\Delta = 0.350^\circ$, żadnej zmianie objętości nie ulega, gdyż błona jajowa stawia tu opór dalszemu wchłanianiu wody. Opór ten wyrównywa istniejącą

różnicę stężeń, spowodowaną ciśnieniem. Dopiero po przekroczeniu pewnej granicy koncentracji zewnętrznej, znoszącej tę równowagę, następuje redukcja objętości. Jak w danym przypadku, granice te są dosyć szerokie, gdyż zmiana ciśnienia osmotycznego od zera do $\Delta = 0.350^0$ nie wywołuje żadnej, dającej się zmierzyć, zmiany objętości.



Rys. 1. Zmiana objętości jaja w różnych stężeniach cukru gronowego.

Na powyższem zachowaniu się objętości jaja opiera się metoda oznaczania wewnętrznego ciśnienia osmotycznego.

Roztworem izosmotycznym w danym przypadku będzie najsilniejszy z tych, które nie wywołują żadnej zmiany objętości jaja. Można go dokładnie określić w dwojaki sposób: albo poszukując, jak w metodzie plazmolitycznej, najsłabszego roztworu, wywołującego plazmolizę, lub też, opierając się na samem zjawisku zmniejszania się objętości jaja w roztworach hipertonicznych i posiłkując się wzorem Pantanelli'ego.

W tym celu ustala się zmianę objętości, wywołaną przez dany roztwór, wyprowadzając stąd wartość dla P_0 . Przestrzegając jednak należy, aby stężenie roztworu stosowanego nie przekraczało stężenia, wywołującego całkowite zniesienie napięcia błony. W metodzie objętościowej poprawka Pantanelli'ego daje liczby dokładne tylko w razie proporcjonalności zmiany objętości do wzrostu stężenia roztworu.

Część krzywej rys. 1 wykazuje, że w płynach hipertonicznych, aż do $\Delta = 0.500^\circ$, zmiana objętości jaja nie jest proporcjonalna do przyrostu ciśnienia. Fakt powyższy nie zezwala na stosowanie w danym przypadku poprawki Pantanelli'ego w całej rozciągłości, jednak nie wyklucza jej zupełnie. Można bowiem stosować takie roztwory, które nie przewyższają ciśnienia wewnętrznego zarodków o $\Delta = 0.01^\circ - 0.03^\circ$.

Sposób ten (drugi) jest znacznie dogodniejszy: zamiast uciążliwego poszukiwania roztworu izosmotycznego, w badaniu wstępnym poszukuje się ciśnienia w przybliżeniu, umieszczając jaja w roztworach o różnej koncentracji i mierząc następnie zmiany objętości, wywołane przez roztwory działające.

Otrzymawszy tą drogą liczbę przybliżoną, poszukuje się właściwego ciśnienia wewnętrznego, umieszczając jajko do kilku roztworów, różniących się ciśnieniem osmotycznym o $\Delta = 0.01 - 0.05^\circ$ od właściwego ciśnienia. W powyższy sposób postępowaniem przy wyznaczeniu ciśnienia osmotycznego jaj dzieworodnych u *Simocephalus vetulus* i *Daphnia magna*.

Wszystkie obserwacje wykonane były z roztworami cukru gronowego. Nie oczyszczając go chemicznie, musiałem się przekonać o jego własnościach osmotycznych. Badania przeprowadziłem metodą krjoskopową. Rezultat podaję na tabelach II i III.

W celu przekonania się, o ile liczby, otrzymane przy zastosowaniu roztworów cukru, odpowiadają ciśnieniu wewnętrznemu zarodków, użyłem dodatkowej serji pomiarów z 1% roztworem chlorku sodowego, którego ciśnienie osmotyczne według Hamburgera ('02) wynosi $\Delta = 0.589^\circ$. Wszystkie oznaczenia wykonałem na jajkach jednej samicy.

Liczby otrzymane w ten sposób podaję na tabeli IV. Różnice między wynikami otrzymanymi z roztworami cukru i soli

utrzymują się w granicach wahań wartości ciśnienia osmotycznego w jajach, pochodzących od jednej samicy.

TABELA II.

| № porządkowy
(Num. d'ordre) | Gram mol.
$C_6H_{12}O_6$ | Δ roztworu |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | 1000 g. H_2O | (Δ de la solution) |
| 1 | 0.1081 | $0^{\circ}2034^{\circ}$ |
| 2 | 0.2663 | $0^{\circ}5006^{\circ}$ |
| 3 | 0.4316 | $0^{\circ}8201^{\circ}$ |

TABELA III.

| № liczbowy
(Numéro d'ordre) | Gram mol. | Δ roztworu cukru,
otrzymane
przez mnie | przez innych
autorów | Autor |
|--------------------------------|----------------|--|---|---------------------|
| | 1000 g. H_2O | (Δ de la solution
de sucre, obtenue
par moi) | (Δ de la solution
de sucre, obten.
par d'autres
auteurs) | (L'auteur) |
| 1 | 0.1326 | $0\cdot248^{\circ}$ | $0\cdot2475^{\circ}$ | Roth ¹⁾ |
| 2 | 0.262 | $0\cdot492^{\circ}$ | $0\cdot498^{\circ}$ | Abbeg ¹⁾ |
| 3 | 0.4076 | $0\cdot777^{\circ}$ | $0\cdot7719^{\circ}$ | Roth ¹⁾ |

Możność uwolnienia metodą plazmolityczną błony z pod działającego na nią ciśnienia pozwala nam obliczyć różnicę objętości, wywołaną przez napięcie błony. U rozwielitek nie można znieść napięcia błony jajowej w ten sposób, natomiast możnaby to skutecznie w sposób dwojaki:

¹⁾ Cytowane według Landolta i Bernsteina ('12). Physikalisch-chemische Tabellen. Berlin (str. 787).

TABELA IV.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------------------|--|---|---|--|--|--|
| № porządkowy — (Numéro d'ordre) | № porządkowy samicy
(Numéro d'ordre des femelles) | Ciśnienie osmotyczne zarodków po 6 godz.
przebywania w NaCl $\Delta = 0.59^{\circ}$
(Pression osmotique des embryons après
un séjour de 6 heures dans une solution
de NaCl dont $\Delta = 0.59^{\circ}$) | Średnia ciśnienia osmotycznego zarodków
jednej samicy po 6 godz. w NaCl
(Moyenne de la pres. osm. des embryons
d'une femelle séjournant 6 heures dans
une sol. de NaCl) | Ciśnienie osmotyczne zarod. po 6 godz.
w cukrze gronow. $\Delta = 0.59^{\circ}$
(Pression osmot. des embryons après un
séjour de 6 heures dans une sol. de
glucose dont la $\Delta = 0.59^{\circ}$) | Średnia ciśnienia osmotycznego zarodków
jednej samicy po 6 godz. w cukrze
(Moyenne de la pression osmotique d'une
femelle après un séjour de 6 heures
dans le glucose) | Różnica między otrzymanymi średniami
(Difference entre les moyennes obtenues) |
| 1 | ♀ 1 | 0.577 ^o | } 0.581 ^o | 0.585 ^o | } 0.582 ^o | + 0.001 ^o |
| 2 | " | 0.584 ^o | | 0.579 ^o | | |
| 3 | " | 0.582 ^o | | 0.581 ^o | | |
| 4 | " | | | | | |
| 5 | " | | | | | |
| 6 | " | | | | | |
| 7 | ♀ 2 | 0.578 ^o | } 0.579 ^o | 0.582 ^o | } 0.581 ^o | + 0.002 ^o |
| 8 | " | 0.583 ^o | | 0.580 ^o | | |
| 9 | " | 0.576 ^o | | 0.581 ^o | | |
| 10 | " | | | | | |
| 11 | " | | | | | |
| 12 | ♀ 3 | 0.581 ^o | } 0.580 ^o | 0.577 ^o | } 0.579 ^o | - 0.001 ^o |
| 13 | " | 0.579 ^o | | 0.584 ^o | | |
| 14 | " | | | 0.579 ^o | | |
| 15 | " | | | 0.576 ^o | | |
| 16 | " | | | | | |

1^o, wywołując plazmolizę przez użycie ciał łatwo przenikających przez błonę jajową i nieprzenikających lub też trudno przenikających przez otoczkę plazmatyczną, albo też

2^o przez zniszczenie w jakikolwiek sposób półprzepuszczalności błony.

Liczne próby, przedsiębrane w celu zastosowania substancji, odpowiadającej pierwszej możliwości, zawiodły, skutkiem czego uwagę moją zwróciły czynniki znoszące półprzepuszczalność błony. Posiłkowałem się w tym celu czynnikami mechanicznymi z tego mianowicie powodu, że substancje chemiczne, stosowane jako utrwalacze, mogłyby zmienić sprężystość błony.

Już pierwsze próby przekonały mnie, że błona, otaczająca zarodek (z wyjątkiem 6-cio godzinnego), nakłuta w wodzie destylowanej, pęka raptownie, zmieniając swój kształt do tego stopnia, że pomiary jej konturu stają się niemożliwe. W celu uniknięcia zbyt-raptownego wypływania zawartości, wywołującego poszarpanie błony, umieszczałem jaja w roztworach hipertonicznych, redukując w ten sposób do minimum napięcie błony. Po skutecznieniu powyższego, przenosiłem je do wody destylowanej, gdzie natychmiast przekłuwałem błonę tak, aby nie naruszyć punktów osiowych. Zaraz po operacji i w 2 g. potem mierzyłem osie błony. W ten sposób porównywałem objętość jaj przy normalnem napięciu błony oraz po zupełnem jego zniesieniu.

Dla otrzymania zarodków określonego wieku postępowałem jak następuje: z naczynia, w którym prowadziłem hodowlę rozwielitek, wyławiałem co dzień samice niezawierające jaj w komorze łęgowej i przenosiłem je do krystalizatora, trzymanego w temp. 13^o — 15^o C. Z krystalizatora, podlegającego co dwie godziny kontroli, wybierałem samice z jajkami.

Samice te z jajami w jednakowym wieku, przenoszone były następnie do oddzielnych krystalizatorów. Po odpowiednim czasie, a więc po 6, 12 i t. d. godzinach, były one używane do badań.

W celu przygotowania materiału do oznaczeń ciśnienia osmotycznego w zarodkach wyjmowałem z wody samice, zawierające odpowiednie wiekiem zarodki, umieszczałem na szkiełku przedmiotowym, gdzie za pomocą igieł wydobywałem jaja z komory łęgowej.

Jaja te umieszczałem w wodzie destylowanej i, po przerysowaniu konturów błony pod mikroskopem za pomocą aparatu ry-

sunkowego ¹⁾, wkładałem je do odpowiednich roztworów cukru. W tych ostatnich po upływie pewnego czasu przerysowywałem kontury jaj po raz drugi. Przerysowywanie konturów powtarzałem dla każdego pomiaru trzykrotnie, mierząc długość i szerokość konturu owalnego z dokładnością do 0.1 mm., następnie wyprowadzałem dla każdej z dwu osi — średnią arytmetyczną ze wszystkich trzech rysunków.

Wykonane w ten sposób pomiary wykazały, po uwzględnieniu wszystkich możliwych przyczyn błędu, różnice maksymalne 1% dla objętości jednego i tego samego zarodka.

2. Zmiany ciśnienia osmotycznego w zarodkach.

Rozwój zarodkowy dwu badanych przeze mnie gatunków rozwielitek przebiega, jak wiadomo, w cieczy wypełniającej komorę lęgową tych zwierząt. Właściwości tej cieczy, zarówno fizyczne, jak i chemiczne, nie są nam dotąd znane: nie wiemy przede wszystkim, czy ciecz ta wogóle zawiera substancje osmotycznie czynne.

Przytoczone poniżej (Tab. V) wyniki pomiarów wielkości jaj, które były mierzone in situ, t. j. w komorze lęgowej, i po

TABELA V.

| № kolej. pomiaru
(Numéro successif de mesures) | Czas trwania rozwoju w godzinach
(Durée du développement en heures) | Objętość zarodka w komorze lęgowej
(Volume de l'embryon dans la chambre incubatrice) | Objętość jego po 2 godzinem przebywaniu w H ₂ O
(Son volume après un séjour de deux heures dans H ₂ O) |
|---|--|---|---|
| 1 | 6 | 135.8 | 135.5 |
| 2 | " | 137.5 | 137.6 |
| 3 | 18 | 306.0 | 306.2 |
| 4 | " | 315.0 | 314.6 |
| 5 | " | 297.0 | 296.8 |
| 6 | 60 | 312.8 | 313.2 |
| 7 | " | 301.0 | 301.5 |

¹⁾ Używałem mikroskopu Leitz'a, obiektyw 3, okular kompens. 3

przeniesieniu ich stamtąd do wody destylowanej, wskazują na brak jakiegokolwiek bądź wpływu tej cieczy na objętość jaj. Pozwala to na wyprowadzenie wniosku, że ciśnienie osmotyczne cieczy, wypełniającej komorę łęgową, nie przekracza $\Delta = 0.19 - 0.20^{\circ}$, t. j. ciśnienia, stwierdzonego przeze mnie dla stadjów najwcześniejszych (p. poniżej).

Już badania Ramułta ('14), który, umieszczając różnego wieku zarodki *Daphnia magna* w roztworach chlorku sodu o różnym stężeniu, wykazał, że zarodki te w miarę rozwoju znoszą coraz wyższe stężenie tej soli, wskazywały na możliwość zmian postępowych ciśnienia osmotycznego w zarodkach.

Pierwsze moje obserwacje w tym kierunku dowiodły istotnie, iż ciśnienie osmotyczne *Daphnia magna* ulega w miarę postępu rozwoju dosyć znacznym zmianom.

Gdy jaja, znajdujące się w stadjach początkowych, zmniejszają swą objętość już w roztworach cukru gronowego o stężeniu cząsteczkowym $\Delta = 0.25^{\circ} - 0.30^{\circ}$, dla wywołania tego samego skutku w stadjach późniejszych potrzebne są stężenia znacznie wyższe ($0.50^{\circ} - 0.65^{\circ}$).

Dalsze, bardziej dokładne i szczegółowe obserwacje i pomiary ciśnienia osmotycznego prowadziłem systematycznie na zarodkach *Simocephalus vetulus* i *Daphnia magna*, stosując stale opisaną powyżej metodę objętościową i stale używając roztworów cukru gronowego o znanym stężeniu osmotycznym. Wyniki tych obserwacyj i pomiarów podaję poniżej.

a) *Simocephalus vetulus*.

Wyniki, otrzymane z pomiarów nad zarodkami tego gatunku rozwielitek, znajdują się na tabeli VI i zostały graficznie przedstawione na rysunku 2 (krzywa № 1).

Tabela podaje tylko liczby średnie z wielu pomiarów dla poszczególnych stadjów zarodków, które pochodziły zwykle od kilku (3 — 6) samic. Pomiary te były robione co 6 godzin od momentu pojawienia się jaj w komorze łęgowej, przyczem jaja przed ostatecznym pomiarem przenosiłem na 7 godzin do odpowiednich stężeń cukru.

Rozwój przebiegał w temperaturze $14 - 15^{\circ} \text{C}$.

TABELA VI.

| Nr porządkowy
(Numéro d'ordre) | Czas
rozwoju
w godz.

(Durée du
dévelop-
pement
exprimée
en heures) | Czas w cią-
gu którego
jaja znajdo-
wały się
w roztw. cu-
kru w godz.

(Nombre
d'heures
pendant les-
quelles les
oeufs sé-
journaient
dans une sol.
du sucre) | Liczba
samic
badanych

(Nombre
des fem.
sur les-
quelles
on expéri-
mentait) | Liczba jaj
mierzo-
nych

(Nombre
des oeufs
mesurés) | Granice wahań
ciśnienia
osmotycznego

(Limites des
oscillations de la
pression
osmotique) | Średnie
ciśnienie
osmotyczne
zarodków
wyrażone
w Δ

(Pression
osmotique
moyenne
des
embryons,
exprimée
en Δ) |
|-----------------------------------|---|---|---|---|--|---|
| 1 | 6 | 4—7 | 6 | 16 | 0·233 — 0·251° | 0.245° |
| 2 | 12 | 5—8 | 6 | 23 | 0·285 — 0·317° | 0.300° |
| 3 | 18 | 5—8 | 7 | 20 | 0·321 — 0·352° | 0.338° |
| 4 | 24 | 5—8 | 6 | 17 | 0·487 — 0·510° | 0.499° |
| 5 | 30 | 4—7 | 5 | 17 | 0·550 — 0·562° | 0.554° |
| 6 | 36 | 4—7 | 4 | 12 | 0·600 — 0·627° | 0.611° |
| 7 | 42 | 5—10 | 4 | 12 | 0·683 — 0·715° | 0.698° |
| 8 | 54 | 5—10 | 5 | 12 | 0·740 — 0·765° | 0.752° |

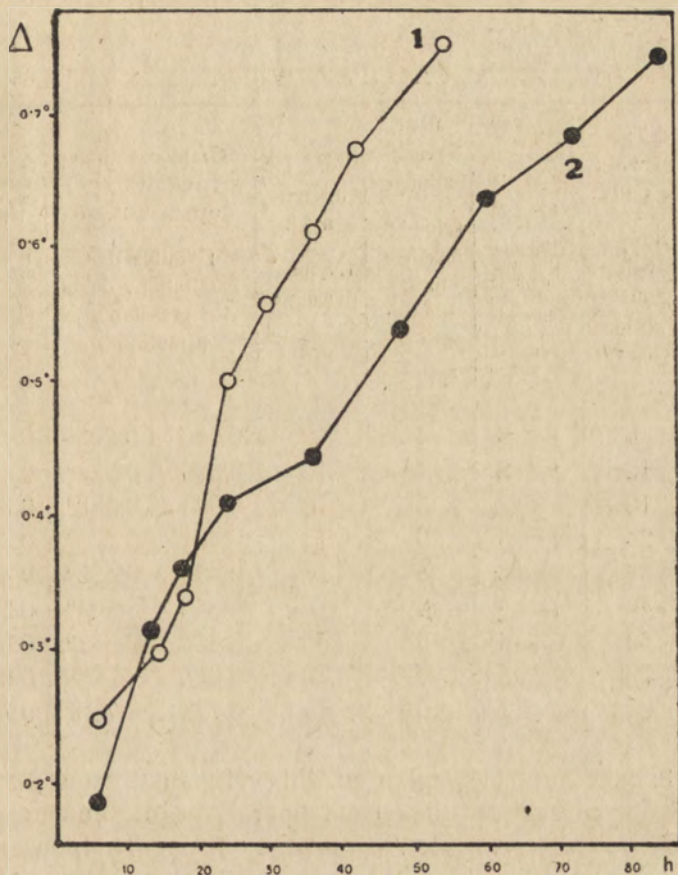
W materiale liczbowym, odnoszącym się do stadków poszczegól-
nych, stwierdziłem nieznaczne odchylenia od średnich. Przy-
czyn tego zjawiska, nie mówiąc o wahanach indywidualnych po-
szczególnych samiczek, jak również i błędów, wynikających z nie-
ściśłości w przerysowywaniu konturów błony jajowej, może być
kilka.

Pierwszą z nich jest różnica szybkości rozwoju jaj z różnych
miotów, wahająca się w granicach od 2 do 3 godzin, drugą zaś—
niezupełnie identyczne warunki, w jakich były hodowane poszcze-
gólne samiczki po zniesieniu jaj.

Przyczyny te nie tłumaczą jednak często występujących
różnic w miocie jaj jednej i tej samej samicy. Wynikają one
prawdopodobnie z niejednakowego tempa rozwoju jaj danego
miotu. Uwidacznia się to najlepiej w stadkach powstawania kształ-
tów zewnętrznych, kiedy różnice w kształtowaniu są łatwo dostrze-
galne; w tym okresie zarodki mniej wykształcone zawsze posia-
dają ciśnienie osmotyczne mniejsze.

Krzywa na rysunku, zarówno jak tablica, wykazują, że ciśnie-
nie osmotyczne zarodków *Simocephalus vetulus* ulega stałym
zmianom w czasie rozwoju.

Zmiany te dają się ująć w pewien szereg, w którym najniższe ciśnienie przypada na zarodki najwcześniejsze z badanych, t. j. na sześciogodzinne ($\Delta = 0.245^{\circ}$). Następnie, z wiekiem zarodków wzrasta i ich ciśnienie w czasie całego rozwoju bez przerwy, szyb-



Rys. 2. Zmiany ciśnienia osmotycznego w dzieworodnie rozwijających się jajach rozwielitek: *Simocephalus vetulus* (№ 1) i *Daphnia magna* (№ 2).

ciej w okresie początkowym, wolniej w stadiach końcowych przed wykluciem, dochodząc w 54-ej godzinie rozwoju do wartości $\Delta = 0.752^{\circ}$.

Porównanie obu liczb skrajnych wskazuje, że ciśnienie osmotyczne wzrasta więcej niż trzykrotnie.

b) *Daphnia magna*.

Rezultat badań, wykonanych na jajach *Daphnia magna*, przedstawiony jest na tabeli VII, której odpowiada krzywa (№ 2) na rys. 2.

Pomiary odnośne wykonywałem w odstępach czasu od 6 do 12 godzin.

TABELA VII.

| № porządkowy
(Numéro d'ordre) | Czas rozwoju w godz.
(Durée du développement exprimé en heures) | Czas w ciągu którego jaja znajdowały się w roztw. cukru w godz.
(Nombre d'heures pendant lesquelles les oeufs séjournèrent dans une sol. du sucre) | Ilość samic badanych
(Nombre des fem. sur lesquelles on expérimentait) | Ilość jaj mierzonych
(Nombre des oeufs mesurés) | Granice wahań ciśnienia osmotycznego
(Limites des oscillations de la pression osmotique) | Średnie ciśnienie osmotyczne zarodków wyrażone w Δ
(Pression osmotique moyenne des embryons, expérimentée en Δ) |
|----------------------------------|--|---|---|--|---|---|
| 1 | 6 | 4—8 | 4 | 12 | 0.166 — 0.205° | 0.186° |
| 2 | 12 | 4—8 | 4 | 10 | 0.300 — 0.327° | 0.313° |
| 3 | 18 | 5—7 | 3 | 10 | 0.341 — 0.368° | 0.358° |
| 4 | 24 | 4—8 | 5 | 14 | 0.401 — 0.420° | 0.410° |
| 5 | 36 | 4—8 | 4 | 16 | 0.424 — 0.459° | 0.442° |
| 6 | 48 | 4—8 | 4 | 15 | 0.540 — 0.551° | 0.545° |
| 7 | 60 | 5—8 | 3 | 9 | 0.630 — 0.641° | 0.638° |
| 8 | 72 | 4—8 | 3 | 10 | 0.665 — 0.693° | 0.678° |
| 9 | 84 | 5—8 | 5 | 14 | 0.729 — 0.750° | 0.739° |

I tu tabela podaje tylko średnią ciśnienia osmotycznego poszczególnych stadjów. Jak i dla poprzedniego gatunku zarodków, stosowałem przeważnie 7-io godzinne działanie odpowiednich roztworów w temperaturze, wahającej się pomiędzy 13—14° C.

Średnie wartości dla stadjów początkowych wykazują, że u zarodków *Daphnia magna* ciśnienie osmotyczne zachowuje się w czasie rozwoju podobnie jak u zarodków gatunku poprzedniego. I tu ciśnienie osmotyczne zwiększa się wraz z wiekiem zarodków.

Najniższe ciśnienie przypada na stadium 6 godzin, gdzie wynosi zaledwie $\Delta = 0.186^\circ$. Następnie wzrasta ono w czasie dalszego rozwoju bez przerwy

i prawie równomiernie z tendencją ku zwolnieniu tempa w miarę kształtowania się ustroju, dochodząc w najpóźniejszym stadium badanem (po 84 godzinach rozwoju) do $\Delta = 0.739^{\circ}$. Przyrost ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju jest tutaj jeszcze większy, niż u gatunku poprzedniego.

Przechodząc do porównania zmian, zachodzących w ciśnieniu osmotycznym obu gatunków zarodków, widzimy, iż wzrasta ono wprawdzie niejednakowo szybko, lecz dosyć równomiernie, przyczem wysokość ciśnienia stadjów krańcowych jest prawie jednakowa u obu gatunków.

Różnice w przebiegu krzywych są uwarunkowane niejednakową szybkością rozwoju jaj tych dwu gatunków rozwielitek.

Wyniki powyższe dowodzą, że przez cały czas rozwoju zarodki stale produkują związki osmotycznie czynne, które podnoszą ich ciśnienie prawie czterokrotnie. Ponieważ nie jest prawdopodobne, by ciśnienie osmotyczne płynu komory łęgowej w czasie rozwoju zarodków ulegało zwiększeniu, przeto powiedzieć możemy, że w czasie rozwoju wzrasta stale różnica ciśnień między środowiskiem wewnętrznym jaja a jego środowiskiem zewnętrznym.

Znajomość przebiegu rozwoju zarodków rozwielitek, dzięki faktom, stwierdzonym przez Weismanna ('77), wykazuje, że zarodki te opuszczają błonę jako ukształtowane zwierzęta, zaopatrzone we wszystkie segmenty i kończyny i że podlegają one metamorfozie, przechodzą bowiem stadium *nauplius'a* jeszcze wewnątrz błony, a więc w czasie rozwoju embrjonalnego.

Fakty te dowodzą, że gromadzenie się substancyj osmotycznie czynnych w zarodkach nie ogranicza się do jednej części rozwoju, lecz rozciąga się również na okres po metamorfozie.

Porównywując powyższe wyniki z rezultatami poprzednich autorów, którzy badali rozwój zarodkowy również z punktu widzenia osmotycznego, stwierdzić należy, że nasze pomiary, wykonane metodą objętościową, dają w wyniku ostatecznym wartość całkowitego ciśnienia wewnętrznego, wywieranego na błonę jajową: ciśnienie to jest bezwątpienia większe od tego ciśnienia, które

przypada na substancje osmotycznie czynne. Przypuszczać jednak należy, jak to sądzi zresztą większość badaczy, że największą rolę z pośród składników ciśnienia wewnętrznego odgrywa ciśnienie osmotyczne. Pozwala to na porównanie moich wyników z rezultatami osiągniętymi metodą krjoskopową.

Jak już we wstępie zaznaczyłem, w literaturze fizjologicznej niema żadnych danych co do przebiegu ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zarodków bezkręgowców.

Fakt, że u ważek ciśnienie osmotyczne osobników dorosłych i larw jest jednakowe (Backmann '11), nie może świadczyć o braku zmian ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju embrjonalnego.

Liczby, otrzymane powyżej, stwierdzają, że zarodki, pochodzące z jaj zwierząt pojkilosmotycznych, zachowują się pod względem zmian ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju podobnie do badanych przez Białaszewicza, Backmanna, Runnströma i Sundberga zarodków zwierząt homojosmotycznych — płazów i ptaków.

Z faktów, stwierdzonych powyżej, dwa zasługują na szczególne rozpatrzenie. Jednym z nich jest występowanie nader niskiego ciśnienia osmotycznego w stadiach początkowych w stosunku do najpóźniejszego stadium. Drugim — proces stężania w zarodkach w miarę ich rozwoju ciał osmotycznie czynnych. Czy proces ten odbywa się wyłącznie dzięki substancjom, które były zawarte w jajach, a w chwili uruchomienia procesów rozwojowych zostały przez plazmę zadsorbowane, czy też następuje w czasie rozwoju produkcja nowych osmotycznie czynnych substancyj?

Co się tyczy niskiej wartości ciśnienia w początkowych stadiach obu gatunków rozwielitek, przyjęć należy, że niżka ciśnienia nastąpiła w okresie sześciogodzinnym przesuwania się jaja z jajnika do komory lęgowej.

Biorąc rzecz czysto teoretycznie, należy przypuszczać, że przyczyna tego zjawiska tkwić może bądź w zmianach zachodzących wewnątrz samego jaja, bądź w działaniu zmienionych warunków zewnętrznych.

Backmann i Runnström ('09) przypisują spadek ciśnienia osmotycznego w jajach żabich na samym początku rozwoju aktowi zapłodnienia. W celu udowodnienia słuszności swoich wywodów autorowie ci wskazują na różnice, zachodzące we własnościach osmotycznych jaj zapłodnionych i niezapłodnionych. Podczas gdy jaja żabie, wzięte wprost z jajników, redukują swe ciśnienie osmotyczne drogą czysto fizyczną przez pobranie wody, jaja zapłodnione powiększają wprawdzie również nieco swą objętość kosztem wody, jednak zmiany te nie mogą wytłumaczyć tak wybitnego spadku, jaki daje się stwierdzić drogą krjoskopową.

Już w pracy powyższej Backmann i Runnström, opierając się na wynikach doświadczeń Bataillona ('04) nad wywołaniem rozwoju jaj żabich drogą sztucznego dzieworódstwa, uznają, że nietylko wnikięcie plemnika do jaja może być przyczyną raptownego zredukowania ciśnienia osmotycznego. Tu bowiem hipertonia cieczy zewnętrznej, stosowana przez Bataillona dla wywołania rozwoju jaj niezapłodnionych, staje się przyczyną omawianej redukcji ciśnienia osmotycznego.

W przypadku badanym jaj dzieworodnych obniżenie ciśnienia osmotycznego nie może być wywołane przez akt zapłodnienia; nie jest ono również wynikiem pobrania wody z zewnątrz, o czym świadczą pomiary jaj wkrótce po ich przejściu z jajowodów do komory łęgowej, wskazujące na nieznaczną różnicę wymiarów w porównaniu z jajami, przebywającymi 6 godzin w komorze łęgowej. Badania powyższe wykazują tedy, że omawiana zniżka ciśnienia osmotycznego może nie być skutkiem wnikięcia plemnika do jajka, lub wogóle wprowadzenia substancyj pobudzających jajko do rozwoju. Jak w danym przypadku, przyczyny jej szukać trzeba raczej w samym jajku.

Co się tyczy nasuwających się w tłumaczeniu tego zjawiska możliwości, to Backmann i Runnström wysuwają następujące: 1^o pobranie wody przez jajko, 2^o wydzielenie substancyj osmotycznie czynnych na zewnątrz jajka, 3^o chemiczna lub fizyko-chemiczna zamiana tych substancyj na związki osmotycznie nieczynne lub mniej czynne.

O pierwszej możliwości wspominałem już uprzednio. Zarówno jak w jajkach żaby—u obu wyżej wymienionych gatunków rozwielitek nie odgrywa ona roli wybitniejszej.

Nadzwyczaj trudną do udowodnienia jest druga możliwość. Argumenty przeciwko temu tłumaczeniu, wysuwane przez Backmanna i Runnströma, są niewystarczające i opierają się na przypuszczeniu, że ciśnienie osmotyczne powiększa się w czasie rozwoju zarodków wyłącznie kosztem istniejących już w jajku substancyj osmotycznie czynnych i że nowe osmotycznie czynne substancje w czasie rozwoju nie mogą być wytworzone, t. j. opierają się one na przypuszczeniu dotąd niestwierdzonym.

Sprawa ta komplikuje się jeszcze bardziej, dzięki wprowadzeniu przez Białaszewicza ('08, '12) nowej interpretacji. Autor ten przypuszcza, że spadek ciśnienia jest skutkiem aktu zapłodnienia, przypisując największe znaczenie czynnemu wydalaniu przez jajko substancyj osmotycznych do periwitelinu. Jak z powyższego widzimy, Białaszewicz nadaje nowe znaczenie płynowi periwitelinu.

Nie wchodząc w szczegóły zaznaczyć musimy, że powyższe tłumaczenie mogłoby być słuszne w tym jedynie przypadku, gdyby redukcja objętości jajka odbyła się jednocześnie ze zniżką ciśnienia osmotycznego. Pomiaru pod mikroskopem dwu poziomych osi jajka wykazały, że pierwsze ślady periwitelinu u *Daphnia magna* zauważyć się dają u 48-io godzinnych zarodków, u *Simoccephalus vetulus* u 24—36-io godzinnych, t. j. znacznie później, niż zniżka ciśnienia, zachodząca w czasie pierwszych sześciu godzin rozwoju.

Pozostaje do rozpatrzenia ostatnia z podanych przez Backmanna i Runnströma możliwości, mianowicie, wewnętrzne przekształcanie osmotycznie czynnych substancyj. Loeb ('11), Bataillon ('04—'12), Delage ('01), Lillie ('09) i in. w badaniach nad dzieworódcstwem sztucznym wypowiedzieli szereg przypuszczeń, tłumaczących proces zapłodnienia, jednak hipotezy te wykazują znaczne różnice, co już wskazuje, że stan obecny powyższych zagadnień nie pozwala jeszcze na wypowiedzenie jakichkolwiek pewnych w tym kierunku wniosków.

Przekształcanie substancyj osmotycznie czynnych odbywać się może drogą chemiczną lub fizyko-chemiczną. Nieznajomość procesów chemicznych i fizycznych, zachodzących wewnątrz jajka w czasie zapłodnienia nie zezwala nam na wysuwanie na pierwszy plan jednego z możliwych pro-

cesów, jak to czyni Backmann i jego współpracownicy dla swej teorii adsorbcji substancyj osmotycznie czynnych przez koloidy. Może to być zarówno adsorbcja przez koloidy i zamiana koloidów z sol na gel, jak i związanie osmotycznie czynnych substancyj z innymi; przyczyną może być wreszcie częściowa kondensacja mniejszych cząsteczek w większe.

Pozatem pozostaje jeszcze do rozpatrzenia pytanie, kosztem jakich substancyj następuje wzrost ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zarodków. Może się to dzieć dzięki wyzwoleniu substancyj, istniejących jako osmotycznie czynne w jajku przed obniżeniem się ciśnienia, albo też przez wytworzenie nowych substancyj osmotycznych.

Sprawę tę można wyświełcić przez porównanie ilości substancyj osmotycznych, znajdujących się w zarodku przed wykluciem, z ilością tychże substancyj, które znajdowały się w jajku przed zniżką ciśnienia.

W celu sprawdzenia wykonałem następujące obliczenia. Przyjmijmy u *Simocephalus vetulus* objętość zarodka w 6 godzin po zniesieniu go do komory lęgowej za jedność i jego ciśnienie wewnętrzne za równe najwyższemu z otrzymanych ($\Delta = 0.72^\circ$). Będzie to wówczas ciśnienie, jakie panowało przed redukcją (o ile przyjmujemy, że ciśnienie wewnętrzne zarodków w dalszych stadjach po 54 g. nie wzrasta).

Ponieważ, z drugiej strony, objętość zarodka najstarszego z badanych stadjów (51 g. rozwoju) ma się do objętości jaja o 6 godzinnyim rozwoju jak 2:1, przeto ciśnienie tegoż zarodka doprowadzonego do objętości początkowej wynosiłoby $0.72 \times 2 = 1.44^\circ$.

Widzimy więc, że w badanym przezemnie okresie rozwoju przynajmniej połowa substancyj czynnych osmotycznie powstała na nowo. Część ta nie istniała jako substancja osmotycznie czynna w jajku przed obniżeniem ciśnienia, jak również nie mogła być pobrana z zewnątrz, gdyż błona jajowa w tym okresie przepuszcza tylko wodę.

Mniej więcej podobnie rzecz się ma u *Daphnia magna*, gdzie objętość jajka wzrasta średnio 2.38%.

Uważałem za korzystne obliczenie to sprawdzić na innych grupach zwierząt, mianowicie na zarodkach żaby, dla których posiadamy dokładne dane, z jednej strony, co do wzrostu ciśnienia

osmotycznego jaj zapłodnionych i niezapłodnionych (Backmann i Runnström '09, Backmann i Sundberg '12 i Białaszewicz '12), z drugiej zaś — całkowity przebieg wzrostu objętości zarodków w czasie ich rozwoju (Białaszewicz '08). Wiemy też, że wzrost zarodków do pewnego czasu wywołany jest wyłącznie przez pobieranie wody, zaś w następującym okresie zarodki pobierają już pokarm. (Schaper '02, Białaszewicz '08).

Stąd—dla badania produkcji substancyj osmotycznie czynnych ograniczyć się musimy do pierwszego okresu. Pod tym względem posiadamy dane zaczerpnięte z pracy Backmanna i Runnströma ('09 str. 217) którzy twierdzą, iż w czternastym dniu rozwoju żółtko jest już zupełnie zużyte i zaczyna się pobieranie pokarmu z zewnątrz; ponadto autorowie ci podają (str. 216), iż w dwunastym dniu rozwoju, w którym zaczyna się zanik skrzeli zewnętrznych, ciśnienie osmotyczne kijanek wynosi $\Delta = 0.300^{\circ}$, gdy dla jajka niezapłodnionego $\Delta = 0.480^{\circ}$.

Z pracy Białaszewicza ('08) wynika, że objętość zarodków żaby w czternastym dniu rozwoju (tabela V str. 808), które posiadają jeszcze dobrze rozwinięte skrzela zewnętrzne, wynosi $6,56 \text{ mm}^3$, gdy objętość jaj zapłodnionych równa się średnio 2.48 mm^3 a więc objętości ich mają się jak 2.65 : 1.

Z danych tych możemy obliczyć ciśnienie osmotyczne, jakie miałyby 12 — 14-to dniowe zarodki po doprowadzeniu ich do objętości równej objętości jajka zapłodnionego. Wynosi ono $0.300 \times 2.65 = 0.795^{\circ}$.

A więc w czasie rozwoju zarodków żaby odbywa się również produkcja nowych substancyj osmotycznie czynnych, nieistniejących jako takie w jajku.

Streszczając, widzimy, że zarówno u żaby, jak i u obu gatunków rozwielitek wzrost ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zarodków tylko częściowo może być przypisany substancjom osmotycznym, istniejącym jako takie w zapłodnionym jajku, znaczna natomiast ich część powstaje na nowo w czasie rozwoju.

3. Sprężyste właściwości błony jajowej.

Jaja rozwielitek stanowią dogodny materiał nie tylko do badań osmotycznych. Łatwość zmierzenia dwu osi jaja i obli-

czenia powierzchni błony w stanie turgescencji i po wyzwoleniu błony z pod działania ciśnienia wewnętrznego—daje możliwość bliższego zanalizowania czynników mechanicznych, warunkujących wzrost błony i zarodków w różnych stadjach ich rozwoju.

W poszukiwaniach poniższych, precyzując ściślej zagadnienie, chodziło mi o ustalenie zależności między wysokością ciśnienia osmotycznego, działającego na błonę od strony jej powierzchni wewnętrznej, a stopniem odkształcenia błony.

W tym celu na zarodkach *Daphnia magna*, prócz oznaczeń metodą objętościową ciśnienia osmotycznego, wykonywałem pomiary dwu osi błony w dwu momentach: w stanie jej pełnego napięcia, czyli turgescencji, i po zupełnym zniesieniu napięcia, które uskuteczniałem przez nakłuwanie błony w sposób i w warunkach, opisanych w części metodycznej.

Powierzchnię błony jajowej obliczałem według wzoru dla powierzchni elipsoidy obrotowej:

$$S = 2\pi a^2 \left(1 + \frac{1-e^2}{2e} \log \frac{1+e}{1-e} \right),$$

gdzie
$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}},$$

zaś a i b są osiami błony, przyczem $a > b$.

Wyniki tych pomiarów i obliczeń streściłem w tabeli VIII w której prócz średniej, otrzymanej z szeregu pomiarów wielu jaj, wyrażającej wielkość powierzchni błony w stanie normalnej turgescencji i po jej zniesieniu, podałem wyliczenia trwałego odkształcenia błony i rezultaty pomiarów ciśnienia osmotycznego, wykonanych w tych samych, co i powyższe pomiary, odstępach czasu.

Ponadto, w trzech ostatnich kolumnach tabeli, podałem dla każdego ze stadjów badanych obliczenie ciśnienia wewnętrznego, rozciągnięcia błony jajowej i trwałego jej odkształcenia, wyrażone w odsetkach wartości, jakie wykazują one w stadjum najwcześniejszym z badanych przezemnie, t. j. w szóstej godzinie po przedostaniu się jaja z jajowodów do komory lęgowej.

Rys. 3 uwidacznia graficznie wyniki tych pomiarów i wyliczeń.

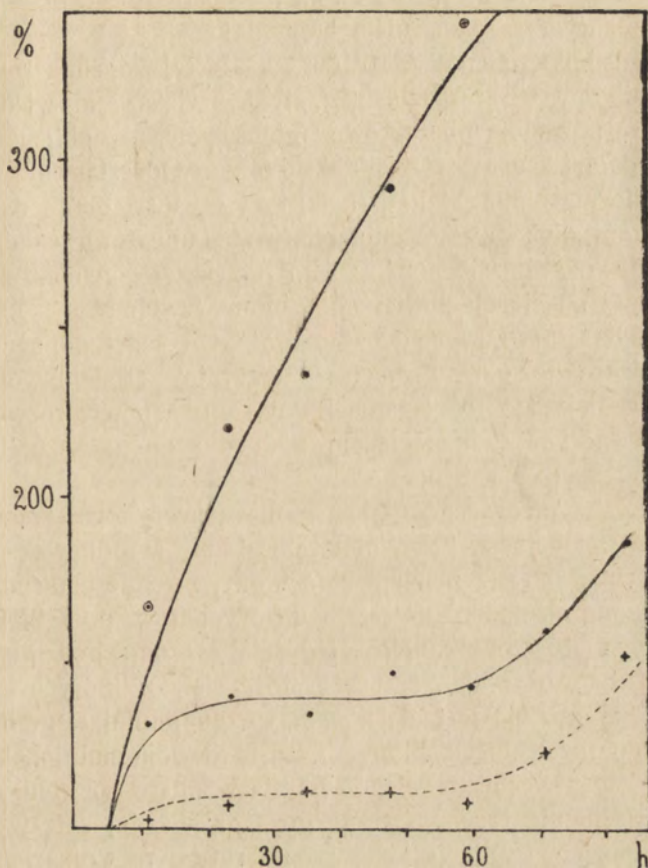
Jak wynika z liczb odnośnych tabeli, błona jaj *Daphnia magna* już w szóstej godzinie rozwoju znajduje się w stanie silnego napięcia sprężystego: rozciągnięcie błony pod wpływem

TABELA VIII.

| № porządkowy
(N° de l'observation) | Czas trwania rozwoju
(Durée du développement) | | W stanie napięcia
błony jajowej
(Membrane de l'oeuf
à l'état de tension) | | Po zniesieniu napięcia
błony jajowej
(Membrane de l'oeuf
détendue) | | Wielkość trwałego odkształ-
cenia błony jajowej
(Déformation durable de la
membrane de l'oeuf) | | Ciśnienie osmotyczne zawar-
tości błony w stanie jej
napięcia
(Pression osmotique du con-
tenu de la membrane à l'état
de tension) | | Ciśnienie
osmotyczne
zawartości
osmotique
du contenu) | Rozciąg-
nięcie
(Extension) | Trwale od-
kształcenie
(Déformation
durable) |
|---------------------------------------|--|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----------------|---|-----|---|-----------------------------------|---|
| | h | mm ² | h | mm ² | h | mm ² | h | mm ² | ° C | % | | | |
| 1 | 6 | 22 | 0.454 | 11 | 0.384 | — | 0.186° | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 2 | 12 | 21 | 0.600 | 14 | 0.396 | 0.012 | 0.313° | 167 | 132 | 103 | 132 | 103 | |
| 3 | 24 | 25 | 0.636 | 10 | 0.413 | 0.029 | 0.410° | 220 | 140 | 106 | 140 | 106 | |
| 4 | 36 | 22 | 0.615 | 12 | 0.425 | 0.041 | 0.442° | 237 | 135 | 111 | 135 | 111 | |
| 5 | 48 | 26 | 0.671 | 10 | 0.425 | 0.041 | 0.545° | 293 | 148 | 111 | 148 | 111 | |
| 6 | 60 | 20 | 0.646 | 12 | 0.416 | 0.032 | 0.638° | 343 | 142 | 108 | 142 | 108 | |
| 7 | 72 | 21 | 0.728 | 10 | 0.471 | 0.087 | — | — | 160 | 123 | 160 | 123 | |
| 8 | 84 | 20 | 0.846 | 10 | 0.590 | 0.206 | — | — | 186 | 154 | 186 | 154 | |

stosunkowo niskiego ciśnienia, odpowiadającego $\Delta = 0.186^{\circ}$, wynosi około 20% wielkości powierzchni błony, jaką ona posiada po zupełnym odciążeniu.

W dalszym ciągu rozwoju, w czasie którego, jak stwierdziłem powyżej, ciśnienie osmotyczne zawartości błony nieprzerwa-



Rys. 3. Zachowanie się ciśnienia osmotycznego zawartości błony (linja górna grubsza), rozciągnięcia błony (linja cieńsza) i jej trwałego odkształcenia (linja przerywana) w czasie rozwoju zarodków *Daphnia magna* (wyrażone w odsetkach wartości w szóstej godzinie rozwoju).

nie wzrasta, zbliżając się stopniowo do wysokości ostatecznej (przed opuszczeniem przez zarodki błon), w zachowaniu się błony pod wpływem ciśnienia wewnętrznego można wyróżnić dwa okresy (por. rys. 3).

Momentem, rozgraniczającym te dwa okresy, a przypadającym na 60-tą w przybliżeniu godzinę rozwoju, jest pęknięcie i zrzucenie błony zewnętrznej, czyli właściwej błony jajowej, i przejście tej roli przez t. zw. błonę zarodkową, która wytwarza się wtórnice w czasie rozwoju (por. Weismann' 77).

W pierwszym okresie rozwoju, który kończy się po upływie 60-ciu godzin wraz z rzućeniem błony jajowej, stale wzrastające ciśnienie osmotyczne (od $\Delta=0.186^{\circ}$, w szóstej godzinie rozwoju, do $\Delta=0.638^{\circ}$ — w sześćdziesiątej, t. j. zwiększenie więcej niż trzykrotne) powoduje początkowo intensywniejsze, potem — stopniowo coraz słabsze rozciąganie błony. Odształcenie to już po upływie niespełna 24 godzin dosięga wartości dla pierwszego okresu granicznej: powierzchnia błony w stanie turgescencji wynosi wtedy około 0.64 mm^2 , zatem rozciągnięcie maksymalne, wyrażone w odsetkach powierzchni błony, zwolnionej z pod ciśnienia (0.384 mm^2), wynosi około 67%. Od tego momentu do końca pierwszego okresu przyrost trzykrotny ciśnienia nie powoduje już dalszego rozciągania błony. Błona jajowa rozwiolatek zachowuje się pod tym względem podobnie do większości wytworów sprężystych ustroju.

W końcu pierwszego okresu błona jajowa rozciągnięta do granicy wytrzymałości, pęka, obnażając błonę zarodkową.

W tymże okresie powierzchnia błony, po zniesieniu działającego na nią ciśnienia, nie wraca do wymiarów początkowych, t. j. do wymiarów błony nierozciągniętej w szóstej godzinie rozwoju. Fakt ten dowodzi, że sprężystość ciał, z których składa się błona jajowa, nie jest doskonała, przynajmniej w granicach normalnego rozciągnięcia błony w czasie rozwoju embrjonalnego. Wielkość odształcenia trwałego wzrasta w miarę rozwoju, gdyż najniższe ciśnienie rozciąga błonę poza granicę jej sprężystości. To odształcenie trwałe jest — w ciągu całego rozwoju zarodkowego — w pierwszym przybliżeniu — wprost proporcjonalne do stopnia rozciągnięcia błony (p. rys. 3 przebieg krzywej ciągłej i przerywanej).

Po upływie 60-ciu godzin, po zrzuceniu zewnętrznej, czyli jajowej, błony, następuje zmiana. Powierzchnia obnażonej błony zarodkowej, posiadającej niezawodnie inne od błony jajowej właściwości sprężyste, zaczyna silnie rozciągać się. Ostateczne rozciągnięcie, jakię ta druga błona (zarodkowa) osiąga przed

samem rozerwaniem, wynosi więcej niż 100% w odniesieniu do powierzchni odciążonej na początku rozwoju. Zwiększanie się ciśnienia osmotycznego zawartości błony, powodując tak znaczne odkształcenie, prowadzi ostatecznie do momentu zerwania związku między cząsteczkami, składającymi błonę, któremu odpowiada ostateczne uwolnienie się zarodków z błon jajowych, czyli — wyklucie.

Poznanie krzywej szybkości wzrostu było głębszem wniknięciem w samo zjawisko wzrostu (Białaszewicz ('08) po uprzednim poznaniu głównych jego składników (Davenport '97), Schaper ('02), Białaszewicz ('08). Pozostawało jeszcze jedno ogniwo do wyświetlenia przyczyn, wywołujących taki a nie inny przebieg wzrostu embrjonalnego. Już uprzednio podkreśliłem że istnieją duże różnice w szybkości wzrostu poszczególnych okresów rozwoju.

Po pierwszym okresie rozwoju, trwającym od 12-jej do 60-jej godziny następuje faza zastoju, poczem znów rozpoczyna się wzrost, trwający do ostatnich badanych przezemnie okresów.

W literaturze dotychczasowej spotykamy już dążenie do wytlomaczenia przyczyn, powodujących wzrost i wchłanianie wody. Bezwątpienia, ciśnienie osmotyczne jest jednym z czynników, odgrywających częstokroć dużą rolę, lecz nie jedyną.

Drugim czynnikiem, dającym się przynajmniej częściowo zbadać, jest czynnik negatywny, działający hamująco i w ten sposób warunkujący taką a nie inną szybkość wzrostu. Jest nim, bezwątpienia, błona, której fizyczne właściwości poznaliśmy.

Co się tyczy przyrostu substancyj wewnątrz-komórkowych to tutaj rolę analogiczną pełnią błony poszczególnych komórek. Fakt, że zawartość zarodków pęcznieje raptownie po nakłuciu błony zewnętrznej, dowodzi, że utworem, hamującym wzrost zarodków *Daphnia magna*, jest błona zewnętrzna. Między błoną jajową a zarodkiem powstaje w pewnych okresach periwitelin. Może on powodować przy wroście powierzchni błony zastój we wroście zarodka. W danym przypadku działanie błony jest bezpośrednie. Płyn w okresie badanym wypełnia jedynie wklęsłości zarodka, miejsca zaś wypukłe przylegają ściśle do błony.

Z powyższego widzimy, że wzrost zarodków w danym przypadku wytłomaczyć się daje wzmagającym się odkształcaniem błon elastycznych. Okres zastoju wzrostu zarodków spowodowany jest dojściem błony jajowej do granicy rozciągliwości, dalszy zaś okres wzrostu poprzedza pęknięcie błony jajowej. Wtedy rolę hamującą pełni błona larwowa, która rozciąga się pod wpływem ciśnienia wewnętrznego.

Résumé.

L'auteur constate, que les membranes ovulaire et larvaire des embryons de *Simocephalus vetulus* et *Daphnia magna* depuis la 6-me heure du développement sont imperméables aux substances employés dans la méthode plasmolitique.

Les méthodes utilisées habituellement dans les recherches sur la pression osmotique ne pouvaient être employées a cause de la mucosité de l'objet. Il fallait donc se servir d'une autre méthode dite volumétrique, dont voici les principes.

On recherche le point d'isotonie, en admettant que la concentration isotonique correspond à la solution la plus concentrée parmi celles qui ne provoquent encore aucun changement dans le volume de l'oeuf. On l'obtient en la recherchant parmi les différentes concentrations utilisées ou bien en appliquant la correction de Pantanelli ('04). Celle ci pourtant ne peut être utilisée ici dans toute sa ampleur étant donné l'absence d'un parallélisme entre l'augmentation de concentration et la diminution de volume (Tableau I et figure № 1). Cet inconvénient peut être éloigné si on n'emploie que des concentrations faiblement hypertoniques.

Les recherches sur la pression intérieure des embryons provenant des oeufs vierges de *Simocephalus vetulus* et *Daphnia magna* ont démontré que cette pression subit des variations notables.

Les embryons les plus jeunes, ceux de 6 h. possèdent la pression minimum égale chez *S. v.* $\Delta = 0.245^{\circ}$ et chez *D. m.* $\Delta = 0.186^{\circ}$.

La pression augmente ensuite uniformément avec l'âge. Dans les stades les plus avancés (54 h) elle est chez *Simocephalus* $\Delta = 0.752^{\circ}$ et (84 h) chez *Daphnia* $\Delta = 0.739^{\circ}$ (v. tableaux VI, VII et fig. 2).

La comparaison de la pression intérieure des stades limites des embryons des espèces étudiées prouve que la production des substances osmotiques a lieu pendant tout le temps du développement et qu'elle augmente quatre fois la pression intérieure des embryons, tandis que la pression osmotique de la chambre incubatrice ne change pas. Ces faits prouvent enfin, que les embryons des animaux poikiloosmotiques — Cladocères — se comportent quant

à leur pression osmotique comme les embryons des Oiseaux et des Amphibiens. Nous trouvons chez eux, comme chez la grenouille une diminution de la pression osmotique au commencement du développement.

Ces recherches furent entreprises sur des œufs parthénogénétiques. On ne peut donc expliquer la diminution de la pression osmotique dans le cas présent par l'acte de fécondation. Cette propriété est donc propre à l'œuf vierge comme à l'œuf fécondé.

Backman, Runnström et Sundberg admettent quatre modes d'explication de cette diminution de la pression osmotique:

1) l'absorption de l'eau; 2) l'excrétion des substances osmotiques à l'extérieur de l'œuf; 3) l'excrétion de ces substances dans le liquide du perivitellin; 4) l'inactivation des substances osmotiques. Le premier et le troisième cas ne peuvent pas avoir lieu. Quant aux deux autres leur part n'est pas bien déterminée.

Les résultats des présentes recherches sur les embryons de *Daphnia magna* et *Simocephalus vetulus* ainsi que les résultats des recherches d'autres auteurs sur les embryons de la grenouille amènent l'auteur à la conclusion que l'accroissement de la pression osmotique pendant le développement ne peut être provoqué qu'en partie par l'activation des substances osmotiques qui existaient déjà comme telles dans l'œuf avant son développement. La plus grande partie de ces substances osmotiques est nouvellement formée.

Déjà depuis la 6-me heure du développement la membrane ovulaire se trouve dans un état de tension élastique. L'extension de la membrane est égale à peu près à 20%. (Tableau VIII et fig. 3).

Jusqu'à la 24-me h. du développement l'augmentation de la pression osmotique provoque une augmentation plus ou moins grande de l'extension de la membrane. Le maximum de l'extension est égal à 67% (après 24 h. de développement). Depuis la 24 jusqu'à la 60 h. du développement l'augmentation de la pression osmotique ne provoque point d'extension de la membrane.

La membrane se comporte donc comme la plupart des matières organiques. La membrane des stades depuis la 12 h. jusqu'à la 60 h. du développement ne revient pas à son état primitif (de 6 h.), si on supprime la pression intérieure par une piqûre de

la membrane. L'extension de la membrane a donc dépassé les limites de son élasticité. La déformation permanente est proportionnelle au degré d'extension de la membrane.

Depuis la 60-me h. du développement les embryons perdent leurs membranes ovulaires ce qui est suivi d'une nouvelle période d'extension de la membrane larvaire.

La membrane extérieure joue donc un grand rôle comme régulateur de la vitesse de l'acroissement des embryons. A chaque extension de la membrane correspond un accroissement de l'embryon. L'augmentation du volume de l'embryon dépend donc des propriétés physiques de la membrane extérieure. L'arrêt de l'acroissement de l'embryon (depuis la 24-me jusqu'à la 60-me heure du développement) est provoqué par le manque d'extensibilité de la membrane.

PIŚMIENICTWO.

- Asher L. 1911. Die Anwendung der physikalisch-chemischen Methoden in der Physiologie. Tigerstedt: Handb. der phys. Meth. Bd I.
- Backmann E. L. 1910. Befruchtungsinflytande pa osmotiska trycket aggrån *Bufo vulgaris* och *Triton cristatus*.
- Backmann E. L. 1912. Die Einwirkung der Befruchtung auf den osmotischen Druck der Eier von *Bufo vulgaris* u. *Triton cristatus*. Archiv. f. die ges. Physiol. **148**.
- Backmann E. L. 1911. Über den osmotischen Druck der Libellen während ihrer Larval — u. Imagostadium. Zentrbl. f. Physiol. **25**.
- Backmann E. L. u. Runnström. 1909. Physikalisch-chemische Faktoren bei der Embryonalentwicklung. Der osmotische Druck bei der Entwicklung von *Rana temporaria*. Bioch. Zeitsch. **22**.
- Backmann E. L. u. Runnström. 1909. Der osmotische Druck während der Embryonalentwicklung von *Rana temporaria*. Arch. f. die ges. Physiol. **144**.
- Backmann E. L. u. Sundberg. 1909. Physikalisch-chemische Faktoren bei der Embryonalentwicklung. Bioch. Zeitschr. **22**.
- Backmann E. L. u. Sundberg. 1912. Der osmotische Druck bei *Rana temporaria* während der Entwicklung nach dem Ausschlüpfen der Embryonen. Arch. f. d. ges. Physiol. **146**.
- Bataillon E. 1904. Nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale chez les Vertébrés inférieurs. Arch. f. Entw. Mech. **18**.
- Bataillon E. 1912. La parthénogénèse des Amphibiens et la fécondation chimique de Loeb. C. R. Acad. des Sciences de Paris.
- Białaszewicz K. 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. de l'Acad. de Sc. de Cracovie.
- Białaszewicz K. 1912. Untersuchungen über die osmotische Verhältnisse bei der Entwicklung der Hühner und Froschembryonen. Vorl. Mitt. Bull. int. de l'Acad. des Sc. Cracovie.
- Białaszewicz K. 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbeltierembryonen. Teil I u. II. Versuche an Hühner—u. Froschembryonen. Arch. für Entw. Mech. **34**.
- Bottazzi F. 1908. Osmotischer Druck u. elektrische Leitfähigkeit der Flüssigkeiten der einzelligen, pflanzlichen u. tierischen Organismen. Ergebnisse d. Physiol. **7**.
- Bousquet F. 1899. Recherches cryoscopiques sur le serum sanguin. Paris.
- Davenport C. B. 1897. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. **28**.
- Davenport C. B. 1897-9. Experimental Morphology. London.
- Delage Y. 1901. Les théories de la fécondation. Comptes rendus de V Congrès intern. de Zoologie. Berlin.
- Delage Y. et Goldsmith M. 1913. La parthénogénèse naturelle et expérimentale. Paris.

- Grünbaum D. 1904. Vergleichende Untersuchungen über die molekulare Konzentration des mütterlichen und fötalen Blutes u. des Fruchtwassers. Inaug. Diss. Würzburg.
- Hamburger H. J. 1902. Osmotischer Druck u. Ionenlehre in ihrer Bedeutung für die Physiologie u. Pathologie des Blutes. Bd I. Wiesbaden.
- Höber R. 1914. Physikalische Chemie der Zelle u. der Gewebe. Leipzig.
- Jasqué L. 1902. De la g n se des liquides amniotique et allanto dien. Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Acad. royale de Belgique. 63.
- Lepeschkin W. W. 1907. Zur Kenntnis der Wachstumsmechanismus der pflanzlichen Zellen. Beihefte zum Bot. Zentr. 21.
- Lepeschkin W. W. 1908.  ber den Turgordruck der vacuolierten Zellen. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. 26a.
- Lepeschkin W. W. 1908. Zur Kenntnis des Mechanismus der Variationsbewegungen. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. 26a.
- Lepeschkin W. W. 1909.  ber die Permeabilitätsbestimmung der Plasmamembran für gelöste Stoffe. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. 27.
- Lillie R. S. 1909. Momentary elevation of temperature as a means of producing artificial parthenogenesis in starfish eggs and the condition of its action. Proc. of the Soc. for. exper. Biol. and Med.
- Loeb J. 1911. La fécondation chimique. Paris.
- Nägeli C. 1855. Primordialschlauch u. Diosmose, in „Pflanzenphysiologische Untersuchungen“. Leipzig.
- Overton E. 1907.  ber den Mechanismus der Resorption u. der Sekretion, im „Handbuch der Physiologie des Menschen“ von Nagel. 2. Braunschweig.
- Pantanelli E. 1904. Untersuchungen über den Turgor der Hefezellen. Jahrb. f. wissenschaft. Bot. 40.
- Pfeffer W. 1912. Physiologie végétale. Etude des échanges de substance et d'énergie dans la plante. Paris.
- Politi G. 1908. Cytowane według F. Bottazzi: Ergebnisse d. Physiol. 7.
- Ramult M. 1914. Badania nad warunkami rozwoju jaj letnich *Daphnia magna* i innych rozwielitek. Bull. de l'Acad. de Sc. de Cracovie.
- Schaper A. 1902. Beiträge zur Analyse des tierischen Wachstums. Teil I. Quellen, Modus u. Lokalisation des Wassers. Arch. für Entw. Mech. 14.
-  bbels D. G. 1911. Vergleichende Untersuchungen von mütterlichen Blute, fötalem Blute u. Fruchtwasser. Inaug. Diss. Giessen (Utrecht).
- Vries de H. 1882. Proces verbal der Koninkl. Akad. u. Wettensch te Amsterdam. Cytowane według: Z. Hamburger „Osmotischer Druck“. T. I, str. 161.
- Weismann A. 1877. Beitr ge zur Naturgeschichte der Daphniden. Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie. 28.

HALINA MĘDRKIEWICZÓWNA.

Wpływ wielkości powierzchni cieczy na rozwój kultur wymoczków (*Colpidium colpoda* Ehrbg).¹⁾

(Le rôle de la surface libre du liquide dans le développement des cultures du *Colpidium colpoda* Ehrbg).

Z porównawczych zestawień (Pütter '11, Friedenthal '14) wynika, że u organizmów wyższych istnieje pewna zależność pomiędzy powierzchnią organów oddechowych i wydzielniczych a wielkością organizmu.

Kulturę pierwotniaczą możemy porównać z organizmem, którego powierzchnię wymienną stanowi wolna powierzchnia cieczy. Kwestja zatem ustosunkowania powierzchni cieczy do ilości pożywki lub też ilości pokarmu nabiera w tych warunkach podobnego znaczenia, jak kwestja stopnia rozwoju powierzchni narządów oddechowych u organizmów wielokomórkowych.

W poszukiwaniach moich szło o stwierdzenie, czy i w jakim stopniu zależność ta przejawia się w rozwoju kultur wymoczków. Zależność ta zdawała mi się tym ciekawsza, że, aczkolwiek z badań Barratta ('05), Wachendorffa ('11), Błędowskiego i Zweibauma ('15), Gutmanówny ('15), Zweibauma ('15) wynika, że wymoczki zużytkowują tlen

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. w maju 1921 r.

atmosferyczny, to jednak, zdaniem Püttera ('04, '05, '11), mogą one również istnieć przez dłuższy czas w warunkach beztle-
nowych.

1. Metodyka.

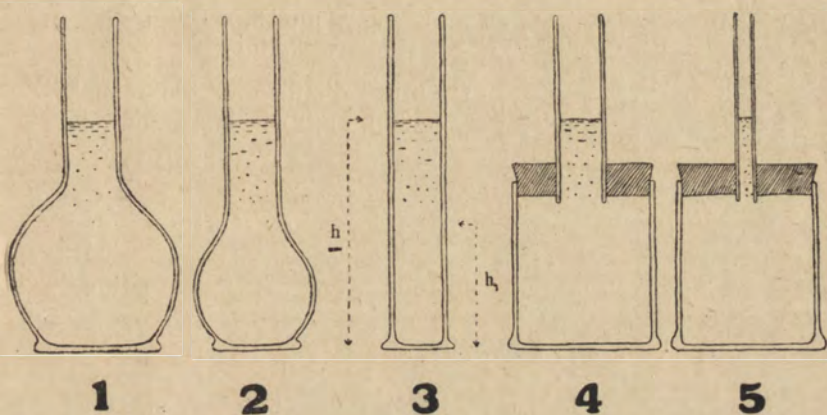
W poszukiwaniach moich podłożem odżywczem dla kultur wymoczków służyła pożywka sianowa (sporządzona przez rozcięnczenie wywaru sianowego wodą wodociągową przegotowaną), o zawartości azotu około 0,02 mg w 1 cm³. Do sporządzania kultur, wchodzących w skład jednej serji, używałam zawsze jednej i tej samej pożywki. Zasiewałam kultury, wprowadzając pewną ilość wymoczków (parę lub kilka), ściśle określoną i jednakową dla wszystkich kultur, należących do jednej serji, do pożywki przegotowanej, w naczyniach przesterylizowanych. W ten sposób otrzymywałam hodowle czyste — nie zawierające innych organizmów poza *Colpidium* i bakterjami. Do zasiewania kultur używałam wymoczków, pochodzących z linii czystych, hodowanych na klockach (T. Vieweger '18). W celu uniknięcia rozbieżności fizjologicznej, do zasiewania kultur jednej serji stosowałam wymocзки, pochodzące z podziału jednego osobnika poprzednio wyodosobnionego.

Rozwój ilościowy wymoczków w kulturach, śledziłam metodą liczenia na szkiełku, podzielonem na mm² (J. i T. Viewegerowie '18). Wszystkie kultury były trzymane w temperaturze 20°.

Dla stwierdzenia wpływu powierzchni cieczy na rozwój wymoczków wykonałam doświadczenia kilku typów, w których stosowałam kultury o różnej powierzchni cieczy, lecz jednakowej objętości, lub też o stałej powierzchni a zmiennej objętości cieczy. Każdy typ wymagał naczyń odmiennego kształtu (rys. str. 3).

W doświadczeniach typu I-go naczynia posiadały jednakową powierzchnię przekroju poprzecznego, a zatem powierzchnię wolną cieczy, jednakową wysokość, różniły się zaś objętością. Jedno naczynie było kształtu cylindrycznego (3), pozostałe — kształtu kolb (1 i 2), zaopatrzonych w szyjki o jednakowej wysokości (8 cm.). Naczynia wypełniałam ściśle określoną ilością identycznej pożywki tak, że górna powierzchnia cieczy pozostawała w odległości 2 cm od górnego brzegu szyjki.

W doświadczeniach typu II-go stosowałam naczynia cylindryczne (3), o jednakowej powierzchni przekroju poprzecznego. Zmienną była wysokość ($h-h_1$), a zatem i objętość słupa cieczy. W doświadczeniach typu III-go naczynia posiadały różne powierzchnie przekroju poprzecznego, zaś jednakową objętość płynu. Naczynia te (4 i 5) składały się z cylindrów o wysokości 15 cm i średnicy przekroju około 5 cm, zamkniętych drewnianymi wyparafinowanymi korkami, do których u góry wstawiłam rury szklane o różnej średnicy. Wysokość cieczy w rurze wynosiła 7 cm. Wszystkie 3 typy doświadczeń zawierały, jako kontrolę, kulturę w naczyniu cylindrycznym, w którym stosunek powierzchni do obję-



Objaśnienie rysunku. Naczynia, w których rozwijały się kultury wymoczków. Naczynia № 1 i 2 — z I-go typu doświadczeń (stała powierzchnia i wysokość cieczy, zmienna objętość). Naczynie № 3 — z II-go typu doświadczeń (stała powierzchnia, zmienna wysokość i objętość cieczy). Naczynia № 4 i 5 — z III-go typu doświadczeń (stała objętość i wysokość, zmienna powierzchnia).

tości był w ten sposób dobrany, ażeby zabezpieczyć optymalny rozwój wymoczków w pożywce o danem stężeniu. W tych warunkach rozwój *Colpidium* zachodził w sposób podobny, jak w kulturach „normalnych“, badanych przez J. i T. V i e w e g e r ó w ('18).

2. Opis doświadczeń.

Grupa I. Kultury o jednakowej powierzchni, a różnej objętości cieczy. Wykonałam 4 serie doświadczeń. Serja I zawierała 2 naczynia (cylinder i kolbę), o średnicy powierzchni po-

przecznego przekroju szyjki 23,6 mm, zatem powierzchnia wolna cieczy wynosiła 437 mm² (wysokość słupa cieczy w szyjce 62 mm), objętość cieczy 82 i 690 cm³.

Serja II — składała się z 3 kultur (cylinder i 2 kolby) o objętości 82, 264 i 690 cm³; powierzchnia cieczy 437 mm².

TABELA I.

Serja III. Naczynia o jednakowej powierzchni (292 mm²), a różnej objętości cieczy. Nacz. IV (cylinder) — obj. 50 cm³, nacz. V (kolba) — 132 cm³, VI — 209 cm³. Po 20 dniach ciecz z wymoczkami z naczyń IV i VI przelano do naczyń o powierzchni 5,4 razy większej

| № kolejny obser-
wacji
(№ d'ordre de
l'observation) | Liczba dni ubiegłych
od pocz. doświad.
(Nombre de jours
écoulés depuis le
commencement de
l'expérience) | Liczba wymoczków w 1 cm ³
kultury
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³
du liquide de la culture) | | |
|--|--|---|------------|------------|
| | | IV | V | VI |
| 1 | 6 | 35 | 11 | 9 |
| 2 | 8 | 998 | 424 | 118 |
| 3 | 9 | 1383 | 847 | 275 |
| 4 | 10 | 985 | 842 | 302 |
| 5 | 12 | 831 | 455 | 444 |
| 6 | 14 | 767 | 414 | 514 |
| 7 | 17 | 761 | 393 | 444 |
| 8 | 20 | 400 | 292 | 167 |
| 9 | 23 | 187 | 184 | 961 |
| 10 | 24 | 127 | 132 | 1148 |

(Tableau I. Série III. Développement des infusoires dans les cultures à surfaces libres égales (292 mm²) et à volumes différents. Volume de la culture IV (vase cylindrique) — 50 cm³, culture V (ballon) — 132 cm³, culture VI — 209 cm³. Au bout de 20 jours les cultures IV et VI ont été versées dans des vases à surface 5,4 fois plus grande).

Serja III zawierała 3 naczynia: cylinder (objętość 50 cm³) i dwie kolby (objętość 132 i 209 cm³). Powierzchnia cieczy 292 mm².

TABELA II.

Serja IV. Naczynia o jednakowej powierzchni (292 mm²), a różnej objętości cieczy. Naczynie IV (cylinder) — obj. 50 cm³, V (kolba) — 132 cm³, VI — 209 cm³, VII — 258 cm³. Po upływie 13, 15 i 20 dni, ciecz z wymoczkami z naczyń IV, V, VII przelano do naczyń o powierzchni 5,4 razy większej.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od pocz. doświad.
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Liczba wymoczków w 1 cm ³ kultury
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | | | |
|--|--|---|------|-----|------|
| | | IV | V | VI | VII |
| 1 | 5 | 756 | 110 | — | 2 |
| 2 | 7 | 1837 | 398 | 288 | 26 |
| 3 | 9 | — | 607 | 352 | 103 |
| 4 | 10 | 1053 | — | — | — |
| 5 | 11 | — | 376 | 600 | — |
| 6 | 13 | 578 | 178 | 349 | — |
| 7 | 14 | — | 860 | 338 | 110 |
| 8 | 15 | — | — | 424 | 112 |
| 9 | 16 | — | — | — | 215 |
| 10 | 17 | — | 1086 | — | — |
| 11 | 18 | 0 | — | — | 440 |
| 12 | 19 | — | — | 382 | 334 |
| 13 | 20 | — | — | — | 330 |
| 14 | 21 | — | 1144 | — | — |
| 15 | 22 | — | — | 365 | 1410 |
| 16 | 25 | — | 1226 | — | — |
| 17 | 26 | — | — | — | 1632 |
| 18 | 28 | — | 327 | — | 1522 |
| 19 | 30 | — | — | 0 | 1529 |
| 20 | 33 | — | — | — | 884 |

(Tableau II. Série IV. Développement des infusoires dans les cultures à surfaces libres égales (292 mm²) et à volumes différents. Volume de la culture IV (vase cylindrique) — 50 cm³, V (ballon) — 132 cm³, VI — 209 cm³, VII — 258 cm³. Au bout de 15, 13 et 20 jours les cultures IV, V, VII ont été versées dans des vases à surface 5,4 fois plus grande).

Serja IV wreszcie składała się z 4 kultur, z których jedna sporządzona była w naczyniu cylindrycznym (obj. cieczy 50 cm^3), pozostałe w kolbach (objętości 132, 209, 258 cm^3). Powierzchnia cieczy 292 mm^2 .

Rezultaty ilościowego rozwoju wymoczków w kulturach serji III i IV podano w tabelach I i II. W tabeli III zaznaczono ilości maksymalne wymoczków, przypadające na 1 cm^3 cieczy, liczbę dni, po których wystąpiło maksimum wymoczków oraz ponadto zaznaczono ilości absolutne wymoczków, przypadające na jednostkę wolnej powierzchni cieczy w całej kulturze w czasie największego jej rozwoju; te ostatnie liczby otrzymano mnożąc ilości maksymalne, notowane dla jednego cm^3 , przez objętość cieczy kultury oraz dzieląc przez całkowitą jej powierzchnię.

Z porównania danych zdaje się wynikać, że początkowy rozwój wymoczków biegnie w sposób zbliżony w kulturach o różnej objętości, jednakże wkrótce występuje zahamowanie rozwoju tem wyraźniejsze, im mniej korzystny jest stosunek powierzchni do objętości cieczy. Stąd wynika, iż maksimum liczbowe wymoczków jest tem niższe i późniejsze im większa jest objętość cieczy. Z porównania ilości absolutnych wynika, że maksymalne ilości wymoczków w kulturach w odniesieniu do jednostki powierzchni zbliżają się do siebie, aczkolwiek pewna przewaga daje się zauważyć dla naczyń o mniejszym stosunku powierzchni do objętości, zwłaszcza dla kultur pośrednich (Serje III, IV).

Doświadczenia powyższe wskazują zatem, że stosunek powierzchni do objętości zakreśla przebieg rozwoju ilościowego kultury. O ile wniosek powyższy jest słuszny, to należałoby się spodziewać, że zmiana powyższego stosunku powinna pociągnąć za sobą zmianę w rozwoju ilościowym wymoczków. Ażeby się o tem przekonać, wykonałam w serji III i IV (tab. I i II) następujące doświadczenia. W czasie, gdy rozwój ilościowy wymoczków w kulturach IV i VI-ej (S. III), ewent. IV, V, VII-ej (S. IV), osiągnął i przeszedł poza maksimum, t. j. kultury wstąpiły w okres wymierania, przelałam ciecz z wymoczkami z kultur do naczyń cylindrycznych o średnicy powierzchni przekroju poprzecznego

45 mm., a zatem o powierzchni 1590 mm² t. j. pięciokrotnie większej od powierzchni cieczy w kulturach pierwotnych.

TABELA III.

Zestawienie wyników seryj I — IV pierwszego typu doświadczeń.

| | (N ^o de la série)
N ^o naczynia
(N ^o de la culture) | Powierzchnia wol-
na cieczy w kulturze
(Surface libre du li-
quide de la culture) | Objętość cieczy
w kulturze
(Volume du liquide
de la culture) | Maksymalne liczby wymocz-
ków w 1 cm ³ kultury
(Nombre maximal d'infusol-
res dans 1 cm ³ du liquide
de la culture) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours au
bout desquels le maxi-
mum a été atteint) | Liczba wymoczków przy-
padająca w całej kultu-
rze w czasie największe-
go jej rozwoju — na 1
cm ³ powierzchni cieczy
(Nombre d'infusoires
dans toute la culture —
au moment de son plus
grand développement —
par 1 cm ³ de la surfa-
ce libre du liquide) |
|-----|---|--|---|---|---|---|
| | | cm ² | cm ³ | | | w 100-ch |
| I | 1 | 4.37 | 82 | 380 | 12 | 71 |
| | 3 | 4.37 | 690 | 96 | 13 | 152 |
| II | 1 | 4.37 | 82 | 653 | 15 | 123 |
| | 2 | 4.37 | 264 | 222 | 19 | 134 |
| | 3 | 4.37 | 690 | 81 | 22 | 128 |
| III | 4 | 2.92 | 50 | 1383 | 9 | 237 |
| | 5 | 2.92 | 132 | 847 | 9 | 383 |
| | 6 | 2.92 | 209 | 514 | 14 | 368 |
| IV | 4 | 2.92 | 50 | 1837 | 7 | 315 |
| | 5 | 2.92 | 132 | 607 | 9 | 274 |
| | 6 | 2.92 | 209 | 600 | 11 | 429 |
| | 7 | 2.92 | 258 | 440 | 18 | 389 |

(Tableau III. Comparaison des résultats des séries I—IV. Les cultures à sur-
faces libres égales et à volumes différents).

Liczenie wymoczków w ciągu następnych dni wykazało, że w kulturach (IV), które od początku rozwijały się w naczyniach cylindrycznych, przebieg rozwoju ilościowego nie wykazał zmian,

t. j. że kultury wymierały w dalszym ciągu. To znaczy, że warunki optymalne ustosunkowania powierzchni wymiennej do objętości cieczy, a co zatem idzie, i zużytkowania podłoża odżywczego zostały tam już poprzednio zrealizowane. Natomiast w kulturach, pochodzących z naczyń niecyldrycznych (kolb V, VI, VII), liczba pierwotniaków szybko się zwiększyła — przyczem maksymalne liczby wymoczków zbliżają się do maksimum liczbowego, jakie miało miejsce w kulturach IV-yh. Zwłaszcza wyraźnie zjawisko to wystąpiło w kulturach V i VII (S. IV), gdzie, po przeniesieniu kultur do naczyń o większej wolnej powierzchni cieczy, w ciągu jednego lub dwu dni ilość pierwotniaków wzrosła z 178—330 do 860—1410.

Z powyższego widzimy, że stosunek powierzchni do objętości cieczy ogranicza możliwości rozwojowe kultury pod względem ilościowym, a co zatem idzie, — stopień wyzyskania podłoża odżywczego tak dalece, że zmiana tego ustosunkowania (o ile warunki już poprzednio nie były optymalne) prowadzi w kulturze wymierającej do powtórzenia cyklu rozwojowego i to w większym zakresie, niż to miało miejsce początkowo.

Przechodzimy do opisu drugiej grupy doświadczeń. Obejmowała ona serje kultur o jednakowej powierzchni cieczy (cylindry), o różnej zaś wysokości i objętości: średnica przekroju wynosiła 37 mm (powierzchnia 1075 mm²), zaś wysokości płynów 5, 10, 15, 20, 30 cm. Stosunek objętości zbliżał się zatem do stosunku 1 : 2 : 3 : 4 : 6. Dane liczbowe, dotyczące się ilościowego rozwoju wymoczków, zestawiałam w tabeli IV i V.

Z porównania danych wydaje się prawdopodobnym, że rozwój początkowy pierwotniaków biegnie mniej więcej równolegle we wszystkich kulturach, poczem występuje zahamowanie wyraźniejsze w naczyniach o większej objętości cieczy. Z tym ostatnim związane jest występowanie maksimum liczbowego tem niższe i późniejsze, im mniej korzystny jest stosunek powierzchni do objętości. Ilości maksymalne wymoczków, w odniesieniu do jednostki powierzchni, wyrażają się liczbami następującymi: 123, 289, 352, 342, 206 (w setkach), zbliżają się zatem do siebie z pełną tendencją zwykłą dla kultur o większej zawartości cieczy.

TABELA IV.

Serja V. Naczynia (cylindry) o różnej wysokości cieczy (5, 10, 15, 20, 30 cm). Powierzchnia cieczy jednakowa (1075 mm²).

| № kolejny obserw. | (№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych | (Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Liczba wycieczków w 1 cm ³ kultury
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | | | | |
|-------------------|------------------------------|----------------------|--|--|-------------|-------------|------------|---|
| | | | | I | II | III | IV | V |
| 1 | 5 | | 1150 | 473 | 248 | 59 | 17 | |
| 2 | 6 | | 2499 | 2358 | 1245 | 569 | 48 | |
| 3 | 7 | | 2428 | 2868 | 1993 | 1636 | 264 | |
| 4 | 9 | | 1445 | 2851 | 2345 | 1707 | 455 | |
| 5 | 10 | | 1443 | 2085 | 2037 | 1645 | 684 | |
| 6 | 13 | | 1102 | 1425 | 1691 | 1584 | 240 | |

(Tableau IV. Série V. Développement des infusoires dans des vases cylindriques différant par la hauteur du liquide (5, 10, 15, 20, 30 cm) et à surfaces libres égales (1075 mm²).

TABELA V.

Zestawienie wyników serji V drugiego typu doświadczeń.

| № naczynia | (№ de la culture) | cm | | cm ³ | | cm ³ | | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours au bout
desquels le maximum a
été atteint) | w 100-ch en 100-nes | |
|------------|-------------------|---|--|---|--|---|---|---|---------------------|--|
| | | Wysokość słupa cieczy
w kulturze
(Hauteur de la colonne
liquide) | Powierzchnia wolna
cieczy w kulturze
(Surface libre du liqui-
de de la culture) | Objętość cieczy w kul-
turze
(Volume du liquide
de la culture) | Maksymalne liczby wymo-
czków w 1 cm ³ kultury
(Nombre maximal d'infu-
sores dans 1 cm ³ du li-
guide de la culture) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours au bout
desquels le maximum a
été atteint) | Liczba wymoczków, przypa-
dająca — w całej kulturze
w czasie największego jej
rozwoju — na 1 cm ³ po-
wierzchni cieczy.
(Nombre d'inusoires dans
toute la culture — au mo-
ment de son plus grand
developpement par 1 cm ²
de la surface libre du li-
guide). | | | |
| 1 | | 5 | 10.7 | 53 | 2499 | 6 | 123 | | | |
| 2 | | 10 | 10.7 | 108 | 2868 | 7 | 289 | | | |
| 3 | | 15 | 10.7 | 161 | 2345 | 9 | 352 | | | |
| 4 | | 20 | 10.7 | 215 | 1707 | 9 | 342 | | | |
| 5 | | 30 | 10.7 | 323 | 684 | 10 | 206 | | | |

(Tableau V. Comparaison des résultats de la série V. Les cultures dans des vases cylindriques (à surfaces libres égales et différant par la hauteur de la colonne liquide).

W kulturach tych zatem rozwój pierwotniaków zależy od wysokości cieczy, a więc przypuszczalnie od stosunku powierzchni do objętości cieczy.

Grupa III-a doświadczeń zawierała kilka seryj kultur o jednakowej wysokości i objętości, różnej zaś powierzchni płynu (średnice 7, 12.4, 17.8, 21.4, 51.5 mm, powierzchnie 38, 121, 249, 360, 2082 mm²). Dane liczbowe, dotyczące się rozwoju wymoczków, zestawiałam w tabelach VI i VII.

Z porównania rezultatów wynika, że rozwój początkowy (pierwsze 3—4 dni) biegnie w sposób zbliżony w kulturach o różnej powierzchni, wkrótce jednak występuje zahamowanie tem wybitniejsze, im mniejsza jest powierzchnia wolna cieczy; maksimum wymoczków jest tem niższe i późniejsze, im gorsze jest ustosunkowanie powierzchni do objętości (zwłaszcza kultury IV i V). Porównanie ilości absolutnych wymoczków t. j. ilości sprowadzonych do jednostki powierzchni, wykazuje przewagę dla kultur o powierzchni mniejszej—wyraźniejszą, aniżeli w grupie I i II doświadczeń (tab. VIII); a więc w serji VII przypadają na jednostkę powierzchni 169, 475, 625 (w setkach) wymoczków. Jednakże w kulturach o bardzo małej powierzchni (S. VI kult. IV i V) występuje, zamiast przewagi, znaczne bardzo obniżenie ilości pierwotniaków (stosunek ilości wymoczków w kulturach tej serji wynosił 243, 357, 313, 27, 16 (w setkach)). W naczyniach o bardzo małej powierzchni zauważyłam parokrotnie bardzo znaczne ilości trupów, spowodowane masowem wymieraniem wymoczków, przypuszczalnie na skutek zatrucia gromadzącymi się produktami przemiany materji.

Z doświadczeń tej grupy, zarówno jak i z poprzednich, wyprowadzamy następujące wnioski: zmiana stosunku wolnej powierzchni cieczy do ilości pożywki powoduje tem wyraźniejsze zahamowanie rozwoju wymoczków, tem niższe i późniejsze maksimum liczbowe obserwowane, im mniejsza jest powierzchnia cieczy; ilości pierwotniaków w odniesieniu do jednakowych powierzchni zbliżają się do siebie, aczkolwiek pewna przewaga rozwoju ilościowego daje się zauważyć dla kultur o zmniejszającej się powierzchni; jednakże w kulturach o powierzchni bardzo ma-

TABELA VI.

Serja VI. Naczynia o różnej powierzchni cieczy (2082, 360, 249, 121, 38 mm²).
Wysokość i objętość (około 300 cm³) cieczy jednakowa.

| № kolejny obserw.
(№ d'ordre de l'ob-
servation) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours
écoulés depuis le
commencement de
l'expérience) | Liczba wymoczków w 1 cm ³ kultury
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du li-
quide de la culture) | | | | |
|--|---|--|------------|------------|----|---|
| | | I | II | III | IV | V |
| 1 | 5 | — | 2 | 2 | — | — |
| 2 | 6 | 11 | — | — | 2 | — |
| 3 | 9 | — | 123 | 30 | — | — |
| 4 | 10 | 800 | — | — | — | 1 |
| 5 | 12 | 1469 | 158 | 110 | 2 | — |
| 6 | 13 | 1683 | — | — | — | 2 |
| 7 | 14 | — | 428 | 261 | — | — |
| 8 | 16 | — | — | — | 2 | — |
| 9 | 17 | — | 426 | 217 | — | 1 |
| 10 | 19 | 1383 | — | — | — | — |
| 11 | 21 | — | 242 | 214 | — | 0 |
| 12 | 23 | 910 | — | — | 4 | — |
| 13 | 25 | — | 44 | 110 | — | — |
| 14 | 28 | 114 | — | — | 11 | — |

(Tableau VI. Série VI. Développement des infusoires dans les cultures à sur-
faces libres du liquide différentes (2082, 360, 249, 121, 38 mm.²) et à hau-
teurs et à volumes (environ 300 cm³) égaux.

TABELA VII.

Serja VII. Naczynia o różnej powierzchni cieczy (2082, 249, 121 mm²). Wysokość i objętość (około 300 cm³) cieczy jednakowa.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience). | Liczba wymocz. w 1 cm ³ kultury
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | | |
|--|---|---|------------|------------|
| | | I | III | IV |
| 1 | 4 | 8 | 6 | 6 |
| 2 | 5 | 74 | 24 | 17 |
| 3 | 6 | 279 | 171 | — |
| 4 | 7 | 1174 | 310 | 116 |
| 5 | 9 | 976 | 396 | 242 |
| 6 | 11 | 803 | 264 | 250 |
| 7 | 12 | 719 | 231 | 235 |
| 8 | 17 | — | — | 180 |

(Tableau VII. Série VII. Développement des infusoires dans les cultures à surfaces libres du liquide différentes (2082, 249, 121 mm²) et à hauteurs et à volumes (env. 300 cm³) égaux.

TABELA VIII.

Zestawienie wyników seryj VI — VII trzeciego typu doświadczeń.

| № seryj doświadczeń
(№ de la série) | № naczynia
(№ de la culture) | Powierzchnia wolna
cieczy w kulturze
(Surface libre du liqui-
de de la culture) | | Objętość cieczy w kul-
turze
(Volume du liquide de
la culture) | | Maksymalna liczba wymo-
czków w 1 cm ³ kultury
(Nombre maximal d'infu-
soires dans 1 cm ³ du li-
quide de la culture) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours au bout
desquels le maximum a
été atteint) | Liczba wymoczków, przypa-
dająca — w całej kulturze
w czasie największego jej
rozwoju — na 1 cm ³ po-
wierzchni cieczy.
(Nombre d'inusoires dans
toute la culture — au mo-
ment de son plus grand
développement — par 1 cm ³
de la surface libre du li-
quide). |
|--|---------------------------------|--|-----------------|---|-----------------|---|---|---|
| | | cm ² | cm ³ | cm ³ | cm ³ | | | |
| VI | 1 | 20.8 | ok. 300 | 1683 | 13 | 243 | | |
| | 2 | 3.6 | " 300 | 428 | 14 | 357 | | |
| | 3 | 2.5 | " 300 | 261 | 14 | 313 | | |
| VII | 1 | 20.8 | " 300 | 1174 | 7 | 169 | | |
| | 3 | 2.5 | " 300 | 396 | 9 | 475 | | |
| | 4 | 1.2 | " 300 | 250 | 11 | 625 | | |

(Tableau VIII: Comparaison des résultats des séries VI — VII. Les cultures à surfaces libres différentes, et à hauteurs et à volumes égaux).

łej występuje zjawisko odwrotne, — wybitnego obniżenia ilościowego rozwoju wymoczków.

W ten sposób wolna powierzchnia cieczy normuje rozwój ilościowy, a zatem — i wyzyskanie podłoża odżywczego.

3. Analiza doświadczalna wyników i wnioski.

W części niniejszej szło mi o wyjaśnienie przyczyn, powodujących zahamowanie rozwoju wymoczków w kulturach o zmniejszającej się powierzchni cieczy. Nasuwają się dwie możliwości. Po pierwsze, że powierzchnia płynu normuje dostęp tlenu do cieczy. Z doświadczeń Gutmanówny ('15) wynika, że w czasie masowego rozwoju pierwotniaków w kulturach, tlen znika całkowicie z głębszych warstw pożywki; podobnie badania Błędowskiego i Zweibauma ('15) wskazują na to, że wymoczki zużytkowują tlen atmosferyczny w zwierzchniej warstwie cieczy w miarę jego dyfundowania w głąb płynu. Przy stałym ciśnieniu parcjalnym tlenu w powietrzu, ilość tlenu, przenikającego do cieczy, będzie pozostawać w stosunku prostym do powierzchni cieczy i rola tej ostatniej, jako ograniczającej dopływ tlenu, staje się zrozumiała.

Po drugie: powierzchnia płynu normuje wydalanie lotnych produktów przemiany materji, jako to amoniaku, dwutlenku węgla, lotnych kwasów tłuszczowych i t. p. Przy stałym stężeniu produktów rozpadowych w środowisku zewnętrznym (powietrzu) i wewnętrznym (cieczy), ilości wydane pozostawać muszą, podobnie, jak i ilości pobieranego tlenu, w stosunkach prostych do powierzchni płynu. Ilość występujących zatem w cieczy produktów dezasymlacji zależeć będzie od powierzchni cieczy, zaś w przypadku powierzchni równych od ilości tych produktów, wytwarzanych w kulturze w ciągu danego czasu.

Stąd wynikają dalsze możliwości. Przy normalnym przebiegu procesów chemicznych w kulturach o jednakowych powierzchniach stosunek tlenu pobranego do dwutlenku węgla wydzielonego powinien pozostawać mniej więcej stały, a zatem i stosunki wymienne ze środowiskiem otaczającym powinny przebiegać w warunkach podobnych, t. j. w tym przypadku nie

należy się spodziewać gromadzenia się produktów przemiany materji w większym stopniu w kulturze o większej objętości cieczy, aniżeli to ma miejsce w kulturze o mniejszej ilości cieczy, rozcieńczenie zaś produktów rozpadowych przy zwiększonej ilości płynu powinno być większe.

Inaczej jednak zjawisko przebiegać będzie z chwilą, gdy organizmy, zamieszkujące kulturę, wykażą możność ograniczenia zapotrzebowania tlenowego oraz przebieg procesów rozpadowych zostanie skierowany częściowo na drogi beztlenowe. W tych warunkach ilość produktów rozpadowych w kulturze wzrosłaby w porównaniu do ilości tlenu pobranego, przyczem nasuwa się prawdopodobieństwo powstawania związków częściowo utlenionych, trudniej wydalanych, podobnie, jak to ma miejsce w przypadkach częściowej lub zupełnej anoksybiozy u organizmów wyższych (Pütter '11, Weinland '10).

W tych warunkach zachodziłoby w większym stopniu gromadzenie się produktów przemiany materji w cieczy.

Dla rozstrzygnięcia udziału tych dwu czynników, t. j. tlenu i produktów dezasymilacji w rozwoju kultur o małej powierzchni cieczy, wykonałam serje doświadczeń z przepływem powietrza, mieszaniny powietrza z tlenem (w równych częściach) i tlenu czystego. O ile tlen jest czynnikiem decydującym, to wówczas wzmożenie ciśnienia parcjalnego tlenu winno prowadzić do wzmożenia rozwoju ilościowego kultury.

W doświadczeniach z przepływem powietrza ciśnienie parcjalne tlenu nie podlegało zmianie (a więc i szybkość dyfuzji tlenu), natomiast prąd powietrza, skierowany ponad powierzchnią cieczy, ułatwiał usuwanie produktów przemiany, gromadzących się w górnej części naczynia.

O ile zatem działanie tych produktów odgrywa większą rolę w rozwoju kultur o małej powierzchni, należałoby się spodziewać intensywniejszego rozwoju wymoczków w odpowiednich kulturach.

Wykonałam 4 serje doświadczeń. W VIII serji zastosowałam 3 kolby (pojemności 209 cm³), z których jedna znajdowała się w zwykłych warunkach, ponad drugą przepuszczano prąd powietrza, ponad trzecią — prąd tlenu. Podobnie w serji XI. W serji IX brało udział 5 naczyń, z których jedno było cylindryczne, pozostałe — kolby, jedna z nich w zwykłych warunkach,

TABELA IX.

Serja VIII porównawcza, z przepływem powietrza lub tlenu. Naczynia — kolby o pojemności 209 cm³. Wysokości i powierzchnie cieczy jednakowe. Nad naczyniem E przepuszczano tlen, nad naczyniem C—powietrze. Naczynie B pozostawało w atmosferze powietrza nieruchomego.

| № kolejny obserw.
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Liczba wyciecz. w 1 cm ³ kultury
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | | |
|---|--|--|------------|-------------|
| | | B | C | E |
| 1 | 3 | 4 | 8 | 4 |
| 2 | 5 | 26 | 129 | 37 |
| 3 | 6 | 393 | 415 | 72 |
| 4 | 7 | 345 | 701 | 125 |
| 5 | 9 | 501 | 952 | 1306 |
| 6 | 12 | — | 525 | — |
| 7 | 13 | 290 | 393 | 332 |
| 8 | 16 | 283 | 187 | 275 |
| 9 | 19 | 171 | 156 | 217 |

(Tableau IX. Série VIII. Comparaison du développement des infusoires dans les cultures B, C, E à surfaces libres (292 mm²), hauteurs et volumes du liquide égaux. Au dessus du liquide de la culture E on a fait passer un courant d'oxygène pur, au dessus de la culture C un courant d'air; la culture B a été laissée dans les conditions ordinaires).

ponad pozostałymi zaś przepuszczano prąd powietrza, powietrza + tlenu (w równych częściach), lub czystego tlenu. Podobnież w serji X. Rezultaty doświadczeń zaznaczyłam w tabelach IX i X. Z porównania danych wynika, że przepuszczanie prądu powietrza ponad kulturą, prowadzi do wzmoczenia rozwoju wymoczków — zbliżając go do rozwoju kultury, znajdującej się w warunkach względnie optymalnych ustosunkowania powierzchni do objętości (naczynia cylindryczne).

Działanie tlenu jest podobne, aczkolwiek zaznacza się w nieco większym stopniu, aniżeli działanie przepływu powietrza.

Stąd nasuwa się wniosek, że prawdopodobnie zarówno ograniczony dostęp tlenu, jak i występowanie w większym stopniu produktów przemiany materji, powoduje zahamowanie rozwoju wyńoczków w kulturach o małej powierzchni.

Różnice w przebiegu rozwoju kultur o różnej powierzchni możemy tłumaczyć zatem w następujący sposób. W kulturach o znacznej stosunkowo powierzchni rozwój wymoczków biegnie w warunkach względnie optymalnych, przyczem działanie szkodliwe produktów przemiany materji nie występuje w tych warunkach (por. J. i T. Viewegerowie '21). Zabezpiecza to maksymalne wyzyskanie podłoża odżywczego. W kulturach o mniejszej stosunkowo powierzchni cieczy, na skutek ograniczonego dostępu tlenu, częściowego skierowania procesów chemicznych w kulturze na drogi beztlenowe, oraz gromadzenia się w cieczy produktów rozpadowych, rozwój kultury zostaje zahamowany. Ilości absolutne rozwijających się organizmów pozostają w stosunku względnie prostym do wielkości powierzchni wymiennej—z pewną jednak przewagą dla kultur o mniejszej powierzchni, co się daje tłumaczyć zarówno zdolnością ograniczania w pewnym zakresie zapotrzebowania tlenowego wymoczków (Błędowski i Zweibaum '15), jak i pewną odpornością na działanie produktów przemiany. W kulturach o bardzo małej powierzchni działanie produktów fermentacyjnych uwidocznia się w większym stopniu, prowadząc do szybkiego zahamowania rozwoju kultury (serja VI, kultura IV—V).

Z badań powyższych wynika, że możliwości rozwojowe pierwotniaków w kulturze, zarówno jak i możliwości wyzyskania podłoża odżywczego przez wymoczki, zależą nie tylko od zawartości

TABELA X.

Zestawienie ogólne seryj VIII, IX, X, XI. Naczynie A — cylinder-kontrola (poj. 50 cm³); nacz. B, C, D, E — kolby (poj. 209 cm³). Ponad powierzchnią cieczy w naczyniu E przepuszczano tlen, w naczyniu D — mieszaninę tlenu z powietrzem, w naczyniu C — powietrze. Naczynia A i B pozostawały w atmosferze powietrza nieruchomego.

| № serji
N° de la série | Serja XI — (Série XI) | | Serja X — (Série X) | | Serja IX — (Série IX) | | Serja VIII — (Série VIII) | |
|---------------------------|---|--|--|---|--|--|---|--|
| | Maksymalna liczba
wymoczków
w 1 cm ³ kultury | (Nombre maximal
d'infusores dans 1
cm ³ du liquide) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours
au bout desquels
le maximum a été
atteint) | Maksymalna liczba
wymoczków
w 1 cm ³ kultury | (Nombre maximal
d'infusores dans 1
cm ³ du liquide) | Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours
au bout desquels
le maximum a été
atteint) | Maksymalne liczby
wymoczków
w 1 cm ³ kultury | (Nombre de jours
au bout desquels
le maximum a été
atteint) |
| A | — | 928 | 4 | 902 | 9 | — | — | — |
| B | 143 | 616 | 8 | 371 | 14 | 501 | 9 | 9 |
| C | 1084 | 1045 | 11 | 655 | 14 | 952 | 9 | 9 |
| D | — | 1243 | 9 | 854 | 14 | — | — | — |
| E | 974 | 1471 | 11 | 660 | 9 | 1306 | 9 | 9 |

(Tableau X. Comparaison des résultats des séries VIII—XI dans lesquelles on a fait passer au dessus du liquide un courant, 1) d'air (cult. C), 2) de mélange d'oxygène et d'air (en parties égales—cult. D), 3) d'oxygène pur (cult. E). Les cultures A et B restaient dans l'atmosphère d'air immobile. Le volume du liquide de la culture A (cylindre-contrôle) — 50 cm³, B, C, D, E (ballons — 209 cm³).

pokarmu w podłożu, ale i od warunków wymiennych ze środowiskiem zewnętrznym. Wyzyskanie materiału podłoża w celach budowy plazmy komórkowej może być znacznie większe w kulturach o dużej powierzchni, aniżeli o małej. Ograniczony dostęp tlenu, gromadzenie się produktów przemiany materji, zatrzymuje w kulturach o małej powierzchni cieczy rozwój pierwotniaków—kładąc kres zużytkowywaniu środowiska odżywczego.

Praca niniejsza została wykonana pod kierunkiem p. T. Viewegera, starszego asystenta Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego.

R É S U M É.

Je me suis proposé dans mes recherches d'étudier la question de l'importance de la surface libre du liquide dans le développement des cultures d'infusoires. Pour élucider ce problème j'ai exécuté plusieurs séries d'expériences avec des cultures différant par leurs rapports de la grandeur de la surface libre du liquide à son volume.

Dans le premier type d'expériences je me suis servi de cultures à surfaces libres égales et de volumes différents. Chaque série renfermait une culture-contrôle dans un vase cylindrique, à surface assez large pour assurer les conditions optimales pour le développement des infusoires, et les autres—dans des ballons de différentes grandeurs (fig. 1, des. 1 et 2).

Dans le second type d'expériences les cultures restaient dans des vases cylindriques du même diamètre. La surface libre du liquide était partout égale, mais la hauteur, ainsi que le volume, changeaient (fig. 1, des. 3).

Dans le troisième type c'est le volume et la hauteur du liquide qui restaient les mêmes, tandis que les surfaces différaient (fig. 1, des. 4, 5).

Comme milieu de culture je me suis servi de l'infusion de foin filtrée (renfermant environ 0,02 mg. N par cm³). J'ai étudié l'évolution quantitative de *Colpidium* en comptant tous les jours le nombre d'infusoires dans un cm³ du liquide de la culture. Toutes les expériences ont été exécutées à la température de 20°.

J'ai résumé les résultats de différentes séries d'expériences dans les tableaux I—VIII. On a marqué le nombre d'infusoires

dans 1 cm³ du liquide (tab. I, II, IV, VI, VII), le nombre maximal d'infusoires dans 1 cm³ du liquide au moment de leur développement le plus grand, le nombre de jours au bout desquels le maximum a été atteint et enfin le nombre absolu d'infusoires, qui se trouvaient dans tout le liquide de la culture au moment de leur maximum; ce dernier nombre étant rapporté à l'unité (1 cm²) de la surface libre du liquide (tab. III, V, VIII).

En comparant les résultats, nous voyons que le développement des infusoires est d'autant plus ralenti, que le rapport de la surface libre du liquide à son volume est plus petit. Le nombre maximal d'infusoires dans 1 cm³ du liquide de la culture diminue avec la diminution de la surface libre. Le nombre absolu d'infusoires, rapporté à 1 cm² de la surface libre du liquide, est à peu près le même pour les cultures d'une même série, avec une certaine prédominance pour les cultures à surface moyenne et avec une tendance à diminuer pour les surfaces très petites.

Les expériences, dans lesquelles le liquide des cultures en train de déchéance a été versé dans des vases à surface beaucoup plus grande (5 fois), ont démontré, que dans les cultures à une assez grande surface libre (cylindre-contrôle) les conditions optimales du développement ont été réalisées et la culture continuait son dépérissement. Au contraire, les cultures, qui ont vécu préalablement dans des vases à petite surface libre, recommençaient leur cycle et le nombre maximal d'infusoires se rapproche de celui des cultures de contrôle (tabl. I, II).

Pour trouver le facteur qui intervient dans le développement des cultures différant par le rapport de la surface au volume, j'ai exécuté plusieurs séries d'expériences, dans lesquelles certaines cultures restaient dans les conditions ordinaires d'aération, tandis que dans les autres je faisais passer un courant d'air, d'oxygène ou d'un mélange, d'oxygène et d'air au dessus de la surface libre du liquide (tabl. IX, X).

Ces expériences ont démontré que c'est surtout la quantité d'oxygène passant à travers la surface libre du liquide, qui est le facteur principal dans l'évolution de la culture, quoiqu'il semble, que les *Colpidium* peuvent réduire jusqu'à un certain degré le besoin d'oxygène libre, ce qui peut expliquer le dé-

veloppement relativement plus grand des cultures à surface moyenne.

En second lieu c'est l'accumulation des produits de la désassimilation qui intervient et le rôle de ce facteur devient prépondérant dans les cultures à surface libre très petite (tabl. VI).

Nous concluons de nos recherches, que-toutes les autres conditions restant les mêmes — la grandeur de la surface libre du liquide de la culture règle le développement quantitatif des infusoires et, par conséquent, le degré d'utilisation du milieu nutritif par les *Colpidium*.

PIŚMIENNICTWO.

- Barratt J. 1905. Die Kohlensäureproduktion von *Paramecium aurelia*. Zeits. f. allgem. Physiol. 5.
- Błądowski R. i Zweibaum J. 1915. Doświadczenia nad pochłanianiem tlenu przez *Colpidium colpoda*. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 9.
- Brown H. 1914. Some studies on Yeast. P. I. The relation of cell — reproduction to the supply of free oxygen. Annals of Botany. 28.
- Friedenthal H. 1914. Über Massenwirkung und Oberflächengesetze. Zeits. f. allgem. Physiol. 16.
- Gutmanówna L. 1915. Przyczynek do badań nad ilością gazów w hodowli pierwotniaków. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 9.
- Pütter A. 1904. Die Wirkung erhöhter Sauerstoffspannung auf die lebendige Substanz. Zeits. f. allgem. Physiol. 8.
- Pütter A. 1905. Die Atmung der Protozoen. Ibid. 5.
- Pütter A. 1911. Vergleichende Physiologie. Jena.
- Pütter A. 1911. Aktive Oberfläche und Organfunktion. Zeits. f. allgem. Physiol. 12.
- Wachendorff Th. 1911. Der Gaswechsel von *Colpidium colpoda*. Zeits. f. allgem. Physiol. 13.
- Weinland E. 1910. Der Stoffwechsel der Wirbellosen. Hand. Bioch. Oppenheimer 4.
- Vieweger T. 1918. Linje ciągłe *Colpidium colpoda* Ehrbg. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 11.
- Viewegerowie J. i T. 1918. Badanie czynników rozwoju kultur *Colpidium colpoda* Ehrbg. Cz. I. Wpływ pokarmu—głód. Ibid.
- Viewegerowa J. i Vieweger T. 1921. Badanie czynników rozwoju kultur *Colpidium colpoda* Ehrbg. Cz. III. Wpływ ilości pokarmu — głód. Prace Zakł. Fizjol. Inst. M. Nenckiego 1.
- Zweibaum J. 1916. Wpływ braku tlenu na aparat jądrowy *Paramecium caudatum*. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 9.
-

M. BOGUCKI.

Przyczynę do analizy dzieworództwa traumatycznego ¹⁾.

(Contribution á l'analyse de la parthénogénèse traumatique).

W procesie zapłodnienia odróżniamy, według dotychczasowych badań, trzy ogniwa: 1^o pobudzenie do rozwoju, 2^o regulację rozwoju, niezależną od połączenia się plemnika z jądrem jaja, i 3^o kopulację jąder obu elementów płciowych, czyli amphimixis ²⁾.

Badania nad dzieworództwem sztucznym stwierdzają, że to ostatnie ogniwo nie jest konieczne dla normalnego rozwoju jaja.

Z prac szeregu autorów, na których czoło wysuwa się nazwisko Bataillon, wiemy, że pobudzenie jaja żabiego do rozwoju może być dokonane zapomocą całego szeregu czynników: prądu elektrycznego, nakłucia cienką igłą, działania pary eteru, chloroformu i t. p. W warunkach naturalnych już samo przejście jaja z jajowodów do wody, t. j. zmiana warunków osmotycznych i tlenowych, wyzwala w pewnym odsetku jaj początkowe przejawy rozwoju ³⁾.

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. w maju 1921 roku.

²⁾ Bataillon E. 1916. Nouvelle contribution á l'analyse expérimentale de la fécondation par la parthénogénèse. Ann. de l'Institut Pasteur. 30.

³⁾ Bogucki M. 1921. Badania nad dzieworództwem sztucznym jaj żaby płowej. Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego. 1. Nr. 2.

Wiemy również, że pobudzenie samo wywołuje tylko pierwsze reakcje rozwojowe. Dla otrzymania normalnego rozwoju potrzebna jest interwencja innego jeszcze czynnika, który po wprowadzeniu go do nakłutego jaja umożliwi normalny jego rozwój. Z doświadczeń Bataillon¹⁾ wynika, że czynnik ten znajduje się we krwi i że nie jest on gatunkowo specyficzny, gdyż dla jaj żaby stwierdzony został w leukocytach zwierząt ssących. Wspomniany autor przypuszcza, że leukocyty, których zawiesinę zwilżamy jaja przed nakłuciem, dostają się do wnętrza komórki jajowej i odgrywają tam rolę katalizatora, który przyspiesza tempo rozwoju, rozpoczętego wskutek mechanicznego podrażnienia, jakim jest nakłucie jaja.

W chwili obecnej pozostaje kwestją otwartą, jaka część składowa ciałek krwi wywiera wpływ na rozwój jaja żaby. Celem moich badań jest jeśli nie wykrycie tej substancji, to przynajmniej scharakteryzowanie jej właściwości.

Do doświadczeń używałem jaj żaby płowej (*Rana fusca*).

W pracy poprzedniej stwierdziłem, że poszukiwana substancja jest nierozpuszczalna w wodzie w warunkach, wywołujących hemolizę krwi. Wyrażone przeźemie przypuszczenie, że substancją tą jest, być może, nukleina krwinek, nie potwierdziło się, jak to wynika z poniższego doświadczenia.

Dla stwierdzenia, czy nukleina krwinek żaby posiada zdolność regulowania rozwoju jaja, usiłowałem oddzielić ją od innych składników krwi. W tym celu poddałem krwinki żaby wodnej (*Rana esculenta*) trawieniu peptycznemu, opierając się na tem, że pepsyna nie trawi nukleiny.

Po kilku tygodniach trawienia w temperaturze 37°C otrzymałem zawiesinę, którą po przemyciu eterem i alkoholem wysuszyłem. Z otrzymanego w ten sposób proszku sporządzałem następnie wodną zawiesinę, którą zwilżałem jaja przed ich nakłuciem. Wyniki tego doświadczenia podaje tabela I.

Zwilżenie jaj otrzymaną przeze mnie nukleiną nie podniosło po ich nakłuciu odsetku brózdowania. Odsetek ten leży w gra-

¹⁾ Bataillon E. 1919. Analyse de l'activation chez les Batraciens. Annales des Sc. Nat. Zool.

TABELA I.

| № doświadczenia
(№ de l'expérience) | Data
(Date) | Jaja klute na sucho
(Oeufs piqués à sec) | | | Jaja klute w zawiesinie nukleiny
(Oeufs piqués dans la suspension aqueuse de la nucléine) | | |
|--|----------------|--|--|---|--|--|---|
| | | Liczba jaj w do-
świadczeniu
(Nombre d'oeufs
dans l'expérience) | Liczba jaj brózd-
kujących
(Nombre d'oeufs
en segmentation) | % jaj brózd-
kują-
cych
(% d'oeufs en seg-
mentation) | Liczba jaj w do-
świadczeniu
(Nombre d'oeufs
dans l'expérience) | Liczba jaj brózd-
kujących
(Nombre d'oeufs
en segmentation) | % jaj brózd-
kują-
cych
(% d'oeufs en seg-
mentation) |
| 1 | 14 III | 50 | 5 | 10 | 54 | 4 | 7 |
| 2 | 15 „ | 66 | 5 | 8 | 65 | 12 | 18 |
| 3 | 16 „ | 70 | 0 | 0 | 67 | 2 | 3 |
| 34 | 5 IV | 70 | 13 | 19 | 75 | 5 | 7 |
| 35 | 6 „ | 50 | 7 | 14 | 65 | 1 | 2 |
| Suma
Total | | 306 | 30 | | 326 | 24 | |
| Średnia
Moyenne | | | | 10% | | | 7% |

nicach wahań, jakie otrzymujemy, gdy nakłuwamy jaja na sucho. Wynika stąd wniosek, że nukleina, otrzymana w sposób powyższy, nie odgrywa roli, jako regulator procesów rozwojowych.

Następnym punktem mych poszukiwań było stwierdzenie, czy krew żaby traci swą zdolność regulowania procesów rozwojowych pod wpływem wyższej temperatury.

W tabeli II zestawione są dane, dotyczące się działania na krew w ciągu 60 i 30 minut temperatury 55°C.

Liczby tej tabeli dowodzą, że działanie temperatury 55°C na krew żaby daje ten sam efekt po 30, co i po 60 minutach. Mianowicie, zwilżenie jaj krwią ogrzewaną w ciągu 30 minut daje po nakłuciu taki sam prawie odsetek brózdowania (21,1%), jak i po zwilżeniu jaj krwią ogrzewaną w ciągu 1 godziny (24,1%). Odsetek ten zbliżony jest bardzo do odsetka jaj klutych na sucho (15,4%), różni się natomiast wybitnie od takiegoż odsetka jaj, zwilżanych przed nakłuciem krwią zwykłą, nieogrzewaną (66,3%).

TABELA II.

| № doświadczenia
(№ de l'expérience) | Data
(Date) | Jaja zapłodnione
(Oeuf fécondés) | | | Jaja kiute na sucho
(Oeufs piqués à sec) | | | Jaja kiute w krwi
zwykłej
(Oeufs piqués, préala-
blement mouillés avec
du sang non chauffé) | | | Jaja kiute w krwi grza-
nej w t. 55°C przez
60 minut
(Oeufs piqués, préala-
blement mouillés avec
du sang chauffé à 55°C
pendant 60') | | | Jaja kiute w krwi grza-
nej w t. 55°C przez
30 minut
(Oeufs piqués, préala-
blement mouillés avec
du sang chauffé à 55°C
pendant 30') | | | Jaja niezapłodnione
i nienakłuwane
(Oeufs vierges non
piqués) | | |
|--|----------------|---|--|---|---|--|---|---|--|---|---|--|---|---|--|---|--|--|---|
| | | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujących
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujących
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujących
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujących
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujących
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujących
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujących
(% d'oeufs en segmentation) |
| 20 | 28 III | 107 | 79 | 74 | 50 | 6 | 12 | 72 | 26 | 36 | 65 | 10 | 15 | 65 | 15 | 23 | 60 | 6 | 10 |
| 21 | 29 " | 140 | 93 | 66 | 75 | 36 | 48 | 110 | 71 | 60 | 80 | 36 | 45 | 67 | 32 | 48 | 80 | 0 | 0 |
| 22 | 29 " | 84 | 50 | 59 | 55 | 3 | 5 | 78 | 62 | 79 | 74 | 11 | 15 | 72 | 13 | 18 | 80 | 2 | 2 |
| 23 | 30 " | 130 | 106 | 81 | 80 | 2 | 2 | 155 | 96 | 62 | 76 | 20 | 26 | 80 | 3 | 4 | 80 | 2 | 2 |
| 24 | 30 " | 50 | 47 | 94 | 65 | 3 | 5 | 135 | 110 | 81 | 70 | 11 | 16 | 70 | 12 | 17 | 70 | 0 | 0 |
| SUMA
TOTAL | | 511 | 375 | | 325 | 50 | | 550 | 365 | | 365 | 88 | | 354 | 75 | | 370 | 10 | |
| SREDNIA
MOYENNE | | | | 73% | | | 15% | | | 66% | | | 24% | | | 21% | | | 3% |

Z liczb tych wypływa wniosek, że znajdująca się w krwinkach żaby substancja, regulująca procesy rozwojowe jaja, staje się nieczynna pod wpływem 30 minutowego działania temperatury 55°C.

W następnej tabeli (III) zestawione są wyniki działania trzech różnych temperatur na poszukiwaną substancję.

Tabela powyższa wskazuje, że działanie temperatury 40°C w ciągu 30 minut bardzo mało osłabia wpływ krwi żabiej na ilość rozwijających się nakłutych jaj. Przeciętny odsetek brózd-kujących jaj wyraża się tu liczbą 62% wobec 71%, którą otrzymałem, zwilżając jaja przed ich nakłuciem krwią zwykłą, nieogrzewaną. W miarę podnoszenia temperatury, którą działamy na krew, zmniejsza się zdolność zawartej w niej substancji do regulowania procesów rozwojowych. Zwilżając jaja krwią ogrzewaną w temperaturze 45°C, otrzymujemy 32% brózd-kujących jaj. Odsetek ten spada do 21% pod wpływem 55°C.

Dodać muszę, że z jaj zwilżanych przed nakłuciem krwią ogrzewaną nie otrzymałem ani jednej kijanki. Wszystkie zarodki ginęły przed wykluciem.

Dla stwierdzenia, czy aktywność plemników w procesie rozwojowym zależy od temperatury podobnie, jak aktywność krwinek, wykonałem następującą serję doświadczeń. Poddawałem świeżą spermę działaniu 55°C, 45°C i 40°C. Jaja, zwilżane ogrzaną spermą i następnie nakłuwane, reagowały niejednakowo, zależnie od tego, czy zwilżane były spermą grzaną w wyższej, czy też w niższej temperaturze. Tabela IV zawiera wyniki liczbowe tych doświadczeń.

Jak widzimy, wpływ temperatury na zanik zdolności plemników do regulowania procesów rozwojowych wyraża się podobnie, jak w stosunku do krwinek żaby. Jaja, zwilżone przed nakłuciem spermą ogrzewaną przez 30 minut w 55°C, dają 33% jaj brózd-kujących wobec 86% po zwilżeniu ich spermą grzaną w 40°C.

Nie należy sądzić, że zmienny odsetek brózd-kowania po zastosowaniu ogrzewanej w różnych temperaturach krwi zależeć może od niejednakowego pobudzenia tych jaj. Dowodem, że tak nie jest, mogą służyć dane, zestawione w tabeli V, obejmującej rezultaty doświadczeń na jajach 29 samic.

Tabela ta dowodzi, że samo nakłucie jaj niezależnie od tego, czy zostały one uprzednio zwilżone taką lub inną substancją,

TABELA III.

| № doświadczenia
(№ de l'expérience) | Data
(Date) | Jaja zapłodnione
(Oeufs fécondés) | | | Jaja kiute na suchu
(Oeufs piqués à sec) | | | Jaja kiute w krwi
zwykłej
(Oeufs piqués, préala-
blement mouillés avec
du sang non chauffé) | | | Jaja kiute w krwi
grzanej 30° w 55°C
(Oeufs piqués, préala-
blement mouillés avec
du sang chauffé à 55°C
pendant 30') | | | Jaja kiute w krwi
grzanej 30° w 40°C
(Oeufs piqués, préala-
blement mouillés avec
du sang chauffé à 40°C
pendant 30') | | | | | | |
|--|----------------|---|--|---|---|--|---|---|--|---|--|--|---|--|--|---|-----|-----|----|-----|
| | | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujacych
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujacych
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujacych
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujacych
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liczba jaj brodkujacych
(Nombre d'oeufs en seg-
mentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmentation) | | | | |
| 26 | 1 IV | 135 | 81 | 60 | 67 | 32 | 48 | 78 | 34 | 49 | 84 | 10 | 12 | 75 | 36 | 48 | 93 | 62 | 67 | |
| 27 | 1 " | 135 | 77 | 57 | 70 | 2 | 3 | 85 | 57 | 67 | 66 | 12 | 18 | 70 | 15 | 21 | 65 | 42 | 65 | |
| 29 | 2 " | 70 | 68 | 90 | 70 | 15 | 21 | 78 | 58 | 74 | 56 | 19 | 34 | 70 | 23 | 33 | 75 | 56 | 75 | |
| 30 | 3 " | 115 | 76 | 66 | 50 | 1 | 2 | 80 | 66 | 85 | 70 | 20 | 29 | 57 | 24 | 42 | 65 | 26 | 40 | |
| 31 | 3 " | 130 | 100 | 77 | 70 | 1 | 1 | 84 | 72 | 85 | 77 | 13 | 17 | 72 | 13 | 18 | 71 | 42 | 59 | |
| SUMA
TOTAL | | 585 | 397 | | 327 | 51 | | 405 | 287 | | 353 | 74 | | 344 | 111 | | 369 | 228 | | |
| ŚREDNIA
MOYENNE | | | | 68% | | | 16% | | | 71% | | | 21% | | | | | | | 62% |

TABELA IV.

| № doświadczenia
(№ de l'expérience) | Data
(Date) | Jaja zapłodnione
(Oeufs fécondés) | | | Jaja kiute na sucho
(Oeufs piqués á sec) | | | Jaja kiute w spermie
grzanej 30' w 55°C
(Oeufs piqués, préalablement mouillés avec du sperme chauffé á 55°C pendant 30') | | | Jaja kiute w spermie
grzanej 30' w 45°C
(Oeufs piqués, préalablement mouillés avec du sperme chauffé á 45°C pendant 30') | | | Jaja kiute w spermie
grzanej 30' w 40°C
(Oeufs piqués, préalablement mouillés avec du sperme chauffé á 40°C pendant 30') | | |
|--|----------------|--|---|---|--|---|---|--|---|---|--|---|---|--|---|---|
| | | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj bródkujących
(Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj bródkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj bródkujących
(Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj bródkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj bródkujących
(Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj bródkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj bródkujących
(Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj bródkujących
(% d'oeufs en segmentation) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj bródkujących
(Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj bródkujących
(% d'oeufs en segmentation) |
| 28 | 2 IV | 95 | 78 | 82 | 55 | 14 | 25 | 60 | 41 | 68 | 49 | 82 | 49 | 46 | 94 | |
| 29 | 2 " | 70 | 63 | 90 | 70 | 15 | 21 | 70 | 25 | 36 | 40 | 53 | 70 | 48 | 69 | |
| 30 | 3 " | 115 | 76 | 66 | 50 | 1 | 2 | 80 | 8 | 10 | 80 | 26 | 60 | 57 | 95 | |
| 31 | 3 " | 130 | 100 | 77 | 70 | 1 | 1 | 80 | 23 | 29 | 80 | 49 | 78 | 70 | 90 | |
| SUMA
TOTAL | | 410 | 317 | 77% | 245 | 31 | 13% | 290 | 97 | 33% | 295 | 149 | 257 | 221 | 86% | |
| ŚREDNIA
MOYENNE | | | | | | | | | | | | 50% | | | | |

TABELA V.

| Nr | Rodzaj doświadczenia
(Genre de l'expérience) | Liczba jaj w doświadczeniu
(Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj z wytworzonym periwitelinem
(Nombre d'oeufs avec liquide perivitellin formé) | Liczba jaj brózdkowych
(Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj z wytworzonym periwitelinem
(% d'oeufs avec liquide perivitellin formé) | % jaj brózdkowych
(% d'oeufs en segmentation) |
|----|---|--|--|--|--|--|
| 1 | Jaja zapłodnione
(Oeufs fécondés) | 2704 | 2067 | 1763 | 76 | 65 |
| 2 | Jajaniezapłodnione
(Oeufs vierges non piqués) | 2014 | 485 | 58 | 24 | 3 |
| 3 | Jaja klute na sucho
(Oeufs piqués à sec) | 1914 | 1739 | 348 | 91 | 18 |
| 4 | Jaja klute w krwi
zwykłej
(Oeufs piqués, préalablement mouillés avec du sang non chauffé) | 2652 | 2408 | 1862 | 91 | 70 |
| 5 | Jaja klute w krwi
grzanej 30' w 55°C
(Oeufs piqués, préalablement mouillés avec du sang chauffé à 55°C pendant 30') | 2143 | 1932 | 611 | 90 | 28 |

stanowi już pobudkę rozwojową. Znajduje to swój wyraz w wytworzeniu się charakterystycznego dla jaj żaby periwitelinu, który występuje w około 90% nakłutych jaj. Dalsze natomiast losy tych jaj stoją w ścisłej zależności od tego, czy były one klute na sucho, czy też zwilżane uprzednio krwią zwykłą lub grzaną.

Pomimo że liczba jaj z wytworzonym periwitelinem jest jednokowa w przypadku nakłuwania jaj w krwi zwykłej i w krwi ogrzewanej, odsetek jaj brózdokujących jest inny w każdej grupie: po zwilżeniu krwią zwykłą brózdkuje 70% jaj, po zwilżeniu krwią ogrzewaną w 55° w ciągu 30' — tylko 28%. Ten spadek liczby brózdokujących jaj może być przypisany tylko działaniu temperatury.

Przytoczone wyżej doświadczenia dowodzą, że zarówno krwinki żabie, jak i plemniki tracą pod wpływem wyższej temperatury zdolność regulowania procesów rozwojowych jaja.

Aczkolwiek substancja (a może substancje), za których pośrednictwem te dwa typy komórek oddziałują na rozwój jaja, zachowują się pod wpływem temperatury, jak enzymy, to nie można dzisiaj twierdzić, że są one enzymami, zwłaszcza, że wszystkie dotychczasowe próby oddzielania domniemanych enzymów spermy pozostały bezskuteczne ¹⁾.

Do takich nieudanych prób należą i tegoroczne moje doświadczenia, w których usiłowałem wyodrębnić ze spermy niezbędne dla rozwoju jaja enzymy.

Zarówno ekstrakcja wodna spermy, jak i strącanie enzymów spermy acetonem i alkoholem okazały się bezskuteczne. Jaja nakłuwane po zwilżeniu bądź wodnym wyciągiem spermy, bądź wodnym roztworem strąconych alkoholem lub acetonem domniemanych enzymów spermy dały niższy jeszcze odsetek brózdokowania, niż jaja kontrolne, klute na sucho.

STRESZCZENIE WYNIKÓW.

- ¹⁰ Zwilżając jaja żaby płowej (*Rana fusca*) przed nakłuciem zawiesiną nukleiny, wyosobnionej z krwi żaby wodnej (*Rana esculenta*) przez kilkotygodniowe trawienie jej pepsyną, otrzymujemy odsetek jaj brózdokujących nie

¹⁾ Gies W. J. 1901. Do spermatozoa contain enzyme having the power of causing development of mature ova? American Journal of Physiology 6.

wyższy, niż po nakłuwaniu jaj na sucho. Nukleina otrzymana w sposób powyższy nie posiada zdolności regulowania procesów rozwojowych.

- 2° Krwinki żaby, poddane przez 30 minut działaniu 55°C, tracą zdolność regulowania procesów rozwojowych. Zwilżając jaja krwią grzaną w powyższy sposób, otrzymujemy po ich nakłuciu 28% jaj brózdających wobec 70% otrzymywanych, gdy zwilżamy jaja krwią nieogrzewaną.
- 3° Ogrzewanie spermy żabiej przez 30 minut w 55°C, obniża jej zdolność regulowania rozwoju jaja. Już temperatura 45°C, wywiera na spermę wpływ wybitnie ujemny pod tym względem.
- 4° Oddzielenie enzymów spermy, regulujących rozwój jaja, nie dało się skutecznie ani przez ekstrahowanie plemników wodą, ani przez strącanie alkoholem i acetonem.

Résumé.

- 1° Afin de se convaincre si la nucléine constitue l'agent régulateur du développement de l'oeuf dans la parthénogénèse expérimentale—l'auteur a essayé d'isoler cette substance des corpuscules sanguins de la grenouille. La nucléine n'étant pas digérée par la pepsine, on a soumis le sang de la grenouille verte (*Rana esculenta*) à une digestion peptique prolongée. Après quelques semaines on a obtenu une poussière noirâtre très fine, qui a été lavée dans l'éther, l'alcool et puis soigneusement dessechée. Avec la nucléine ainsi obtenue et additionnée de quelques gouttes d'eau on a mouillé les oeufs de la grenouille rousse (*Rana fusca*) avant de les piquer. Le pourcentage des oeufs qui commencèrent à se développer dans ces conditions était à peu près égal à celui des oeufs piqués à sec (voir table I). Cela prouve que la nucléine, préparée de la façon indiquée ci-dessus, n'est pas capable de régler le développement parthénogénétique.
- 2° Les corpuscules sanguins de la grenouille rousse soumis à l'action d'une température de 55°C pendant 30 minutes perdent leur faculté d'influencer le développement de l'oeuf. Les oeufs humectés de sang chauffé et piqués ensuite commencent à se segmenter dans la proportion de 28%, tandis que cette proportion s'élève jusqu'à 70% si les oeufs ont été préalablement mouillés de sang non chauffé (Voir tab. II, III, V). Ces expériences nous indiquent que les substances des corpuscules sanguins de la grenouille qui permettent à l'oeuf piqué de se développer sont thermolabiles.
- 3° Des résultats semblables ont été obtenus avec le sperme de grenouille. En chauffant le sperme à 55°C pendant 30 minutes on affaiblit considérablement son pouvoir d'influencer le développement de l'oeuf: les oeufs humectés avec du sperme chauffé à 55°C pendant 30' et

piqués ensuite se segmentent dans la proportion de 33%; en mouillant les oeufs avec du sperme chauffé à 40°C on augmente le pourcentage des oeufs en segmentation jusqu'à 86% (voir table IV).

- 4° La thermolabilité de la substance recherchée nous faisait supposer qu'il s'agit peut être d'un ferment. Mais toutes les tentatives d'isoler le ferment spermatique jouant un rôle dans le 2-me temps de la fécondation ont échoué. L'extraction aqueuse et la précipitation au moyen d'alcool et d'acetone ont abouti à des résultats négatifs. De là on peut conclure que les substances des corpuscules sanguins et des spermatozoïdes qui jouent un rôle dans le 2-me temps de la fécondation et de la parthénogenèse, ne peuvent pas être considérées comme ferments, quoiqu'elles soient thermolabiles comme ces derniers.

PRACE ZAKŁADU NEUROBIOLOGJI INSTYTUTU im. M. NENCKIEGO
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie)
Tom III (1921) № 2.

TRAVAUX DU LABORATOIRE NEUROBIOL. DE L'INSTITUT M. NENCKI
(Société des Sciences de Varsovie)
Tome III (1921) № 2.

W. GRZYWO-DĄBROWSKI.

Wpływ promieni radu na ośrodkowy układ nerwowy myszy.

L'action des rayons de radium sur le système
nerveux central des souris.

Dotychczas mało się zajmowano sprawą wpływu promieni radowych na układ nerwowy centralny i nerwy obwodowe. Z zakresu tego istnieje zaledwie kilka prac doświadczalnych, które poniżej w porządku chronologicznym przytaczamy.

Danysz w r. 1903 przeprowadził szereg doświadczeń nad wpływem promieni radu na mózg i rdzeń, wprowadzając pod skórę zwierząt rurkę z solą radową; już po trzech godzinach występowały porażenia i niezdolność ruchów, zaś po dalszych trzech godzinach zjawiały się drgania tępcowe. Działanie radu było tym silniejsze, im zwierzęta były młodsze.

London w latach 1903 — 1904 badał wpływ radu na myszy i króliki, umieszczając je w klatce i naświetlając od góry radem, przyczym źródło naświetlania znajdowało się zawsze w pewnej odległości od zwierzęcia. Myszy już po trzech dniach stawały się ociężałe, ospałe i słabo oddziaływały na podniety. Na czwarty dzień występowała śpiączka i porażenie tylnych kończyn. Króliki w parę tygodni po naświetlaniu stawały się apatyczne, a w ośm miesięcy od początku doświadczeń występował

niedowład kończyn dolnych, powoli przechodzący w zupełne porażenie, przyczem zwierzęta przy zmianie miejsca posługiwały się tylko przednimi kończynami, czołgając się na brzuchu.

Żukowski badał na psach wrażliwość kory mózgowej, naświetlając, po wykonaniu trepanacji, korę za pomocą 10 mg. radu i stwierdził, że pobudliwość kory była silniejsza w ciągu pierwszych 15—20 minut po naświetlaniu, lecz potem powoli opadała poniżej normy.

Horowitz wprowadzał do mózgu rurkę szklaną, zawierającą 1 mg. bromku radu i po jakimś czasie stwierdzał zanik komórek i włókien nerwowych. W nerwach obwodowych występował zanik włókien osiowych i rozpad otoczek myelinowych.

Scholz przeprowadzał badania nad królikami i myszami. W nerwie kulszowym nie mógł znaleźć zmian żadnych. Przy naświetlaniu czaszki natomiast zmiany były znaczne: po kilku dniach zwierzęta stawały się apatyczne, a niektóre z królików padały w drugim tygodniu; u myszy po dwu lub trzech dniach zjawiało się osłabienie tylnych kończyn, następnie — porażenia i zwierzęta padały. Przy badaniu drobnowidzowym mózgu u królików i u myszy, znaleziono tylko nastrożenie naczyń oponowych.

W r. 1905 Obersteiner ogłosił obszerne badania nad myszami białymi. Myszy były umieszczane w metalowym pudełku, w przykrywce którego znajdował się otwór; przezeń wkładano rurkę z radem w ilości 10 i 50 mg. Naświetlano myszy bardzo długo, bo od 24 do 26 godzin. Co do objawów nerwowych, to czasami rozwijały się one natychmiast po naświetlaniu, w innych zaś przypadkach — w ciągu dni najbliższych. Myszy były mało ruchliwe, siedziały w klatce z najeżoną sierścią, zamkniętymi oczyma, drżące, nie przyjmowały pokarmów. Wśród innych objawów przeważały porażenia nad podrażnieniem; porażeniu ulegały łapki pojedyncze, lub występowały porażenia poprzeczne o rozmaitym natężeniu; czasami porażenia te zdradzały skłonność do poprawy, lecz częściej przechodziły na inne jeszcze kończyny (w jednym przypadku wystąpiło porażenie o typie Landry'ego). W przypadkach porażenia kończyn tylnych, czasami występowały również porażenia zwieraczy; w niektórych przypadkach miały miejsce porażenia połączone z niezbornością. W jednym przypadku wystąpiła sztywność karku. Co do zmian ana-

tomicznych, stwierdził Obersteiner przy badaniu makroskopowym w mózgu i rdzeniu w większości przypadków bardzo silne przekrwienie opon i mózgu, wybroczyny krwawe podoponowe i do istoty mózgowej. Przy badaniu drobnowidzowym znaleziono bardzo liczne wybroczyny krwawe, zarówno pod oponami, jak i w istocie mózgowej; najwybitniejsze wybroczyny zauważono w obrębie opuszek węchowych i w mózdzku; po za wybroczynami spotykano i ogniska rozmiękczenia.

W komórkach nerwowych kanaliki Holmgren'a ulegały znacznemu rozszerzeniu, ciała Nissl'a rozpadały się na drobne ziarenka, jądra w komórkach rdzenia traciły swe ostre zarysy, jąderka były bardzo powiększone i mocno się barwiły. Śródbłonek naczyń ulegał stłuszczeniu, jak również i nabłonek torebki zwojów międzykręgowych. Obersteiner uważa, że tylko zmiany w śródbłonku naczyń i nabłonku torebki zwojów międzykręgowych można uważać, jako skutek bezpośredniego działania promieni radowych; wszystkie inne zmiany powstały na tle zaburzeń w krążeniu i przemianie materji.

Okada naświetlał nerwy obwodowe (poprzez skórę) przez czas bardzo długi, po 24 godzin i więcej, lecz żadnych zmian nie znalazł.

Horsley i Finzi naświetlali po trepanacji czaszki mózg bezpośrednio za pomocą 27,7 mg. radu; zwierzęta zabijano w rozmaitych odstępach czasu. Klinicznych zmian nie stwierdzono żadnych. Przy badaniu drobnowidzowym znaleziono wylewy krwawe i zakrzepy w niektórych drobnych naczyniach.

Krafft-Lenz stosował do doświadczeń całkiem odmienną metodę, prowadząc doświadczenia nad szczurami. Zwierzęta umieszczał w atmosferze przepojonej emanacją radową (4000 — 40000 jednostek na litr powietrza). Po krótkim okresie podniecenia występowała duszność, słaba wrażliwość na podniety i t. d. Po kilku dniach szczury padały. Przy sekcji stwierdzono przekrwienie wszystkich narządów, a przede wszystkim płuc. W mózgu również znajdowano przekrwienie opon i istoty mózgowej. Komórki nerwowe wydawały się jakby skurczone, zarodek barwiła się jednolicie, wyrostki osiowe były śrubowato pokręcone. Niektóre komórki wydawały się mniej skurczone i występował w nich pyłkowaty rozpad ciałek Nissl'a oraz wodniczki w zarodki. Czasami występowała neurofagia. W komórkach rdzenia

przedłużonego kanaliki Holmgren'a były bardzo znacznie rozszerzone; wypełniały one całą komórkę. Jądra komórek były pokurczone, gdzieś w zaniku; w naczyniach śródbłonek uległ rozpadowi.

Wreszcie u nas Flatau, w związku z większą pracą nad gruzami doświadczalnymi ośrodkowego układu nerwowego, przeprowadził szereg badań nad wpływem promieni radowych na tkankę nerwową. Flatau stwierdził, że po naświetlaniu dwudziestokilgodzinnym (po dwie godziny dziennie), występuje wybitny zanik komórek i włókien nerwowych, tak, że pewna przestrzeń mózgu jest zupełnie pozbawiona wszelkich pierwiastków nerwowych. Komórki, położone w bliskości przestrzeni wyjąłowej, ulegały zmianom rozmaitego stopnia, a czasami były otoczone komórkami, przypominającymi trabanty glejowe. Ponadto występowały i wybitne zmiany ze strony naczyń: w rozmaitych miejscach znajdowały się mniejsze i większe wybroczyny krwawe, a tkanka nerwowa ulegała przytym następczemu zniszczeniu. Naczynia krwionośne zwykle były rozszerzone. W mózdzku zmiany były naogół zasadniczo podobne, lecz występował tu znaczny przerost komórek glejowych, atakujących komórki nerwowe i w niektórych przypadkach wżerających się w ciała tych ostatnich. Ponadto również i tu występował zanik komórek nerwowych, a na ich miejsce zjawiały się komórki glejowe. Naczynia były rozszerzone, tu i owdzie spotykano drobne wybroczyny krwawe do istoty mózdzku.

Przy naświetlaniu rdzenia nie znaleziono w nim przy badaniu makroskopowym i mikroskopowym żadnych zmian.

Jak wiadomo, w skład promieni radu wchodzi trzy ich gatunki — α , β , γ . Promienie α zostają bardzo łatwo zatrzymane przez blaszkę jakiegobądź metalu, o grubości kilku setnych milimetra; promienie „ β ” mają znacznie większą zdolność przenikania; do zatrzymania ich trzeba użyć blaszki ołowianej grubości kilku milimetrów, natomiast blaszka glinu tejże grubości jeszcze przepuszcza promienie „ β ”. Promienie „ γ ” przenikają nawet przez ołów centymetrowej grubości. W naszych doświadczeniach stosowano jako filtr blaszkę glinową około 0,06 mm. grubości; w ten sposób promienie „ α ” zostały całkowicie pochłonięte i wchodziło w grę tylko działanie promieni „ β ” i „ γ ”.

W badaniach własnych używaliśmy białych myszy. Technika doświadczeń była następująca: stosowano sól bromową radu w ilości 7,8 mg.; sól ta była umieszczona w rurce szklanej, włożonej w rynienkę miedzianą, przykrytą filtrem glinowym 0,06 mm. grubości. Mysz uwiązywana w odpowiedni sposób w pudełku drewnianym, otwartym od góry, przodu i tyłu, tak, ażeby możliwie ograniczyć jej ruchy i na głowie umieszczano wspomnianą rurkę z bromkiem radu. Włosy w miejscu ułożenia rurki były dokładnie wystrzyżone. W razie naświetlań rdzenia na grzbiecie pomiędzy łopatkami również wycinano włosy i tu umocowywano poprzecznie rurkę z bromkiem radu.

Doświadczeń przeprowadziliśmy 17; z tych 12 nad mózgiem a 5 nad rdzeniem. Po naświetlaniu kilkunastodniowym zwykle włosy w miejscu naświetlania wypadały, na skórze tworzył się strup, a potem blizna. W przypadkach naświetlań czaszki, zawsze prawie występowało ropne zapalenie spojówek z następczym zanikiem gałki ocznej.

Nad mózgiem były wykonane doświadczenia następujące:

№ 1. Naświetlano lewą półkulę przez 7 dni, po dwie godziny dziennie; mysz zabito przez upust krwi w 7 dni po ostatnim naświetlaniu.

№ 3. Naświetlano również lewą półkulę, po 3 godziny dziennie przez 11 dni; mysz padła jedenastego dnia naświetlania.

№ 4. Naświetlano po 4 godziny dziennie; mysz padła 7 dnia naświetlania.

№ 5. Naświetlano 4 godz. 20 m. bez przerwy; zabito zaraz po naświetlaniu.

№ 6. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 14; zabito na 30 dzień po ostatnim naświetlaniu.

№ 7. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 14; zabito na 10 dzień po ostatnim naświetlaniu.

№ 8. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 14; zabito zaraz po ostatnim naświetlaniu.

№ 9. Naświetlano przez 6 godz. bez przerwy; zabito zaraz po naświetlaniu.

№ 11. Naświetlano po godzinie dziennie; mysz padła 13 dnia naświetlania.

№ 13. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 20; zabito na 30 dzień po ostatnim naświetlaniu.

№ 16. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez 28 dni (filtr ołowiany około 0,5 mm.).

№ 20. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 14; (filtr ołowiany około 0,06 mm. grubości).

Naświetlań rdzenia dokonano u 5 zwierząt, a mianowicie:

№ 2. Naświetlano rdzeń pomiędzy łopatkami po 2 godz. dziennie przez dni 14; mysz zabito 14 dnia po ostatnim naświetlaniu.

№ 10. Naświetlano po 3 godz. dziennie przez 15 dni; zabito zaraz po ostatnim oświetlaniu.

№ 14. Naświetlano po 3 godz. dziennie przez 15 dni; zabito na 42-gi dzień po ostatnim naświetlaniu.

№ 15. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 21, zabito zaraz po ostatnim naświetlaniu.

№ 22. Naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 15; zabito na 38 dzień po ostatnim naświetlaniu.

Do doświadczeń nad rdzeniem brano myszy młodsze, z uwagi na to, że u myszy starszych przestrzeń pomiędzy rdzeniem a źródłem promieni radowych byłaby zbyt odległa z powodu grubości tkanek dorosłej myszy i ta nieduża ilość promieni, wytwarzana przez 7,8 mm. bromku radu, mogłaby działać zbyt słabo.

Przy naświetlaniu mózgu tylko w jednym przypadku (№ 13) wystąpiły w dwa tygodnie po ostatnim naświetlaniu objawy kliniczne w postaci lekkiego niedowładu lewych kończyn (naświetlano prawą półkulę mózgową); w innych przypadkach wyraźnych zaburzeń ze strony układu nerwowego nie stwierdzono, jednak myszy w końcu serji naświetlań zwykle bywały mniej ruchliwe niż normalne. W przypadkach naświetlań rdzenia, w doświadczeniach №№ 2 i 10, zmian klinicznych nie stwierdzono. We wszystkich innych doświadczeniach, w kilka tygodni od początku naświetlania zauważono, że myszy nie tak zgrabnie używały swych tylnych kończyn jak normalnie; zwykle z biegiem czasu nposłedzenie to występowało coraz wybitniej, a potem dołączały się przykurczenia dolnych kończyn we wszystkich sta-

wach. Zmiany, znajdujące w układzie nerwowym, były następujące:

Mózg — zmiany makroskopowe. Przy naświetlaniach jednorazowych lecz długotrwałych (4 g. 20 m. № 5 i 6 godz. № 9), przyczem mysz uśmiercano zaraz po naświetlaniu, nie znajdowano zmian żadnych, ani w oponach, ani w istocie mózgowej. Podobnie zmian makroskopowych nie stwierdzono w przypadku № 11, gdzie naświetlano mózg przez 13 dni, po godzinie dziennie. Natomiast w doświadczeniach, w których naświetlano po 2 godz. dziennie przez dni 14 i więcej, występowały prawie zawsze wybitne zmiany makroskopowe: wzdłuż półkuli naświetlanej znajdowaliśmy białawe lub białawo-żółtawe pasmo, szerokości $1\frac{1}{2}$ —3 mm., zwykle przebiegające przez całą powierzchnię półkuli. W przypadkach, gdy myszy były uśmiercane natychmiast po pewnej serii naświetlań lub same padały, stwierdzano wzdłuż tego pasma, na pograniczu z tkanką zdrową, cieniutki rąbek fioletowo-czerwonego koloru (badania mikroskopowe wykazały, że był to pas, w którym występowały drobne wybroczynki i rozszerzenia naczyń, wypełnionych krwią). O ile rurkę z solą radową układano nad mózdzkiem, to na powierzchni jego występowały podobne zmiany, jak i na półkuli mózgowej, zależne, co do natężenia swego, od czasu trwania naświetlań.

Zmiany drobnowidzowe. Zmiany w tkance nerwowej występowały w stopniu rozmaitym, w zależności od czasu i ilości naświetlań; w przypadkach kilkakrotnych naświetlań krótkich (dośw. № 1) lub jednorazowych, lecz dłuższych (dośw. № 5) nie znaleźliśmy żadnych zmian drobnowidzowych. Jednak już naświetlanie jednorazowe, lecz trwające bez przerwy 6 godzin (dośw. № 9) (Fig. 1) wywołało w komórkach nerwowych zupełnie wyraźne zmiany: komórki te po stronie naświetlanej we wszystkich warstwach kory mózgowej były mniejsze niż normalne, jakby skurczone, zarodź ich barwiła się metodą Nissla na ciemnoniebiesko, jądra barwiły się również bardzo mocno i często granica pomiędzy jądrem a ciałem komórki ulegała zupełnemu zatarciu. Zmiany tego typu nerwowych komórek są zbliżone do zmian, występujących w rozmaitych sprawach przewlekłych (t. zw. skleroza komórek nerwowych); tym dziwniejszym wydał się fakt, że znaleźliśmy je po kilkugodzinnym naświetlaniu, gdzie raczej należało się spodziewać zmian ostrych w komórkach. Podobne.

lecz dalej posunięte i więcej rozległe zmiany znaleźliśmy w korze po naświetlaniu w ciągu 1 godz. przez dni 13 (dośw. № 11).

W dużych zwojach podkorowych natomiast, a przedewszystkiem we wzgórku wzrokowym po stronie naświetlanej, ogólna liczba komórek nerwowych była mniejsza, niż po stronie przeciwnej; pozatym, zamiast zwykle tam spotykanych komórek o kształcie pęcherzykowatym, z jasno barwiącą się zarodnią i jasnym dużym jądrem, występowały komórki o ciele wydłużonym, z zarodnią barwiącą się silnie na niebiesko, z zupełnie zatartą budową; komórki te zwykle były ułożone grupami, po kilka i kilkanaście, i tylko rzadko spotykaliśmy wśród nich wspomniane poprzednio jasno barwiące się komórki. Te ciemno barwiące się komórki, przeważnie były umiejscowione w górnej części wzgórka wzrokowego; po stronie nienaświetlonej komórek takich prawie się nie spotykało. I tutaj komórki te robiły wrażenie komórek sklerotycznych.

Pozatym, pod wpływem promieni radu, wystąpił zanik częściowy komórek w obrębie wzgórka wzrokowego. Jest rzeczą ciekawą, że w danym przypadku wybitniejsze zmiany były stwierdzone nie w korze mózgowej, lecz we wzgórku wzrokowym, położonym dalej od źródła naświetlania. Pozatym zwraca uwagę okoliczność, że we wzgórku wzrokowym, tuż obok komórek mocno zmienionych (sklerotycznych), znajdują się komórki prawie niezmienione; widząc takie obrazy ma się wrażenie, że nie wszystkie komórki w jednakowy sposób oddziaływają na niszczący wpływ promieni radu.

Zupełnie inny obraz mieliśmy w przypadkach, w których naświetlanie trwało po 2, 3 i więcej godzin przez dwa tygodnie i dłużej. Na pierwszy plan wysuwały się zmiany martwicze w tej okolicy mózgu, która przy oględzinach makroskopowych przedstawiała się jako pasmo białe lub białawo żółtawe. Dla ilustracji tych zmian przytaczam poniżej kilka protokołów doświadczeń.

№ 3. Naświetlano lewą półkulę po 3 godz. dziennie; na jedenasty dzień mysz padła. Przy badaniu makroskopowem w istocie mózgowej zmian nie znaleziono. Badanie drobnowidzowe: po stronie naświetlanej tkanka nerwowa ma wygląd siateczkowaty, w oczkach siateczki nie widać żadnej zawartości. W obrębie dużych zwojów podkorowych istota nerwowa wyka-

zuje budowę podobną. W obrębie kory, jako też istoty podkorowej, znajdują się liczne drobne wybroczyny krwawe. Po stronie naświetlanej, zarówno w istocie korowej, jak i w zwojach podkorowych liczba komórek nerwowych i glejowych znacznie mniejsza, niż w miejscach odpowiednich po stronie nienaświetlanej. Komórki nerwowe kory uległy wybitnym zmianom: znaczna ich część potraciła swe wypustki i przedstawia się w postaci okrągłych, ciemnych kulek; inne zachowały jeszcze swój kształt, lecz są znacznie mniejsze, niż normalne; zarodź ich barwi się jednolicie mocno i pojedynczych ciałek Nissl'a nie można w nich odróżnić.

№ 4. Naświetlano lewą półkulę po 4 godz. dziennie; mysz padła na siódmy dzień. Przy badaniu makroskopowym stwierdzono, że wzdłuż lewej półkuli przebiega pas około 2 mm. szerokości o zabarwieniu czerwonym. Zaczerwienienie takie sięgało w głąb tkanki nerwowej na głębokość około $\frac{1}{2}$ do $\frac{3}{4}$ mm; badanie drobnowidzowe daje wynik, przypominający poprzedni przypadek.

Najwybitniejsze zmiany stwierdzono w miejscach kory, znajdujących się bezpośrednio pod działaniem promieni radu; im dalej od sfery działania radu, tym zmiany te były mniejsze i powoli zacierają się wśród normalnej tkanki nerwowej.

W obrębie gleju brzeżnego znajdowały się liczne komórki glejowe o dużym, bladym okrągłym jądrze i o nieregularnych rozlanych konturach.

№ 7. Naświetlano lewą półkulę po dwie godziny dziennie przez 14 dni. Mysz padła dziesiątego dnia po ostatnim naświetlaniu. Przy badaniu makroskopowym stwierdzono, że wzdłuż całej lewej półkuli mózgu i lewej półkuli mózdzku biegnie na ich powierzchni pasemko o zabarwieniu białym, 2 do 3 mm. szerokości. Pasemko wąskie o podobnym zabarwieniu biegnie i wzdłuż półkuli prawej, tuż przy dużej szczelinie mózgowej. Badanie drobnowidzowe: W górnej części obu półkul, w miejscach odpowiadających opisanym pasmom białym, brak wszelkich pierwiastków nerwowych i glejowych; tkanka przedstawia się tu jako bezpostaciowa ziarnista masa. Wśród tak zmienionej tkanki znajduje się nieco naczyń o ściankach zgrubiałych; budowa ścianek zatarta; poza tym tu i owdzie występują wybroczyny krwawe. Na pograniczu pomiędzy zmartwiałą a zdrową tkanką

komórki nerwowe znacznie zmienione: kontury ich są niewyraźne, granice ciała zatarte, zarodź o budowie piankowatej, istota barwna zarodzi znajduje się w stanie rozpadu; naokoło jąder tworzą się przestrzenie wolne. Jądra komórek nerwowych w miejscach tych są jakby napęczniałe, o granicach często niewyraźnych; czasami występuje boczne ustawienie jąder. Komórki nerwowe w górnej części wzgórka wzrokowego po stronie naświetlanej barwią się mocniej i są mniejsze, niż po stronie przeciwnej.

№ 8. Naświetlano lewą półkulę przez 14 dni po 2 godz. dziennie; mysz uśmiercono zaraz po ostatnim naświetlaniu. Przy badaniu makroskopowym stwierdzono na powierzchni mózgu w półkuli lewej obecność takiegoż białawego pasma, jak w dośw. № 7, z tą jedynie różnicą, że na granicy tego pasemka z tkanką normalną znajdowało się wąskie pasmo ciemno czerwonego koloru, w obrębie którego stwierdzono rozszerzenie naczyń i liczne drobne wybroczyny krwawe. Badanie drobnowidzowe (Fig. 2): W miejscu, odpowiadającym opisanemu białemu pasmu, martwica tkanki nerwowej (jak w dośw. № 7). Granica pomiędzy zmartwiałą a względnie zdrową tkanką ostra; tuż obok masy zmartwiałej znajdują się komórki i włókna nerwowe, co prawda mocno zmienione: komórki położone najbliżej pasma naświetlanego, przedstawiają się w postaci ciemnych kulek, otoczonych nieznaczną ilością ciemnej zarodzi; położone trochę dalej mają zarodź o budowie piankowatej lub w stanie chromatolizy; jeszcze dalej leżące komórki są skurczone i mocno zabarwione. Jądra tych komórek mają granice niezbyt wyraźne, jąderka mocno zabarwione. Pasma gleju brzeżnego na powierzchni obu półkul jest znacznie ścięńczone i barwi się podług metody Nissl'a na ciemnoniebiesko. W dolnej części tego pasma znajdują się komórki glejowe o charakterze pająkowatym. Zarówno pod oponami miękkimi, jak i w obrębie dolnej części zmartwiałego pasma znajdują się dosyć obfite wylewy krwawe. Również obfite wylewy widać w obrębie zwojów podkorowych. W obrębie wzgórek czworaczych tkanka przylegająca do pasa zmartwiałego ma budowę siateczkowatą. W górnej okolicy mózdzku stwierdza się obfite wylewy krwawe, pozatym naczynia mocno krwią wypełnione o ściankach zgrubiałych. Komórki w górnej części warstwy ziarnistej są zmniejszone, barwią się bardzo mocno, budowa zarodzi zatarta. Budowa i granice jąder niewyraźne.

Gdziekolwiek występuje ogniskowy zanik komórek tej warstwy. Zaródź w komórkach Purkinje'go barwi się mocno i zawiera liczne, mocno się barwiące kulki rozmaitej wielkości. Jądra tych komórek wykazują często granice niewyraźne. Często widzi się pozatym rozpad ziarnisty komórek Purkinjego.

Zestawiając opisane powyżej zmiany, widzimy, że pod wpływem promieni radu przy krótkotrwałym naświetlaniu w tkance nerwowej, a przede wszystkim w komórkach nerwowych kory, w niektórych zaś przypadkach, i w komórkach wzgórków wzrokowych, występują zmiany w zarodku i w jądrze komórek, przypominające t. zw. zmiany przewlekłe (sklerozę komórek). Przy dłuższej trwających naświetlaniach występują zmiany dalej idące: komórki nerwowe ulegają bądź to rozpadowi, bądź skurczeniu lub wreszcie zanikowi. Włókna nerwowe również ulegają zanikowi tak, że w miejscach bezpośrednio podlegających działaniu promieni, występuje zupełne wyjałowienie tkanki z komórek i włókien a pozostają tam, i to nie zawsze, tylko naczynia o ściankach zgrubiałych. W miejscach nieco oddalonych od źródła naświetlania występują mniejsze lub większe wylewy krwawe i zmiany w komórkach nerwowych rozmaitego stopnia, a przede wszystkim zmniejszenie się ich liczby. W dużych zwyczaj podkorowych zmian, przemawiających za martwicą tkanki nerwowej, nie spotykamy, natomiast często widzieliśmy rozmaitego stopnia zmiany w komórkach nerwowych, podobne do zmian w komórkach korowych (zanik komórek, wylewy krwawe do tkanki nerwowej, a także mniej lub więcej wybitny obrzęk tkanki). Widzimy więc, że promienie radu sięgają dosyć głęboko, jakkolwiek działanie ich w głębi tkanki jest słabsze, aniżeli w warstwach powierzchniowych mózgu.

W obrębie mózdzka zmiany naogół są podobne do zmian w półkulach mózgowych.

Jak wspomnieliśmy, w doświadczeniach 16 i 20 stosowano jako filtr blaszki ołowiane rozmaitej grubości: czyniliśmy to w tym celu, żeby zatrzymać promienie „ β ” i przekonać się, jakie działanie na tkankę nerwową wywołują tylko promienie „ γ ”. W dośw. № 16, gdzie stosowano blaszkę ołowianą około 0,5 mm. grubości, żadnych zmian w tkance nerwowej nie znaleziono.

Sprawa ta jednak wymaga większej serii doświadczeń, wobec tego tymczasowo nie będziemy się nią zajmować.

Rdzeń — zmiany makroskopowe.

W doświadczeniach №№ 14, 15 i 22 rdzeń w miejscu naświetlania był trochę ścieńczały, o zabarwieniu żółtawym; opony były mocniej ukrwione niż zwykle; spoistość rdzenia w miejscu naświetlania była bardzo wiotka. W innych doświadczeniach zmian mikroskopowych nie znaleziono.

Zmiany drobnowidzowe: przy naświetlaniu przez 14 dni po 2 godz. dziennie, poza wybroczynami krwawymi w części grzbietowej rdzenia innych zmian nie znaleziono.

Największe zmiany stwierdzaliśmy, gdy po naświetlaniu dwu i trzygodzinnym, powtarzanym przez 15 dni, zostawiano myszy przy życiu przez czas dłuższy (doświad. №№ 14 (Fig. 4) i 22). W przypadkach tych rysunek rdzenia w płaszczyźnie naświetlania ulegał bardzo znacznym zmianom, a w niektórych miejscach i zupełnemu zatarciu. W obrębie tylnych słupów tkanka nerwowa przedstawiała obraz rozpadu: widać było liczne wolne przestrzenie rozmaitej wielkości, nadające rdzeniowi w tym miejscu wygląd siateczki; w innych miejscach tylnej części rdzenia występowały bezkształtne ziarniste masy, niczym nie przypominające budowy rdzenia. W niektórych miejscach spotykaliśmy liczne kule, wypełnione masami mocno przelamującymi światło. Naczynia, szczególnie położone w tylnej części rdzenia mają ścianki zgrubiałe; tu i owdzie widać dosyć obfite drobne wybroczyny krwawe. Rysunek tylnych rogów zupełnie zatarty, komórki nerwowe, znajdujące się w tych rogach, uległy prawie całkowitemu zanikowi. Zarysy rogów przednich utrzymane, lecz w niektórych miejscach niezbyt wyraźne. Liczba komórek rogów przednich zmniejszona, komórki wybitnie zmienione: zarodź barwi się bardzo mocno, czasami zupełnie jednolicie na ciemno-niebiesko (met. Nissl'a); gdzieś widać w ciele komórek wodniczki lub piankowaty rozpad zarodzi. Jądra komórek rogów przednich przeważnie barwią się na ciemno-niebiesko, często granice jąder są niewyraźne, czasami widać boczne ustawienie jąder, w niektórych zaś komórkach jądra ulegają rozpadowi. Jąderka średniej wielkości, barwią się bardzo mocno. W części tylnej rdzenia, najwięcej zbliżonej do źródła naświetlania, zauważyliśmy rozrost tkanki łącznej, jak również i bujanie włóknistego gleju. Opony miękkie po stronie naświetlanej ulegają zgrubieniu.

W doświadczeniu № 15, w którym mysz naświetlano w ciągu 21 dni po 2 godz. dziennie i natychmiast po ostatnim naświetlaniu uśmiercono, zmiany były również znaczne, lecz bardziej ostre niż w przypadkach poprzednich.

Niezawsze wpływ promieni radowych na tkankę rdzenia bywa jednakowy, czego dowodzi doświadczenie № 10. Tu, jak i w dośw. № 14, naświetlano rdzeń przez dni 15 po 3 godz. dziennie, jednak zmiany w porównaniu z dośw. № 14 były znikome. Znaleźliśmy tylko zgrubienie opon po stronie naświetlanej i czasami wybroczyny krwawe pod nimi. W istocie białej zmian nie było. W komórkach rogów przednich znaleźliśmy drobnoziarnisty rozpad zarodki, czasami zarodek wykazywała budowę piankowatą; jądra tych komórek były napęczniałe, czasami umiejscowione tuż przy brzegu komórki, w niektórych miejscach miało się wrażenie, jak gdyby jądra wychodziły z komórek. Jąderka barwiły się mocno na kolor ciemno-niebieski (met. Nissl'a).

Jakkolwiek doświadczenia № 10 i 14 były prowadzone, co do czasu naświetlania, zupełnie jednakowo, to jednak występowała rażąca różnica w zmianach w układzie nerwowym. Wyjaśnienie tej okoliczności znajdziemy, jeśli sobie przypomnimy, że w dośw. № 10 mysz uśmiercono natychmiast po ostatnim naświetlaniu, natomiast w dośw. № 14 dopiero po upływie 42 dni. Zapewne pod wpływem radu zaszły w komórkach i włóknach nerwowych zmiany, lecz były one tego rodzaju, że przy obecnej technice drobnowidzowej nie dały się wykryć. Gdy jednak, jak to było w dośw. № 14, pozostawiono mysz przy życiu, zmiany te postępowały dalej, wystąpiły zmiany wtórne i powstał obraz daleko posuniętych zniszczeń w rdzeniu,

Tłumaczenie nasze znajduje swe poparcie w doświadczeniach Tura jak i Hertwiga. Hertwig, naświetlając komórki zarodkowe radem, nie mógł wykryć w nich pod mikroskopem żadnych zmian; dalszy jednak rozwój tych komórek przebiegał zupełnie odmiennie od normy, co dowodziłoby oczywiście, że promienie radu znacznie, chociaż dla nas niewidocznie, zmieniły i uszkodziły zarodek tych komórek zarodkowych.

W badaniach drobnowidzowych stosowaliśmy metody następujące: barwienie błękitem metylenowym podług Nissl'a; barwienie hematoksyliną—eozyną, karbolową zielenią metylową—pironiną podług Unny-Pappenheim'a; błękitem metylenowym—eozyną,

metodą używaną przez nas do barwienia tkanki łącznej; błękitem metylowym podług Alzheimer'a-Mann'a. Pozatym w niektórych przypadkach stosowaliśmy barwienie szkarłatem (na tłuszcz) i barwienie włókien myelinowych na skrawkach mrożonych podług metody Spielmeyer'a.

Reasumując wyniki naszych badań nad wpływem promieni radu na tkankę nerwową, przychodzimy do wniosków następujących: promienie radu działają wyraźnie na komórki nerwowe, nawet przy krótkotrwałym naświetlaniu, wywołując w nich zmiany wsteczne; przy dłużej trwającym naświetlaniu powodują rozpad i zanik komórek oraz włókien nerwowych i glejowych. Nigdy nie obserwowaliśmy zmian zapalnych pod wpływem promieni radu ani w oponach, ani w tkance nerwowej. Działanie promieni wywoływało zmiany w ściankach naczyń i wskutek tego powstawały wybroczyny do istoty mózgowej; bardzo często występowały zmiany obrzękowe w tkance nerwowej. Działanie promieni radowych sięga w mózgu myszy dosyć głęboko, bo aż do części dolnych wzgórków wzrokowych, jak to mieliśmy możność obserwować w kilku przypadkach. Zmiany w mózgu i rdzeniu były zasadniczo podobne, jednak mózg, jako łatwiej dostępny dla promieni radowych niż rdzeń, wykazuje zwykle zmiany dalej posunięte.

R É S U M É.

En résumant les résultats de nos recherches concernant l'action des rayons de radium sur le tissu nerveux de la souris, nous arrivons aux conclusions suivantes: les rayons de radium, même si la durée de leurs action est peu prolongée, agissent sur les cellules nerveuses d'une manière appreciable, en y produisant des modifications retrogrades. L'action plus prolongée détermine la désagrégation et l'atrophie des cellules, des fibres nerveuses et celles de la neuroglie. Nous n'avons jamais observé des modifications inflammatoires ni dans les méninges ni dans le tissu nerveux.

On a constaté fréquemment des modifications retrogrades dans les parois des vaisseaux d'où les ecchymoses dans les

tissu nerveux; ce dernier présentait souvent le phénomène de gonflement.

L'action des rayons de radium se propage assez profondément dans le tissu nerveux: c'est jusqu'aux parties inférieures des tubercules quadrijumeaux antérieurs que nous l'avons observée quelquefois. Les modifications, constatées dans le cerveau étaient du même ordre que celles, trouvées dans la moëlle, pourtant le cerveau étant aux rayons plus accessible, que la moëlle nous a montré des modifications plus avancées.

P I Ś M I E N N I C T W O .

1. Handbuch der Radium-Biologie und Therapie. Herausgegeben von Prof. Dr. P. Lazarus, 1913.
2. E. I. London. Das Radium in Biologie und Medizin, 1911.
3. Danysz, Żukowski, Horowitz podług Londona.
4. Scholz. Ueber die physiologische Wirkung der Radium-Strahlen. Deutsche med. Wochenschrift, 1904.
5. Obersteiner. Ueber die Wirkungen d. Radiumbestrahlung auf d. Centralnervensystem. Arbeiten aus d. neurolog. Institut an d. Wiener Univers., 1905. Bd. XII.
6. Okada. Ueber d. Einfluss d. Radiumbestrahlung auf Muskeln u. periphere Nerven ibidem.
7. Horsley i Finzi (podług Lazarusa).
8. Hertwig (podług Lazarusa).
9. Krafft-Lenz. Wiener klinische Wochenschrift, 1912, № 12.
10. E. Flatau. Badania doświadczalne nad guzami złośliwymi układu nerwowego ośrodkowego, 1918 r. Prace zakładu neurobiol. Warsz. Tow. Naukowego, 1919. T. II.
11. L. Bruner. O ciałkach promieniotwórczych; Warszawa 1914.
12. J. Tur. Wpływ promieni radu na rozwój organizmów, Warszawa 1916

OBJAŚNIENIE RYSUNKÓW.

Fig. 1. Doświadczenie № 3. Naświetlano 6 godz. bez przerwy, zabito zaraz po naświetlaniu:

- a) Półkula nienaświetlana, komórki kory normalne.
- b) Półkula naświetlana, komórki nerwowe we wszystkich warstwach kory barwią się ciemniej, niż po stronie nienaświetlanej, są skurczone i mniejsze.
- c) Barwiono błękitem metylenowym wed. Nissla. Zeiss. okul. 4, obj. AA.

Fig. 2. Doświadczenie № 8:

Naświetlano lewą półkulę po 2 godz. dziennie przez 14 dni; zabito zaraz po ostatniem naświetlaniu.

W miejscu naświetlanem zupełna martwica pierwiastków nerwowych; na tle jednolitej szarej masy martwiczej widać ciemne wylewy krwawe. Część zmieniona istoty mózgowej ostro oddziela się od względnie normalnej.

Barwiono tioniną, Zeiss — lupa.

Fig. 3. Doświadczenie № 13. Naświetlano lewą półkulę przez 20 dni po 2 godz. dziennie; mysz została zabita na 25 dzień po ostatniem naświetlaniu. Na rysunku przedstawione zwoje podstawowe, tkanka których ma wygląd siateczkowaty, wskutek nagromadzenia się płynu obrzękowego.

Barwienie błękitem metylenowym—cozyną. Zeiss, okul. 1 obj. AA.

Fig. 4. Doświadczenie 14.

Naświetlano rdzeń pomiędzy łopatkami przez 2 tygodnie, po 3 godziny dziennie.

Rysunek przekroju rdzenia całkowicie zatarty, naczynia rozszerzone, tu i owdzie widać krwawe wybroczyny; poza tem występuje wyraźny rozpad tkanki nerwowej, połączony z dużym obrzękiem.

Barwienie jak Fig. 3; Zeiss. okul. 1 obj. AA.

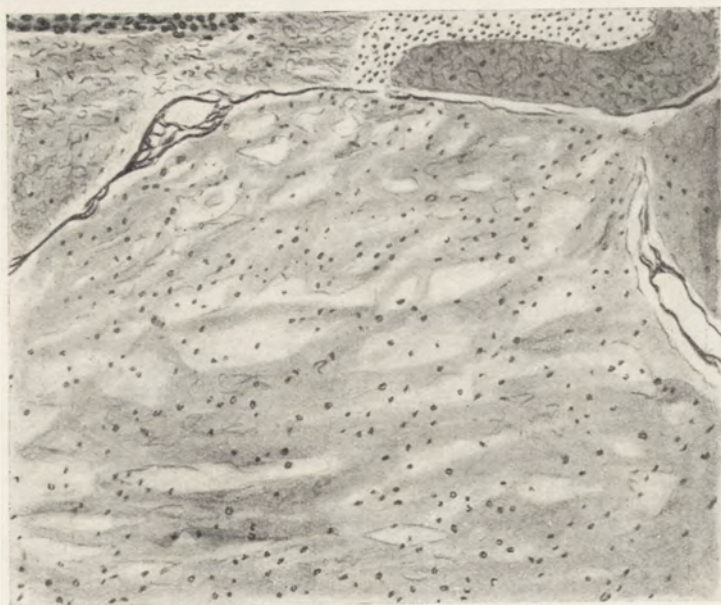


Fig. 3.



Fig. 4.

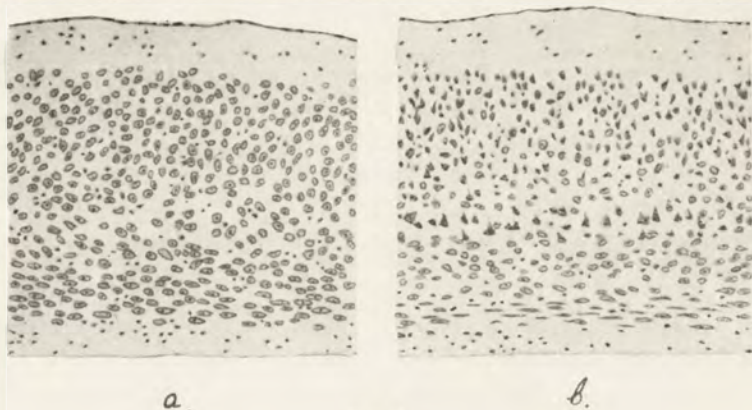


Fig. 1.



Fig. 2.

K. BIAŁASZEWICZ.

Wpływ ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju zarodków.¹⁾

(L'influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons).¹⁾

Sprawa zależności między ciśnieniem osmotycznym środowiska zewnętrznego a szybkością rozwoju zarodków była dotąd przedmiotem raczej jakościowych niż ilościowych poszukiwań, które naogół stwierdzają zmianę tempa rozwoju embrjonalnego w warunkach osmotycznych, odbiegających od normy (Loeb '91—2, Herbst '92, Driesch '93, Bataillon '01, '04, Konopacki '18 i in.).

Wobec bezsprzecznego faktu, że ustrój jako całość i jego elementy komórkowe są ośrodkiem ustawicznych zmian ciśnienia osmotycznego, ważność zagadnienia uwydatnia się sama przez się.

W poszukiwaniach, których wyniki podaję poniżej, interesowała mnie kwestja zależności ilościowej, jaka istnieje między wartością ciśnienia osmotycznego w środowisku a szybkością rozwoju zarodków.

Doświadczenia moje były prowadzone na zarodkach trzech gatunków, mianowicie: na dwu przedstawicielach zwierząt morskich z grupy jeżowców (*Echinus microtuberculatus* i *Strongylocentrotus lividus*) i na jednym zwierzęciu słodkowodnym — na zarodkach żaby płowej (*Rana fusca*). Jaja po wyjęciu z jajników, względnie z jajowodów, były zapładniane i w stadium określonym — przenoszone do serji roztworów

¹⁾ Rzecz zgłoszona na posiedzenie III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w dniu 3 października 1921 r.

o różnym ciśnieniu osmotycznym. W doświadczeniach, podanych na tab. I, rozwój odbywał się w zmiennej (11 – 12° C) temperaturze pokojowej, wszystkie inne doświadczenia były prowadzone w temperaturze stałej (20° C).

W doświadczeniach nad zarodkami jeżowców (tab. I i III) płynem zasadniczym była woda morska, przyrządzona według przepisu Herbsta ('04)¹⁾, którą w miarę potrzeby rozcieńczano wodą destylowaną lub stężano przez dodanie odpowiedniej ilości dwukrotnie skoncentrowanej wody morskiej o tej samej proporcji wzajemnej soli; w badaniach zaś nad zarodkami żaby posługiwałem się roztworami cukru gronowego. Wartość ciśnienia osmotycznego w różnych koncentracjach wody morskiej i cukru gronowego kilkakrotnie kontrolowałem metodą krjoskopową: w tabelach — wartość ciśnienia osmotycznego została wyrażona w stopniach obniżenia punktu zamarzania (Δ).

Dla ustalenia czasu, w którym większość zarodków osiąga stadium kresowe, kultury były kontrolowane — zwłaszcza w czasie, bezpośrednio poprzedzającym moment krytyczny, — bardzo często, przynajmniej co kwadrans: zatem ścisłość oznaczenia czasu trwania procesów morfogenetycznych znajduje się w moich wynikach w granicach 15'.

Względną szybkość rozwoju (v) obliczałem jako stosunek czasu trwania rozwoju w normalnym środowisku osmotycznym (t_0) do czasu, w którym one osiągają stadium identyczne w zmienionym stężeniu osmotycznym (t_n), czyli $v = t_0 / t_n$. •

Jak dowodzą doświadczenia moje, z których przytaczam tylko trzy typowe i kompletne serje (tab. I — III), największa szybkość rozwoju przypada w przybliżeniu na ciśnienie osmotyczne, które panuje w normalnym środowisku zewnętrznym zarodków (rys. 1 i 2): t. j. dla szybkości rozwoju ciśnieniem optymalnym jest ciśnienie osmotyczne środowiska normalnego, którego wysokość w wodzie słodkiej i morskiej jest różna.

Powyższego dowodzą doświadczenia nad bródkowaniem jeżowców (tab. I i III) i żaby (tab. II) i nad późniejszymi procesami kształtowania jeżowców (tab. III). Wprawdzie daje się zauważyć u jeżowców, zwłaszcza — u *Echinus microtuberculatus* (rys. 1), nieznaczne przesunięcie największej szybkości rozwoju w kierunku zwiększonej koncentracji sztucznej wody morskiej Herbsta; w tej ostatniej jednak ogólna zawartość procentowa soli jest, jak wiadomo, nieco niższa, niż w normalnej wodzie morskiej.

¹⁾ 3% NaCl, 0·08% KCl, 0·66% MgSO₄, 0·13% CaCl₂, 0·05% NaHCO₃.

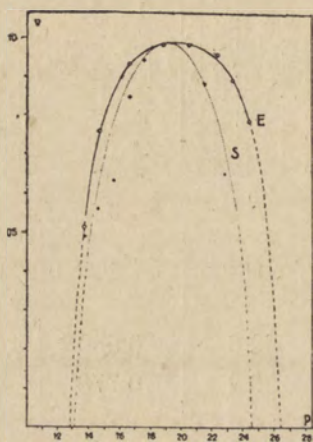
T A B E L A I.

Szybkość bródkowania zarodków jeżowców w wodzie morskiej o różnym stopniu stężenia. Rozwój w temperaturze 11 — 12° C. Zarodki przeniesiono do różnych stężeń w stadium 4 — 12 blastomerów.

| № porządkowy stężenia
(№ d'ordre de la concentration employée) | Ciśnienie osmotyczne wody morskiej
(La pression osmotique de l'eau marine) | <i>Echinus microtuberculatus</i> | | <i>Strongylocentrotus lividus</i> | |
|---|---|--|--|--|--|
| | | Δ | h | h | h |
| | | Względna szybkość rozwoju
(Vitesse relative du développement) | Względna szybkość rozwoju
(Vitesse relative du développement) | Względna szybkość rozwoju
(Vitesse relative du développement) | Względna szybkość rozwoju
(Vitesse relative du développement) |
| 1 | 1·37° | † (Śmierć) | † (Śmierć) | — | — |
| 2 | 1·42° | — | — | † (Śmierć) | † (Śmierć) |
| 3 | 1·47° | 42·8 | 0·530 | 52·7 | 0·514 |
| 4 | 1·57° | 29·2 | 0·778 | 46·7 | 0·580 |
| 5 | 1·66° | — | — | 41·2 | 0·658 |
| 6 | 1·76° | 23·9 | 0·950 | 31·5 | 0·862 |
| 7 | 1·86° | — | — | 29·9 | 0·906 |
| 8 | 1·96° | 22·7 | 1·000 | 27·1 | 1·000 |
| 9 | 2·15° | 22·7 | 1·000 | — | — |
| 10 | 2·25° | — | — | 30·1 | 0·900 |
| 11 | 2·34° | 23·2 | 0·978 | 40·7 | 0·665 |
| 12 | 2·39° | — | — | 43·0 | 0·668 |
| 13 | 2·44° | 25·0 | 0·908 | 46·0 | 0·589 |
| 14 | 2·54° | 28·2 | 0·805 | — | — |

Vitesse de la segmentation chez les embryons des oursins dans différentes concentrations de l'eau marine (a partir du stade de 4 — 12 blastomères). Temp. 11 — 12° C.

Wszelka, w porównaniu z normą, zmiana ciśnienia osmotycznego, dodatnia lub ujemna, powoduje zmniejszenie szybkości rozwoju: w koncentracjach soli morskiej, różniących się od normalnej, stadjum dane zarodki osiągną w czasie dłuższym. U zarodków żaby (tab. II, rys. 2, krzywa R) zmniejszenie koncentracji cukru gronowego poniżej wartości izosmotycznej z jajkiem ($\Delta = 0.44^\circ$, por. Białaszewicz '12) nie powoduje wstrzymania rozwoju z tej przyczyny, iż właściwości sprężyste błony żółtkowej uniemożliwiają pobieranie wody w cieczach wybitnie hyposmotycznych.



Rys. 1. Zależność szybkości rozwoju od ciśnienia osmotycznego (p) wody morskiej, wyrażonego w stopniu obniżenia punktu zamrzania: linja ciągła (—) oznacza względną szybkość bródkowania *Echinus microtuberculatus*; linja kropkowana (.....) — *Strongylocentrotus lividus*; linja przerywana (-----) odpowiada przypuszczalnemu przebiegowi krzywych szybkości poza doświadczalną skalą ciśnień. Według danych tabeli I-ej.

Jednakowy stopień odchylenia w kierunku dodatnim i ujemnym od punktu ciśnienia optymalnego powoduje jednakowe opóźnienie rozwoju tak, iż oba ramiona krzywej (rys. 1 i 2) biegną w przybliżeniu symetrycznie w stosunku do rzędnej ciśnienia normalnego.

Nieznaczące odchylenia obustronne od ciśnienia normalnego wywierają wpływ zaledwie dostrzegalny na szybkość rozwoju. Daje to możliwość wyróżniania pewnej wąskiej skali ciśnienia,

innej zapewne w odmiennych warunkach ciepłoty, różnej gatunkowo i rozwojowo, w której obrębie plazma zarodków jest mało wrażliwa na zmiany osmotyczne.

T A B E L A II.

Szybkość brózdtkowania zarodków *Rana fusca* w różnych stężeniach cukru gronowego. Zarodki przeniesiono do roztworów w stadium dwu blastomerów. Rozwój odbywał się w temp. 20° C. Stadium końcowe — początek tworzenia się wgłębienia gastrulacyjnego.

| № porządkowy roztworu
(№ d'ordre de la solution) | Zawartość procentowa cukru gronowego
(Teneur en glucose de la solution employée)
% | Ciśnienie osmotyczne roztworu
(La pression osmotique de la solution)
Δ | Czas trwania rozwoju do stadium wgłębienia gastrulacyjnego
(Durée du développement jusqu'au début de la gastrulation)
h | Względna szybkość rozwoju
(Vitesse relative du développement) |
|---|--|---|---|--|
| 1 | Woda destyl. | 0 | 19·25 | 1·000 |
| 2 | 3·60 | 0·409 ⁰ | 19·25 | 1·000 |
| 3 | 3·96 | 0·446 ⁰ | 19·25 | 1·000 |
| 4 | 4·24 | 0·483 ⁰ | 19·25 | 1·000 |
| 5 | 4·68 | 0·520 ⁰ | 20·04 | 0·960 |
| 6 | 5·04 | 0·557 ⁰ | 21·50 | 0·895 |
| 7 | 5·40 | 0·595 ⁰ | 25·00 | 0·770 |
| 8 | 5·76 | 0·613 ⁰ | † (Śmierć) | † (Śmierć) |

Vitesse du développement des embryons de *Rana fusca* dans les différentes concentrations de glucose — à partir du stade de deux blastomères jusqu'au début de la gastrulation. Temp. 20° C.

W miarę oddalania się w obu kierunkach od punktu ciśnienia optymalnego szybkość rozwoju zmniejsza się coraz wybitniej, przyczem czas trwania rozwoju zmienia się prędkiej od ciśnienia osmotycznego; w ciśnieniach najbardziej odbiegających od normy

szybkość rozwoju zbliża się do zera. Aczkolwiek krzywa (por. rys. 1 i 2) posiada stale jednakowy przebieg charakterystyczny, który wskazuje na zależność matematyczną szybkości od ciśnienia, to jednak mała liczba punktów, ustalonych eksperymentalnie, nie zezwala określić tej zależności.

Punkty krytyczne ciśnienia maksymalnego i minimalnego, zarówno te, w których rozwój ustaje, jak i te, w których następuje śmierć, znajdują się bardzo blisko siebie lub nawet pokrywają się nawzajem. Pozwala to przypuszczać, że wstrzymanie rozwoju i śmierć są ściśle z sobą w czasie skojarzone.

Granice ciśnienia osmotycznego, nakreślone przez odległość obu punktów śmiertelnych od optimum, stanowią wielkość, charakterystyczną z punktu widzenia gatunkowego, ekologicznego i rozwojowego.

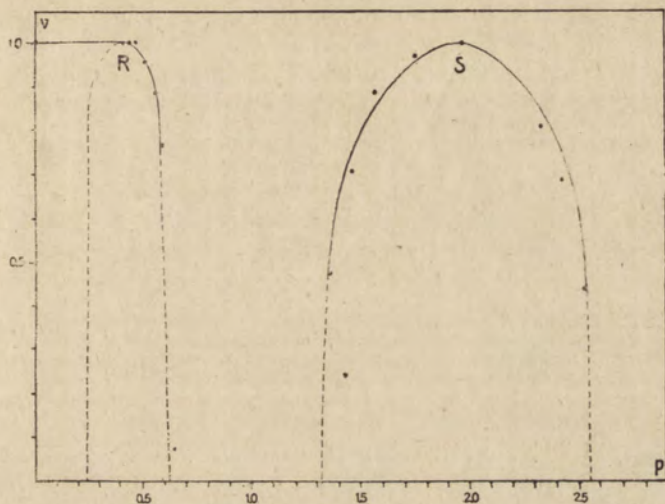
Zarodki różnych zwierząt, znajdujące się w okresie bródkowania, posiadają niejednakową skalę osmotyczną rozwoju, jak to wynika z tabel I—III i rys. 1 i 2.

Z będących jednocześnie w doświadczeniu jeżowców, które bródkowały w temp. 11—12°C, *Strongylocentrotus lividus* jest wrażliwszy od *Echinus microtuberculatus* na zmiany ciśnienia osmotycznego: jednakowe bowiem odchylenia ciśnienia od normy wybitniej redukują szybkość rozwoju pierwszego gatunku (tab. I, rys. 1).

Jeszcze wyraźniejszą różnicę pod tym względem wykazują zarodki żaby w porównaniu z zarodkami jeżowców. Gdy skala osmotyczna bródkowania *Strongylocentrotus lividus* wynosi (tab. III) w obie strony od ciśnienia optymalnego średnio $\pm 0.63^\circ \Delta$, to dla również bródkujących zarodków żaby (tab. II) odchylenie od punktu izosmotycznego, wynoszące zaledwie $+0.169^\circ \Delta$, powoduje śmierć: bez względu na skalę osmotyczną bródkowania jest dla jeżowców prawie czterokrotnie szersza, niż dla żaby (rys. 2). Biorąc natomiast pod uwagę nie bezwzględną, lecz stosunkową wielkość odchylenia śmiertelnego, t. j. — wyrażoną w procentach ciśnienia izosmotycznego, które dla zwierząt słodkowodnych (kręgowych) wynosi mniej niż czwartą część ciśnienia osmotycznego normalnej wody morskiej, stwierdzamy, że zarodki żaby posiadają skalę osmotyczną bródkowania szerszą ($+38\%$), niż zarodki jeżowców ($\pm 32\%$). Zarodki jeżowców są więc bardziej wrażliwe na

oscylujące wokół punktu optymalnego zmiany stosunkowe ciśnienia osmotycznego.

Ograniczając się wreszcie do warunków gatunkowo i ekologicznie jednakich, stwierdzamy, że plazma zarodków danego gatunku ulega w miarę postępu rozwoju jednokierunkowym zmianom wrażliwości na wpływy osmotyczne; kierunek tych zmian może u zarodków gatunkowo różnych nie być jednakowy.



Rys. 2. Zależność względnej szybkości bródkowania zarodków *Rana fusca* (R) i *Strongylocentrotus lividus* (S) od ciśnienia osmotycznego (p) roztworów cukru gronowego (R) i soli morskiej (S), według danych tabeli II i III. Linja przerywana odpowiada przypuszczalnemu przebiegowi krzywych poza doświadczalną skalą ciśnień osmotycznych.

Jako przykład zwiększającej się stale w miarę trwania rozwoju wrażliwości mogą służyć zarodki żaby: najwyższe ciśnienie osmotyczne znoszą one w stadiach najwcześniejszych, w pierwszych fazach bródkowania; z biegiem rozwoju, aż do momentu wyklucia, wytrzymałość na ciśnienie osmotyczne zmniejsza się więcej niż dwukrotnie. Biorąc za miarę wrażliwości śmierć zarodków, która w zwiększonym ciśnieniu osmotycznym następuje po upływie doby (20°C), stwierdziłem w jednym z doświadczeń następujące zmiany: gdy w stadium ośmiu blastomerów

TABELA III.

Wpływ ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju w dwu różnych stadjach kształtowania *Strongylocentrotus lividus*. Rozwój w temp. 20° C.

| № porządkowy stężenia
(№ d'ordre de la concentration) | Ciśnienie osmotyczne wody morskiej
(Pression osmotique de la solution de l'eau marine) | Od czterech blastomerów do blastuli z mezenchymą pierwotną
(A partir du stade de 4 blastomères jusqu'au stade de blastula avec le mésenchyme primitif) | | Od blastuli z mezenchymą pierwotną do stadjum trójpromieni
(A partir du stade de blastula jusqu'au stade de l'apparition des trois spicules calcaires) | |
|--|---|---|--|---|--|
| | | Czas trwania rozwoju
(Durée du développement) | Względna szybkość rozwoju
(Vitesse relative du développement) | Czas trwania rozwoju
(Durée du développement) | Względna szybkość rozwoju
(Vitesse relative du développement) |
| | Δ | h | | h | |
| 1 | 1·08° | — | — | 103·5 | 0·048 |
| 2 | 1·18° | — | — | 28·5 | 0·175 |
| 3 | 1·28° | — | — | 19·5 | 0·257 |
| 4 | 1·33° | † (Śmierć) | † (Śmierć) | 13·0 | 0·384 |
| 5 | 1·37° | 19·7 | 0·482 | 9·5 | 0·526 |
| 6 | 1·47° | 13·2 | 0·719 | 8·5 | 0·588 |
| 7 | 1·57° | 10·7 | 0·889 | — | — |
| 8 | 1·96° | 9·5 | 1·000 | 5·0 | 1·000 |
| 9 | 2·34° | 11·7 | 0·812 | 7·0 | 0·714 |
| 10 | 2·44° | 13·7 | 0·693 | 9·0 | 0·555 |
| 11 | 2·54° | 21·2 | 0·448 | 11·0 | 0·454 |
| 12 | 2·59° | — | — | 13·0 | 0·384 |
| 13 | 2·63° | † (Śmierć) | † (Śmierć) | — | — |
| 14 | 2·73° | — | — | 23·0 | 0·217 |
| 15 | 2·83° | — | — | 28·5 | 0·175 |

Influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons de *Strongylocentrotus lividus* aux deux étapes de leur morphogénèse. Temp. 20° C.

zarodki zamierają dopiero w stężeniu osmotycznym cukru gronowego, równem $0.95^{\circ} \Delta$, śmiertelnym ciśnieniem dla gastruli jest już $0.57^{\circ} \Delta$, zaś dla zarodków w momencie wykluwania — $0.43^{\circ} \Delta$.

Wręcz odmiennie zachowują się zarodki jeżowców: doświadczenia próbne i tabela III dowodzą, że zarodki starsze znoszą większe zmiany stężenia wody morskiej, niż zarodki brózdokujące: gdy dla brózdokujących zarodków *Strongylocentrotus lividus* punktami krytycznymi dla życia są ciśnienia 1.33° i $2.63^{\circ} \Delta$, to zarodki w okresie gastrulacji i wytwarzania mezenchymy wtórnej mogą żyć, zwalniając znacznie tempo rozwoju, w ciśnieniach 1.08° i $2.83^{\circ} \Delta$. W podobny sposób zachowują się, według Ramułta ('14), zarodki, rozwijające się z letnich jaj rozwielitek.

* * *

Jeżeli, pomijając całą złożoność zjawiska, przyjmiemy, że bezpośrednim i fizjologicznie najważniejszym efektem działania cieczy anizosmotycznych jest zmiana zawartości w plazmie wody i części stałych, względnie elektrolitów (Hamburger '04, Godlewski '08, Konopacki '18), to wynikiem powyższym możemy dać następującą interpretację tymczasową.

Największa szybkość rozwoju i związanych z nim procesów przemiany materji jest możliwa przy pewnym określonym stosunku tych składników w plazmie. Przesunięcie tego optymalnego dla procesów przemiany i wymiany stosunku w kierunku uwodnienia lub odwodnienia, stężenia lub rozcieńczenia elektrolitów w plazmie, pociąga za sobą daleko idące zmiany w stopniu dyspersji składników koloidowych, z których jedne stracają się lub wysalają, inne zaś przechodzą do roztworu. Skutkiem zmian w stosunku składników, uczestniczących w reakcjach chemicznych, do związków nieczynnych jest ograniczenie procesów przemiany i wymiany materji.

Plazma, w której koloidy przy nieznacznych wahaniami zawartości wody ulegają znacznym i nieodwracalnym przekształceniom, posiada wąską skalę osmotyczną i tracąc wodę, szybko obumiera. Zjawiska anabiozy możliwe są tylko w plazmie, której składniki w razie utraty wody zmieniają stopień dyspersji odwracalnie.

Wytłumaczenie ostateczne mechanizmu tych zjawisk oraz przyczyny różnic gatunkowych i rozwojowych powinno być pozostawione badaniom przyszłym, tembardziej, że wyników, dotyczących procesów morfogenetycznych, nie można przenosić wprost na zależność, która niewątpliwie istnieje między ciśnieniem osmotycznym a natężeniem innych procesów, związanych z metabolizmem (Warburg '08, Inman '21) i pobudliwością (Ishikawa '12).

Poszukiwania w tym kierunku miałyby łączność z szeregiem ogólnych zagadnień fizjologicznych. Wśród nich przedewszystkiem wymienić należy znaczenie dla mechaniki rozwoju i wzrostu występowania w zarodkach terytorjalnych różnic ciśnienia osmotycznego; następnie — znaczenie oscylacyj ciśnienia osmotycznego w środowisku zewnętrznym ustroju (woda słodka i morska) i w środowisku tkanek (krew i limfa) dla zagadnień z zakresu ekologii metabolizmu (Schmankewitsch '77, Wo. Ostwald '05', Dernoscheck '12) i koordynacji czynności w ustroju; wreszcie — fizjologiczną doniosłość związku, jaki niezawodnie istnieje między ciśnieniem osmotycznym, względnie zawartością w plazmie wody, a natężeniem procesów przemiany u tych zwierząt, które posiadają zdolność zapadania w stan życia utajonego lub snu zimowego.

PIŚMIENNICTWO.

- Bataillon E. 1901. Etudes expérimentales sur l'évolution des amphibiens. Les degrés de maturation des oeufs et la morphogénèse. Arch. f. Entw. Mech. **12**.
- Bataillon E. 1904. Nouveaux essais de parthénogénèse expérimentale chez les vertébrés inférieurs (*Rana fusca* et *Petromyzon Planeri*). Arch. f. Entw. Mech. **18**.
- Białaszewicz K. 1912. Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Hühner — und Froschembryonen. Bull. intern. de l'Acad. des Sci. Cracovie.
- Białaszewicz K. 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbeltierembryonen. Teil I und II. Versuche an Hühner — und Froschembryonen. Arch. f. Entw. Mech. **34**. (489 — 540).
- Dernoscheck A. 1912. Studien über die Gifftigkeit von Seewasser für Süßwassertiere, mit besonderer Berücksichtigung der Anpassungserscheinungen. Arch. f. ges. Physiol. **143**.
- Driesch H. 1893. Entwicklungsmechanische Studien. VII — X. Mitteil. d. Zool. Stat. Neapel. **11**.
- Godlewski E. 1908. Plasma und Kernsubstanz in der normalen und der durch äusseren Faktoren veränderten Entwicklung der Echinoiden. Arch. f. Entw. Mech. **26**.
- Hamburger H. J. 1904. Osmotischer Druck und Ionenlehre. **3**.
- Herbst K. 1892. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Tiere. I. Versuche an Seeigeleiern. Zeitschr. f. wiss. Zool. **55**.
- Herbst K. 1904. Über die zur Entwicklung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit. III. Die Rolle der notwendigen anorganischen Stoffe. Arch. f. Entw. Mech. **17**.
- Ishikawa H. 1912. Über den Einfluss des osmotischen Druckes auf die Erregbarkeit und Leitungsfähigkeit der Nerven. Zeitschr. f. allg. Physiol. **13**.
- Inman O. L. 1921. Comparative Studies on Respiration. XVI. Effects of Hypotonic and Hypertonic Solutions upon Respiration. Journ. of gen. Physiol. **3**.
- Konopacki M. 1914. Wpływ płynów hypotonicznych na różne stadja rozwoju jeżowców. Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie.
- Konopacki M. 1918. Untersuchungen über die Einwirkung verdünnten Seewassers auf verschiedene Entwicklungsstadien der Echinoideen (*Strongylocentrotus lividus*). Arch. f. Entw. Mech. **44**.

- Loeb J. 1891 — 2. Untersuchungen zur physiologische Morphologie der Tiere. I. Über Heteromorphose. II. Organbildung und Wachstum. Würzburg.
- Ostwald Wo. 1905. Versuche über die Giftigkeit des Seewassers für Süßwassertiere. Arch. f. ges. Physiol. 106.
- Ramult M. 1914. Untersuchungen über die Entwicklungsbedingungen der Sommereier von *Daphnia pulex* und anderen Cladoceren. Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie.
- Schmankewitsch A. 1877. Zur Kenntniss des Einflusses der äusseren Lebensbedingungen auf die Organisation der Tiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. 29.
- Warburg O. 1908. Beobachtungen über Oxydationsprocesse im Seeigeelei. Zeitschr. f. physiol. Chem. 57.

R É S U M É.

L'auteur a étudié l'influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons de *Strongylocentrotus lividus*, *Echinus microtuberculatus* et *Rana fusca*. Il a noté le temps au bout duquel les embryons atteignent un certain stade de développement dans différentes concentrations d'eau de mer artificielle (pour les oursins) ou de glucose (pour la grenouille). Les résultats obtenus sont les suivants:

1-o. La vitesse du développement est la plus grande dans le liquide isosmotique avec le milieu extérieur naturel de l'organisme (fig. 1 et 2). Les variations de la pression osmotique dans l'une ou dans l'autre direction causent un ralentissement du développement. Dans les concentrations proches aux concentrations mortelles, la vitesse diminue rapidement (tableaux I—III, fig. 1 et 2).

2-o. La distance, qui sépare les deux concentrations mortelles, ou échelle osmotique compatible avec la vie des embryons, ainsi que le caractère de la courbe exprimant la relation entre la vitesse du développement et la pression osmotique du milieu extérieur, présentent des différences caractéristiques pour les espèces étudiées.

Les limites de la pression osmotique, dans lesquelles la segmentation a encore lieu, sont beaucoup plus larges pour *Echinus microtuberculatus* ($\Delta = \pm 0.63^\circ$) que pour *Strongylocentrotus lividus* ($\Delta = \pm 0.57^\circ$, v. fig. 1), et de beaucoup plus étroites pour *Rana fusca* ($\Delta = +0.17^\circ$). Par contre, l'échelle osmotique relative, c'est-à-dire la distance qui sépare les pressions osmotiques mortelles, exprimée en pourcents de la pression optimale, est plus étendue pour les embryons de la grenouille (+38%) que pour les embryons des oursins ($\pm 32\%$). Il en résulte que les embryons de la grenouille possèdent la faculté de s'adapter à des limites plus larges de variation de la pression osmotique, que les embryons des oursins (fig. 2).

3-o. Les limites de la pression osmotique compatibles avec la vie changent au cours du développement des embryons, mais dans une direction inverse pour les différentes espèces. Ainsi,

la sensibilité des embryons de la grenouille à l'action nuisible de la pression osmotique augmente avec l'âge: par exemple, au stade de 8 blastomères, une concentration de glucose correspondant à la dépression (Δ) 0.95° tue les embryons dans les 24 heures, tandis qu'une concentration de $\Delta = 0.43^{\circ}$ produit déjà le même effet sur les embryons au moment de l'éclosion.

Cette relation est inverse pour les embryons de *Strongylocentrotus lividus* (tableau III): les embryons plus âgés supportent des variations de pression osmotique beaucoup plus grandes, que les embryons plus jeunes.

Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).
Tom I (1921) № 9.

Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut M. Nencki
(Société des Sciences de Varsovie).
Tome I (1921) № 9.

JADWIGA VIEWEGEROWA.

Badania morfologiczno-fizjologiczne nad *Colpidium colpoda* Ehrbg. w czasie głodu ¹⁾.

(Recherches sur l'inanition de *Colpidium colpoda* Ehrbg.).

Autorowie, którzy badali zmiany głodowe u wymoczków, rozpatrywali je przeważnie z punktu widzenia jakościowych zmian morfologicznych, z pominięciem — albo też małym uwzględnieniem — stosunków ilościowych (Kasantzew '01, Khainsky '06, Koehler '18, Lipska '10, Sosnowski '99, Wallengren '01).

W moich badaniach szło, po pierwsze, o ilościowe ujęcie przebiegu procesów głodowych u wymoczków, zarówno w czasie głodu częściowego, jak i całkowitego, po drugie zaś, o wyjaśnienie udziału poszczególnych składników komórki w czasie powyższych procesów.

1. Metodyka.

Stosownie do dwojakiego zadania mojej pracy — zbadania przebiegu głodzenia w warunkach zupełnego lub też częściowego odcięcia dopływu pokarmu, sporządzałam dwa rodzaje hodowli, które nazwę α i β .

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu wydziału III Tow. Nauk. Warsz. dn. 26 czerwca 1919 r.

Hodowle α przeznaczone były do badań nad głodem częściowym. Przygotowywałam je w sposób następujący: kilkanaście wymoczków, pochodzących z podziału jednego osobnika, wprowadzałam do 600 cm³ pożywki sianowej (o stężeniu azotu około 0,013 mg w 1 cm³), przesterylizowanej uprzednio. Hodowle rozwijały się w przykrytych słojach, pojemności litrowej. Jak wynika z badań J. i T. Viewegerów ('48), w takich samych czystych hodowlach *Colpidium* mnożenie się wymoczków zachodzi początkowo według postępu geometrycznego. Po upływie kilku dni następuje wyczerpanie pokarmu zatrzymanie rozwoju, a w końcu powolne wymieranie wymoczków skutkiem głodu.

Możemy zatem zapatrywać się na te hodowle, jak na zamknięte zbiorniki, w których, na skutek życiowej działalności zamieszkujących je organizmów, po okresie obfitego odżywiania się, następuje stopniowy głód.

Hodowle β , które służyły do badań nad głodem bezwzględny, sporządzałam z hodowli α . W okresie rozwoju, gdy wymoczki znajdowały się jeszcze w dodatnich warunkach odżywiania, przenosiłam większe ich ilości do zakorkowanych kolb, zaopatrzonych w długą rurkę, napętnioną przegotowaną wodą wodociągową. Dzięki ujemnemu geotaktyzmowi wymoczki zbierały się wkrótce w bardzo grubych warstwach w rurce, skąd je przenosiłam pipetą do czystej wody wodociągowej przegotowanej i trzymałam w identycznych warunkach, jak i hodowle α .

Dla uniknięcia rozwoju bakterij zmieniałam co 24 godzin wodę w hodowli. Najpraktyczniejszym okazał się sposób odsączania $\frac{3}{4}$ płynu przez rurkę szklaną, zakorkowaną watą sterylizowaną i połączoną z pompą ssącą. Odsączony płyn zastępowałam czystą wodą przegotowaną. Otrzymałam w ten sposób hodowle, w których wysiewanie pod koniec ich istnienia i liczenie bakterij na płytkach Petrie'go wykazywało bardzo niewielkie ich ilości (około 500 w 1 cm³ cieczy).

Wszystkie hodowle przebywały stale w temp. 20°C.

W obu rodzajach hodowli notowałam ilości wymoczków, czyniłam pomiary komórki i jądra, oraz—sposrżenia nad ilością i zawartością tłuszczów, wodniczów i nad zmianami w plazmie i jądrze.

Wymoczki liczyłam na szkiełku, podzielonem na mm². (J. i T. Viewegerowie '18). Ponieważ w hodowlach β duża część wymoczków ginęła przy odsączaniu, liczyłam zwykle przed i po tej czynności.

Dla pomiarów objętościowych komórki i jądra zabijałam wymoczki, umieszczone w kropli cieczy na szkiełku przedmiotowym, płynem Worcestera¹⁾, przemywałam wodą destylowaną, barwiłam zielenią metylową, lekko zakwaszoną kwasem octowym, i, po przemyciu wodą destylowaną, wprowadzałam kroplę gliceryny. Cała czynność trwała około 10'.

Przy obliczaniu objętości posiłkowałam się wzorem $V = \frac{4}{3} \pi a^2 b$, w którym a = połowie szerokości, b zaś = połowie długości wymoczka.

¹⁾ Płyn Worcestera zalecany przez Jenningsa ('08).

Dla innych obserwacji stosowałam preparaty stałe (sublimat + alk. + kw. oct., barwienie karminem ałunowym), barwienie za życia czerwienią obojętną, oraz porównywałam dla kontroli wymoczki bez barwienia — żywe, lub zabite tylko formaliną.

Specjalną uwagę zwróciłam na zachowanie się tłuszczów w czasie głodu. W tym celu stosowałam metodę barwienia czerwienią tłuszczową oraz sudanem. Dla zdania sobie sprawy ze zmian ilości tłuszczów w komórkach głodzonych, obliczałam ilości kropelek tłuszczów (okular kratkowy).

2. Część doświadczalna.

W opisie moich doświadczeń uwzględniam trzy hodowle typu α (I, II, III—tabel. I—III) i trzy—typu β (I, II, III—tabel. IV—VI). Jak wspomniałam wyżej, hodowle typu α odpowiadały zwykłym sianowym, w których początkowo wymoczki rozwijały się w dodatnich warunkach odżywiania, następnie zaś, na skutek jednoczesnego zużywania pokarmu przez organizmy zamieszkujące hodowlę, zaczynał się głód, stopniowo wzmagający się. W hodowlach β wymoczki od początku znajdowały się w warunkach głodu ścisłego.

Całokształt procesów głodowych w hodowli możemy sprowadzić do zmian w zachowaniu się wymoczków, ich liczby i podzielności, a dla poszczególnych osobników—do zmian w objętości, oraz w budowie plazmy i jądra.

W hodowlach α , w początkowym okresie ich rozwoju (5—6 dni), *Colpidium* przejawia wybitny geotaktyzm ujemny i, jednocześnie, silnie zaznaczony haptotaktyzm dodatni, skutkiem czego pierwotniaki gromadzą się w górnej części naczynia, tworząc na ścianie pierścień w niewielkiej odległości od powierzchni cieczy. Z czasem daje się zauważyć zanik powyższego rozmieszczenia i zarazem tendencja do gromadzenia się w dolnej części naczynia. Podobne zjawisko, aczkolwiek w znacznie mniejszym stopniu, zachodzi i w hodowlach β .

Powyższe zmiany w zachowaniu się pierwotniaków w czasie głodu były obserwowane również przez Wallengrena ('01) u *Paramaecium*. Przypisuje on to działaniu siły ciężkości na organizmy, osłabione głodem. Mojem zdaniem, zjawisko to wymagałoby bliższej analizy. Być może, że bezpośrednią przyczyną gromadzenia się wymoczków w dolnych warstwach hodowli jest zmiana w zapotrzebowaniu i zmiana w rozmieszczeniu

tlenu (porówn. Gutmanówna '15) oraz pokarmu w cieczy. Mianowicie, w miarę postępu głodu, w hodowlach α zaczyna się gromadzić na dnie osad trupów, które, przypuszczalnie, stają się podłożem dla rozwoju bakteryj—pokarmu dla wymoczków. Daje się to zwłaszcza zastosować do końcowego okresu istnienia hodowli, w czasie, gdy następuje masowe wymieranie pierwotniaków. W hodowlach typu β , z powodu stosowanych ostrożności (p. metodyka), ilości bakteryj są nieznaczące, jednakże posiewy bakterjalne wykazały większe ilości w dolnych warstwach: np. w hodowli III próbki, zaczerpnięte z dna, wykazywały sześciokrotnie większą liczbę bakteryj, niż na powierzchni. Być może zatem, iż zaznaczona zmiana w rozmieszczeniu wymoczków pozostaje w związku z powyższem przemieszczeniem bakteryj w hodowli.

Zaznaczyłam już, iż w początkowym okresie rozwoju hodowli α zachodzi szybkie mnożenie się pierwotniaków (około 3 podziałów na dobę), w miarę zaś rozwoju procesów głodowych, szybkość mnożenia zmniejsza się (porówn. J. i T. Viewegerowie '18, '21). W hodowlach β , sądząc z ilości notowanych pierwotniaków, liczba ich podziałów już w pierwszym dniu nie przewyższa 1–1,5 na dobę. Liczba ta zdaje się zmniejszać w miarę rozwoju głodu i, aczkolwiek spotykałam podziały i po kilku dniach głodu, ale naogół występowały one rzadko. Masowego występowania podziałów, jak to opisuje Kasantzew ('01) dla *Paramaecium*, Koehler ('18) dla *Colpoda*, nie zauważyłam i pod tym względem obserwacje moje zgadzają się z obserwacjami Wallengrena ('01), Lipskiej ('10), Oehlera ('20).

Równoległe z powyższemi zmianami w mnożeniu i zachowaniu się wymoczków zachodzą charakterystyczne zmiany głodowe u poszczególnych osobników w ich wyglądzie i objętości, zanik zapasów pokarmowych, wakuolizacja plazmy—cały szereg zmian morfologiczno-fizjologicznych, których rezultatem końcowym jest śmierć głodowa.

Zmiany w wyglądzie polegają na tem, że w miarę zaniku licznych (30 i więcej) początkowo wodniczków pokarmowych, ciało staje się przezroczyste i bardziej spłaszczone w kierunku prostopadłym do płaszczyzny ustno-grzbietowej. Jednakże występują również osobniki kształtu niemal sferycznego. Posiadają

TABELA I. — Hodowla α — I.

Porównawcze zestawienie zmian w objętości komórek, jądra, w stosunku objętości jądra do objętości komórki i w ilości wodniczków pokarmowych w hodowlach o gładzie częściowym (α).

| liczba dni ubiegłych od początku hodow. | (Nombre de jours écoulés depuis le commencement de la culture) | Przeciętna liczba wymoczków w 1 cm ³ hodowli | (Nombre moyen d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | Przeciętna szerokość wycieczka w μ | (Largeur moyenne d'un infusoire en μ) | Przeciętna długość wycieczka w μ | (Longueur moyenne d'un infusoire en μ) | Przeciętna objętość wycieczki w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un infusoire en 100-nes de μ^3) | Przeciętna szerokość jądra w μ | (Largeur moyenne d'un noyau en μ) | Przeciętna długość jądra w μ | (Longueur moyenne d'un noyau en μ) | Przeciętna objętość jądra w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un noyau en 100-nes de μ^3) | Stosunek objętości jądra do objętości komórki w % | Rapport du volume du noyau au volume de la cellule en % | Przeciętna liczba wodniczków pokarmow. w 1 wymoczk. | (Nombre moyen de vacuoles digestives dans un infusoire) |
|---|--|---|---|--|--|--------------------------------------|---|--|--|------------------------------------|--|----------------------------------|---|--|--|---|---|---|---|
| 3 | 61 | — | 52,7 | 98,0 | 1425 | 23,3 | 27,3 | 76,6 | 20,6 | 13,8 | 20,7 | 20,7 | 20,7 | — | 20,6 | 5,4 | 5,4 | 27 | 27 |
| 6 | 306 | — | 55,6 | 101,2 | 1638 | 23,8 | 30,2 | 89,5 | 15,7 | 12,2 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | — | 15,7 | 5,5 | 5,5 | 23 | 23 |
| 8 | 1811 | — | 38,2 | 83,7 | 639 | 15,4 | 29,7 | 36,9 | 273 | 13,2 | 15,9 | 15,9 | 15,9 | — | 14,5 | 5,4 | 5,4 | 3 | 3 |
| 11 | 3295 | — | 35,5 | 73,3 | 427 | — | — | — | 270 | 13,2 | 18,0 | 18,0 | 18,0 | — | 16,4 | 6,0 | 6,0 | 0 | 0 |
| 15 | 3200 | — | 31,3 | 81,1 | 416 | — | — | — | 149 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | — | 15,2 | 10,2 | 10,2 | 0 | 0 |
| 18 | 3266 | — | 28,1 | 70,5 | 291 | — | — | — | 115 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | — | 10,7 | 9,3 | 9,3 | 0 | 0 |
| 22 | 3523 | — | 27,0 | 71,5 | 273 | — | — | — | 96 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | — | 10,4 | 10,8 | 10,8 | 0 | 0 |
| 27 | 3602 | — | 39,1 | 60,9 | 270 | — | — | — | 143 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | — | 15,5 | 10,9 | 10,9 | 0 | 0 |
| 30 | 3633 | — | 23,5 | 51,5 | 149 | — | — | — | 259 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | — | 15,5 | 6,0 | 6,0 | 0 | 0 |
| 32 | — | — | 22,0 | 45,5 | 115 | — | — | — | 516 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | — | 32,4 | 6,3 | 6,3 | 0 | 0 |
| 36 | 1246 | — | 22,0 | 38,0 | 96 | — | — | — | 508 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | 13,0 | — | 16,4 | 3,2 | 3,2 | 0 | 0 |
| 39 | 209 | — | 24,5 | 45,5 | 143 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 |
| 42 | 22 | — | 30,0 | 55,0 | 259 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 |
| 56 | — | — | 37,0 | 72,0 | 516 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 |
| 64 | 31 | — | 37,5 | 69,0 | 508 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0 | 0 |

pojawiają się

" 18
13

(Tableau comparatif des changements du volume de la cellule, du noyau, du rapport du volume du noyau au volume de la cellule et de la quantité de vacuoles digestives dans un infusoire pendant le jeune partiel (cultures α).

TABELA II. — Hodowla α — II.

Porównawcze zestawienie zmian w objętości komórki, jądra, w stosunku objętości jądra do objętości komórki, w ilości wodniczaków pokarmowych i w zawartości tłuszczów w hodowlach o głodzie częściowym (α).

| Liczba dni ubiegłych pod pozatką hodowli | (Nombre de jours écoulés depuis le commencement de la culture) | Przełtęna liczba wycmczk6w w 1 cm ³ hodowli | (Nombre moyen d'inus dans 1 cm ³ du liquide de la cult.) | Przełtęna szerokość wycmczka w μ | (Largeur moyenne d'un infusoire en μ) | Przełtęna długość wycmczka w μ | (Longueur moyenne d'un infusoire en μ) | Przełtęna objętość wycmczka w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un infusoire en 100-nes de μ^3) | Przełtęna szerokość jądra w μ | (Largeur moyenne d'un noyau en μ) | Przełtęna objętość jądra w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un noyau en 100-nes de μ^3) | Stosunek objętości jądra do objętości komórki w % | (Rapport du volume du noyau au volume de la cellule en %) | Przełtęna liczba wodnicz. pokarmow. wycm w 1 wycmczku | (Nombre moyen de vacuoles digestives dans un infusoire) | Przełtęna liczba kropolek tłuszcz6w w 1 wycmczku | (Nombre moyen de gouttelettes de graisses dans un infus.) |
|--|--|--|---|--------------------------------------|--|------------------------------------|---|--|--|-----------------------------------|--|---|--|---|---|---|---|--|---|
| 4 | 20 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5 | 240 | 57,0 | 103,0 | 20,8 | 25,8 | 58,4 | 1752 | 1752 | 1752 | 25,8 | 20,8 | 58,4 | 1752 | 3,3 | 3,3 | 25 | 29 | 405 | 405 |
| 8 | 2640 | 34,0 | 75,0 | 15,7 | 28,0 | 36,1 | 454 | 454 | 454 | 28,0 | 15,7 | 36,1 | 454 | 8,0 | 8,0 | 3 | 3 | 158 | 158 |
| 10 | 3814 | 39,0 | 75,0 | 15,5 | 31,5 | 39,6 | 597 | 597 | 597 | 31,5 | 15,5 | 39,6 | 597 | 6,6 | 6,6 | 0 | 0 | — | — |
| 14 | 4104 | 28,5 | 69,0 | 13,5 | 22,0 | 21,0 | 293 | 293 | 293 | 22,0 | 13,5 | 21,0 | 293 | 7,2 | 7,2 | 0 | 0 | — | — |
| 17 | 3550 | 27,5 | 64,5 | 12,5 | 23,5 | 19,2 | 255 | 255 | 255 | 23,5 | 12,5 | 19,2 | 255 | 7,5 | 7,5 | 0 | 0 | — | — |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 57 |
| 19 | 2887 | 25,0 | 57,0 | 10,0 | 21,0 | 11,0 | 186 | 186 | 186 | 21,0 | 10,0 | 11,0 | 186 | 5,9 | 5,9 | 0 | 0 | — | — |
| 21 | 3468 | 23,0 | 48,0 | 14,0 | 19,0 | 19,5 | 133 | 133 | 133 | 19,0 | 14,0 | 19,5 | 133 | 14,7 | 14,7 | 0 | 0 | — | — |
| 25 | — | 25,0 | 40,0 | 13,0 | 16,0 | 14,2 | 131 | 131 | 131 | 16,0 | 13,0 | 14,2 | 131 | 10,8 | 10,8 | 0 | 0 | — | — |
| 26 | 1424 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 27 |

(Tableau comparatif des changements du volume de la cellule, du noyau, du rapport du volume du noyau au volume de la cellule, de la quantité de vacuoles digestives et de la quantité de graisses dans un infusoire pendant le jeûne partiel (α).

one najmniejsze wymiary i wakuolizacja w nich dosięga najwyższego stopnia. Powyższa postać odpowiada przypuszczalnie końcowemu etapowi redukcji głodowej.

Zmiany objętościowe zaznaczają się w stopniowym zmniejszaniu się wielkości komórki głodzonej. W hodowlach α spadek objętości ciała występuje po 6 dniach istnienia, zaś w hodowlach β już po pierwszym dniu.

W tab. I—VI podałam dane, dotyczące się objętości komórki, przyczem objętość zaznaczona jest w setkach μ^3 . Ponadto, w tab. VII i VIII zestawiałam procentowy udział komórki i poszczególnych jej składników w procesie głodowym ¹⁾.

We wszystkich hodowlach powtarza się ten sam charakterystyczny przebieg zmian objętości. Ogółem zbliża się on do typu wykładniczego (Białasze-wicz '19, J. i T. Viewegerowie '21), co odpowiadałoby zmniejszaniu się objętości względnie proporcjonalnemu do chwilowej objętości komórki. Jest on przytem szybszy w początkowym okresie głodu, następnie zaś powolniejszy.

Szybkość przebiegu procesów głodowych jest znacznie mniejsza w hodowlach α , aniżeli w hodowlach β . W pierwszych osiągnięcie końcowej wielkości ciała i śmierć wymoczków następuje po 25 — 36 dniach, gdy w drugich procesy powyższe przebiegają w ciągu 4—8 dni ²⁾.

¹⁾ W hodowlach α pod koniec ich istnienia występują osobniki o większej niż poprzednio objętości komórki, jądra i zwiększonej zawartości tłuszczów. Miało to miejsce wówczas, gdy w hodowli pozostawały niewielkie ilości wymoczków (α , po 36—39, α_{III} po 28—31 dniach). Prawdopodobnie są to osobniki bardziej odporne, które uległy mniejszej redukcji ciała i dla których warunki istnienia uległy częściowemu polepszeniu z powodu masowego wymierania pierwotniaków. W hodowlach β zjawisko powyższe daje się nękiedy również obserwować dla bardzo nielicznych pozostałych przy życiu osobników. Powyższe zjawiska, jako niewątpliwie pogłodowe, w dalszym opisie pomijam.

²⁾ W rzeczywistości dla hodowli β czas powyższy jest nieco dłuższy, gdyż należy uwzględnić okres przygotowawczy sporządzania hodowli zarówno jak i fakt, że nieliczne osobniki pozostawały przy życiu powyżej tego terminu. Możemy więc przyjąć, że czas głodzenia wynosił w naszych warunkach do 10 dni.

TABELA III. — Hodowla α — III.

Porównawcze zestawienie zmian w objętości komórki, jądra, w stosunku objętości jądra do objętości komórki i w zawartości tłuszczów w hodowlach o gładzie cząstkowym (α).

| liczba dni ubiegłych od początku hodow. | (Nombre de jours écoulés depuis le commencement de la culture) | Przebiegowa liczba hodowców w 1 cm ³ | (Nombre moyen d'infectés dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | Przebiegowa szerokość wymoczka w μ | (Largeur moyenne d'un infusoire en μ) | Przebiegowa długość wymoczka w μ | (Longueur moyenne d'un infusoire en μ) | Przebiegowa objętość wymoczka w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un infusoire en 100-nes de μ^3) | Przebiegowa szerokość jądra w μ | (Largeur moyenne d'un noyau en μ) | Przebiegowa długość jądra w μ | (Longueur moyenne d'un noyau en μ) | Przebiegowa objętość jądra w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un noyau en 100-nes de μ^3) | Stosunek objętości komórki w % | Rapport du volume du noyau au volume de la cellule en % | Przebiegowa liczba kropelek tłuszczów w 1 wymoczku | (Nombre moyen de gouttelettes de graisses dans un infus.) |
|---|--|---|---|--|--|--------------------------------------|---|--|--|-------------------------------------|--|-----------------------------------|---|---|--|--------------------------------|---|--|---|
| 3 | 90 | 73,5 | 116,0 | 3281 | 21,5 | 30,5 | 73,8 | 2,2 | 385 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4 | 1016 | 41,0 | 90,0 | 792 | 18,0 | 31,0 | 52,6 | 6,6 | 160 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 1010 | 37,0 | 84,0 | 602 | 15,5 | 26,5 | 33,3 | 5,5 | 148 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7 | 1729 | 31,5 | 73,5 | 382 | 16,0 | 23,0 | 30,8 | 7,9 | 116 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | 1060 | 29,0 | 71,0 | 313 | 13,0 | 23,0 | 20,3 | 6,5 | 132 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 13 | 1315 | 25,0 | 60,0 | 196 | 13,5 | 25,0 | 23,8 | 12,1 | 63 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 16 | 1220 | 25,0 | 60,0 | 196 | 14,0 | 20,5 | 21,0 | 10,7 | 54 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 916 | 25,0 | 53,0 | 173 | 12,5 | 21,0 | 17,2 | 10,0 | 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 23 | 482 | 25,0 | 45,0 | 147 | 12,5 | 19,0 | 15,5 | 10,5 | 183 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 28 | 155 | 28,0 | 60,0 | 246 | 12,0 | 23,0 | 17,3 | 7,0 | 262 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(Tableau comparatif des changements du volume de la cellule, du noyau, du rapport du volume du noyau au volume de la cellule et de la quantité de graisses dans un infusoire pendant le jeune partiel (α).

Graniczna wielkość głodowa wymoczków wynosiła przeciętnie w moich hodowlach od 9628 μ^3 do 22700 μ^3 . Dla poszczególnych osobników wielkość powyższa spadała do 4962 μ^3 (α — III). Zasługuje na uwagę, że krańcowa wielkość, osiągnięta przez *Colpidium* w hodowlach o głodzie częściowym, stopniowym (α), była przeważnie mniejsza, aniżeli odpowiednia wielkość dla wymoczków w hodowlach o głodzie ścisłym (β): np. w α (tab. I — III) przeciętna najmniejsza wielkość wynosiła odpowiednio 9628—14700—13100 μ^3 , zaś w β (tab. IV—VI) — 22700—15100—20400 μ^3 .

Ta zdolność do większej redukcji objętościowej, zarówno jak i dłuższe trwanie hodowli α , wskazują na większą wytrzymałość głodową wymoczków w powyższych hodowlach, co w związku z ogólnym charakterem procesów głodowych daje się, moim zdaniem, tłumaczyć w sposób następujący (porówn. J. i T. Viewegerowie '21). Zmiany objętościowe komórki świadczą o tem, że przebieg głodu charakteryzuje się rozwojem procesów regulacji głodowej, zmierzającej do ograniczenia zużycia materiału komórkowego. Czynniki, wyzwalające regulację zużycia, sprzyjać powinnyby zatem wzrostowi wytrzymałości głodowej i przedłużeniu okresu głodowego. Głód częściowy i stopniowany, skierowując organizm na drogę zmian powolnych ku ograniczeniu zużycia materiału, lepiej może sprzyjać rozwojowi procesów regulacyjnych, niż głód gwałtowny, ścisły. Pod tym względem poglądy moje zbliżają się do poglądów Kopcja ('21), aczkolwiek nie utożsamiam mojego typu doświadczeń o głodzie ciągłym — z jego doświadczeniami o głodzie przerywanym.

Stosunek przeciętnych krańcowej i pierwotnej wielkości, czyli stopień redukcji objętościowej ciała, wynosił w moich hodowlach α od $\frac{1}{13}$ do $\frac{1}{22}$ ¹⁾, przyczem największa redukcja (stosunek najwyższej objętości krańcowej do pierwotnej w czasie głodu) mogła dochodzić do $\frac{1}{87}$.

¹⁾ W poprzedniej pracy (J. i T. Viewegerowie '18 tab. VIII) notowaliśmy w hodowlach typu α przeciętną redukcję objętościową od $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{24}$, zaś największą możliwą $\frac{1}{110}$.

TABELA IV. — Hodowla β — I.

Porównawcze zestawienie zmian w objętości komórki, jądra i w stosunku objętości jądra do objętości komórki w hodowlach o gładzie całkowitym (β).

| Liczba dni ubiegłych od początku hodowli | (Nombre de jours écoulés depuis le commencement de la culture) | Przeciętna szerokość wymoczka w μ | (Largeur moyenne d'un infusoire en μ) | Przeciętna długość wymoczka w μ | (Longueur moyenne d'un infusoire en μ) | Przeciętna objętość wymoczka w 100 μ^3 | (Volume moyen d'un infusoire en 100-nes de μ^3) | Przeciętna szerokość jądra w μ | (Largeur moyenne d'un noyau en μ) | Przeciętna długość jądra w μ | (Longueur moyenne d'un noyau en μ) | Przeciętna objętość jądra w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un noyau en 100-nes de μ^3) | Stosunek objętości jądra do objętości komórki w % | (Rapport du volume du noyau au volume de la cellule en %) |
|--|--|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---|--|--|------------------------------------|--|----------------------------------|---|--|--|---|---|
| 0 | | 44,5 | 90,0 | 933 | 18,0 | 25,0 | 42,4 | 4,5 | | | | | | | |
| 1 | | 33,5 | 80,5 | 473 | 11,5 | 32,5 | 22,5 | 4,8 | | | | | | | |
| 2 | | 30,5 | 69,0 | 336 | 11,0 | 26,5 | 16,8 | 5,0 | | | | | | | |
| 3 | | 28,0 | 63,5 | 261 | 12,0 | 24,0 | 18,1 | 6,9 | | | | | | | |
| 4 | | 27,0 | 59,5 | 227 | 12,0 | 22,5 | 16,6 | 7,3 | | | | | | | |

(Tableau comparatif des changements du volume de la cellule, du noyau et du rapport du volume du noyau au volume de la cellule pendant le jeûne absolu (α).

Redukcja objętości ciała u *Colpidium* głodzonego przewyższa w znacznym stopniu redukcję objętościową w czasie głodu u *Paramecium*, u którego (sądząc z pracy Lipskiej '10) dochodzi ona do $\frac{1}{7}$ ¹⁾.

Wobec tego, nie wydaje mi się dostatecznie uzasadnione przypuszczenie Hertwiga ('03), jakoby zdolność redukowania objętości komórki w czasie głodu zależeć miała od wielkości powierzchni zetknięcia jądra z plazmą. Przypuszczenie to oparte jest na przesłance, że im większa jest powierzchnia jądra (wielojądrowość, kształt nieregularny), tem szybciej zachodzi wymiana materji pomiędzy jądrem i plazmą, a zatem i regulacja stosunku plazmo-jądrowego. Allescher ('12) z badań porównawczych nad przebiegiem głodu u *Paramecium*, *Stentor*, *Dileptus*, wprowadza identyczny wniosek (por. Sokoloff '21).

Co do moich badań mogę stwierdzić, że kształt jądra u *Colpidium* nie odbiega tak dalece od tegoż u *Paramecium*, ażeby wytłomaczyć różnice w zdolnościach redukcyjnych ciała; zachowanie się zaś jądra w czasie głodu u *Colpidium*, brak wyraźnej fragmentacji, przemawiają raczej przeciwko powyższemu tłumaczeniu. Ze względu na ustosunkowanie powierzchni zetknięcia jądra i plazmy i redukcję objętościową w czasie głodu, *Colpidium* nie może zająć odpowiedniego miejsca w skali redukcyjnej Allescher ('12). Różnice w zdolnościach redukcji u pokrewnych zresztą gatunków mogą mieć zgoła inne przyczyny natury morfologicznej, lub też pozostawać w związku z odmiennem natężeniem procesów metabolicznych w komórkach głodzonych.

Jednocześnie z redukcją objętości komórki występują zmiany objętości jądra, aczkolwiek nie przebiegają one w sposób tak regularny i współmierny.

W hodowlach α redukcja jądra występuje po 6-ciu dniach, w β — od samego początku. Jednocześnie zmienia się i stosu-

¹⁾ Objętość normalna *Paramecium* = 363300 μ^3 , objętość *Paramecium* wygłodzonego („*Paramecium aplatii*“) = 52725 μ^3 — przeliczone przeze mnie, przy zastosowaniu wzoru dla elipsoidy obrotowej, według danych z pracy Lipskiej.

TABELA V. — Hodowla β — II.

Porównawcze zestawienie zmian w objętości komórki, jądra i w stosunku objętości jądra do objętości komórki w hodowlach o gładzie całkowitym (β).

| Liczba dni ubiegłych od początku hodowli | (Nombre de jours écoulés depuis le commencement de la culture) | Przeciętna szerokość wyczołka w μ | (Largeur moyenne d'un infusoire en μ) | Przeciętna długość wyczołka w μ | (Longueur moyenne d'un infusoire en μ) | Przeciętna objętość wyczołka w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un infusoire en 100-nes de μ^3) | Przeciętna szerokość jądra w μ | (Largeur moyenne d'un noyau en μ) | Przeciętna długość jądra w μ | (Longueur moyenne d'un noyau en μ) | Przeciętna objętość jądra w 100-ch μ^3 | (Volume moyen d'un noyau en 100-nes de μ^3) | Stosunek objętości jądra do objętości komórki w % | (Rapport du volume du noyau au volume de la cellule en %) |
|--|--|---------------------------------------|--|-------------------------------------|---|---|--|------------------------------------|--|----------------------------------|---|--|--|---|---|
| 0 | | 36,0 | | 94,5 | | 641 | | — | | — | | — | | — | |
| 1 | | 39,0 | | 79,5 | | 633 | | 16,0 | | 32,5 | | 42,6 | | 6,7 | |
| 2 | | 31,0 | | 68,0 | | 350 | | 11,0 | | 27,0 | | 17,1 | | 5,0 | |
| 3 | | 28,5 | | 69,0 | | 293 | | 13,0 | | 26,0 | | 23,0 | | 8,0 | |
| 4 | | 25,5 | | 67,5 | | 230 | | 14,0 | | 24,0 | | 24,6 | | 10,7 | |
| 5 | | 28,5 | | 64,0 | | 272 | | 14,0 | | 23,5 | | 24,1 | | 9,0 | |
| 6 | | 26,5 | | 53,5 | | 197 | | 15,0 | | 23,0 | | 27,2 | | 13,8 | |
| 7 | | 25,0 | | 52,5 | | 172 | | 11,0 | | 23,0 | | 14,6 | | 8,5 | |
| 8 | | 24,5 | | 48,0 | | 151 | | 12,5 | | 23,5 | | 19,2 | | 12,7 | |

(Tableau comparatif des changements du volume de la cellule, du noyau et du rapport du volume du noyau au volume de la cellule pendant le jeûne absolu (β).

nek jądra do komórki $\frac{M}{K}$. Zmiany tego stosunku przebiegają w sposób nieco odmienny dla obydwóch rodzajów hodowli.

W pierwszych (α) — spadek objętości plazmy zachodzi początkowo znacznie szybciej, aniżeli zmniejszanie się objętości jądra, wskutek czego stosunek $\frac{M}{K}$ podlega przesunięciu na korzyść jądra. Następnie spadek objętości plazmy zostaje nieco zwolniony, wskutek czego stosunek powyżej osiągnięty utrzymuje się z pewnymi wahaniami. W końcu — następuje zwolnienie spadku objętości jądra i, co zatem idzie, wzrost $\frac{M}{K}$. W innych przypadkach (β I — III) daje się zauważyć stały powolniejszy spadek objętości jądra i wzrost stosunku $\frac{M}{K}$.

Naogół zatem możemy określić zmiany jądra, jako stopniową redukcję jego objętości. Pod tym względem obserwacje moje odbiegają od spostrzeżeń Kasantzewa ('01), Wallegrena ('01) i Lipskiej ('10) dla *Paramaecium*, u którego, początkowo przynajmniej, jądro nie zmniejsza swej objętości, natomiast — są zgodne z obserwacjami Koehler (18) dla *Colpoda* (w początkowym okresie głodu). Ponieważ redukcja objętości jądra naogół zachodzi powolniej, aniżeli redukcja plazmy, zatem stosunek $\frac{M}{K}$ wzrasta na korzyść jądra.

Wyniki te zgadzają się ze spostrzeżeniami innych autorów nad zmianami $\frac{M}{K}$ u pierwotniaków i w komórkach głodzonych organizmów wyższych (Kraheńska '12).

Wyjaśnienie powyższych zmian w stosunku $\frac{M}{K}$ może być następujące.

Plazma zawiera w większej ilości zwykłe składniki pokarmowe, mniej lub więcej luźno z nią związane, jako to tłuszcz, glikogen, białko, — jądro natomiast jest miejscem nagromadzenia substancji białkowatych o specyficznym składzie i przeznaczeniu (chromatyna). W czasie głodu następuje w pierwszym rzędzie zużycie pokarmu nieprzyswojonego (wodniczki pokarmo-

TABELA VI. — Hodowla β III.

Porównawcze zestawienie zmian w objętości komórki, jądra, w stosunku objętości jądra do objętości komórki i w zawartości tłuszczów w hodowlach o gładzie ciłkowitym (β).

| Liczba dni ubiegłych od początku hodowli | Przeciętna szerokość wycmoczka w μ | Przeciętna długość wycmoczka w μ | Przeciętna długość komórki w μ | Przeciętna szerokość jądra w μ | Przeciętna długość jądra w μ | Przeciętna objętość jądra w 100-ch μ^2 | Przeciętna objętość jądra w 100-ch μ^2 | Przeciętna objętość jądra do objętości komórki w % | (Rapport du volume du noyau au volume de la cellule en %) | Przeciętna liczba kropełek tłuszczów w 1 wycmoczku | (Nombre moyen de gouttelettes de graisses dans un intrus.) |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|--|--|---|--|--|
| 0 | 55,0 | 107,0 | 1694 | 21,2 | 34,0 | 80,0 | 80,0 | 4,7 | 4,7 | 420 | 420 |
| 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 221 | 221 |
| 2 | 34,5 | 81,0 | 505 | 13,5 | 33,0 | 31,5 | 31,5 | 6,2 | 6,2 | 159 | 159 |
| 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 101 | 101 |
| 4 | 33,5 | 69,5 | 408 | 14,0 | 25,5 | 26,2 | 26,2 | 6,4 | 6,4 | 97 | 97 |
| 5 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 86 | 86 |
| 6 | 29,5 | 62,7 | 286 | 14,0 | 26,2 | 26,9 | 26,9 | 9,4 | 9,4 | 55 | 55 |
| 7 | 21,5 | 49,5 | 120 | 11,5 | 22,0 | 15,2 | 15,2 | 12,7 | 12,7 | 33 | 33 |
| 8 | 20,5 | 47,0 | 103 | 11,5 | 21,0 | 14,5 | 14,5 | 14,0 | 14,0 | 26 | 26 |

(Tableau comparatif des changements du volume de la cellule, du noyau, du rapport du volume du noyau au volume de la cellule et de la quantité de graisses dans un intrus pendant le jeûne absolu (β).

we), następnie zużywanie materiału przyswojonego, przyczem początkowo plazma, jako główne miejsce nagromadzenia substancyj pokarmowych, w większym stopniu wchodzi w grę, aniżeli jądro.

Tego rodzaju tłumaczenie wydaje mi się zadawalające. Nie uważam narazie za możliwe zgodzić się z interpretacją stosunku plazmo-jądrowego w myśl Hertwiga ('08). Poglądy tego autora, oparte na daleko posuniętej indywidualizacji morfologicznej i fizjologicznej tych dwóch organoidów komórki, wydają mi się przedwczesne wobec tego, że rzeczywisty udział jądra w metabolizmie komórki jest całkowicie niewyjaśniony, oraz wobec braku wyraźnie stwierdzonej błony półprzepuszczalnej, któraby regulowała stosunki wymienne jądra i plazmy w podobny sposób, jak to czyni błona plazmatyczna komórki względem środowiska zewnętrznego. (Porówn. Godlewski '08—14 i Collip '20).

Rozpatrzywszy zmiany objętościowe, przechodzę do zmian w wewnętrznej budowie plazmy i jądra.

Redukcja objętościowa plazmy w czasie głodu poucza nas w pewnej mierze o stopniu zużycia składników organicznych komórki, w pierwszym rzędzie białka i tłuszczów. Co do węglowodanów, to występowanie ich w większej ilości w danym przypadku nie jest dotychczas dokładnie stwierdzone. Istnienie ciał tłuszczowatych w większych ilościach u dobrze odżywianych wymoczków stwierdzili już Nirenstein ('10), Staniewicz ('10), Lund ('14). U *Colpidium*, według moich obserwacji, tłuszcze występują w postaci kulistych kropelek, barwiących się intensywnie czerwienią tłuszczową. Kropelki te występują w zewnętrznej zwłaszcza warstwie endoplazmy i normalnie są skupione w większej ilości w przedniej części ciała i w okolicy jądra, zaś w nieco mniejszym stopniu w tylnej części ciała. W dobrze odżywionych komórkach ilość kropelek tłuszczów może wynosić w jednym osobniku kilkaset (tab. II—III). W czasie głodu ilość ta zmniejsza się szybko. W tab. I, II, VI zaznaczyłam ilość występujących kropelek tłuszczów, w tab. VII i VIII — procentowy ich zanik w czasie głodu.

Porównanie danych powyższych tabel i rysunków wykazuje, że spadek zawartości tłuszczów biegnie mniej

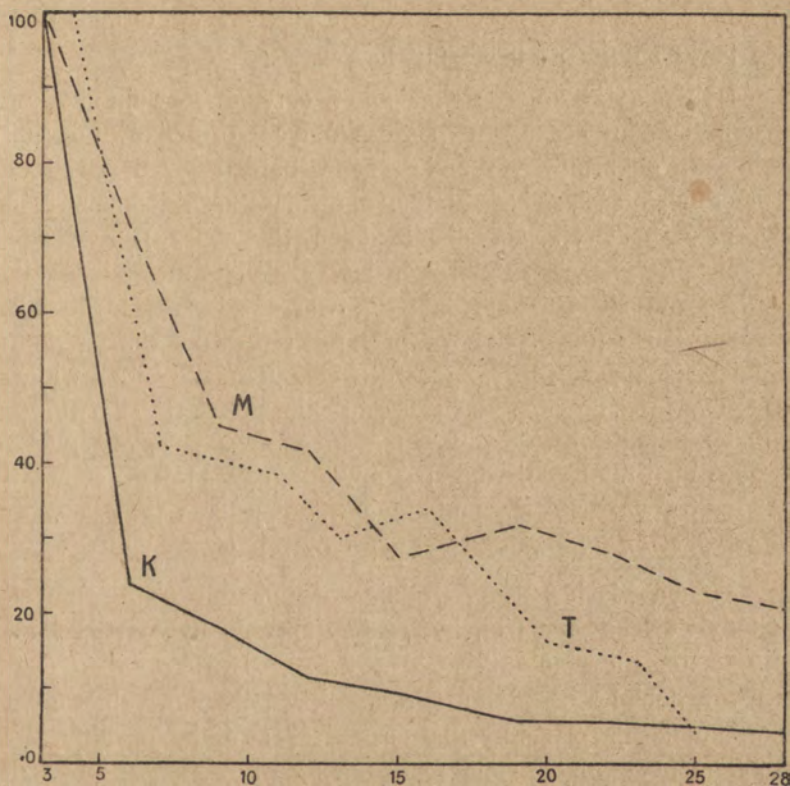
TABELA VII.

Porównawcze zestawienie procentowych zmian w objętości komórki, jądra i w zawartości tłuszczów w hodowlach o głodzie częściowym (α —I—II—III).

| | α — I | | α — II | | | α — III | | |
|----|---|---|--|---|--|--|---|--|
| | Objętość komórki wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume de la cellule exprimé en % du volume initial) | Objętość jądra, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume du noyau exprimé en % du volume initial) | Objętość komórki, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume de la cellule exprimé en % du volume initial) | Objętość jądra, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume du noyau exprimé en % du volume initial) | Liczba kropelek tłuszczów, wyrażona w % liczby pierwotnej
(Nombre de gouttelettes de graisses exprimé en % du nombre initial) | Objętość komórki, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume de la cellule exprimé en % du volume initial) | Objętość jądra, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume du noyau exprimé en % du volume initial) | Liczba kropelek tłuszczów, wyrażona w % liczby pierwotnej
(Nombre de gouttelettes de graisses exprimé en % du nombre initial) |
| 3 | — | — | — | — | — | 100 | 100 | — |
| 4 | — | — | — | — | — | — | — | 100 |
| 5 | — | — | 100 | 100 | 100 | — | — | — |
| 6 | 100 | 100 | — | — | — | 24,1 | 71,3 | — |
| 7 | — | — | — | — | — | — | — | 41, |
| 8 | 39,0 | 41,2 | 25,9 | 61,8 | 39,0 | — | — | — |
| 9 | — | — | — | — | — | 18,3 | 45,1 | — |
| 10 | — | — | 34,1 | 67,8 | — | — | — | — |
| 11 | 26,1 | — | — | — | — | — | — | 38, |
| 12 | — | — | — | — | — | 11,6 | 41,8 | — |
| 13 | — | — | — | — | — | — | — | 30, |
| 14 | — | — | 16,7 | 36,0 | — | — | — | — |
| 15 | 25,4 | 23,0 | — | — | — | 9,5 | 27,5 | — |
| 16 | — | — | — | — | — | — | — | 34, |
| 17 | — | — | 14,6 | 32,9 | — | — | — | — |
| 18 | 17,8 | 17,5 | — | — | 14,1 | — | — | — |
| 19 | — | — | 10,6 | 18,8 | — | 5,9 | 32,2 | — |
| 20 | — | — | — | — | — | — | — | 16, |
| 21 | — | — | 7,6 | 33,4 | — | — | — | — |
| 22 | 16,6 | 16,2 | — | — | — | 5,9 | 28,4 | — |
| 23 | — | — | — | — | — | — | — | 14, |
| 25 | — | — | 7,5 | 24,3 | — | 5,3 | 23,3 | 4, |
| 26 | — | — | — | — | 6,7 | — | — | — |
| 27 | 16,4 | 18,3 | — | — | — | — | — | — |
| 28 | — | — | — | — | — | 4,5 | 21,0 | — |
| 30 | 9,1 | 17,0 | — | — | — | — | — | — |
| 32 | 7,0 | 11,8 | — | — | — | — | — | — |
| 36 | 5,9 | 11,6 | — | — | — | — | — | — |

(Tableau comparatif des résultats concernant les cultures à jeûne partiel (α —I—II—III).
volum de la cellule, du noyau et la quantité de graisses, exprimés en pour-cent de la
valeur initiale).

więcej równoległe do objętościowej redukcji komórki, a zatem — jest on bardziej gwałtowny w początkowym okresie głodu, powolniejszy zaś w następnym. Jednocześnie, w miarę posuwania się głodu, zmniejsza się wielkość kropelek, częściowo stają się one wkońcu tak drobne, że z trudem dają się liczyć (objektyw im. $\frac{1}{12}$). Dlatego też, opierając się jedynie na moich obserwacjach, nie mogę twierdzić



Rys. 1. Przebieg zmian w objętości komórki, jądra i w zawartości tłuszczów w czasie głodu częściowego (hodowla α -III). Na osi pionowych zaznaczona jest objętość komórki (K), jądra (M) i zawartość tłuszczów (T) w procentach pierwotnej wartości. Na osi poziomych — czas w dniach.

Le changement du volume de la cellule, du noyau et de la quantité de graisses pendant le jeûne partiel (cult. α -III). Sur les ordonnées le volume de la cellule (K), du noyau (M) et la quantité de graisses (T) exprimés en pour — cent de leurs valeurs initiales. Sur les abscisses — le nombre de jours écoulés).

większej proporcjonalności w zużyciu poszczególnych składników żywy w stosunku do ich udziału w budowie komórki, jak to Łaszewicz ('19) wykazał u pijawki. Natomiast mogę założyć, że zużycie tłuszczów zachodzi u *Colpidium* stopniowo, zmniejszając się w miarę trwania głodu. Pełnego wyczerpania tłuszczów, jaki obserwowałam u Nirenstein ('10) u *Paramaecium*, nie stwierdzam, gdyż i trupy pierwotniaków, zaczerpnięte z dna i badane przy pomocy czerwieni tłuszczowej, wykazywały stale obecność pewnej ilości kropelek (18—22).

Dobrze odżywione *Colpidium* w okresie rozwoju hodowli tworzy bardzo liczne (u poszczególnych osobników do 50) wodniczki pokarmowe, rozmieszczone bardzo gęsto, zwłaszcza w przedniej części ciała. W tym okresie wykazują one wyraźną wartość bakteryj. Na 4—5 dzień (hodowle α) ilość wodniczków poczyna się zmniejszać, jednocześnie zmniejsza się ich liczba i zawartość w nich bakteryj, tworząc kilkanaście do kilkudziesięciu kropek, pogrążonych w przezroczystej cieczy. W końcu wodniczki stają się blade, przezroczyste, przeważnie bez widocznej zawartości, o konturach często niewyraźnych, barwią się do czerwieni obojętnej i w ten sposób dają się obserwować w żywych osobnikach. Jak już uprzednio Wallengren ('01) stwierdził, tworzenie się podobnych „czczych“ wodniczków zachodzi u *Colpidium* w czasie całego okresu głodzenia.

W hodowlach β zanik wodniczków pokarmowych „pełnych“ zachodzi daleko szybciej, niż w α , i już po upływie 1—2 dni nie są one niewidoczne.

Równoległe z zanikiem wodniczków pokarmowych zaczyna się wakuolizacja plazmy. Plazma ztraca swój jednostajny, drożdżowaty wygląd, stając się miejscami jaśniejszą, bardziej świecąca. Zjawisko to rozpoczyna się przedewszystkiem nad jądrami. W hodowlach β już po pierwszym dniu plazma zaczyna wakuolizować się koło jądra, po upływie 2 dni leży ono jak w wakuoli. Następnie rozwijają się wakuole i w innych miejscach plazmy, są one przezroczyste, o konturach dosyć wyraźnych, drobne, aczkolwiek spotykają się i większe, często zgrupowane są w nieco większej ilości w tylnej części ciała, ciągnąc się łańcuchowato.

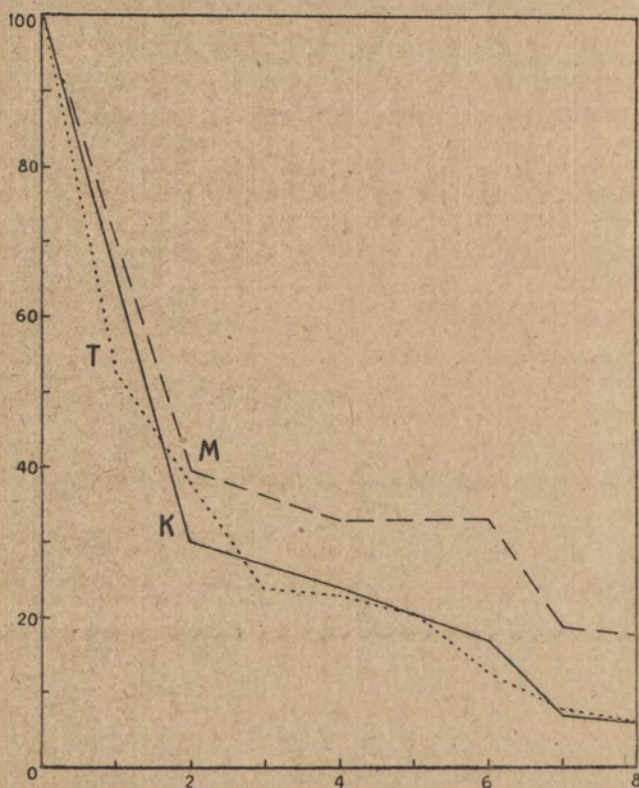
TABELA VIII.

Porównawcze zestawienie procentowych zmian w objętości komórki, i w zawartości tłuszczów w hodowlach o głodzie całkowitym (3—I—II).

| Liczba dni ubiegłych
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de la culture) | I — I | | II — II | | III — III | | |
|--|--|---|--|---|--|---|---|
| | Objętość komórki, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume de la cellule exprimé en % du vol. initial) | Objętość jądra, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume du noyau exprimé en % du volume initial) | Objętość komórki, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume de la cellule exprimé en % du vol. initial) | Objętość jądra, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume du noyau exprimé en % du volume initial) | Objętość komórki, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume de la cellule exprimé en % du vol. initial) | Objętość jądra, wyrażona w % objętości pierwotnej
(Volume du noyau exprimé en % du volume initial) | Liczba krop. tłuszcz., wyrażona w % liczby pierwotnej |
| 0 | 100 | 100 | — | — | 100 | 100 | 100 |
| 1 | 50,7 | 53,1 | 100 | 100 | — | — | 52 |
| 2 | 36,0 | 40,0 | 55,3 | 40,1 | 29,8 | 39,4 | 37 |
| 3 | 28,0 | 42,7 | 46,3 | 54,0 | — | — | 24 |
| 4 | 24,3 | 39,1 | 36,3 | 57,8 | 24,1 | 32,7 | 23 |
| 5 | — | — | 43,0 | 56,6 | — | — | 20 |
| 6 | — | — | 31,1 | 64,0 | 16,9 | 33,6 | 13 |
| 7 | — | — | 27,6 | 34,3 | 7,1 | 19,0 | 7 |
| 8 | — | — | 23,9 | 45,1 | 6,1 | 18,1 | 6 |

(Tableau comparatif des résultats concernant les cultures à jeûne absolu (3—I—II). Le volume de la cellule, du noyau et la quantité de graisses exprimés en pour-cent de leur valeur initiale).

W hodowlach α — jak wogóle cały proces głodzenia — tak i wakuolizacja przebiega wolniej i poszczególne stadja dają się lepiej obserwować. Po upływie 6—8 dni od czasu istnienia hodowli, po rozpoczęciu redukcji objętościowej, plazma zaczyna przeświecać naokoło jądra i po 19—20 dniach leży ono w wakuoli, od której czasem rozchodzą się kanały w głąb plazmy. Poza tem w plazmie pojawiają się drobne, okrągłe lub podłużne, przej-



Rys. 2. Przebieg zmian w objętości komórki, jądra i w zawartości tłuszczów w czasie głodu ścisłego (β -III). Na osi pionowych zaznaczona jest objętość komórki (K), jądra (M) i zawartość tłuszczów (T) w procentach pierwotnej wartości. Na osi poziomych — czas w dniach.

(Le changement du volume de la cellule, du noyau et de la quantité de graisses pendant le jeûne absolu (cult. β -III). Sur les ordonnées le volume de la cellule (K), du noyau (M) et la quantité de graisses (T) exprimés en pour-cent de leurs valeurs initiales. Sur les abscisses — le nombre de jours écoulés).

rzyste wakuole. Ilość ich stopniowo się zwiększa. W krańcowych przypadkach (już wyżej wzmiankowanych) spotykają się osobniki, w których występują 1—2 wakuole duże, wypełniające większą część komórki. Jądro wówczas jest zepchnięte na bok. Całość przypomina do pewnego stopnia wygląd komórki roślinnej zwakuolizowanej. To ostatnie zjawisko zachodzi u osobników, posiadających rozmiary najmniejsze i kształt okrągły.

Naogół w hodowlach α wakuolizacja biegła dalej, aniżeli w hodowlach β , więc i pod tym względem wymoczeki w hodowlach o głodzie stopniowanym wykazują zdolność większej redukcji wewnętrznej i większą wytrzymałość głodową. Jednakże ani w hodowlach α ani w β wakuolizacja nie dosięga tych rozmiarów i nie prowadzi do takiej deformacji ciała, jak u *Paramaecium* w warunkach obserwacji Kasantzewa ('01), Wallengrena ('01) i Khainsky'ego ('06).

Co się tyczy mechanizmu powstawania i znaczenia wakuolizacji plazmy, poglądy moje nie zgadzają się z poglądami Wallengrena ('01). Autor ten przypisuje powstawanie wakuolizacji dwóm czynnikom: zużyciu materiału komórkowego i gromadzeniu się wody wskutek pojawienia się produktów głodowej przemiany materji—substancji osmotycznie czynnych.

Jednakże Lipska ('10) słusznie wskazuje, że opisywane przez Wallengrena przypadki silnej wakuolizacji, połączonej z deformacją ciała, mogą być wywołane zgoła innymi przyczynami (Kölsch '02, Bokorny '95), a mianowicie—zmianami w przepuszczalności, elastyczności i napięciu powierzchniowym błony plazmatycznej (pellicula). Jeżeli przyjmiemy istnienie pewnej nadwyżki ciśnienia osmotycznego w komórce pierwotniczej, to zmiany w przepuszczalności, spowodowane przebudową otoczki, prowadzić mogą do nadmiernego uwodnienia komórki. Mojem zdaniem, krańcowe kuliste formy głodzonego *Colpidium* wskazują na powyższe zmiany, zachodzące w zewnętrznej warstwie plazmy.

Sam mechanizm powstawania wakuolizacji u *Colpidium*, według moich obserwacji, byłby następujący:

W miarę wyczerpywania się ruchomej rezerwy pokarmowej (wodniczki) rozpoczyna się zużycie plazmy i redukcja objętości. Ta ostatnia jednak, jako związana z przebudową konturalną aparatu komórkowego, nie przebiega dostatecznie szybko, skutkiem

czego powstają w plazmie nieregularne luki, do których przesiąka woda. Wydaje mi się również prawdopodobnym, że część wodniczków ustnych, pozostając w plazmie, przyczynia się do dalszej jej wakuolizacji.

Przechodzę obecnie do zmian, dotyczących aparatu jądrowego. W normalnych warunkach jądro (macronucleus) *Colpidium* przedstawia się jako utwór owalny, nieco wgięty w miejscu, gdzie leży jądro dodatkowe (micronucleus). Następnie jądro staje się bardziej wydłużone i węższe, tracąc pierwotne swe wgięcie. Niekiedy jądro oddala się od jądra dodatkowego. Jednocześnie (w hodowlach β po 1—2 dniach) kontury jądra stają się bardziej nieregularne, kanciaste, czasem poszarpane. Proces ten rozwija się stopniowo i przytem w wolniejszym tempie w hodowlach α niż β . W niektórych przypadkach masa jądra staje się nieregularna i sprawia wrażenie podzielonej na części—jak gdyby początku fragmentacji. Jednakże fragmentacji istotnej, takiej, jaką widziałam wielokrotnie u *Paramecium*, nie spotkałam nigdy.

Co dotyczy substancji jądrowej, to traci ona w procesie głodowym swój jednolity wygląd; przy barwieniu zielenią metylową można w niej odróżnić dwie części—jaśniejszą i ciemniejszą, niekiedy większą ilość ciemniejszych skupień, oddzielonych jaśniejszemi przestrzeniami.

Całokształt zmian jądrowych nasuwa przypuszczenie, że w czasie głodu zachodzi zużycie części materiału jądrowego, które z jednej strony pociąga za sobą redukcję objętości, z drugiej zaś—powoduje zmniejszenie składników uorganizowanych, na skutek czego nasiąka ono w większym stopniu wodą. Jednocześnie zaś, nie posiadając tak wyraźnie zróżnicowanej błony, jak błona plazmatyczna, jądro traci wyrazistość i regularność swych konturów.

Co się tyczy jądra dodatkowego—żadnych zmian w nim nie zauważyłam.

3. Zestawienie.

Z badań moich wynika, że przebieg procesów głodowych u *Colpidium* charakteryzuje się zużyciem zawartości wodniczków pokarmowych, wystąpieniem redukcji objętości jądra i plazmy. Zużycie plazmy biegnie przytem prędzej, aniżeli zużycie

substancji jądrowych. Od pewnego momentu głodu występuje niewspółmierność zużycia plazmy i redukcji objętościowej komórki skutkiem czego pojawia się wakuolizacja tej ostatniej. Wakuolizacja powstaje w miejscach intensywniejszego rozpadu plazmy, z powodu gromadzenia się wody, pobranej prawdopodobnie na drodze ustnej. Samo zjawisko wakuolizacji plazmy nie wydaje mi się koniecznie związane z gromadzeniem się produktów anormalnej przemiany materji w organizmie głodzonym (Wallengren '01), powodującym zatrucie organizmu i śmierć głodową. Brak wyraźnie występującego szkodliwego działania produktów przemiany materji w hodowlach α (porówn. J. i T. Viewegerowie '21), gdzie zachodzi masowe mnożenie się i wymieranie pierwotniaków, przemawia raczej przeciwko podobnemu przypuszczeniu. Wątpliwem również wydaje mi się, ażeby śmierć głodowa występowała z powodu całkowitego wyczerpania materiału odżywczego — przeciwko temu przemawia do pewnego stopnia obecność tłuszczów aż do ostatnich etapów procesów głodowych, zarówno jak i fakt, że redukcja objętościowa w hodowlach o głodzie częściowym (α) biegnie dalej, aniżeli w hodowlach o głodzie całkowitym (β). Natomiast to ostatnie zjawisko, zarówno jak i przebieg zmian objętościowych komórki, jądra, zachowanie się tłuszczów w czasie głodu, wysuwa na plan pierwszy kwestję regulacji w czasie głodu — regulacji, zmierzającej w kierunku ograniczenia zużycia materiału organicznego.

Samej przyczyny śmierci głodowej upatrywać można, po pierwsze, w zakłóceniu regulacji głodowej z powodu trudności zmniejszania ogólnej przemiany w związku z koniecznością wypełniania funkcji ogólno-komórkowych (poruszanie, pobieranie wody, podzielność i t. d.), po drugie — w trudnościach, związanych ze zmniejszaniem się objętości komórki w związku z jej morfologiczną organizacją. Głód częściowy, skierowując organizm na drogę zmian powolnych ku ograniczeniu zapotrzebowania, sprzyjałby rozwojowi regulacji i zwiększeniu wytrzymałości głodowej.

Praca niniejsza została wykonana pod kierunkiem p. T. Viewegera, starszego asystenta Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego.

R É S U M É.

J'ai étudié les changements morphologiques et physiologiques, qui surviennent chez les infusoires pendant le jeûne partiel et absolu.

Les cultures à jeûne partiel (α) furent préparées en introduisant une petite quantité d'infusoires dans 600 cm³ de l'infusion de foin filtrée. A la suite d'une vive multiplication des infusoires et de leur concurrence vitale, la famine commence bien vite et augmente avec leur nombre (voir J. et T. Vieweger '18, '21). Les conditions du jeûne absolu (β) ont été réalisées en introduisant dans un volume déterminé (600 cm³) d'eau stérilisée une grande quantité d'infusoires bien lavés. L'eau de la culture β était chaque jour renouvelée en grande partie.

Les deux sortes de cultures (α et β) me servaient à étudier les modifications du volume de la cellule et du noyau (coloration par le vert de méthyl), de la quantité de graisses (coloration par le fetteponceau), des vacuoles nutritives, du cytoplasme et du noyau pendant l'inanition.

Les résultats de mes études, réunis dans les tableaux I—VIII, sont suivants.

1. Le progrès de l'inanition chez *Colpidium* est caractérisé par la diminution du volume de la cellule et du noyau, par la diminution de la quantité de graisses et par la disparition des vacuoles nutritives.

2. La réduction du cytoplasme va plus vite, que la réduction du noyau (macronucleus) et par conséquent, le rapport du volume du noyau au volume de la cellule $\frac{M}{K}$ augmente pendant l'inanition.

Il me semble, qu'on peut expliquer ce fait par l'utilisation en premier lieu des substances alimentaires ordinaires, accumulées en grande partie dans le cytoplasme. Ce n'est qu'en second lieu que les substances spécifiques du noyau (chromatine) sont atteintes.

3. La diminution des graisses va à peu près parallèlement à la réduction du volume cellulaire (tab. II, III, VI, VII, VIII, fig 1 et 2). Je n'ai jamais observé la disparition totale des graisses, pas même chez les individus, morts d'inanition.

4. A un certain moment de l'inanition la vacuolisation du cytoplasme et du noyau commence. Elle provient probablement de ce que la réduction de la masse protoplasmique va plus vite que celle du volume cellulaire—de là l'apparition des espaces clairs, remplis de liquide.

D'après Wallengren ('01) cette vacuolisation serait le résultat de l'accumulation dans le cytoplasme des substances actives au point de vue osmotique et dont l'action provoquerait la mort des infusoires inaniés. Cependant nos recherches précédentes (J. et T. Vieweger '21) ont démontré, que l'action nuisible des produits de la désassimilation dans les cultures α ne se laisse pas constater.

5. La comparaison des résultats obtenus avec les deux sortes de cultures (α et β) démontre que:

- a) la durée de l'inanition est beaucoup plus grande dans les cultures à jeûne partiel (α) que dans celles à jeûne absolu (β)
- b) que les phénomènes de la réduction du volume de la cellule et du noyau, de même que la vacuolisation s'accomplissent dans les cultures α beaucoup plus lentement;
- c) que tous ces phénomènes y vont plus loin.

Il est bien probable, que pendant le jeûne partiel l'organisme s'habitue progressivement aux conditions défavorables de la nutrition (manque de nourriture), ce qui augmenterait le degré de la résistance de la cellule au jeûne.

P I Ś M I E N N I C T W O.

- Allescher M. 1912. Über den Einfluss der Gestalt des Kernes auf die Grössenabnahme hungernder Infusorien. Arch. f. Protist. 27.
- Białaszewicz K. 1912. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. (I. Głód i odżywianie u pijawek). Prace Tow. Nauk. Warsz. Wyd. III. № 32.
- Bokorny Th. 1895. Einige vergleichende Versuche über das Verhalten von Pflanzen und niederen Tieren gegen basische Stoffe. Arch. f. ges. Physiol. 59.
- Collip J. 1920. Maintenance of osmotic pressure within the nucleus. Journ. of biol. Chem. 42.
- Godlewski E. jun. 1908. Plasma und Kernsubstanz in der normalen und der durch äussere Faktoren veränderten Entwicklung der Echiniden. Arch. f. Entw.-Mech. 26.
- Godlewski E. jun. 1910—1914. Physiologie der Zeugung. Winterstein vergleich. Physiol. 3.
- Gutmanówna L. 1915. Przyczynek do badań nad ilością gazów w hodowli pierwotniaków. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. 9.
- Hertwig R. 1903. Über Korrelation von Zell- und Kerngrösse und ihre Bedeutung für die geschlechtliche Differenzierung und die Teilung der Zelle. Biol. Zentralbl. 23.
- Hertwig R. 1908. Über neue Probleme der Zellenlehre. Arch. f. Zellforsch. 1.
- Jennings H. 1908. Heredity, variation and evolution in Protozoa. II. Proceed. of the Amer. Philosoph. Soc. 47.
- Jickeli C. 1902. Die Unvollkommenheit des Stoffwechsels als Grundprinzip für Werden und Vergehen im Kampf ums Dasein. Berlin.
- Kasantzew W. 1901. Experimentelle Untersuchungen über Paramecium caudatum. Inaug. Dissert. Zürich.
- Khainsky A. 1906. Fizjologiczeskija nabludienja nad Parameciami. Rab. zoot. łab. Warsz. Uniw. 35.
- Koehler A. 1918. Untersuchungen an Colpoden. Zeitsch. f. allg. Physiol. 17.
- Kölsch K. 1902. Untersuchungen über die Zerfliessungsercheinungen der ciliaten Infusorien. Zool. Jahrbüch. Abt. f. Anat. 16.
- Kopec S. 1921. Wpływ głodzenia na rozwój i długość życia owadów. Pamięt. Państw. Inst. nauk. gosp. wiejs. w Puławach. A 1.
- Krahelska M. 1912. Drüsenstudien. Histologischer Bau der Schnecken-eiweissdrüsen und die in ihnen durch Einfluss des Hungers... herforgerufenen Veränderungen. Arch. f. Zellforsch. 9.
- Lipska I. 1910. Recherches sur l'influence de l'inanition chez Paramecium caudatum. Rev. suisse Zool. 18.

- Lipschütz A. 1915. Allgemeine Physiologie des Hungers. Braunschweig.
- Lund E. 1914. The relations of Bursaria to food. I. Selection in feeding and in extrusion. Journ. of exp. Zool. 16.
- Lund E. 1914. II. Digestion and resorption in the food vacuole. Ibid. 17.
- Nirenstein E. 1905. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protisten. Zeitsch. f. allg. Physiol. 5.
- Nirenstein E. 1910. Über Fettverdauung und Fettspeicherung bei Infusorien, Ibid. 10.
- Oehler R. 1920. Gereinigte Ciliatenzucht. Arch. f. Protist. 41.
- Sokoloff B. 1921. Contribution au problème de la vitalité des organismes. Compt. Rend. Soc. d. Biol. 85.
- Sosnowski J. 1899. O stosunku jądra do plazmy u Protozoa. Prace zoot. labor. Warsz. Uniw.
- Staniewicz W. 1910. Badania doświadczalne nad trawieniem tłuszczu u wymoczków. Spraw. Akad. Umiej. Kraków.
- Wachendorff T. 1911. Der Gaswechsel von Colpidium colpoda. Zeits. f. allg. Physiol. 13.
- Wallengren K. 1901. Inanitionsercheinungen der Zelle. Zeitsch. f. allg. Physiol. 1.
- Vieweger T. 1918. II. Zależność rozwoju wymoczków od rozwoju bakteryj. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. 11.
- Viewegerowie J. i T. 1918. Badania czynników rozwoju kultur Colpidium colpoda. I. Wpływ pokarmu—głód.
- Viewegerowie J. i T. 1921. III. Wpływ ilości pokarmu i głód. Prace Zakładu Fizjol. Inst. Nenckiego. 1 (№ 1).

K. BIAŁASZEWICZ.

O roli katalazy w oddychaniu zarodków¹⁾.
(Sur le rôle de la catalase dans la respiration
des embryons).

Według wypowiedzianego poraz pierwszy przez Loewa ('01, '08) i przyjętego przez autorów późniejszych (Chodat i Bach '02, Battelli i Stern '05, Bach '13 i inni) poglądu, rola katalazy polega na usuwaniu z ustroju szkodliwie działającej na plazmę wody utlenionej, która powstaje w skojarzonym szeregu enzymatycznych reakcyj oksydacyjnych.

Przyjmując powyższy pogląd za podstawę rozważań, oczekiwać należy, że każdemu wzmożeniu procesów utleniania w ustroju winna towarzyszyć wzmożona produkcja i zwiększony rozkład wody utlenionej pod wpływem katalazy.

W tem ujęciu teoria ochronnego działania katalazy może być poddana próbie w sposób dwojaki: bądź na drodze doświadczalnej — przez taką zmianę natężenia procesów oddechowych, która w myśl teorii powinna pociągnąć za sobą zwiększenie ilości enzymu, rozkładającego wodę utlenioną, bądź też — przez ustalenie zależności między intensywnością oksydacji a zawartością katalazy w tym przypadku, gdy oddychanie samorzutnie ulega bardzo wybitnemu przyspieszeniu.

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w dniu 22 maja 1919 r.

W pierwszym kierunku były prowadzone badania Burge'go ('19), Stehle'go ('19) i Stehle'go i Carty'ego ('20). Autorowie ci wywoływali doświadczalnie zmianę natężenia procesów oddechowych przez umieszczanie zwierząt, posiadających regulację cieplną (kot, królik), w różnych temperaturach, mierząc w czasie doświadczenia produkcję CO_2 i zawartość we krwi katalazy i hemoglobiny. Ostatnie badania Stehle'go i Carty'ego ('20) wykazały brak jakiegokolwiek bądź paralelizmu między intensywnością przemian metatolicznych a zawartością we krwi katalazy i hemoglobiny.

W poszukiwaniach własnych obrałem inną drogę, dążąc do ustalenia współzależności między natężeniem procesów oddechowych a zawartością w ustroju katalazy i jego wrażliwością na trujące działanie wody utlenionej w rozwoju embrjonalnym, w którego czasie szybkość zużywania tlenu znacznie wzrasta (Godlewski '00, Hasselbalch '00, Warburg '08 — '09, Meyerhoff '11, Loeb i Wasteneys '13, Białaszewicz i Błędowski '15, Parnas i Krasińska '21). Przedmiotem moich badań były wyłącznie zarodki żaby płowej (*Rana fusca* L.), u których procesy oddechowe w rozwoju początkowym zostały zbadane przez Godlewskiego ('01), Białaszewicza i Błędowskiego ('15), Parnasa i Krasińską ('21) i w których przez W. Ostwalda ('07) została wykryta obecność katalazy.

Istotnie, uwzględniając jedynie okres rozwoju początkowego, zamknięty w ramach pierwszych 65 — 75 g. rozwoju w temperaturze 20°C , a więc — od momentu zapłodnienia do chwili wyklucia, stwierdzamy (tabl. I), że ilość pobieranego przez sto osobników tlenu zwiększa się z 5·3 do $231\cdot3\text{ mm}^3$ na godzinę, czyli — wzrasta więcej niż 44-krotnie (por. rys. krzywa O), przy czym szybkość oksydacji zwiększa się zgodnie z przebiegiem krzywej parabolicznej (Białaszewicz i Błędowski '15). Tak wybitnemu przyśpieszeniu utleniania winna towarzyszyć wzmóżona produkcja wody utlenionej.

Gdyby odporność plazmy zarodków na szkodliwe działanie tego ubocznego produktu oksydacji enzymatycznej wzrastała wraz z natężeniem oddychania, to wzmóżona produkcja wody utlenionej nawet przy nieziennej zawartości katalazy mogłaby nie pociągać za sobą zjawisk samozatrucia.

W rzeczywistości — wrażliwość zarodków na wodę utlenioną zmienia się w kierunku wręcz odwrotnym.

TABELA I.

Z pracy K. Białaszewicza i R. Biedowskiego ('15, str. 460, tab. X).
(Emprunté à K. Białaszewicz et R. Biedowski '15, p. 460, tab. X).

| № kolejny pomiaru
(№ d'ordre du dosage) | Czas ubiegły od zapłod.
(Temps écoulé depuis
la fécondation) | Ilość pobranego O ₂ przez
100 zarodków
na godzinę
(Quantité
d'oxygène
absorbé pen-
dant une heure
par 100 em-
bryons) | Względna
szybkość
pobierania
tlenu

(Vitesse re-
lative de
l'oxydation) | Stadium rozwojowe zarodków

(Stade du développement des
embryons) |
|--|--|--|--|--|
| | h | mm ³ | | |
| 1 | 0 | 5·2 | 1·0 | Jaja niezapłodnione |
| 2 | 25 | 16·4 | 3·1 | Początek gastrulacji |
| 3 | 52 | 33·1 | 6·4 | Neurula |
| 4 | 78 | 77·3 | 14·8 | Przed wykluciem |
| 5 | 120 | 231·3 | 44·5 | Wykształcanie się skrzel |
| 6 | 150 | 324·3 | 62·4 | Skrzela dobrze rozwinięte |
| 7 | 170 | 392·2 | 75·4 | Początek zanikania skrzel |

Wrażliwość zarodków na wodę utlenioną badałem, ustalając najniższy wodny roztwór tego związku, w którym po upływie określonego czasu przebywania w t. 20° C następuje śmierć większości osobników, poddanych próbie. Roztwory o różnych, możliwie bliskich sobie stężeniach, w jednakowej w każdej próbie ilości (20 cm³), sporządzano każdorazowo, rozcieńczając wodą destylowaną płyn zasadniczy o wiadomej zawartości wody utlenionej, która była sprawdzana mianowanym roztworem KMnO₄. Liczba stosowanych w każdym stadium rozwojowym rozcieńczeń wynosiła od 15 do 20. Zarodki ze wspólnej kultury, pochodzące z jednocześnie zapłodnionych jaj jednej samicy i rozwijające się w termostacie o stałej t. 20° C, były — po usunięciu błony galaretowej — przenoszone w liczbie 20—30 egzemplarzy do naczynek, przy czem resztki wody, przylegającej do błony żółtkowej, usuwano, przepłukując je odpowiednim roztworem wody utlenionej. Sprawdzanie wyników odbywało się po upływie 12-tu godzin.

Zestawione na tabeli II wyniki dwu takich doświadczeń (VII i VIII), przeprowadzonych w różnym czasie na zarodkach z dwu różnych samic, wykazują w kolumnie czwartej najniższe koncentracje, w których następowała śmierć, wyrażone w miligramach wody utlenionej w 100 cm³ wody, zaś w kolumnie następnej — kierunek zmiany i stopień wytrzymałości na działanie trujące tego związku.

TABELA II.

Wrażliwość zarodków żaby na wodę utlenioną.

Wyniki dwu seryj (VII i VIII) doświadczeń. Roztwór krytyczny wody utlenionej — stężenie najniższe, w którym po upływie 12-tu godzin następuje śmierć. Rozwój i próby — w t. 20° C.

| № porządkowy (№ d'ordre) | № doświadczenia (№ de l'expérience) | Czas ubiegły od zapłodnienia (Temps écoulé depuis la fécondation)
h | Najniższy roztwór śmiertelny wody utlenionej

(La plus faible concentration mortelle)

mg H ₂ O ₂
100 cm ³ H ₂ O | Wrażliwość zarodków na H ₂ O ₂ : stosunek koncentracji śmiertelnej początkowej do obecnej koncentracji śmiertelnej

(Sensibilité des embryons à l'action de H ₂ O ₂ : unités relatives) | Stadium rozwojowe zarodków

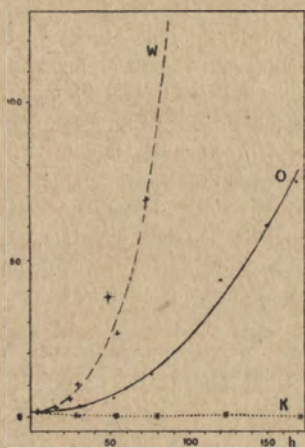
(Stade du développement des embryons) |
|--------------------------|-------------------------------------|--|---|---|---|
| | | | | | |
| 1 | VII | 1 | ca. 30·00 | 1·0 | Początek tworzenia się periwitelinu |
| 2 | VII | 4 | 19·02 | 1·6 | 8 blastomerów |
| 3 | VIII | 9 | 15·85 | 1·9 | Kilkadziesiąt blastomerów |
| 4 | VIII | 15 | 9·51 | 3·1 | Blastula drobnokomórkowa |
| 5 | VII | 24 | 4·76 | 6·3 | Początek gastrulacji |
| 6 | VIII | 29 | 2·85 | 10·5 | Koniec gastrulacji |
| 7 | VII | 48 | 0·79 | 38·0 | Neurula |
| 8 | VIII | 53 | 1·11 | 27·0 | Zarodki z pączkiem ogonowym |
| 9 | VII | 72 | 0·43 | 69·8 | Moment wykluwania się |
| 10 | VIII | 84 | 0·16 | 187·5 | Wykształcanie się skrzel zewn. |

Sensibilité des embryons de la grenouille à l'action nuisible de l'eau oxygénée.

Les résultats de 2 séries (VII et VIII) d'expériences. La solution mortelle de l'eau oxygénée correspond à la concentration dans laquelle les embryons meurent dans le délai de 12 heures. Temp. de 20° C.

Gdy zarodki żaby w chwili powstawania periwitelinu, t. j. w godzinę po zetknięciu się z nasieniem, znoszą (por. tab. II)

0·03% roztwór wody utlenionej, który nie wywołuje żadnych zmian anormalnych po upływie 12-tu godzin, to w stadium uwalniania się z błon jajowych, t. j. po upływie 72 godzin rozwoju, giną one już w roztworze 0·0004%, czyli — w okresie rozwoju embrjonalnego wrażliwość plazmy zarodków na wodę utlenioną zwiększa się 75 razy, wykazując przebieg charakterystyczny w zależności od stopnia zaawansowania procesów kształtowania (por. rysunek, krzywa W).



Objaśnienie rysunku. Krzywe natężenia oksydacji (O), wrażliwości na wodę utlenioną (W) i zawartości katalazy (K) w zarodkach żaby (*Rana fusca*) w zależności od postępu rozwoju. Odcięta — czas ubiegły od zapłodnienia (w godzinach), rzędna — wielokrotność zmiany w odniesieniu do wartości początkowych (por. tab. I, II i IV).

Fakty powyższe — znaczny przyrost procesów oksydacyjnych wobec jeszcze bardziej wybitnego wzmocnienia wrażliwości na trujące działanie produktu w tych procesach powstającego, tembardziej uzasadniałyby konieczność szybkiego usuwania śladów wody utlenionej. Należało więc przypuszczać, że ilość katalazy w zarodkach wzrasta w miarę rozwoju.

Ilość katalazy była mierzona wielkością stałej (K) szybkości rozkładu jednocząsteczkowego wody utlenionej, obliczoną według wzoru $0·4343 K = \frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{c_1}{c_2}$, gdzie c_1 i c_2 oznaczają koncentracje wody utlenionej, wyrażone w cm^3 mianowanego roztworu nadmanganianu potasu, w czasie t_1 i t_2 od początku reakcji.

Wyciąg enzymu przygotowywano w ten sposób, że określoną liczbę zarodków ścierano starannie z krzemionką w moździerzu, poczem do miazgi dodawano taką ilość wody destylowanej, że jeden cm^3 cieczy zawierał wyciąg z dwu zarodków; części miazgi nierozpuszczalne w wodzie — po uprzednim stwierdzeniu, że nie mają one wpływu na szybkość reakcji katalitycznej — odwirowywano, a 20 cm^3 wyciągu klarownego (z 40-tu zarodków) odpipetowywano do kolby miarowej o pojemności 200 cm^3 .

Po dopełnieniu kolby rozcieńczoną, poprzednio zubożytą, wodą utlenioną (odpowiadającą w przybliżeniu $n/100 \text{ K Mn O}_4$) i po dokładnym przemieszaniu odpipetowywano natychmiast ($t=0$), a następnie — w odstępach dziesięciominutowych ($t_2 - t_1$) w ciągu godziny, stale po 20 cm^3 mieszaniny, którą — po dodaniu do każdej porcji 10 cm^3 stężonego H_2SO_4 , odmiareczkowsywno do zabarwienia $n/100$ roztworem K Mn O_4 (por. metodykę, stosowaną przez Sentera '03 i Issajewa '04). Części organiczne wyciągu wiązały minimalne, znajdujące się poza granicami błędu miareczkowania, ilości nadmanganianu. Reakcja przebiegała stale w $t. 0^\circ$ i dlatego cieczy, używane w oznaczeniach, były przed zmieszaniem ochładzane do tej temperatury. W tych warunkach dopiero po upływie godziny stała szybkości reakcji (K) wykazywała wyraźną tendencję zniżkową. Stale, dla każdego stadium rozwojowego zarodków, były wykonywane dwie równoległe, w dwu próbkach wyciągu, serie miareczkowań (por. tab. III i IV).

Obliczenie szybkości rozkładu wody utlenionej, jaką wywołuje wyciąg wodny katalazy z 40-tu zarodków w dwu momentach ich rozwoju (tab. III), mianowicie — w pierwszych stadiach bródkowania i w chwili wykluwania się, wykazuje, że ilość katalazy w zarodku nie ulega w tym czasie wybitniejszej zmianie¹⁾.

Wynik ten jeszcze dokładniej uzasadnia następujące doświadczenie (tab. IV), w którym od 5-ej do 172-ej godziny rozwoju zarodków w temp. 20° była wyznaczana w identycznych warunkach pomiaru szybkość rozpadu wody utlenionej: w ciągu całego tego okresu, zakończonego stadium pełnego rozwoju skrzeli zewnętrznych, względna szybkość reakcji, wywołanej przez katalazę, ujawnia wprawdzie pewne zmiany, lecz zmiany te nie pozostają w żadnym bliżej określonym stosunku do postępu procesów rozwojowych (por. rys. krzywa K).

¹⁾ Według badań Lyona ('09) jaja jeźowców i rozgwiazd zawierają po zapłodnieniu prawie dwukrotną ilość katalazy w porównaniu z jajami niezapłodnionymi.

TABELA III.

| № serii doświadczalnej
(№ de la série des expériences) | W stadium 4—32 blastomerów
(Au stade de 4—32 blastomères) | | W chwili wyklucia
(Au moment de l'écllosion) | | Różnica w porównaniu ze stadium początkowym
(Différence entre les deux stades) |
|---|--|---|--|---|---|
| | h | $0.4343 K = \frac{1}{t_1 - t_2} \lg \frac{C_1}{C_2}$ | h | $0.4343 K = \frac{1}{t_2 - t_1} \lg \frac{C_1}{C_2}$ | |
| 1 | 5 | średnia | Czas ubiegły od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | średnia | —39% |
| | | (moyenne) | | | |
| 2 | 6 | w dwu równoległych oznaczeniach szybkości rozkładu H_2O_2
(d'après les deux dosages) | 77 | w dwu równoległych oznaczeniach szybkości rozkładu H_2O_2
(d'après les deux dosages) | 0.00083 |
| | | | | | 0.00091 |
| 3 | 5 | średnia | 80 | średnia | +10% |
| | | (moyenne) | | (moyenne) | 0.00178 |
| | 5 | średnia | 168 | średnia | +38% |
| | | (moyenne) | | (moyenne) | 0.00087 |

TABELA IV.

| № porządk. równoległ. oznaczeń
(№ d'ordre des dosag. parallèles) | Dzień i godzina
(Jour et l'heure) | Czas ubiegły od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | 0.4343 K = $\frac{1}{t_2 - t_1} \lg \frac{C_1}{C_2}$ | | Względna szybkość rozkładu H ₂ O ₂
przez wyciąg z 40-tu zarodków
(Vitesse relative de la décomposition de H ₂ O ₂ par l'extrait de 40 embryons) | Stadium rozwojowe zarodków
(Stade du développement des embryons) |
|---|--------------------------------------|--|---|----------------------|---|---|
| | | | w dwu równoległych oznaczeniach
szybkości rozkładu H ₂ O ₂
(d'après les deux dosages simultanés parallèles) | średnia
(moyenne) | | |
| 1 | 9.IV 14 h. | 5 | 0.00155
0.00151 | 0.00153 | 1.0 | Ośm blastomerów |
| 2 | 10.IV 13 h. | 28 | 0.00072
0.00079 | 0.00076 | 0.5 | Środkowe stadia gastrulacji |
| 3 | 11.IV 14 h. | 53 | 0.00126
0.00134 | 0.00130 | 0.8 | Neurula |
| 4 | 12.IV 13 h. | 77 | 0.00083
0.00091 | 0.00087 | 0.6 | Przed samem wykluciem |
| 5 | 14.IV 13 h. | 124 | 0.00117
0.00115 | 0.00116 | 0.8 | Po wykluciu: wykształcające się skrzela zewnętrznych |
| 6 | 16.IV 13 h. | 172 | 0.00072
0.00100 | 0.00086 | 0.6 | Skrzela zewnętrzne w pełni rozwoju. |

Rezultat ten zgadza się naogół z wynikami badań Zieglera ('15), który stwierdził, że zawartość katalazy w rozwoju embrjonalnym mięczaków (*Limax*) i owadów (*Dixippus*, *Smerinthus*) nie ulega prawie żadnej zmianie.

W wyniku ogólnym niniejszych poszukiwań dochodzimy więc do wniosku, że zawartość katalazy w zarodkach nie znajduje się w związku ilościowym ani z natężeniem procesów oksydacyjnych, ani z wrażliwością ustroju na działanie wody utlenionej.

Rezultat powyższy stanowi dowód pośredni przeciwko hipotezie powstawania wody utlenionej jako produktu oksydacji enzymatycznej.

Przypuszczenie, że jajko zapłodnione zawiera takie zapasy katalazy, które umożliwiają szybki rozkład wody utlenionej nawet w warunkach wielokrotnie wzmożonej oksydacji i wrażliwości na wodę utlenioną, nie wydaje się prawdopodobne, gdyż, jak wykazał Lesser ('06), w porównaniu z innymi narządami żaby, jajniki są najuboższe w katalazę; powstawanie wzgl. aktywowanie enzymów (oksydaz) jest zjawiskiem w rozwoju zwierząt stwierdzonym (Hasebroek '21),

Występowanie zmian głębokich, jakie mogą zachodzić w działaniu katalazy po zniszczeniu struktury plazmatycznej, nie jest wykluczone: zarzut ten dotyczy wyników ogółu badań nad kinetyką enzymów wewnątrzkomórkowych.

PIŚMIENICTWO.

- Bach A. 1913. Oxydationprocesse in der lebenden Substanz. Oppenheimer: Handbuch der Biochemie. Ergänzungsband.
- Battelli F. et Stern L. 1905. Recherches sur la catalase dans l'organisme animal. Arch. di Fisiologia. 2. (Cyt. według tychże autorów '10).
- Battelli F. et Stern L. 1910. Die Katalase. Erg. d. Physiol. 10.
- Białaszewicz K. i Błędowski R. 1915. Wpływ zapłodnienia na oddychanie jaj. Spraw. z posiedz. Tow. Nauk. Warsz. 8.
- Burge W. E. 1919. Journ. of biol. Chem. 37. (Cytowane wedł. Stehle and Carty '20).
- Chodat R. und Bach A. 1902. Untersuchungen über die Rolle der Peroxyde in der Chemie der lebenden Zelle. Ber. d. deut. chem Ges. 35. (1275).
- Euler H. 1905. Zur Kenntnis der Katalase. Beitr. z. chem. Physiol. und Pathol. 7.
- Godlewski E. 1900. Die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Entwicklung von *Rana temporaria*. Bull. intern. de l'Acad. des Sc. Cracovie. Również: Arch. f. Entw. Mech. 11. (1901).
- Haserbroek K. 1921. Untersuchungen zum Problem des neuzeitlichen Melanismus der Schmetterlingen. Fermentforschung. 5.
- Hasselbalch K. 1900. Über den respiratorischen Stoffwechsel des Hühnerembryos. Skand. Arch. f. Physiol. 10.
- Issajew W. 1904. Über die Hefekatalase. Zeitschr. f. physiol. Chem. 42.
- Lesser E. J. 1906. Zur Kenntnis der Katalase. Zeitschr. f. Biol. 48.
- Loeb J. and Wasteneys H. 1913. Die Oxydationsvorgänge im befruchteten und unfruchteten Seesternei. Arch. f. Entw. Mech. 35.
- Loew O. 1901. Catalase, a new enzyme of general occurrence, with special reference to the tobacco plant. U. S. Depart. of Agric. Report. № 68. (Cytow. wedł.: Loew '08).
- Loew O. 1908. Zur physiologische Bedeutung der Katalase. Zentralbl. f. Bakter. II. 21.
- Loew O. 1909. Zur Theorie der Katalasefunktion. Arch. f. ges. Physiol. 128.
- Lyon E. P. 1909. The catalase of echinoderm eggs before and after fertilization. Amer. Journ. of Physiol. 25.
- Meyerhoff O. 1911. Untersuchungen über die Wärmetönung der vitalen Oxydationsvorgänge in Eiern. I—III. Biochem. Zeitschr. 35.
- Ostwald W. 1907. Über das Vorkommen von oxydativen Fermenten in den reifen Geschlechtszellen der Amphibien und über die Rolle dieser Fermenten bei Vorgängen der Entwicklungserregung. Bioch. Zeitschr. 6.

- Parnas J. K. und Krasińska Z. 1921. Über den Stoffwechsel der Amphibienlarven. *Bioch. Zeitschr.* **116**.
- Senter G. 1903. Das Wasserstoffsperoxydzersetzende Enzym des Blutes. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **44**.
- Stehle R. L. 1919. *Journ. of biol. Chem.* **39**. (Cyt. według: Stehle and Carty '20).
- Stehle R. L. and Carty A. C. 1920. Further date concerning the alleged relation of catalase to animal oxidations. *Journ. of Biol. Chem.* **42**.
- Warburg O. 1908. Beobachtungen über die Oxydationsvorgänge im Seeigel. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **57**.
- Warburg O. 1909. Über die Oxydationen im Ei. II. Mitteilung. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **60**.
- Zieger R. 1915. Zur Kenntniss der Katalase niederer Tiere. *Bioch. Zeitschr.* **69**.
-

R é s u m é.

D'après l'hypothèse de Loew et d'autres auteurs la catalase est un ferment qui décompose le peroxyde d'hydrogène nuisible à l'organisme, formé au cours des oxydations enzymatiques. Prenant comme point de départ cette hypothèse, l'auteur a étudié (aux différents stades du développement des embryons de la grenouille, *Rana fusca*) le rapport entre la quantité d'oxygène absorbé et la sensibilité à l'action de l'eau oxygénée d'une part, et d'autre part — la quantité de catalase contenue dans l'organisme. Les résultats obtenus sont les suivants:

1°. L'intensité respiratoire des embryons de la grenouille augmente au cours de leur développement plus de 44 fois (v. Białaszewicz et Błędowski '15, tableau I du texte polonais et la courbe O — fig. 1), et en même temps leur sensibilité à l'action nuisible de l'eau oxygénée augmente encore plus; ainsi, par exemple: dans les premiers stades de la segmentation les embryons supportent encore une concentration de l'eau oxygénée de 0.03%, tandis qu'au moment de leur sortie de la membrane ovulaire la concentration de 0.0004% leur est déjà mortelle (tab. II et fig. courbe W).

2°. Au cours du développement embryonnaire la quantité de la catalase (mesurée par la vitesse de la décomposition de l'eau oxygénée par un extrait aqueux d'un nombre déterminé d'embryons) ne change presque pas (tableaux III et IV, fig. la courbe K).

3°. Il s'ensuit, qu'il n'y a pas de relation directe entre l'intensité de la respiration des embryons et la quantité de catalase, bien que la sensibilité du cytoplasme à l'action nuisible de l'eau oxygénée augmente avec l'accélération de la respiration.

ST. J. PRZYŁĘCKI.

Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek¹⁾.

(Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères provenant des oeufs fécondés).

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie badań nad zmianami ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju jaj zapłodnionych (czyli tak zwanych jaj zimowych) rozwielitek *Daphnia pulex* i *Daphnia magna*.

Posiadając dane, dotyczące zachowania się ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju jaj letnich, czyli dzieworodnych (Przyłęcki '21), mogłem przez porównanie poznać rolę aktu zapłodnienia w przebiegu zmian ciśnienia osmotycznego w rozwoju początkowym.

Sprawa ta zasługiwała na uwagę ze względu na hipotezy, wypowiedane o roli zapłodnienia w zniżce ciśnienia osmotycznego na początku rozwoju (Backmann '12, Backmann i Runnström '09, Backmann i Sundberg '12, Białasze-wicz '12, Bogucki '21, Przyłęcki '17, '17a).

Z faktów, stwierdzonych w toku badań, wynurzyły się inne kwestje, jako to—znaczenie periwitelinu, jako zewnętrznego w sto-

¹⁾ Praca niniejsza wykonana została w 1915 r. i przedstawiona na posiedzeniu listopadowym Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. w r. 1921.

sunku do jaja środowiska osmotycznego i sprawa zależności pomiędzy ciśnieniem osmotycznym a wstrzymaniem rozwoju na pewien czas, t. j. na okres snu zimowego. Jak wiadomo w zapłodnionych jajach rozwielitki *Daphnia pulex* następuje w 48—72 g. po uruchomieniu rozwoju zmniejszenie do minimum szybkości rozwoju.

W jajach występuje wtedy pojedyncza warstwa powierzchniowa nabłonka cylindrycznego, którego komórki napelnione są od strony wewnętrznej żółtkiem. Wnętrze jaja wypełnione jest komórkami zawierającymi żółtko. Po stronie ustnej znajdują się parzyste zawiązki zwojów nadprzelykowych, po stronie odbytowej — pierwotne komórki zarodkowe (Vollmer '12).

W jajach zapłodnionych *Daphnia magna* i *Daphnia pulex*, jak i w dzie-worodnych, błona jajowa jest nieprzepuszczalna dla cukru. Ciśnienie osmotyczne oznaczałem więc metodą objętościową, podaną w poprzedniej mej pracy (Przyłęcki '21), stosując stałe roztwory cukru gronowego, których obniżenie punktu zamarzania wynosiło od $\Delta = 0.217^{\circ}$ do $\Delta = 0.760^{\circ}$.

Począwszy od 24 godziny rozwoju zarodki wymienionych gatunków rozwielitek otoczone są ze wszystkich stron periwitelinem, a zbliżony do elipsoidy obrotowej kształt błony i zarodka pozwala z pomiarów osi obliczyć objętość tej cieczy.

Ciśnienie osmotyczne zarodków wyliczałem na podstawie zmiany objętości, jakiej uległ zarodek w określonym roztworze hipertonicznym cukru gronowego. Objętość zarodka w jednostkach względnych obliczałem na podstawie wzoru $v=ab^2$, gdzie a =osi większej, b =osi mniejszej.

Ciśnienie osmotyczne periwitelinu obliczałem na podstawie zmiany objętości tej cieczy. Zazwyczaj stosowałem w tym celu roztwory hypotoniczne względem zarodka, zaś hipertoniczne w stosunku do periwitelinu. W ten sposób objętość zarodka nie ulegała zmianie; dla ustalenia wysokości ciśnienia osmotycznego periwitelinu wystarczyło obliczenie zmiany objętości całego jaja.

Zarodki rozwielitek w każdym doświadczeniu pochodziły z jednej kultury. Zwierzęta były złowione prawie jednocześnie na początku maja. Doświadczenia i hodowle prowadzone były w t. 20°C. Wiek zarodków oznaczałem, wybierając co parę godzin wszystkie samice z jajami z naczynia, w którym umieszczono początkowo samice bez jaj.

Zapłodnione jaja rozwielitek rozwijają się w specjalnych błonach, tworzących tak zwane „ephippium“. Wydostają się z niego jako zupełnie już rozwinięte osobniki. Fizyko-chemicznych właściwości tych błon nie znamy. Nie wiemy, czy są one przepuszczalne dla wody i ciał w niej rozpuszczonych, a jednak właściwości te odgrywają niezawodnie ważną rolę w rozwoju zarodka.

W celu zbadania tej kwestji umieszczałem całe i nienaruszone ehippia *Daphnia pulex* w roztworach 0.1 — 1.8% cukru gronowego, poczem za pomocą reakcji Fehlinga poszukiwałem wewnątrz ehippium obecności cukru. W żadnym przypadku cukru wewnątrz ehippium nie znalazłem: błony te są więc dla cukru nieprzepuszczalne. Przekonałem się natomiast, że błony ehippium są przepuszczalne dla wody: jaja wraz z ehippium, umieszczone w silnie hipertonicznych roztworach cukru gronowego, nie tylko zmniejszają swą objętość, lecz na powierzchni jej ukazują się wklęsnięcia, wywołane odciążeniem wody.

Widzimy więc, że błony ehippium zachowują się jak błony półprzepuszczalne, przeto ciśnienie osmotyczne zawartych w nich zarodków uzależnione jest od ciśnienia osmotycznego środowiska, w jakim się one znajdują.

Badania nad zachowaniem się ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zarodków *Daphnia pulex* (tabela I) rozpoznałem od stadium trzygodzinnego.

Ciśnienie osmotyczne tego stadium, wyrażone w obniżeniu punktu zamarzania, wynosi $\Delta = 0.247^{\circ}$. Zarodki 6-cio godzinne mają już ciśnienie osmotyczne $\Delta = 0.320^{\circ}$, 18-godzinne $\Delta = 0.585^{\circ}$, zaś periwitelin tego stadium posiada ciśnienie $\Delta = 0.520^{\circ}$; 36-cio godzinne zarodki mają $\Delta = 0.680^{\circ}$, a ich periwitelin $\Delta = 0.630^{\circ}$.

Zarodki 3, 4, 5, 6, 7-dniowe i starsze miały ciśnienie osmotyczne $\Delta = 0.729$ — 0.735° , średnio 0.734° . Ciśnienie osmotyczne periwitelinu w tym okresie jest tylko nieznacznie mniejsze od ciśnienia osmotycznego zarodków i wynosi średnio $\Delta = 0.724^{\circ}$.

Zarodki, które przebyły czteromiesięczny okres snu¹⁾, wykazywały pewne różnice w ciśnieniu osmotycznym. Większość z nich miała ciśnienie $\Delta = 0.730^{\circ}$, a więc równe ciśnieniu osmotycznemu zarodków z okresu snu. W niektórych jednak zarodkach ciśnienie znacznie się zmniejszyło, z $\Delta = 0.730^{\circ}$ do $\Delta = 0.456^{\circ}$. Równomiernie ze zniżką ciśnienia osmotycznego zarodków obniża się także ciśnienie osmotyczne ich periwitelinu.

Wszystkie zarodki, których ciśnienie osmotyczne było niższe od ciśnienia osmotycznego z okresu snu, znajdowały się w okresie dalszego rozwoju.

¹⁾ Od końca czerwca do końca października.

TABELA I.

| № porządkowy. (Numéro d'ordre) | Czas trwania rozwoju
(Durée du développement) | Liczba zarodków zbadanych
(Nombre d'embryons étudiés) | Objętość zarodków w jednostkach względnych
(Volume des embryons exprimé dans des unités relatives) | Objętość jaj w jednostkach względnych
(Volume des oeufs exprimé dans des unités relatives) | Granice wahań ciśnienia osmotycznego
(Limites des oscillations de la pression osmotique) | Średnie ciśnienie osmotyczne zarodków, wyrażone w Δ
(Pression osmot. moyenne des embr. exprim. en Δ) | Δ perivitellinu
(Δ du perivitellin) |
|--------------------------------|---|--|---|---|---|--|---|
| 1 | 3 godz.—(heures) | 7 | 113 | — | 0·200 ⁰ —0·300 ⁰ | 0·247 ⁰ | — |
| 2 | 6 „ | 14 | 119 | — | 0·270 ⁰ —0·400 ⁰ | 0·320 ⁰ | — |
| 3 | 18 „ | 12 | 122 | 128 | 0·530 ⁰ —0·660 ⁰ | 0·585 ⁰ | 0·520 ⁰ |
| 4 | 36 „ | 12 | 120 | 127 | 0·460 ⁰ —0·710 ⁰ | 0·680 ⁰ | 0·630 ⁰ |
| 5 | 72 „ | 15 | 120 | 125 | 0·702 ⁰ —0·750 ⁰ | 0·735 ⁰ | 0·720 ⁰ |
| 6 | 96 „ | 11 | 119 | 126 | 0·726 ⁰ —0·739 ⁰ | 0·733 ⁰ | 0·722 ⁰ |
| 7 | 120 „ | 13 | 124 | 130 | 0·722 ⁰ —0·740 ⁰ | 0·731 ⁰ | 0·718 ⁰ |
| 8 | 144 „ | 10 | 120 | 127 | 0·725 ⁰ —0·735 ⁰ | 0·729 ⁰ | 0·716 ⁰ |
| 9 | 168 „ | 11 | 124 | 131 | 0·730 ⁰ —0·741 ⁰ | 0·732 ⁰ | 0·719 ⁰ |
| 10 | od 7 dni do 2 mies.
(de 7 jours jusqu'à 2 mois) | 20 | 121 | 129 | 0·728 ⁰ —0·739 ⁰ | 0·734 ⁰ | 0·719 ⁰ |
| 11 | po 2 miesiącach
(après 2 mois) | 15 | 123 | 130 | 0·724 ⁰ —0·738 ⁰ | 0·732 ⁰ | 0·722 ⁰ |
| 12 | po 4 mies. rozwoju
(après 4 mois récom-
menc. du développ.) | 16 | 130 | 158 | 0·633 ⁰ —0·655 ⁰ | 0·640 ⁰ | 0·580 ⁰ |
| 13 | stadja późniejsze
(stades plus avancés) | 14 | 132 | 166 | 0·540 ⁰ —0·616 ⁰ | 0·580 ⁰ | 0·520 ⁰ |
| 14 | „ | 11 | 130 | 166 | 0·450 ⁰ —0·462 ⁰ | 0·456 ⁰ | — |
| 15 | „ | 15 | — | — | 0·700 ⁰ —0·714 ⁰ | 0·710 ⁰ | — |

I tu znowu zauważyć się daje fakt analogiczny do tego, który stwierdziłem u zarodków dzieworodnych: najmniejsze ciśnienie mają zarodki najmniej w rozwoju posunięte; największe ciśnienie, wynoszące $\Delta = 0.700 - 0.714^{\circ}$, przypada na najbardziej rozwinięte osobniki.

Zapłodnione jaja *Daphnia magna* (tabela II) zachowują się w sposób analogiczny. Najmłodsze z badanych sześciogodzinne zarodki mają ciśnienie osmotyczne najniższe. Wynosi ono średnio $\Delta = 0.240^{\circ}$. U 12-to godzinnych $\Delta = 0.300^{\circ}$, u 36-cio — $\Delta = 0.600^{\circ}$, u 60-io — $\Delta = 0.690^{\circ}$, u 72-godzinnych wreszcie $\Delta = 0.743^{\circ}$.

Na tym poziomie utrzymuje się ciśnienie osmotyczne przez cały okres wstrzymania rozwoju (2—4 miesiąca), a po wznowieniu jego ciśnienie opada do $\Delta = 0.441^{\circ}$, a następnie podnosi się stopniowo do $\Delta = 0.720^{\circ}$.

Periwitelin, którego objętość po raz pierwszy daje się wymierzyć po 38 godzinach rozwoju, ma w tym stadium ciśnienie osmotyczne $\Delta = 0.530^{\circ}$, po 60 godzinach $\Delta = 0.650^{\circ}$, po 72 — $\Delta = 0.718^{\circ}$, na którym to poziomie utrzymuje się przez cały okres snu zimowego.

Streszczając otrzymane wyniki, widzimy, że ciśnienie osmotyczne w czasie rozwoju początkowego zarodków, które pochodzą z jaj zapłodnionych *Daphnia pulex* i *Daphnia magna*, ulega znacznym zmianom. Najwcześniejsze z badanych zarodków mają ciśnienie najmniejsze, następnie wzrasta ono stopniowo, dochodząc do wartości spoczynkowej, którą osiąga coraz powolniej, po upływie 36—72 godzin.

Na uwagę zasługuje tu fakt, że na okres najwyższego ciśnienia osmotycznego, trwający od 72-iej godziny do 3—4 miesięcy, przypada zupełne wstrzymanie procesów rozwojowych w zarodkach.

Dopiero po wznowieniu rozwoju ciśnienie osmotyczne zarodków opada, przyczem niżka ciśnienia osmotycznego, jaka zachodzi w tym czasie, wynosi około $\Delta = 0.28^{\circ}$, co równa się 33% ciśnienia osmotycznego z okresu snu. Po tym spadku następuje nowy okres podnoszenia się ciśnienia, towarzyszący dalszemu rozwojowi zarodków.

Fakty powyższe pozwalają nam porównać zachowanie się ciśnienia osmotycznego jaj zapłodnionych i dzieworodnych.

TABELA II.

| № porządkowy
(Numéro d'ordre) | Czas trwania
rozwoju

(Durée du dé-
veloppement) | Liczba zarod. zbadanych
(Nombre d'embryons
étudiés) | Granice wahań ciśnienia
osmotycznego
(Limites des oscillations
de la pression osmotique) | Średnie ciśnienie osmotycz-
ne zarod. wyrażone w Δ
(Pression osmoti. moyen-
ne des embr. expr. en Δ) | Δ periwitelinu
(Δ du perivitellin) |
|----------------------------------|--|---|---|--|--|
| 1 | 6 godzin — (heures) | 12 | 0·217 ⁰ —0·256 ⁰ | 0·240 ⁰ | — |
| 2 | 12 „ | 15 | 0·271 ⁰ —0·316 ⁰ | 0·300 ⁰ | — |
| 3 | 36 „ | 10 | 0·585 ⁰ —0·612 ⁰ | 0·600 ⁰ | 0·530 ⁰ |
| 4 | 60 „ | 17 | 0·680 ⁰ —0·703 ⁰ | 0·690 ⁰ | 0·650 ⁰ |
| 5 | 72 „ | 10 | 0·734 ⁰ —0·746 ⁰ | 0·743 ⁰ | 0·718 ⁰ |
| 6 | 96 „ | 8 | 0·736 ⁰ —0·743 ⁰ | 0·740 ⁰ | 0·722 ⁰ |
| 7 | 120 „ | 8 | 0·736 ⁰ —0·741 ⁰ | 0·738 ⁰ | 0·715 ⁰ |
| 8 | 1 miesiąc—(mois) | 10 | 0·737 ⁰ —0·742 ⁰ | 0·741 ⁰ | 0·717 ⁰ |
| 9 | 2 „ | 10 | 0·736 ⁰ —0·742 ⁰ | 0·739 ⁰ | 0·720 ⁰ |
| 10 | po wznowieniu rozwoju
(après le commencement
du développement) | 20 | 0·554 ⁰ —0·680 ⁰ | 0·610 ⁰ | — |
| 11 | stadja późniejsze
(stades plus avancés) | 20 | 0·426 ⁰ —0·500 ⁰ | 0·441 ⁰ | — |
| 12 | „ | 10 | 0·702 ⁰ —0·729 ⁰ | 0·720 ⁰ | — |

Najwcześniejsze z pośród badanych, sześciogodzinne zarodki *Daphnia magna* wykazują ciśnienie osmotyczne $\Delta = 0\cdot240^0$, zaś u zarodków tegoż wieku, pochodzących z jej dzieworodnych, wynosi ono $\Delta = 0\cdot186^0$.

Widzimy więc, że liczby te są zbliżone, przyczem podkreślić należy, że ciśnienie osmotyczne zarodków, pochodzących z jaj

zapłodnionych, jest wyższe od ciśnienia osmotycznego zarodków tegoż stadjum, rozwijających się z jaj dzieworodnych.

Podobnie zbliżone do siebie są wartości ciśnienia osmotycznego w stadjach najpóźniejszych, morfologicznie do siebie podobnych. Zarodki z jaj zapłodnionych mają ciśnienie osmotyczne równe $\Delta = 0.720^{\circ}$, zaś zarodki z jaj dzieworodnych $\Delta = 0.739^{\circ}$.

Różnica, jaka zachodzi w zachowaniu się ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju obu rodzajów jaj, zaznacza się jedynie w okresie snu jaj zapłodnionych.

Wyniki otrzymane świadczą tedy, że u rozwielitek akt zapłodnienia nie wprowadza żadnych specjalnych czynników, wpływających na zmianę ciśnienia osmotycznego.

Jest to potwierdzenie poglądu, wypowiedzianego przeze mnie na podstawie doświadczeń przeprowadzonych na żabach i traszkach (Przyłęcki '17 i '17a), że nie należy zniżki ciśnienia osmotycznego na początku rozwoju, jak to błędnie przypuszczano (Backmann i Runnström '09 i Białaszewicz '12), przypisywać aktowi zapłodnienia. Przyczyną tej zniżki jest raczej działanie zmienionych czynników zewnętrznych (Przyłęcki '17, '17a).

Ciśnienie osmotyczne zarodków, pochodzących z jaj zapłodnionych *Daphnia pulex*, jak stwierdziłem powyżej, ulega zmianom w różnych kierunkach, zachodziło więc pytanie, co powoduje te zmiany.

Jak wynika z tabeli I, objętość zarodków zwiększa się w okresie badanym bardzo nieznacznie.

Pierwszy okres wzrostu występuje między 3 i 18 godziną rozwoju. Wówczas zarodek powiększa się o 8% swej objętości początkowej. Począwszy od 18 godziny aż do końca okresu snu, objętość zarodków nie ulega prawie żadnej zmianie. Przejściu zarodka w stan rozwoju towarzyszy nowe powiększenie się objętości, stanowiące 8.85% objętości początkowej.

Ponieważ przyrost objętości zarodka jest związany ze zniżką ciśnienia osmotycznego, tę ostatnią możnaby policzyć na karb pobrania wody.

Przypuszczenie to należało sprawdzić, gdyż nasuwały się również inne możliwości, jako to wydzielanie ciał osmotycznie

czynnych z zarodka bądź do periwitelinu, bądź na zewnątrz, lub też—zamiana ciał osmotycznie czynnych w mniej aktywne.

Jeżeli pierwsze przypuszczenie jest słuszne, to pobraniu wody towarzyszyć winno zwiększenie objętości zarodka, odpowiadające niższe ciśnienia osmotycznego. Z liczb moich wynika, że przez pobranie wody ciśnienie osmotyczne zmniejszyło się z $\Delta = 0.730^{\circ}$ do $\Delta = 0.660^{\circ}$, czyli niżka wywołana pobraniem wody wynosi $\Delta = 0.070^{\circ}$, t. j. 24.6% całkowitej niżki, jaka ma miejsce po wznowieniu rozwoju. Widzimy więc, że pobranie wody nie wystarcza do wytłumaczenia spadku ciśnienia.

Tabela I wykazuje, że objętość jaja (zarodek + periwitelin) w czasie powtórnego okresu rozwoju wzrasta o 32% początkowej objętości (jaja trzygodzinne). Przyrost ten jest znacznie większy od przyrostu objętości zarodka i tłumaczy się zwiększeniem ilości periwitelinu, które mogło spowodować niżkę ciśnienia osmotycznego zarodka do $\Delta = 0.561^{\circ}$.

Uwzględniając zmiany ciśnienia osmotycznego periwitelinu widzimy więc, że pewna część ciał osmotycznie czynnych z zarodka przeszła do periwitelinu. Wędrowka ta wywołała niżkę ciśnienia osmotycznego o $\Delta = 0.100^{\circ}$, t. j. o 34.5% obserwowanej niżki. Reszta niżki, około $\Delta = 0.110^{\circ}$, t. j. 38.6% może być spowodowana albo przez wydalanie z zarodka związków osmotycznie czynnych, albo przez zmiany chemiczne, które w nich zachodzą. Wobec małej przepuszczalności błony zarodkowej i błony jajowej dla ciał osmotycznie czynnych przypuszczać raczej należy, że najważniejszą w tym przypadku rolę odgrywać musi zamiana związków osmotycznie czynnych w związki o większej cząsteczce lub zamiana w połączenia osmotycznie nieczynne.

Białaszewicz ('08) wypowiedział przypuszczenie, że periwitelin zawiera związki osmotycznie czynne i tłumaczył rolę jego, jako cieczy łączącej różnicę między ciśnieniem osmotycznym zarodka a ciśnieniem środowiska. Hypoteza ta nie została dotąd wyzyskana dla badań eksperymentalnych. Jaja zapłodnione rozwielitek nadawały się do sprawdzenia słuszności powyższego przypuszczenia.

Oznaczenia ciśnienia osmotycznego periwitelinu potwierdziły w zupełności poglądy Białaszewicza. We wszystkich badanych stadkach periwitelin zawiera związki osmotycznie czynne,

przyczem jego ciśnienie osmotyczne jest stale niższe od ciśnienia w zarodku; ulega ono zmianom równoległe do zmian stężenia cząsteczkowego zarodków.

Na uwagę pozatem zasługuje równoczesność wstrzymania rozwoju z podniesieniem i wznowieniem z obniżeniem ciśnienia osmotycznego w zarodkach. Nasuwa się przypuszczenie, że wstrzymanie rozwoju wywołane jest nadmiernym wzrostem ciśnienia osmotycznego zarodków. Znajdujemy w dotychczasowej literaturze liczne fakty, przemawiające za powyższem przypuszczeniem.

Loeb ('92) wykazał, że roztwory hipertoniczne (stężona woda morska) wywołują zwolnienie a nawet zupełne wstrzymanie procesów regeneracji u *Tabularia*. Meck ('06) zauważył, że przepłukiwanie mięśni dwukrotnie stężonym roztworem Ringera wywołuje znaczne osłabienie ich kurczliwości. Herbst ('92), Driesch ('91), Hertwig O. ('95), Gurwitsch ('96), Wilson ('01), wreszcie Bataillon ('01) zwrócili uwagę na hamujący wpływ roztworów hipertonicznych na rozwój zarodków jeźowców i płazów, Bataillon ('01) wykazał, że roztwory hipertoniczne mogą zupełnie wstrzymać rozwój; wpływ taki wywiera na zarodki żaby np. 1% NaCl.

Nader ważne dla nas spostrzeżenia podał Ramult ('14), który wykazał, że 75-minutowe zarodki *Daphnia pulex*, pochodzące z jaj dzieworodnych, umieszczone z roztworze NaCl, począwszy od 0.2% ($\Delta = 0.12^\circ$), nie rozwijają się. Zarodki 5 — 15 godzinne znoszą działanie znacznie silniejszych roztworów, gdyż dopiero stężenia 1 — 1.5% NaCl ($\Delta = 0.589^\circ — 0.884^\circ$) wstrzymują rozwój. Wogóle im starsze zarodki, tem silniejszego trzeba użyć roztworu dla zupełnego wstrzymania ich rozwoju.

Streszczając — widzimy, że hipertonia środowiska wpływa hamująco na bardzo wiele procesów życiowych: regenerację, wzrost, kurczliwość i rozwój. Przekroczenie roztworu krytycznego wywołuje zawieszenie tych procesów, a wreszcie — śmierć ustroju. Wszystkie te fakty przemawiają za możliwością zatrzymania się rozwoju *Daphnia pulex* pod wpływem zwiększonego ciśnienia osmotycznego; pozostaje tylko pytanie, czy wysokość tego ciśnienia może spowodować wstrzymanie szybkości rozwoju

w tym stopniu, w jakim to stwierdzamy w zimowvch jajach rozwielitek.

Odpowiedź znajdujemy w wynikach pracy Ramułta ('14). Wykazał on, że stężenie cieczy równe $\Delta = 0.589^{\circ} - 0.884^{\circ}$, wywołuje zupełne wstrzymanie rozwoju zarodków 5 — 15 godzinnych. Ponieważ stadium morfologiczne snu odpowiada w przybliżeniu stadium 6-cio godzinnemu jaj dzieworodnych, stężenie roztworu hamującego rozwój zbliża się więcej do pierwszego; wnosić więc należy, że ciśnienie osmotyczne stadium snu ($\Delta = 0.735^{\circ}$) wystarcza w zupełności do zatrzymania rozwoju.

Na podstawie powyższych danych twierdzić możemy, że zatrzymanie rozwoju, jakie następuje po 60 godzinach rozwoju u zarodków, pochodzących z zapłodnionych jaj *Daphnia pulex* i *Daphnia magna*, spowodowane jest wytworzeniem wewnątrz zarodka związków osmotycznie czynnych, podnoszących ciśnienie do $\Delta = 0.735^{\circ}$, które stanowi górną granicę dla zarodków tego stadium.

Jak wynika z pracy Vollmera ('12), zahamowanie rozwoju, o którym mowa, następuje zwolna,—szybkość rozwoju maleje coraz bardziej. Stąd stadium snu, jakie występuje po 40—60 godzinnym okresie rozwoju, odpowiada bardzo wczesnemu stadium rozwoju zarodków dzieworodnych.

Równoległość, jaka zachodzi między zmniejszeniem się szybkości rozwoju a podniesieniem ciśnienia osmotycznego zarodków, wyraża się w tem, że im bardziej ciśnienie wzrasta, tem bardziej procesy życiowe zwalniają się i dochodzą do minimum w stadium spoczynkowem. Ponowne rozpoczęcie procesów rozwojowych jest związane z obniżeniem się ciśnienia osmotycznego zarodków, które umożliwia wznowienie dalszego rozwoju.

Jaka jest przyczyna zmian ciśnienia osmotycznego przed przejściem zarodków w stan snu i przed ponownem uruchomieniem procesów rozwojowych, nie wiemy. Zniżkę ciśnienia osmotycznego po okresie snu przypisać należy pewnym procesom przygotowawczym, które odbywają się w okresie wstrzymania rozwoju.

Pozostaje do wytłomaczenia zjawisko zwolnienia tempa rozwoju w okresie snu zimowego pod wpływem zwiększenia ciśnienia osmotycznego. Proces ten tłomaczono sobie przeważ-

nie odwadnianiem zarodków. W innym zupełnie świetle zjawisko to przedstawia się na podstawie niniejszej pracy.

Zatrzymaniu rozwoju nie towarzyszy bynajmniej zmniejszenie objętości, gdyż zarodek podczas zwyżki ciśnienia osmotycznego zmianie objętości nie ulega, o odwadnianiu przeto mowy być nie może: mamy więc fakt zatrzymania rozwoju bez odciągnięcia wody z ustroju.

Podniesieniu ciśnienia osmotycznego odpowiada zwiększenie ilości ciał chemicznie czynnych w jednostce objętości. Wytworza to zmiany szybkości procesów chemicznych, podlegających prawu działania mas. Być może, że przez to ulega zmianie stężenie jonów, tak ważne w działaniu fermentów, między innymi — fermentów oksydacyjnych. Zmiany te powodują prawdopodobnie znaczne zmniejszenie procesów oksydacyjnych, hamując pośrednio procesy rozwojowe.

STRESZCZENIE WYNIKÓW.

1. Błony „ephippium“ zachowują się jak błony półprzepuszczalne.

2. Ciśnienie osmotyczne w czasie rozwoju początkowego zarodków, które pochodzą z jaj zapłodnionych *Daphnia magna* i *Daphnia pulex*, ulega znacznym zmianom. Najmłodsze z zarodków badanych (3 — 6 g.) mają ciśnienie najniższe, następnie wzrasta ono stopniowo, dochodząc do wartości spoczynkowej, którą osiąga coraz powolniej po upływie 36 — 72 godzin. Na okres najwyższego ciśnienia osmotycznego (od 72 godz. do 2 — 4 miesięcy) przypada wstrzymanie procesów rozwojowych w zarodku. Po wznowieniu rozwoju ciśnienie osmotyczne opada o 33% ciśnienia osmotycznego charakterystycznego dla okresu snu. Po tym spadku następuje nowy okres podnoszenia się ciśnienia osmotycznego.

3. Ciśnienie osmotyczne stadjów najwcześniejszych (3—6 g.) u zarodków, pochodzących z jaj dzieworodnych i z jaj zapłodnionych, jest bardzo zbliżone. Świadczy to, że u rozwielitek akt zapłodnienia nie wprowadza żadnych specjalnych czynników, wpływających na zmianę ciśnienia osmotycznego.

4. Zmniejszenie ciśnienia osmotycznego, występujące po okresie snu, wywołane jest: pobraniem wody (24,6% całkowitej

zmiany) i wydzieleniem ciał osmotycznie czynnych do periwitelinu (34·5%).

Reszta zmiany (38·6%) może być spowodowana bądź wydalaniem związków osmotycznie czynnych na zewnątrz jaja, bądź też zamianą ich na związki o większej cząsteczce.

5. Periwitelin, otaczający zarodki, zawiera związki osmotycznie czynne; jego ciśnienie osmotyczne jest stale niższe od ciśnienia zarodków i ulega zmianom równoległe do zmian stężenia cząsteczkowego zarodków. Potwierdza to hipotezę Białaszewicza ('08).

6. Zatrzymanie rozwoju po 60 godzinnym okresie spowodowane jest wytworzeniem wewnątrz zarodka związków osmotycznie czynnych, podnoszących ciśnienie osmotyczne do $\Delta = 0\cdot735^{\circ}$, które stanowi górną granicę osmotyczną rozwoju.

7. Ponowne rozpoczęcie rozwoju związane jest z obniżeniem się ciśnienia osmotycznego.

8. Zatrzymanie rozwoju zachodzi bez odciągnięcia wody z ustroju.

R É S U M É.

1-o Les membranes d'ephippium se comportent comme des membranes semipérmeables.

2-o La pression osmotique des embryons, provenant d'oeufs fécondés des Cladocères *Daphnia pulex* et *Daphnia magna* subit des variations notables (tableaux I et II). Les embryons les moins avancés dans leur développement ont la pression minimum ($\Delta = 0.247^{\circ}$ pour *Daphnia pulex* 3 heures de développement et $\Delta = 0.240^{\circ}$ pour *Daphnia magna* 6 heures de développement). La pression croit ensuite sans cesse, mais avec une vitesse décroissante pour arriver après 30 — 60 heures de développement jusqu'à $\Delta = 0.734^{\circ} - 0.740^{\circ}$.

A la période de la pression maximum depuis 72 heure jusqu'à 2 — 4 mois correspond un arrêt du développement.

Une fois le sommeil d'hiver fini et le développement recommencé, la pression osmotique s'abaisse de 33%, pour monter ensuite parallèlement avec le développement.

3-o La pression osmotique des stades les plus jeunes (3 — 6 h.) des embryons, provenant d'oeufs parthénogénétiques ou fécondés, ne diffère que fort peu, ce qui prouve que l'acte de la fécondation n'est pas chez les Cladocères la cause de l'abaissement de la pression osmotique au commencement du développement.

4-o L'abaissement de la pression osmotique au moment ou le développement des embryons recommence provient: 1) de l'absorption d'eau (24.6% de l'abaissement total), 2) de l'excrétion de substances osmotiques dans le liquide perivitellin (34.5%). Le reste de l'abaissement (38.6%) provient probablement de l'expulsion de substances osmotiquement actives à l'extérieur de l'oeuf, ou bien du changement de ces substances en corps moins actifs.

5-o Le perivitellin renferme toujours des corps osmotiques. Sa pression osmotique, qui est moins grande que celle des embryons, change parallèlement aux changements de la pression osmotique des embryons.

6-o L'arrêt du développement qui a lieu à peu près 60 h. après la fécondation provient d'une production de corps osmotiques à l'intérieur de l'organisme. L'augmentation de la pression osmotique jusqu'à $\Delta = 0.734^{\circ} - 0.740^{\circ}$ est la cause de l'arrêt du développement.

7-o L'arrêt du développement n'est pas accompagné d'une deshydratation des embryons.

PIŚMIENNICTWO.

- Backmann E. L. 1912. Die Einwirkung der Befruchtung auf den osmotischen Druck der Eier von *Bufo vulgaris* und *Triton cristatus*, Arch. f. ges. Physiol. **148**.
- Backmann E. L. und Runnström. 1909. Der osmotische Druck während der Embryonalentwicklung von *Rana temporaria*. Arch. f. ges. Physiol. **144**.
- Backmann E. L. und Sundberg. 1909. Der osmotische Druck bei *Rana temporaria* während der Entwicklung nach dem Ausschlüpfen der Embryonen. Arch. f. ges. Physiol. **146**.
- Bataillon E. 1901. La pression osmotique et les grands problèmes de la biologie. Arch. f. Entw. Mech. **11**.
- Białaszewicz K. 1908. Beiträge zur Kenntniss der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie.
- Białaszewicz K. 1912. Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Hühner—u. Froschembryonen. Vorl. Mitt. Bull. int. de l'Acad. des Sc. de Cracovie.
- Białaszewicz K. 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbeltierembryonen. T. I u. II. Versuche an Hühner—u. Froschembryonen. Arch. f. Entw. Mech. **34**.
- Bogucki M. 1921. Badania nad dzieworódtwem sztucznem jaj żaby płowej. Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego **1**, № 2.
- Driesch H. 1891. Entwicklungsmechanische Studien. Zeitschr. f. wiss. Zoologie **53**.
- Gurwitsch A. 1896. Über die formative Wirkung des veränderten chemischen Mediums auf die embryonale Entwicklung. Arch. f. Entw. Mech. **3**.
- Hertwig O. 1895. Beiträge zur experimentellen Morphologie u. Entwicklungsgeschichte. Arch. f. mikr. Anat. **44**.
- Herbst C. 1892. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Tiere. Zeitschr. f. wiss. Zoologie **55**.
- Loeb J. 1892. Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere. Organbildung u. Wachstum. Würzburg.
- Meck W. J. 1906. The influence of osmotic pressure on the irritability of skeletal muscle. Amer. Journ. of Physiol. **17**.
- Przyłęcki St. J. 1917. Spadek ciśnienia osmotycznego i rola periwitelinu w jajach płazów. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. **10**.
- Przyłęcki St. J. 1917-a. Warunki powstawania periwitelinu w jajach niezapłodnionych żaby płowej. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.

- Przyłęcki St. J. 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek. Prace Zakł. Fizjol. Inst. im. M. Nenckiego 1, № 4.
- Ramułt M. 1914. Badania nad warunkami rozwoju jaj letnich *Daphnia magna* i innych rozwielitek. Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie.
- Vollmer C. 1912. Zur Entwicklung der Cladoceren aus dem Dauerei. Zeitschr. f. wiss. Zool. 102.
- Wilson E. B. 1901. Experimental studies in cytology. Arch. f. Entw. Mech. 13.
-

Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).
Tom I (1921) № 11.

Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut M. Nencki
(Société des Sciences de Varsovie).
Tome I (1921) № 11.

K. BIAŁASZEWICZ i M. MINCÓWNA.

**O przemianie tłuszczowej i azotowej we
wczesnym rozwoju żaby ¹⁾.**

(Sur le métabolisme des principes gras et azotés aux premiers stades du développement de la grenouille).

W literaturze, dotyczącej procesów przemiany materji w rozwoju embrjonalnym zwierząt, istnieje cały szereg badań podstawowych, przeprowadzonych głównie nad zarodkami ptaków. Inne grupy zwierzęce, zwłaszcza bezowodniowce, są poznane w tym kierunku bardzo niedostatecznie z powodu zarówno mniejszej dostępności materiału, jak i — trudności stosowania metod chemicznych.

Tem się tłumaczy, że o przekształceniach, jakim ulegają najważniejsze z punktu widzenia teoretycznego składniki zarodków, t. j. białka, wiadomo tak niewiele. U owodniowców trudności w zbieraniu ilościowym ostatecznych produktów przemiany azotowej sprawiły, iż o udziale zapasów białkowych jaja w procesach rozpadowych miano wyobrażenie nieściśle, które zostało sprostowane dopiero w czasach ostatnich (Sznerówna '21). Jaja bezowodniowców a zwłaszcza — płazów jajorodnych stanowią w tym kierunku materiał o tyle odpowiedniejszy, że azot wydalinowy może być dokładnie zebrany i — dzięki zastosowaniu metod mikroanalitycznych — oznaczony z wymaganym stopniem ścisłości.

¹⁾ Praca niniejsza została zakończona na wiosnę roku 1917. — Komunikat zgłoszony na posiedzeniu III Wydziału Towarzystwa Naukowego Warszawskiego w dniu 26 czerwca 1919 roku.

Niestety, jaja żaby, jako holoblastyczne, uniemożliwiają oddzielenie białka przyswojonego od zapasów białkowych jaja, co z łatwością skuteczniamy w jajach ptasich — klasycznym obiekcie dotychczasowych badań embrjochemicznych.

Z powodów powyższych byliśmy zmuszeni ograniczyć się do poszukiwań nad procesami rozpadowymi związków azotowych i nad stosunkiem ich do zapasowych substancyj tłuszczowatych, uważanych za główny materiał energetyczny przekształceń morfogenetycznych, które zachodzą w czasie rozwoju zarodkowego zwierząt.

Doświadczenia poszczególne, w których wykonywano serje analiz bądź wydaliny, bądź też zarodków, były przeprowadzone na osobnikach, pochodzących z jednoczesnego zapłodnienia jaj jednej samicy.

Jaja żaby (*Rana fusca vel temporaria*) w kilka minut po zwilżeniu nasieniem przenoszono do wody destylowanej, w której otoczka galaretowa nabiera konsystencji, ułatwiającej jej usunięcie. Bródkujące jaja wraz z pozostałą błoną żółtkową, którą zwłaszcza w stadjach początkowych trudno usunąć bez uszkodzenia zarodków, przenoszono po upływie kilku godzin po zapłodnieniu do naczyń ze stałą ilością (100—200 cm³) wody wodociągowej, w której odbywał się dalszy rozwój; wodę w kulturach zmieniano często (przynajmniej raz na dobę) i za każdym razem starannie usuwano wszelkie części stałe, mogące służyć za pokarm (porzucone po wykluciu błony żółtkowe, powolniej poruszające się lub obumarłe osobniki). Pomimo, że na tę ostatnią okoliczność była zwrócona szeregowa uwaga, niepodobna było w pewnych doświadczeniach zupełnie wykluczyć możliwości częściowego odżywiania się, zwłaszcza w daleko posuniętym głodzie; z tego powodu ostatnie serjalne analizy mogą budzić pewne wątpliwości.

Co pewien czas wyjmowano z kultur dla wykonania analizy określoną, zależnie od metody, liczbę osobników, zaś wodę, zawierającą wydaliny, zbierano w kolbach miarowych, z których — po uzupełnieniu wodą wodociągową — brano próbki do analiz.

Konieczność operowania materiałem jednolitym, pochodzącym z jednego miotu i bardzo ograniczonym ilościowo (900—2000 jaj z jednej samicy), zniechęciła nas do posługiwania się w większości przypadków metodami mikroanalizy, które jednak często wymagają wielu analiz równoległych.

Substancję suchą oznaczano zwykłą metodą, doprowadzając zarodki do wagi stałej w suszarce próżniowej o t. 40° w obecności chlorku wapnia.

W analizach kwasów tłuszczowych stosowano dwie metody: zwykłą wagową metodę według Kumagawa-Suto (Kumagawa '11), która wymagała po kilkaset osobników do jednej analizy, i miareczkową metodę Banga ('16, str. 48), w której dla jednego oznaczenia wystarcza znacznie mniejsza liczba (5—20) zarodków. W tej ostatniej kwasy tłuszczowe, wyciągnięte i zmydlone według przepisu autora, strącaliśmy roztworem CaCl₂ (5,9 cm³ n/10 CaCl₂ rozcieńczone wodą destylowaną do 1000 cm³, z dodatkiem 13 g.

NaCl), którego nadmiar odmiareczkowaliśmy [roztworem $n_{/1000}$ oleinjanu sodu aż do momentu zjawiania się przy silnem wstrząsaniu piany, trwalej w ciągu pięciu minut. Wyniki analiz, wykonanych tą metodą, zostały w tabelach wyrażone w cm^3 roztworu CaCl_2 , zużytego do całkowitego wytrącenia mydeł wapniowych.

W oznaczeniach mikroanalitycznych azotu całkowitego zarodki lub wydaliny (te ostatnie po odparowaniu) spalano w obecności 1 cm^3 kwasu siarkowego z dodatkiem przepisanych ilości siarczanu potasu i siarczanu miedzi i po zalkalizowaniu ługiem sodowym (pozbawionym węglanów) oddestylowano amonjak w aparacie Pilcha do $n_{/70}$ H_2SO_4 . Amonjak w destylacie oznaczano, miareczkując nadmiar kwasu ługiem $n_{/70}$ (metoda Pilcha '11) albo tiosiarczanem (metoda Banga '16, str. 15 i nast.), lub też — kolorymetrycznie (w kolorymetryze Lummer-Brodhuns'a), po dodaniu do destylatu odczynnika Nesslerera. Tą ostatnią metodą posługiwano się w oznaczeniach azotu amonjakalnego w wydalinach, dodając do nich wprost odczynnika Nesslerera.

Oznaczenia glikogenu metodą mikroanalityczną, wzorowaną na metodzie klasycznej Pflügera (por. Przyłęcki '18), nie dały pożądaných rezultatów z powodu trudności w otrzymaniu strątu, dającego się odwirować po zadaniu hydrolizatu alkoholem.

Jak należało przewidywać na podstawie badań Białasze-wicza i Błędowskiego '15), którzy stwierdzili, że z chwilą uruchomienia procesów rozwojowych zużycie tlenu przez zarodki żaby stale wzrasta, straty części stałych w zarodkach zwiększają się coraz bardziej w miarę postępu rozwoju. Tak np. w jednym doświadczeniu, podanem w tab. I, zużycie substancji suchej w stu osobnikach od momentu zapłodnienia do chwili wyklucia się zarodków (0—68 godziny rozwoju w temperaturze 20°) wynosi dziennie średnio 2.54 mg, w czasie następnych czterech dni — 3.42 mg., wreszeię — 4.24 mg w okresie końcowym, w którym zaczęły występować w kulturze zjawiska daleko posuniętego głodu; po upływie całego okresu doświadczalnego, trwającego około jedenastu dni, zawartość substancji suchej uległa zmniejszeniu do 73% ilości w jajku zapłodnionem.

Dwa okresy rozwoju żaby: właściwy z a r o d k o w y, w którym kształtują się zawiązki najważniejszych narządów, kończący się z chwilą porzucenia błon jajowych, i następny, rozpoczynający się w tym momencie okres larwalny, różnią się od siebie nie tylko pod względem kształtotwórczym i ekologicznym, lecz również posiadają odrębny charakter przemiany materji.

W okresie rozwoju zarodkowego, w którym procesy przyswajania i organizowania materji żywej odbywają się wyłącznie

TABELA I.

Zmiany zawartości substancji suchej w zarodkach.
(Changements de la teneur des embryons en substance sèche).

Rozwój w temp. 20° C. (Le développement a eu lieu dans la temp. de 20° C).

| Nr. porządkowy oznaczenia.
(Nr. de l'analyse). | Czas od zapłodnienia.
(Temps écoulé depuis la fécondation). | Substancja sucha w zarodkach
(Substance sèche des embryons) | | | |
|---|--|--|--|---|---|
| | | Liczba zarodków w oznaczeniu
(Nombre d'embryons analysés) | Ilość substancji suchej w 100 zarodkach
(Teneur de 100 embryons en substance sèche) | Dzienna strata substancji suchej w 100 zarodkach
(Perte en substance sèche de 100 embryons en 24 h.) | Względna ilość substancji suchej w zarodkach.
(Teneur en substance sèche en % de la substance sèche de l'oeuf) |
| | h | | mg | mg | ‰ |
| 1 | 0 | 50 | 139·0 | | 100·0 |
| 2 | 68 | 50 | 131·8 | 2·54 | 94·8 |
| 3 | 165 | 50 | 118·0 | 3·42 | 84·9 |
| 4 | 259 | 50 | 101·4 | 4·24 | 73·0 |

kosztem materiałów zapasowych jaja, zaś przyrost objętości zarodków jest skutkiem absorpcji wody (Davenport '97, Schaper '02, Białaszewicz '08), straty substancji suchej są bardzo nieznaczne. Tabela II, zawierająca wyniki siedmiu seryj oznaczeń substancji suchej na początku i w końcu rozwoju zarodkowego, stwierdza, że zużycie substancji suchej w całym tym okresie wynosi od 6·0 do 9·6 mg w stu osobnikach, co stanowi 4·8—7·6% strat; średnio — 7·6 mg i 5·6%. Pod względem zużycia zapasów rozwój zarodkowy żaby można zaliczyć do kategorii procesów morfogenetycznych, przebiegających bardzo ekonomicznie. Można go postawić pod tym względem obok rozwoju pstrąga, którego zarodki tracą w okresie od zapłodnienia aż do wyklucia zaledwie 2·6% substancji suchej (Tangl i Farkas '04) i w jednym—do pewnego stopnia—szeregu z rozwojem zarodków ryby *Fundulus*, które wykazują straty około 12% (Glaser 12). Rozwój zarodkowy innych zwierząt, badanych w tym kierunku, przebiega ze znacznie większym zużyciem części stałych, które u jedwabnika

TABELA II.

Straty substancji suchej w okresie rozwoju zarodkowego.

(Pertes en substance sèche durant le développement embryonnaire).

| Nr. doświadczenia
(Nr. de l'expérience) | Stadja brózdkiowania
(Stades de la segmentation) | | Moment wyklucia
(Moment de l'éclosion) | | | | | Straty substancji suchej w czasie rozwoju zarodkowego
(Pertes en substance sèche durant le développement embryonnaire) | |
|--|---|--|--|---|---|--|--------------------------------------|---|--|
| | Liczba zarodków w oznaczeniach równoległych
(Nombre d'embryons dans les analyses parallèles) | Zawartość substancji suchej w 100 zarodkach
(Teneur de 100 embryons en substance sèche) | Temperatura w której odbywał się rozwój
(Temperature durant le développement) | Czas trwania rozwoju do wyklucia
(Durée du développement jusqu'à l'éclosion) | Liczba zarodków w oznaczeniach równoległych
(Nombre d'embryons dans les analyses parallèles) | Zawartość substancji suchej w 100 zarodkach
(Teneur de 100 embryons en substance sèche) | w 100 zarodkach
(de 100 embryons) | w odsetkach zawartości początkowej
(en % de la quantité initiale) | |
| | mg | mg | | h | | mg | mg | % | |
| 10 | 50 | 139.0 | 20° | 68 | 50 | 131.8 | 7.2 | 5.2 | |
| 12 | 50 | 125.4 | 15° | 120 | 50 | 119.4 | 6.0 | 4.8 | |
| 14 | 50 | 118.8 | 13° | 172 | 50 | 109.8 | 9.0 | 7.6 | |
| 20 | 50 | 167.8 | t. pokoj. | 96 | 50 | 158.2 | 9.6 | 5.7 | |
| 21 | 50 | 103.0 | " | 78 | 50 | 96.8 | 6.2 | 6.0 | |
| 22 | 50 | 174.4 | " | 100 | 50 | 166.2 | 8.2 | 5.3 | |
| 23 | 50 | 141.2 | " | 90 | 50 | 134.4 | 6.8 | 4.8 | |
| Średnio: | | | | | | | 7.6 mg | 5.6% | |

wynosi 15—17% (Tichomiroff '85, Farkas '03), zaś u kury—18% (Liebermann '88, Tangl '02, '08).

Opierając się na powyższych badaniach, odnoszących się zwłaszcza do zarodków ptaków (Liebermann '88, Tangl '02, '08, Bohr i Hasselbalch '03) i owadów (Kellner '84) i—na wynikach poszukiwań Białaszewicza i Błędowskiego '15), którzy stwierdzili bardzo niski współczynnik odde-

chowy w początkowych stadjach rozwoju żaby, należało spodziewać się, że w stratach części stałych w rozwoju zarodkowym żaby główny udział przypada na tłuszcze.

Nasze oznaczenia kwasów tłuszczowych w tych dwu momentach, t. j. po zapłodnieniu i w chwili wyklucia, były wykonywane dwiema metodami (tab. III i IV). Cztery doświadczenia (tab. III), w których posługiwano się metodą wagową Kumagawy

TABELA III.

Zmiany zawartości kwasów tłuszczowych w okresie rozwoju zarodkowego.

Rozwój w temperaturze pokojowej 14—16° C. Oznaczenie kwasów tłuszczowych metodą Kumagawa-Suto ('11).

| Nr. doświadczenia
(Nr. de l'experience) | Stadja bródkowania
(Stades de la segmentation) | | Moment wyklucia
(Moment de l'éclosion) | | | | |
|--|--|--|---|--|--|---|---|
| | Liczba zarodków w oznaczeniu
(Nombre d'embryons analysés) | Zawartość kwasów tłuszczowych w 100 zarodkach
(Teneur de 100 embryons en acides gras) | Czas trwania rozwoju zarodkowego
(Durée du développement embryonnaire) | Liczba zarodków w oznaczeniu
(Nombre d'embryons analysés) | Zawartość kwasów tłuszczowych w 100 zarodkach
(Teneur de 100 embryons en acides gras) | Zmiany zawartości kwasów tłuszczowych w czasie rozwoju zarodkowego
(Variations de la quantité d'acides gras durant le développement) | |
| | | | | | | w 100 zarodkach
(dans 100 embryons) | w odsetkach zawartości początkowej
(% de la quantité initiale) |
| | mg | h | | mg | mg | % | |
| 15 | 500 | 32.2 | 150 | 340 | 32.7 | + 0.5 | + 1.5 |
| 16 | 600 | 33.0 | 125 | 1100 | 32.1 | - 0.9 | - 2.7 |
| 17 | 590 | 35.7 | 130 | 500 | 38.4 | + 2.7 | + 7.6 |
| 18 | 400 | 29.9 | — | — | — | — | — |
| 19 | 400 | 31.9 | 179 | 540 | 31.3 | - 0.6 | - 1.9 |

(Changements de la teneur en acides gras durant le développement embryonnaire.

Le développement a eu lieu dans la température de 20° C. Dosage des acides gras par la méthode de Kumagawa-Suto '11).

i Suty ¹⁾, dowodzą, że w końcu rozwoju zarodkowego ilość kwasów tłuszczowych jest prawie ta sama, co na początku: różnice w wynikach analiz są zarówno dodatnie jak i odjemne, w ogólnym natomiast wyniku wypada nieznaczny, wynoszący zaledwie 1·2%, przyrost zawartości kwasów tłuszczowych w całym okresie rozwoju zarodkowego ²⁾.

Oznaczenia kwasów tłuszczowych metodą mikroanalityczną Banga '16, (por. tab. IV) dają zasadniczo ten sam rezultat z tą jednak różnicą, że nadmiar chlorku wapnia, zużytego na zmydlenie kwasów tłuszczowych, wyekstrahowanych z zarodków, jest stosunkowo znacznie większy w końcu rozwoju zarodkowego, niż na początku: wskazywałoby to na możliwość przekształceń kwasów tłuszczowych w kierunku zwiększania się liczby grup karboksylowych.

Z doświadczeń nad zachowaniem się kwasów tłuszczowych wynika zatem, że substancje te w procesach rozwoju zarodkowego, nie posiadają znaczenia materiału zapasowego przemian enegetycznych, gdyż w tym okresie ogólna masa kwasów tłuszczowych w zarodkach nie ulega zmniejszeniu.

Największe straty w okresie rozwoju zarodkowego przypadają na związki azotowe, które ulegają rozpadowi od pierwszych chwil rozwoju.

Celem ustalenia udziału tych związków w przemianie zostały przeprowadzone serje doświadczeń dwojakiego rodzaju: w jednych z nich oznaczano w różnych momentach rozwoju azot całkowity w zarodkach (tab. V, VI, VII i VIII), w innych natomiast mierzono produkcję azotu, analizując w odstępach 1—2 dniowych wodę z kultur, zawierającą produkty przemiany materji.

Udziału zapasowych związków azotowych w rozwoju dowodzą przede wszystkim serje oznaczeń azotu w zarodkach (tab. V): stwierdzają one wszystkie, w liczbie siedmiu, znacznie mniejszą zawartość azotu w osobnikach wykluwających się w porównaniu

¹⁾ W analizach tłuszczów była nam pomocna p. S. Librachówna.

²⁾ Rezultat ten jest naogół zgodny z wynikami pracy Parnasa i Krasieńskiej (str. 126), ogłoszonej w roku bieżącym; o ile nam wiadomo, żaden z poprzednich autorów, którzy zajmowali się rozwojem początkowym zarodków żaby z punktu widzenia chemicznego, nie stwierdził zużycia i nie obserwował przyrostu tłuszczu.

TABELA IV.

Zmiany zawartości kwasów tłuszczowych w okresie rozwoju zarodkowego.

Oznaczenia kwasów tłuszczowych metodą Banga ('16).

| Nr. doświadczenia
(Nr. de l'expérience) | Stadja początkowe rozwoju
(Stades primaires du développement) | | | Moment wyklucia
(Moment de l'éclosion) | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | Liczba zarodków w oznaczeniach
(Nombre d'embryons analysés) | Ilość cm ³ CaCl ₂ , zużyta dla zmydlenia kwasów tłuszczowych w 100 zarodkach
(Quantité de cm ³ de CaCl ₂ employée pour la saponification des acides gras de 100 embryons) | Temperatura w której odbywał się rozwój
(Temperature durant le développement) | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | Liczba zarodków w oznaczeniach
(Nombre d'embryons analysés) | Ilość cm ³ CaCl ₂ , zużyta dla zmydlenia kwasów tłuszczowych w 100 zarodkach
(Quantité de cm ³ de CaCl ₂ employée pour la saponification des acides gras de 100 embryons) | Zmiany zawartości kwasów tłuszczowych w czasie rozwoju zarodkowego
(Variations de la quantité des acides gras durant le développement embryonnaire) |
| h | | cm ³ | °C | h | | mg | w 100 zarodkach
(dans les 100 embryons) | w odsetkach zawartości początkowej
(% de la quantité initiale) |
| 1(B) | 24 | 10 | 34·6 | 20° | 73 | 12 | 34·5 | — 0·1 — 0·3 |
| 2(B) | 3 | 10 | 50·7 | 20° | 72 | 12 | 51·7 | + 1·0 + 2·0 |
| 5 | 8 | 10 | 42·0 | 20° | 74 | 10 | 47·8 | + 5·8 + 13·8 |
| 7 | 24 | 15 | 36·6 | 20° | 96 | 15 | 47·6 | + 11·0 + 30·0 |

(Changements de la teneur en acides gras durant le développement embryonnaire.

Dosage des acides gras par la méthode de Bang '16).

z zarodkami, znajdująceni się w pierwszych stadjach bródkowania. Wysokość strat azotu w różnych doświadczeniach, przeprowadzonych na zarodkach, które pochodziły od różnych samic, jest dosyć rozbieżna: odnośne wartości wahają się w granicach od 8·86 do 1·52 mg, średnio wynoszą one dla całego okresu zarodkowego 1·2 mg azotu na sto zarodków, co wynosi około 9% całkowitej zawartości azotu w zarodkach rozpoczynających rozwój. Przeliczając azot na białko, otrzymalibyśmy średnio 7·5 mg białka rozłożonego, czyli ilość, która w przybliżeniu pokrywa ujawnione w tymże czasie straty substancji suchej (7·6 mg — por. tab. III).

TABELA V.

Straty azotu w okresie rozwoju zarodkowego.

Oznaczenie azotu w zarodkach metodą mikroanalityczną według Pilcha '11 (№№ 2—7) i według Banga '16 (№№ 8—14).

| Nr. doświadczenia
(Nr. de l'expérience) | Stadja brózdowania
(Stades de la segmentation) | | Moment wyklucia
(Moment de l'éclosion) | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|--|---|---|
| | Liczba zarodków w oznaczeniach równoległych
(Nombre d'embryons dans les dosages parallèles) | Zawartość azotu w stu zarodkach
(Teneur de 100 embryons en azote) | Temperatura w której odbywał się rozwój
(Temperature durant le développement) | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | Liczba zarodków w oznaczeniach równoległych
(Nombre d'embryons dans les analyses parallèles) | Zawartość azotu w stu zarodkach
(Teneur de 100 embryons en azote) | Straty azotu w czasie rozwoju zarodkowego
(Pertes en azote durant le développement embryonnaire) | |
| | | | | | | | w stu zarodkach
(dans les 100 embryons) | w procentach zawartości początkowej
(en % de la quantité initiale) |
| | mg | °C | h | mg | mg | % | | |
| 2 | 5 | 14·05 | 20° | 72 | 5 | 13·04 | 1·01 | 7·2 |
| 3 | 5 | 11·04 | 20° | 66 | 5 | 10·03 | 1·01 | 9·1 |
| 6 | 5 | 13·36 | 20° | 94 | 5 | 12·27 | 1·09 | 8·1 |
| 7 | 5 | 12·65 | 20° | 72 | 5 | 11·16 | 1·49 | 11·8 |
| 8 | 15 | 12·35 | 20° | 71 | 10 | 10·83 | 1·52 | 12·3 |
| 10 | 10 | 15·93 | 20° | 68 | 10 | 14·59 | 1·34 | 8·4 |
| 14 | 10 | 12·65 | 13° | 172 | 10 | 11·79 | 0·86 | 6·8 |
| | | | | | | | 1·19 mg | 9·1% |

(Pertes en azote durant le développement embryonnaire.

Dosage de l'azote d'après la méthode microanalytique de Pilch '11 (№№ 2—7) et de Bang '16 (№№ 8—14).

Jak wynika z badań Białaszewicza i Błęadowskiego ('15, tab. IX i X), sto zarodków żaby zużywa w ciągu całego okresu (80 godzin) rozwoju embrjonalnego od 2·52 do 2·96 cm³ tlenu. Tej ilości odpowiada w naszych doświadczeniach 7·5 mg białka, ulegającego rozpadowi w tymże czasie: czyli na jeden miligram zużytego białka przypada 0·36—0·39 cm³ tlenu, pobranego przez zarodki. Świadczy to o bardzo powierzchownej

oksydacji związków białkowych, które w przemianie materji zwierząt stałocięplnych rozpadają się z zużyciem znacznie większych ilości tlenu (1 mg białka zużywa około $0.97 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$; por. Loewy '11, str. 156).

Jakkolwiek bądź tłomaczylibyśmy chemizm rozpadu cząsteczki białkowej i wydajność energetyczną tego procesu, nie ulega wątpliwości, że w czasie rozwoju zarodkowego żaby substancje białkowe biorą bardzo żywy udział w procesach rozpadowych.

W następnej fazie rozwoju, t. j. w okresie larwalnym, jakość i ilość ulegających rozpadowi substancyj zapasowych zmienia się zasadniczo.

Zaraz po wykluciu — po upływie trzech dni rozwoju w t. 20°C — zawartość kwasów tłuszczowych w zarodkach zaczyna zmniejszać się. W doświadczeniu siódmym (tab. VI), w okresie między 96-tą a 140-tą godziną rozwoju, dobowe zużycie kwasów tłuszczowych przez sto osobników wyraża się w ilości 2 cm^3 roztworu CaCl_2 , zaś w pozostałym okresie doświadczalnym, kończącym się 284-tą godziną rozwoju, wzrasta ono więcej niż dwukrotnie.

Zarodki zatem zaczynają zużytkowywać tłuszcze, nagromadzone w komórce jajowej dopiero po zrealizowaniu najważniejszych procesów morfogenetycznych; w tym momencie, przypadającym na początek samodzielnego życia kijanek, tłuszcze zyskują rolę coraz bardziej dominującą w przemianie materji, wobec — zwolna zmniejszającej się szybkości rozpadu związków azotowych (por. tab. III i rysunek). Wyraźne przesunięcie się stosunku tych składników w zarodkach na niekorzyść kwasów tłuszczowych występuje zwłaszcza w końcowych analizach serji doświadczalnej, po zaniku skrzel zewnętrznych, w stanie daleko posuniętego głodu, który prowadzi do wyczerpania prawie połowy zapasów azotowych jajka (dośw. № 7, tab. VI).

Również i w natężeniu rozpadu związków azotowych zachodzi różnica między zarodkowym a larwalnym okresem rozwoju żaby. Jak wynika z trzech poniżej przytoczonych doświadczeń (tab. VII, VIII i IX), produkcja azotu wzrasta zaraz po wykluciu się zarodków bardzo wybitnie (do 100—130 godziny), wykazując następnie (do 200—250 godziny) spadek do poziomu (0.6 — 0.8 mg N przez sto zarodków na dobę), z pewną jednak tendencją ku

TABELA VI.

Stosunek kwasów tłuszczowych do azotu w zarodkach w czasie rozwoju.

Rozwój w temp. 20° C. Oznaczenia azotu metodą Pilcha ('11), kwasów tłuszczowych metodą Banga ('16).

| Nr. doświadczenia
(Nr. de l'expérience) | Czas ubiegły od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | A z o t
(A z o t e) | | Kwasy tłuszczowe
(Acides gras) | | Stosunek kwasów tłuszczowych (cm ³ CaCl ₂) do azotu (mg) w zarodkach

(Rapport entre la quantité d'acides gras (cm ³ CaCl ₂) et la quantité d'azote (mg) dans les embryons) |
|--|--|--|--|---|---|---|
| | | Liczba zarodków w oznaczeniach
(Nombre d'embryons analysés) | Zawartość azotu w stu zarodkach
(Teneur de 100 embryons en azote) | Liczba zarodków w oznaczeniach
(Nombre d'embryons dans les analyses) | Ilość cm ³ CaCl ₂ zmydlająca kwasy tłuszczowe w stu zarodkach
(Quantité de cm ³ de CaCl ₂ employée pour la saponification des acides gras de 100 embryons) | |
| | h | | mg | | mg | |
| 2 | 0 | 5 | 14.05 | 10 | 50.7 | 3.61 |
| | 72 | 5 | 13.04 | 12 | 51.7 | 3.96 |
| | 143 | 5 | 11.40 | 12 | 46.4 | 4.07 |
| | 239 | 5 | 10.00 | 10 | 28.6 | 2.86 |
| 7 | 24 | 5 | 12.65 | 15 | 36.0 | 2.90 (?) |
| | 96 | 5 | 11.16 | 15 | 47.6 | 4.26 |
| | 140 | 5 | 10.66 | 15 | 44.0 | 4.13 |
| | 164 | 5 | 9.59 | 15 | 33.5 | 3.49 |
| | 284 | 5 | 6.49 | 15 | 16.2 | 2.50 |

(Rapport entre la quantité d'acides gras et la quantité d'azote dans les embryons durant le développement. Dosage de l'azote d'après la méthode de Pilch ('11) et des acides gras—d'après Bang '16).

zniżce, zwłaszcza w końcowych stadjach głodu. Ustalenie się szybkości rozpadu związków azotowych przypada w okresie, w którym straty tłuszczów są największe (por. rysunek, krzywe 1 N, 2 N, 7 N, i T).

Z porównania przebiegu krzywych produkcji azotu i natężenia procesów oddechowych (por. rysunek) wynika, że inten-

TABELA VII.

Produkcja azotu w czasie rozwoju.

Doświadczenie № 7. Początek doświadczenia w stadium gastruli. Rozwój w temp. 20°C, w wodzie destylowanej. Oznaczenia azotu: w zarodkach — metodą Pilcha ('11), w wydalinach — po spaleniu kolorymetrycznie z odznikiem Nesslera.

| Nr. porządkowy oznaczenia
(Nr. de l'analyse) | Azot w wydalinach
(Azote des excréta) | | | | | Azot w zarodkach
(Azote des embryons) | | |
|--|--|--|--|---|--|--|---|--|
| | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | Czas trwania produkcji azotuj
(Durée de l'excretion de l'azote) | Liczba zarodków w doświadczeniu
(Nombre d'embryons dans l'expérience) | Zawartość azotu w wydalinach
(Quantité d'azote dans les excréta) | Ilość dobową azotu wyprodukowaną
przez sto zarodków
(Azote excrété par 100 embryons
en 24 heures) | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | Liczba zarodków w oznaczeniach
(Nombre d'embryons dans les analyses) | Zawartość azotu w stu zarodkach
(Teneur de 100 embryons en azote) |
| | h | h | | mg | mg | h | | mg |
| 1 | 24·0 | 25·0 | 800 | 1·875 | 0·225 | 24 0 | 5 | 12·63 |
| 2 | 49·0 | 26·0 | 796 | 1·927 | 0·223 | — | — | — |
| 2 | 75·0 | 17·5 | 768 | 3·430 | 0·613 | — | — | — |
| 4 | 92·5 | 20·0 | 717 | 5·108 | 0·855 | — | — | — |
| 5 | 112·5 | 23·5 | 330 | 2·514 | 0·778 | — | — | — |
| 6 | 136·0 | 25·0 | 325 | 2·062 | 0·608 | 140·5 | 5 | 10·66 |
| 7 | 161·0 | 23·2 | 323 | 1·983 | 0·635 | — | — | — |
| 8 | 184·2 | 46·0 | 322 | 4·300 | 0·700 | — | — | — |
| 9 | 230·2 | 27·0 | 321 | 2·265 | 0·627 | 284·5 | 5 | 6·49 |
| 10 | 257·2 | 47·0 | 321 | 3·051 | 0·485 | | | |
| Średnia dobową produkcja azotu
(Moyenne de 24 heures) | | | | | 0·575 | | | 0·567 |

(Azote excrété durant le développement. Expérience Nr. 7. Le développement a eu lieu dans l'eau distillé à la température de 20°C. Dosage de l'azote dans les embryons d'après Pilch '11 et dans les excréta après combustion par la méthode colorimétrique à l'aide du réactif de Nessler.)

TABELA VIII.

Produkcja azotu w czasie rozwoju.

Doświadczenie № 1. Początek doświadczenia po wykluciu się zarodków. Rozwój w wodzie wodociągowej w temp. 20°C. Oznaczenia azotu: w zarodkach metodą Pilcha ('11), w wydalinach—po spaleniu kolorymetrycznie z odczynnikiem Nesslera.

| Nr. porządkowy oznaczenia
(Nr. de l'analyse) | Azot w wydalinach
(Azote des excréta) | | | | | Azot w zarodkach
(Azote des embryons) | | |
|--|---|--|--|--|--|---|---|--|
| | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation)
h | Czas trwania produkcji azotu
(Durée de l'excrétion de l'azote)
h | Liczba zarodków w doświadczeniu
(Nombre d'embryons dans l'expérience) | Ilość azotu w wydalinach
(Quantité d'azote dans les excréta)
mg. | Ilość dobowa azotu wyprodukowana
przez sto zarodków
(Azote excrété par 100 embryons
en 24 heures)
mg | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation)
h | Liczba zarodków w oznaczeniach
(Nombre d'embryons dans les analyses) | Zawartość azotu w stu zarodkach
(Teneur de 100 embryons en azote)
mg |
| 1 | 72.0 | 22.2 | 213 | 1.537 | 0.780 | 72.0 | 5 | 13.29 |
| 2 | 94.2 | 24.7 | 213 | 2.017 | 0.920 | — | — | — |
| 3 | 118.9 | 27.5 | 213 | 1.820 | 0.746 | — | — | — |
| 4 | 146.4 | 23.7 | 213 | 1.490 | 0.708 | — | — | — |
| 5 | 170.1 | 23.2 | 213 | 1.547 | 0.750 | — | — | — |
| 6 | 193.3 | 23.2 | 200 | 1.475 | 0.761 | — | — | — |
| 7 | 216.5 | 24.5 | 200 | 1.404 | 0.688 | — | — | — |
| 8 | 241.0 | 23.2 | 200 | 1.166 | 0.602 | 264.2 | 5 | 7.21 |
| Średnia dobowa produkcja azotu
(Moyenne de 24 heures) | | | | | 0.744 | 0.760 | | |

(Azote excrété durant le développement. Expérience № 1. Le développement a eu lieu dans l'eau de ville à la température de 20°C. Dosage de l'azote dans les embryons d'après Pilch ('11) et dans les excréta—après combustion par la méthode colorimétrique à l'aide du réactif de Nessler).

sywność zużywania tlenu pozostaje w prostej zależności od rozpadu związków azotowych. Odchylenie się krzywej oksydacji od teoretycznego przebiegu według krzywej parabolicznej (Białaszewicz i Błęadowski '15), charakterystycznej dla rozwoju larw, odżywiających się normalnie, następuje w okresie uruchomienia zapasów tłuszczowych i ograniczenia rozpadu związków azotowych (około 150-ej godziny rozwoju w temp. 20°C).

TABELA IX.

Produkcja azotu w czasie rozwoju.

Doświadczenie № 2. Początek doświadczenia w stadjum 60—100 blastomerów. Rozwój w wodzie wodociągowej w temp. 20°C. Oznaczenia azotu całkowitego i amonjalkalnego — kolorymetrycznie z odczynnikiem Nesslera

| Nr. porządkowy oznaczenia
(Nr. de l'analyse) | Czas od zapłodnienia
(Temps écoulé depuis la fécondation) | Czas trwania produkcji wydalin
(Durée de l'excrétion de l'azote) | Liczba zarodków wydających azot
(Nombre d'embryons dans l'expérience) | Azot całkowity
(Azote total) | | Azot amonjalkalny
(Azote ammoniacal) | |
|---|--|---|--|--|---|--|--|
| | | | | Wydalona ilość azotu
(Quantité d'azote excrété) | Ilość dobowa azotu wydala-
lona przez sto zarodków
(Azote total excrété par 100
embryons en 24 heures) | Ilość azotu amonjalkalnego
zawarta w wydalinach ze-
branych
(Quantité d'azote ammoniacal
dans les excréta) | Zawartość azotu amonjalkal-
nego w procentach azotu cał-
kowitego wydalin
(Quantité d'azote ammonia-
cal en % de l'azote total des
excréta) |
| | h | h | | mg | mg | mg | % |
| 1 | 7·0 | 66·0 | 213 | 0·845 | 0·144 | 0·36 | 43 |
| 2 | 73·0 | 25·5 | 212 | 1·228 | 0·545 | 0·52 | 42 |
| 3 | 98·5 | 23·0 | 212 | 1·962 | 0·966 | 0·67 | 34 |
| 4 | 121·5 | 23·2 | 200 | 2·578 | 1·333 | 0·80 | 31 |
| 5 | 144·3 | 24·2 | 200 | 2·275 | 1·127 | 0·73 | 32 |
| 6 | 168·5 | 25·0 | 200 | 1·500 | 0·720 | 0·80 | 53 |

(Azote excrété durant le développement. Expérience № 2. Expérience commencée au stade de 60 à 100 blastomères. Le développement a eu lieu dans l'eau de ville à la température de 20°C. Dosages de l'azote total et de l'azote ammoniacal par la méthode colorimétrique avec le réactif de Nessler).

Ta zależność między procesami oddechowemi a rozpadem związków azotowych wskazywałaby na to, że rozpad kwasów tłuszczowych, który rozpoczyna się w okresie rozwoju pozarodkowego, nie wpływa wybitniej na natężenie procesów oksydacyjnych. Jeżeli przyjmiemy, że intensywność procesów przemiany materji zależy wprost od ilości plazmy żywej, przyswojonej z zapasowych składników komórki jajowej, to obniżenie procesów oksydacyjnych w tym okresie rozwoju należałoby tłumaczyć jako skutek wyczerpania białka zapasowego na cele organizacyjne i energetyczne rozwoju.

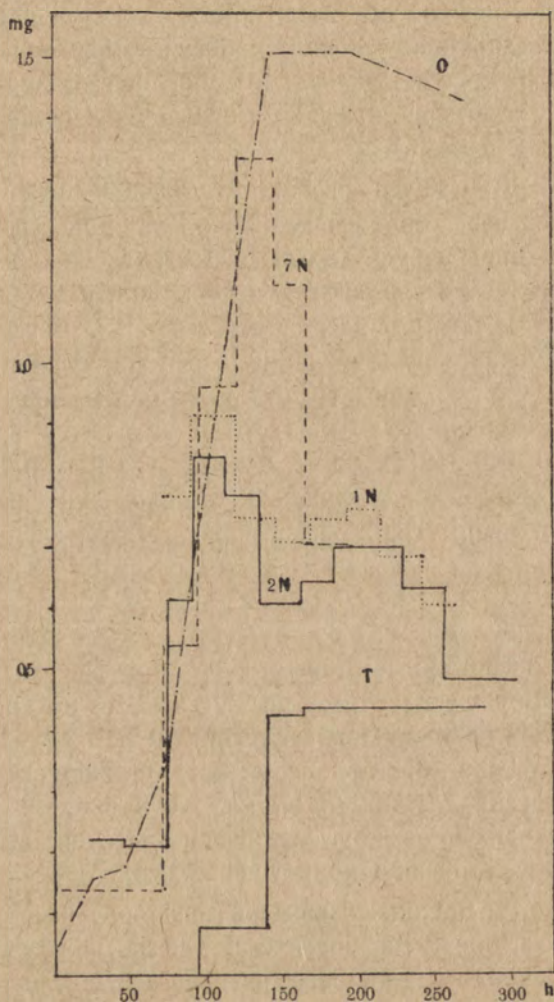
Wśród ostatecznych produktów rozpadu białka występuje tutaj w znacznych ilościach amonjak, podobnie jak i u wielu zwierząt zmiennocieplnych (Sosnowski '03, Weinland '06, Pütter '07, Białaszewicz '19). W jednym z doświadczeń, w którym badaliśmy produkcję azotu (tab. IX), prócz azotu całkowitego był oznaczany w wydalinach azot amonjakalny. Z liczb, odnoszących się do obu okresów rozwoju, wynika, że amonjak jest stałym produktem przemiany azotowej występującym w ilościach dosyć znacznych (około 40%), którego zawartość procentowa w wydalinach zarodków nie jest zależna od postępu rozwoju, wzgl. od stopnia zróżnicowania narządów wydalniczych.

Bierne zachowanie się tłuszczów w procesach rozpadowych rozwoju embrjonalnego zwierząt nie jest faktem nowym.

Według wzmianki, którą spotykamy u Preyera ('85), już Burdach w roku 1853, analizując jaja brózdkiujące i wyklute zarodki mięczaka *Limnaea stagnalis*, stwierdził, że ilość wy ciągu eterowo-alkoholowego w zarodkach starszych jest znacznie większa, niż w stadjach początkowych rozwoju.

Pomimo, że metoda oznaczania tłuszczów, jaką posługiwał się Burdach, nie była dostatecznie ścisła, fakt powyższy nie został sprawdzony w badaniach późniejszych. Dopiero Tangl i Farkas ('04) w pracy nad energetyką ontogenezy u ryb zwrócili ponownie uwagę na wyniki, otrzymane przez Burdacha, uzasadniając możliwość przyrostu tłuszczów w czasie rozwoju zarodkowego. Na podstawie oznaczeń, wykonanych metodą zmydlania i metodą ekstrahowania eterem, autorowie ci stwierdzili,

że zawartość tłuszczów w jajach pstrągów nietylko nie zmniejsza się, lecz przeciwnie znacznie zwiększa się w czasie wylęgania: według wyników, otrzymanych za pomocą metody zmydlania przyrost ten wynosi 3·9%, zaś według znalezionych ilości wyciągu



eterowego — 26·1%. Fakt ten potwierdza również wyraźny przyrost procentowej zawartości węgla w substancji suchej (z 56·0 do 56·3%), której część zużywa się w czasie rozwoju.

OBJAŚNIENIE RYSUNKU (p. str. 16).

Szybkość pobierania tlenu (O) i rozpad związków azotowych (N) i tłuszczowych (T) w czasie (h) dwunastu dni rozwoju początkowego zarodków żaby w t. 20°C. Krzywe $1N$, $2N$ i $7N$ wyrażają produkcję azotu wydalinyowego w miligramach przez sto zarodków na dobę, według danych tabeli VIII (dośw. № 1), IX (dośw. № 2) i VII (dośw. № 7); krzywa T — intensywność rozpadu kwasów tłuszczowych, według dośw. № 7 (tabl. VI); krzywa O — szybkość pobierania tlenu, według wyników pracy Białaszewicza i Błędownskiego ('15), tab. IX, str. 457, rys. 3. Dwie ostatnie krzywe zostały wyrażone w jednostkach względnych.

(Décomposition des principes azotés (N) et des principes gras (T) et absorption d'oxygène (O) durant les douze premiers jours du développement embryonnaire et larvaire de la grenouille, dans une température de 20°C. Les courbes $1N$, $2N$ et $7N$ illustrent la quantité d'azote (en mg) excrétée par 100 embryons en 24 h, d'après les données des tableaux VIII (exp. № 1), IX (exp. № 2) et VII (exp. № 7). La courbe T démontre l'intensité de la désassimilation des acides gras, d'après les données du tableau VI (exp. № 7); la courbe O — la vitesse de l'absorption d'oxygène, d'après les résultats du travail de Białaszewicz et Błędownski ('15, tableau IX, p. 457, fig. 3). Les deux dernières courbes sont exprimées en unités relatives).

Tangl i Farkas wypowiadają przypuszczenie, że tłuszcze, tworzące się w czasie rozwoju pstrągów, powstają z białek zapasowych jaja, ponieważ w jajach świeżo zniesionych nie zdołali wykryć glikogenu. Reszta bezazotowa produktów dezamidacji białka, według tych autorów, ma pełnić w procesach przemiany rozwojowej rolę trojaka: jako źródło „pracy rozwojowej“, jako substancja, z której powstaje normalny składnik ustroju embrjonalnego — glikogen, i, wreszcie, jako materiał, z którego tworzą się kwasy tłuszczowe.

Jest rzeczą ważną, iż wyniki powyższe zostały w całej rozciągłości potwierdzone i rozszerzone przez ostatnie badania Mc. Clendon'a ('16) nad chemizmem rozwoju jaj *Savelinus fontinalis* i *Cryptobranchus alleghensis*: młode pstrągi, wyklute z jaj, zawierają średnio o 5·7% więcej wyższych kwasów tłuszczowych, niż jaja świeżo zapłodnione, zaś zawartość tłuszczów w zarodkach salamandry w pierwszych chwilach po wykluciu przewyższa zawartość tychże związków w jajach o 8%. Ponieważ w jajach ryb witelina jest głównym składnikiem białkowym, więc Mc. Clendon przypuszcza zgodnie z Tanglem i Farkasem, że jest ona źródłem przekształceń białkowo-tłuszczowych.

W poszukiwaniach naszych nie mogliśmy stwierdzić u żab tak wyraźnego przyrostu kwasów tłuszczowych, jak poprzedni autorowie: stwierdzony przez nas za pomocą metody Kumagawy i Suty przyrost kwasów jest tak nieznaczny, iż raczej znajduje się w granicach ścisłości samej metody. Pod tym względem wyniki nasze są zgodne z rezultatami pracy Parnasa i Krasińskiej ('21).

W każdym bądź razie jesteśmy o tyle zgodni z naszymi poprzednikami, którzy badali rozwój innych gatunków kręgowców pojkilotermicznych, że możemy stwierdzić, iż zużycie tłuszczów — jeżeli zachodzi w czasie rozwoju zarodkowego żaby — nie przewyższa procesów tłuszczowo-twórczych. Fakt ten jest z tego powodu zastanawiający, że jak stwierdził Kolb ('01), substancja sucha jaj żaby w okresie ich wzrostu w obrębie jajnika jest prawie dwa razy bogatsza w tłuszcze, niż substancja sucha jaj wyrosłych i dojrzałych.

Bierne zachowanie się tłuszczów w czasie rozwoju embrjonalnego żaby jest ściśle związane w czasie z bardzo intensywnym rozpadem zapasowych związków azotowych, wzgl. białkowych, które, jak wynika z naszych badań, stanowią jedno z głównych źródeł przemian materjalnych (i energetycznych), towarzyszących procesom rozwojowym. Z rezultatem tym pozostaje w zupełnej zgodzie obserwacja Jacoby'ego ('10), który wykrył w zapłodnionych jajach żaby obecność enzymów proteolitycznych i peptolitycznych. Wobec badań Burdacha ('53), Tangla i Farkasa ('04) i Mc. Clendona ('16), stwierdzających, z jednej strony, małą zawartość glikogenu w jajach zapłodnionych, z drugiej zaś — wyraźny przyrost związków tłuszczowych, nie ulega obecnie już wątpliwości, że w rozwoju wielu grup zwierząt pojkilotermicznych znaczenie białka, jako głównej substancji, ulegającej rozpadowi w okresie morfogenezy embrjonalnej, wysuwa się na plan pierwszy.

Z pośród zbadanych dotychczas w tym kierunku zwierząt pojkilotermicznych jedynie owady (motyle) stanowią wyjątek, gdyż, jak wykazują zgodnie badania Tichomiroffa ('85) i Farkasa ('03), w rozwoju embrjonalnym jedwabnika zachodzi znaczne zużycie (około $\frac{2}{3}$ traconej substancji suchej) zapasowych substancyj tłuszczowatych. W rozwoju początkowym owadów tłuszcze odgrywają więc rolę podobną do tej, jaką pełnią one

w rozwoju zarodkowym ptaków, gdzie na białka przypada zaledwie około 5% w ogólnej przemianie energii (Sznerówna '21), reszta zaś — na związki tłuszczowate (Liebermann '88, Tangl '02, '08, Bohr i Hasselbalch '03).

Jeżeli pominiemy na razie owady, u których procesy przemiany materji mają wiele cech wspólnych z metabolizmem zwierząt homojotermicznych, to nie możemy nie podkreślić analogji w zachowaniu się związków białkowych w przemianie materji zarodków i w przemianie głodowej zwierząt pojkilotermicznych (Białaszewicz '19). W obu okresach życia tych zwierząt i w różnych warunkach odżywiania — białka biorą przeważający udział w przemianie materji w równym stopniu, jak tłuszcze w metabolizmie zwierząt homojotermicznych, których rozwój embrjonalny i procesy przemiany głodowej w ustroju wyrosłym odbywają się głównie kosztem tych energetycznie najbardziej skondensowanych substancyj zapasowych.

Według naszego poglądu tłuszcze, zawarte w jajach większości zwierząt pojkilotermicznych, służą do zaspokojenia potrzeb energetycznych rozwijającego się ustroju dopiero w okresie życia larwalnego, w którym poszukiwanie pokarmu jest związane ze znacznym zużytkowaniem energii chemicznej na pracę mięśniową. Sprawę tę mogłyby bliżej wyświecić badania nad chemizmem procesów rozwojowych tych zwierząt pojkilotermicznych, których jaja zawierają duże zapasy tłuszczów (ryby spodouste, głownogi, skorupiaki).

PIŚMIENNICTWO.

- Bang J. 1916. Methoden zur Mikrobestimmung einiger Blutbestandteile. Wiesbaden.
- Białaszewicz K. 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. intern de l'Acad. des Sc. Cracovie.
- Białaszewicz K. 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. I. Głód i odżywianie u pijawek. Prace Tow. Nauk. Warsz. № 32. (Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique. I. Inanition et nutrition chez les Hirudinées. Travaux de la Société des Sciences de Varsovie. № 32).
- Białaszewicz K. i Błędowski R. 1915. Wpływ zapłodnienia na oddychanie jaj. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. 8. (The influence of fertilization on the respiration of eggs. Proceedings of the Scientific Society of Warsaw 8).
- Bohr Ch. und Hasselbalch K. A. 1899. Über die Kohlensäureproduktion des Hühnerembryo. Skand. Arch. f. Physiol. 10.
- Bohr Ch. und Hasselbalch K. A. 1903. Über die Wärmeproduktion und Stoffwechsel des Embryos. Skand. Arch. f. Physiol. 14.
- Burdach F. W. 1853. De commutatione substantiarum proteinacearum in adipem. Königsberg. (Cyt. wedł. Preyera '85, str. 274).
- Mc. Clendon. J. F. 1916. On the formation of fats from proteins in the eggs of fish and amphibians. Journ. of biol. Chem. 21. (Cyt. wdł. Zentrabl. f. Physiol. i Maly Jahrb.).
- Davenport C. B. 1897. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 28.
- Farkas K. 1903. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. III. Über den Energieumsatz des Seidenspinners während der Entwicklung und während der Metamorphose. Arch. f. ges. Physiol. 98.
- Glaser O. C. 1912. Die Entwicklungsarbeit im Fundulusei. VIII. Beitrag zur Energetik der Ontogenese. Bioch. Zeitschr. 44.
- Hasselbalch K. A. 1900. Über den respiratorischen Stoffwechsel des Hühnerembryo. Skand. Arch. f. Physiol. 10.
- Jacoby M. 1910. Über das Verhalten der Sperma — und Eienzyme bei der Befruchtung und ersten Entwicklung. Bioch. Zeitschr. 26.
- Kellner O. 1884. Chemische Untersuchungen über die Entwicklung und Ernährung des Seidenspinners (*Bombyx Mori*). Landwirt. Vers. Stat. 30.
- Kolb H. 1901. Chemische Untersuchungen der Eier von *Rana temporaria*. Dissertation. Basel.
- Kumagawa K. 1911. Fettbestimmung nach Kumagawa-Suto. (Abderhalden E. Handbuch d. bioch. Arbeitsmeth. V—1, str. 477).
- Liebermann L. 1888. Embryochemische Untersuchungen. Arch. f. ges. Physiol. 43.
- Loewy A. 1911. Der respiratorische und Gesamtumsatz (Oppenheimers Handbuch. IV—1, str. 133. Jena).

- Parnas J. und Krasieńska Z. 1921. Über den Stoffwechsel der Amphibienlarven. *Bioch. Zeitschr.* **116**.
- Pilch Fr. 1911. *Monatsh. f. Chem.* **32** (Cyt. według F. Emicha: *Methoden der Mikrochemie: Handb. d. biolog. Meth. Bd. I—3, str. 308*).
- Preyer W. 1885. *Spezielle Physiologie des Embryo*. Leipzig.
- Przyłęcki St. J. 1918. O sposobie ilościowego oznaczania glikogenu w drobnych ilościach tkanki. *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* **11**.
- Pütter A. 1907. Der Stoffwechsel des Blutegels (*Hirudo medicinalis* L.). Teil I. *Zeitschr. f. allg. Physiol.* **6**.
- Schaper A. 1902. Beiträge zur Analyse des tierischen Wachstums. Teil I. *Arch. f. Entw. Mech.* **14**.
- Sosnowski J. 1903. Przyczynek do fizjologii rozwoju much. *Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie. Wyd. mat. przyr. Ser. B.* **42**.
- Sznerówna E. 1921. O przyswajaniu i rozpadzie białka w rozwoju kurczęcia. *Prace Zakł. Fizjol. Inst. Nenckiego.* **1, № 3**. (*Recherches sur l'assimilation et la désassimilation des protéines pendant le développement du poulet. Travaux du Labor. de Physiologie de l'Institut M. Nencki. Tome I, № 3*).
- Tangl F. 1902. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. I. Die Entwicklungsarbeit im Vogelei. *Arch. f. ges. Physiol.* **93**.
- Tangl F. 1908. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. V. Weitere Untersuchungen über die Entwicklungsarbeit und den Stoffumsatz im bebrüteten Hühnerei. *Arch. f. ges. Physiol.* **121**.
- Tangl F. und Farkas K. 1904. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. IV. Über den Stoff — und Energieumsatz im bebrüteten Forellenei. *Arch. f. ges. Physiol.* **104**.
- Tichomiroff A. 1885. Chemische Studien über die Entwicklung der Insekteneier. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **9**.
- Weinland E. 1906. Über die Ausscheidung von Ammoniak durch die Larven von *Calliphora* und über die Beziehung dieser Tatsache zu den Entwicklungsstadien dieser Tiere. *Zeitschr. f. Biol.* **47**.

Résumé.

Les auteurs ont étudié la participation des principes gras et des principes azotés dans le métabolisme du développement embryonnaire et larvaire de la grenouille (*Rana fusca*). Ils ont dosé la substance sèche, les acides gras et l'azote des embryons, ainsi que l'azote total et l'azote ammoniacal des excréta. Les résultats obtenus sont les suivants:

I. Développement embryonnaire, depuis la fécondation jusqu'à l'éclosion:

1. En moyenne, 100 embryons perdent durant cette période 7.6 mg de substance sèche, ce qui équivaut à 5.6% de la substance sèche des oeufs fécondés (tableau II du texte polonais).

2. La quantité d'acides gras (dosée par la méthode de Kumagawa-Suto) ne change pas durant cette période (tab. III). En employant la méthode de Bang ('16) on constate une augmentation considérable de la quantité d'acides gras (tab. IV).

3. Par contre, la quantité d'azote diminue notablement durant le développement embryonnaire: 100 embryons perdent en moyenne 1.2 mg d'azote, ce qui constitue 9.1% de l'azote des oeufs fécondés (tab. V).

4. La quantité de substances protéïques (7.5 mg), correspondant à 1.2 mg d'azote excrété, est égale à la perte totale en substance sèche.

5. A cette quantité de protéïne desagrégée, correspond (comme il a été constaté dans un travail précédent, voir Białaszewicz et Biedowski '15) une absorption d'oxygène de 0.36 à 0.39 cm³.

II. Développement larvaire: après l'éclosion, lorsque les larves sont privées de nourriture, le caractère du métabolisme chimique change complètement quand à la quantité et à la qualité des substances décomposées.

1. La désassimilation des principes gras commence immédiatement après l'éclosion et à partir de ce moment la participation des graisses au métabolisme augmente constamment jusqu'à la fin de nos expériences (tab. VI et la courbe T de la figure).

2. L'excrétion d'azote augmente considérablement dans la première période qui suit l'éclosion (100—130 heures). Elle diminue ensuite jusqu'à un certain niveau dans les périodes plus avancées de l'inanition (tableaux VII, VIII, IX et les courbes 1N, 2N, 7N de la figure).

3. Le rapport intime entre la désassimilation des principes azotés et l'absorbition d'oxygène par les embryons est illustré par les courbes *O* et *N* de la figure).

4. L'ammoniaque est un des principaux produits azotés de la désassimilation de la protéine; environ 40% de l'azote total des excréta est éliminé sous forme d'ammoniaque. La teneur des excréta en ammoniaque varie quelque peu au cours du développement embryonnaire et larvaire, mais ne change pas dans une direction déterminée (tab. IX).

III. Les résultats de nos recherches, ainsi que les résultats obtenus par Tangl, Farkas ('04) et Mc. Clendon ('16) dans leurs travaux sur le développement des poissons et de la salamandre, démontrent que la décomposition intensive des substances protéiques pendant le développement embryonnaire est un phénomène bien répandu chez les animaux poïkilothèrmes (les insectes exceptés). Les résultats des recherches comparées sur les organismes adultes (Białaszewicz '19) ont établi aussi le caractère éminemment protéique du métabolisme des poïkilothèrmes. Ce fait est en plein accord avec les résultats obtenus dans nos recherches actuelles.

T. VIEWEGER.

**Działanie produktów przemiany materji
w hodowlach wymoczków ¹⁾.**

**(L'action des produits du métabolisme dans
les cultures des infusoires).**

Z poprzednich naszych badań (T. Vieweger '18, J. i T. Viewegerowie '18,21, J. Viewegerowa '21), zarówno jak i z pokrewnych poszukiwań Petersa ('06—08), Enriquesa ('09), Woodruffa ('12), Fine'a ('12), Gutmanówny ('15) i Oehlera ('19—20) wynika, że przebieg zmian ilościowych w hodowli wymoczków posiada charakter cyklu, to znaczy, że po okresie szybkiego mnożenia się wymoczków następuje okres wolniejszego wzrostu ich liczby i, ostatecznie, stopniowego ich wymierania. Podobny charakter zamkniętych cykli przedstawiają również w warunkach stałych hodowle innych organizmów heterotroficznych. Możemy więc ogólnie stwierdzić, że przebieg ów odpowiada warunkom rozwoju i zaniku życia w zamkniętych zbiornikach wody, izolowanych pod względem odżywczym.

Rozpatrywanie warunków rozwoju podobnych ugrupowań organizmów z punktu widzenia zależności bezpośredniej od *składu środowiska* nasuwa możliwość działania dwóch odrębnych czynników: po pierwsze, wpływu pokarmu, po drugie — oddziaływania produktów życiowej działalności organizmów. Pierwszy czynnik działa jako bodziec rozwojowy, warunkujący szybkość wzrostu

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu wydziału III Tow. Nauk Warsz dn. 26 czerwca 1919 r.

i rozmnażania komórkowego na dłuższy okres (Enriques '09, Rubner '09, J. i T. Viewegerowie '21).

Działanie drugiego czynnika, ograniczające działanie poprzedniego, nasuwa się ze względu na trujące własności, różnorodnej zresztą natury, niektórych produktów przemiany materji. Jako konkretny i dokładniej zanalizowany przykład hodowli o wybitnie ujemnem działaniu gromadzących się produktów przemiany materji możemy przytoczyć rozwój drożdży na podłożu węglowodanowem. W danym przypadku stwierdzamy zarówno szkodliwe działanie produktów reakcyj enzymatycznych (alkohol, CO₂) na enzymy, powodujące przebieg tychże reakcyj, jak i działanie, hamujące wzrost i rozmnażanie się komórki. Z badań Sun ('12) i Woodruffa ('11—13) wynikałoby, zgodnie zresztą z ogólnym poglądem innych autorów (Pütter '05—11, Lipschütz '15—18), że w rozwoju hodowli pierwotniaków działanie produktów przemiany materji jest bezpośrednią przyczyną, hamującą w pewnym momencie rozwój hodowli i powodującą jej wymieranie. Poprzednio (J. i T. Viewegerowie '21) omówiliśmy częściowo zarzuty natury metodycznej, jakie niektórym z powyższych badań uczynić można. Mojem zdaniem, wnioski powyższe nie są narazie dostatecznie uzasadnione, ażeby je uogólniać, i kwestja charakteru i wpływu produktów przemiany materji na rozwój hodowli wymoczków pozostaje całkowicie otwarta.

W poprzednich naszych pracach (J. i T. Viewegerowie '18) podaliśmy opis rozwoju *Colpidium* w hodowlach sianowych. t. zw. „normalnych“, zawierających około 0,02 mg N w 1 cm³ cieczy. Następnie ('21) ustaliliśmy zależność rozwoju hodowli od ilości pokarmu oraz wskazaliśmy na możliwość istnienia takiej, w której hamujące działanie produktów przemiany materji nie ujawnia się, obecnie szło mi o ustalenie zakresu działania tychże w hodowlach wymoczków.

W tym celu wykonałem szereg doświadczeń różnego typu na hodowlach *Colpidium colpoda* Ehrbg. W doświadczeniach typu pierwszego umieszczałem wymoczkę, pochodzącą z wymierającej hodowli, w dodatnich warunkach odżywiania (na klockach), lub też odwrotnie, wymoczkę, rozwijającą się uprzednio w dodatnich warunkach, przenosiłem do cieczy, pochodzącej z wymierającej hodowli. W obydwóch przypadkach szybkość mnożenia się wymoczków okazała się zależna od jednego czynnika — pokarmu,

natomiast działanie produktów przemiany materji nie uwydatniło się. Znaczną część doświadczeń tego typu podałem w pracy poprzedniej ('21), wobec czego pomijam je całkowicie w opisie obecnym.

W następnych typach doświadczeń zmieniałem skład środowiska wymierającej hodowli, dodając pewną ilość świeżego pokarmu i nie zmieniając przytem w większym stopniu stężenia produktów przemiany materji (typ II), lub też rozcieńczając stężenie bez zmiany zawartości pokarmu (typ III). Zmieniając w powyższy sposób w określonym kierunku znaczenie jednego z czynników, dawałem możność ujawnienia się jego wpływu.

Doświadczenia powyższe wykonałem w szeregu seryj na hodowlach „czystych“ o pożywce sianowej przesączonej oraz na hodowlach, zawierających prócz wywaru części stałe (siano). W skład tych ostatnich wchodziły zarówno hodowle „czyste“ jak i „dzikie“.

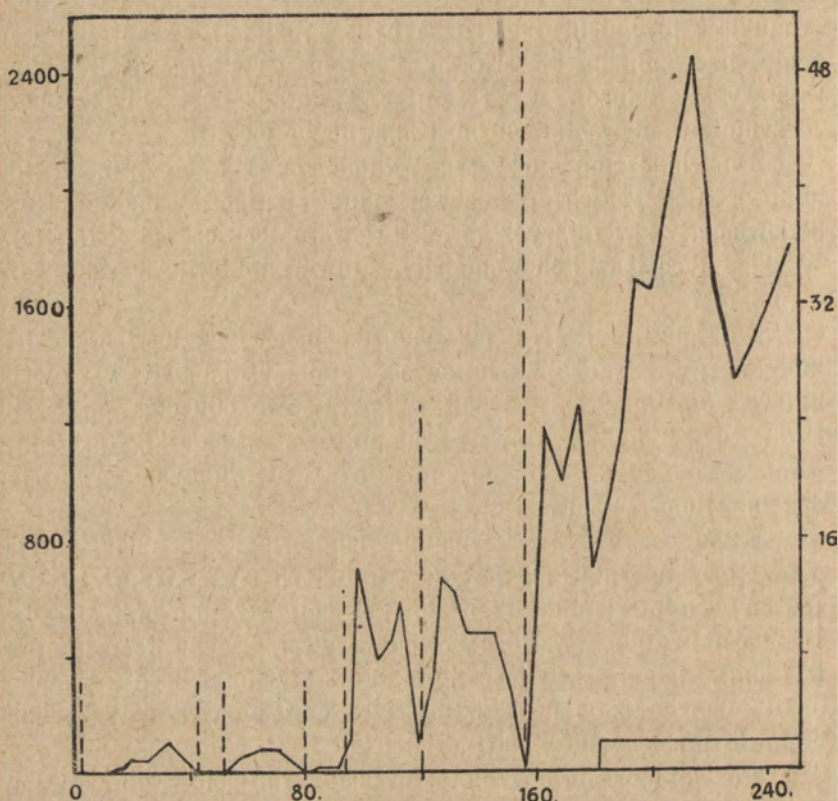
Do pierwszej serji doświadczeń należały cztery hodowle, które nazwę „ciągłymi“. Hodowle te sporządzone były w słojach litrowej pojemności i zawierały początkowo 600 cm³ pożywki. Do każdej z nich wprowadziłem po dwa wymoczki, zarażając jednocześnie hodowle bakterjami. Poza *Colpidium* nie zawierały one innych pierwotniaków.

Skład pożywki był rozmaity. Hodowla I sporządzona była przez rozcieńczenie 6,25 cm³ wywaru 593,75 cm³ wody; II, III i IV zawierały odpowiednio 12,5—25—50 cm³ wywaru i 587,5—575 i 550 cm³ wody. Zawartość azotu w wywarze wynosiła 0,105 mg w 1 cm³, zatem zawartość początkowa w hodowlach wyniosła 0,001—0,002—0,004 i 0,008 mg w 1 cm³ pożywki. Wszystkie hodowle przebywały w temp. stałej 20°C.

Rozwój ilościowy wymoczków śledziłem metodą opracowaną uprzednio ('18). Przebiegał on początkowo w sposób podobny, jak w zwykłych hodowlach sianowych, t. j. po okresie liczbowego rozwoju wymoczków według postępu geometrycznego i po mniej lub więcej wyraźnym okresie wahań następowało wymieranie pierwotniaków. Gdy wymieranie pierwotniaków w hodowlach „ciągłych“ dobiegało końca i zawierały one kilkanaście lub kilkadziesiąt wymoczków w 1 cm³ pożywki, dodawałem wówczas pewną ilość świeżego pokarmu w postaci tegoż wywaru, który służył do sporządzania hodowli. Wywar dodawałem albo odrazu, w ilościach oznaczonych w tabelach, albo też w dawkach mniejszych (w odstępach

kilkogodzinnych, w celu uniknięcia zbyt gwałtownych zmian środowiska).

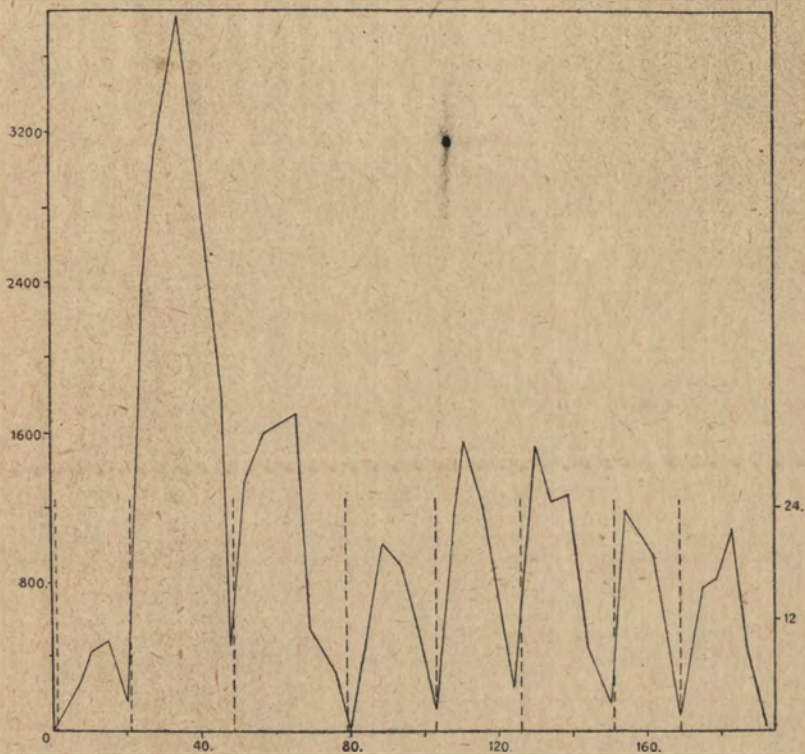
Ilościowy rozwój hodowli zestawilem w tabelach I—IV. Jak z nich widzimy — dodanie pokarmu do wymierającej hodowli powoduje ponowny rozwój wycieczek (rys. 1, 2).



Rys. 1. Rozwój ilościowy wycieczek w hodowli ciągłej I. Na osi pionowych oznaczono ze strony lewej liczby wycieczek w 1 cm³ cieczy, ze strony prawej liczby cm³ wywaru. Na osi poziomych—dni. Linja ciągła odpowiada liczbie wycieczek. Linje przerywane—ilości pokarmu, dodanego do hodowli. Od 182 dnia dodawano stale po 2 cm³ wywaru.

Fig. 1. Développement des infusoires dans la culture I. On a marqué sur les ordonnées du côté gauche le nombre d'infusoires dans 1 cm³ du liquide, du côté droit le nombre de cm³ d'infusion de foin ajouté à la culture. Sur les abscisses—le temps en jours. La ligne continue correspond au nombre d'infusoires. Les lignes pointillées—aux quantités d'infusion de foin ajoutées au liquide de la culture. Depuis la 182 journée on ajoutait chaque jour 2 cm³ d'infusion.

Zanim jednak przystąpię do omówienia wpływu dodawania pokarmu, muszę wspomnieć o ogólnej zależności rozwoju wycmózków od ilości pokarmu w hodowli. W poprzedniej pracy (21) zaznaczyliśmy prostą proporcjonalność pomiędzy rozwojem liczebnym wycmózków w hodowli a ilością pokarmu. Jednakże wykazaliśmy jednocześnie, że poza tą ogólną prostą zależnością i dość znaczną rozbieżnością indywidualną hodowli ujawnia się



Rys. 2. Rozwój ilościowy wycmózków w hodowli ciągłej III. Na osi pionowych oznaczono z lewej strony liczby wycmózków w 1 cm^3 cieczy, ze strony prawej—liczby cm^3 wywaru. Na osi poziomych — dni. Linja ciągła odpowiada liczbie wycmózków. Linje przerywane — ilości pokarmu, dodanego do hodowli.

Fig. 2. Développement des infusoires dans la culture III. On a marqué sur les ordonnées du côté gauche le nombre d'infusoires dans 1 cm^3 du liquide de la culture, du côté droit le nombre de cm^3 d'infusion de foin ajoutée à la culture. Sur les abscisses — le temps en jours. La ligne continue correspond au nombre d'infusoires. Les lignes pointillées — aux quantités d'infusion de foin ajoutées au liquide de la culture.

T A B E

HODOWLA I. Rozwój ilościowy wymoczków w kulturze „ciągłej” I. podanych w rub. 3. Począwszy od 182 dnia istnienia dodawano codziennie

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée ajoutée
à la culture) | Liczba wymoczków
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli, wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture dans la culture
exprimée en cm ³ d'infu-
sion de foin concentrée) |
|--|---|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 0 | 6,25 cm ³ | | 6,25 cm ³ |
| 1 | 6 | — | jednostki | — |
| 2 | 7 | — | „ | — |
| 3 | 8 | — | „ | — |
| 4 | 12 | — | „ | — |
| 5 | 17 | — | 14 | — |
| 6 | 20 | — | 42 | — |
| 7 | 25 | — | 36 | — |
| 8 | 33 | — | 100 | — |
| 9 | 43 | — | jednostki | — |
| — | — | 6,25 „ | — | 12,50 „ |
| 10 | 47 | — | 4 | — |
| 11 | 52 | — | jednostki | — |
| — | — | 6,25 „ | — | 18,75 „ |
| 12 | 57 | — | 41 | — |
| 13 | 66 | — | 72 | — |
| 14 | 71 | — | 72 | — |
| 15 | 80 | — | jednostki | — |
| — | — | 6,25 „ | — | 25,00 „ |
| 16 | 82 | — | jednostki | — |
| 17 | 85 | — | 12 | — |
| 18 | 92 | — | 13 | — |
| — | 94 | 12,5 „ | — | 37,50 „ |
| 19 | 96 | — | 109 | — |
| 20 | 99 | — | 701 | — |
| 21 | 105 | — | 376 | — |
| 22 | 110 | — | 452 | — |
| 23 | 113 | — | 479 | — |
| 24 | 119 | — | 92 | — |

TABLEAU I. Développement des infusoires dans la culture continue I. sion de foin fraîche en quantités marquées en col. 3. Depuis la 182 journée

L A I.

W terminach oznaczonych do hodowli dodawano świeży wywar w ilościach po 2 cm³ wywaru.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée ajoutée
à la culture) | Liczba wycieczek
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli, wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture dans la culture
exprimée en cm ³ d'infu-
sion de foin concentrée) |
|--|---|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| — | 120 | 25 cm ³ | — | 62,5 cm ³ |
| 25 | 124 | — | 326 | — |
| 26 | 127 | — | 665 | — |
| 27 | 132 | — | 606 | — |
| 28 | 136 | — | 473 | — |
| 29 | 141 | — | 468 | — |
| 30 | 145 | — | 466 | — |
| 31 | 151 | — | 270 | — |
| 32 | 155 | — | 13 | — |
| — | 156 | 50 „ | — | 112,5 „ |
| 33 | 162 | — | 1178 | — |
| 34 | 169 | — | 991 | — |
| 35 | 175 | — | 1248 | — |
| 36 | 180 | — | 691 | — |
| — | 182 | 2 „ | — | — |
| — | 183 | 2 „ | — | — |
| — | 184 | 2 „ | — | — |
| — | 185 | 2 „ | — | — |
| 37 | 186 | 2 „ | 965 | 122,5 „ |
| 38 | 190 | 2 „ | 1171 | — |
| 39 | 195 | 2 „ | 1682 | — |
| 40 | 200 | 2 „ | 1649 | — |
| 41 | 208 | 2 „ | 2110 | — |
| 42 | 215 | 2 „ | 2450 | — |
| 43 | 221 | 2 „ | 1745 | — |
| 44 | 229 | 2 „ | 1342 | — |
| 45 | 235 | 2 „ | 1462 | — |
| 46 | 248 | 2 „ | 1800 | 246,5 „ |

Aux temps déterminés en col. 2 on ajoutait au liquide de la culture de l'infusion ajoutait chaque jour 2 cm³ de même infusion.

T A B E

HODOWLA II. Rozwój ilościowy wymoczków w hodowli „ciągłej” II. W ter

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée ajoutée
à la culture) | Liczba wymoczków
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli, wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture dans la culture
exprimée en cm ³ d'infu-
sion de foin concentrée) |
|--|---|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 0 | 12,5 cm ³ | | 12,5 cm ³ |
| 1 | 6 | — | 38 | — |
| 2 | 8 | — | 86 | — |
| 3 | 11 | — | 240 | — |
| 4 | 12 | — | 110 | — |
| 5 | 17 | — | 228 | — |
| 6 | 20 | — | 67 | — |
| — | 21 | 12,5 „ | — | 25 „ |
| 7 | 25 | — | 1236 | — |
| 8 | 29 | — | 1012 | — |
| 9 | 36 | — | 530 | — |
| 10 | 43 | — | 18 | — |
| — | — | 12,5 „ | — | 37,5 „ |
| 11 | 47 | — | 468 | — |
| 12 | 53 | — | 290 | — |
| 13 | 56 | — | 220 | — |
| — | — | 12,5 „ | — | 50 „ |
| 14 | 59 | — | 1237 | — |
| 15 | 63 | — | 1873 | — |
| 16 | 70 | — | 1284 | — |

TABLEAU II. Développement des infusoires dans la culture continue II.
sion de foin fraîche en quantités marquées en col. 3.

L A II.

minach oznaczonych do hodowli dodawano wywar w ilościach podanych w rub. 3.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée ajoutée
à la culture) | Liczba wycmoczów
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture dans la culture
exprimée en cm ³ d'infu-
sion de foin concentrée) |
|--|---|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17 | 77 | — | 641 | — |
| — | 80 | 12,5 cm ³ | — | 62,5 cm ³ |
| 18 | 81 | — | 26 | — |
| 19 | 84 | — | 648 | — |
| 20 | 91 | — | 1010 | — |
| 21 | 95 | — | 265 | — |
| — | — | 12,5 „ | — | 75 „ |
| 22 | 99 | — | 1363 | — |
| 23 | 103 | — | 1498 | — |
| 24 | 109 | — | 1092 | — |
| 25 | 113 | — | 895 | — |
| 26 | 117 | — | 136 | — |
| — | 118 | — | — | — |
| 27 | 120 | — | jednostki | — |
| — | — | 12,5 „ | — | 87,5 „ |
| 28 | 123 | — | 91 | — |
| 29 | 126 | — | 670 | — |
| 30 | 132 | — | 566 | — |
| 31 | 136 | — | 476 | — |
| 32 | 141 | — | 18 | — |

Aux temps déterminés en col. 2 on ajoutait au liquide de la culture de l'infu-

T A B E

HODOWLA III. Rozwój ilościowy wymoczków w hodowli „ciągłej” III. podanych w rub. 3.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée ajoutée
à la culture) | Liczba wymoczków
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli, wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture dans la culture,
exprimée en cm ³ d'infu-
sion de foin concentrée) |
|--|---|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 0 | 25 cm ³ | | 25 cm ³ |
| 1 | 7 | — | 247 | — |
| 2 | 10 | — | 415 | — |
| 3 | 15 | — | 484 | — |
| 4 | 20 | — | 157 | — |
| — | 21 | 25 „ | — | 50 „ |
| 5 | 24 | — | 2362 | — |
| 6 | 28 | — | 3134 | — |
| 7 | 34 | — | 3725 | — |
| 8 | 46 | — | 1763 | — |
| 9 | 48 | — | 451 | — |
| — | 49 | 25 „ | — | 75 „ |
| 10 | 52 | — | 1327 | — |
| 11 | 57 | — | 1594 | — |
| 12 | 66 | — | 1692 | — |
| 13 | 69 | — | 569 | — |
| 14 | 76 | — | 307 | — |
| — | 78—79 | 25 „ | — | 100 „ |
| 15 | 80 | — | 4 | — |
| 16 | 83 | — | 360 | — |
| 17 | 89 | — | 1013 | — |
| 18 | 94 | — | 878 | — |
| 19 | 98 | — | 557 | — |
| 20 | 103 | — | 110 | — |
| — | 103—104 | 25 „ | — | 125 „ |
| 21 | 108 | — | 1180 | — |
| 22 | 111 | — | 1558 | — |
| 23 | 116 | — | 1183 | — |
| 24 | 124 | — | 233 | — |
| — | 126—127 | 25 „ | — | 150 „ |

TABEAU III. Développement des infusoires dans la culture continue III. sion de foin fraîche en quantités marquées en col. 3.

L A - III.

W terminach oznaczonych dodawano do hodowli świeży wywar w ilościach

| № kolejnej obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée ajoutée
à la culture) | Liczba wycmoczów
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli, wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture dans la culture,
exprimée en cm ³ d'infu-
sion de foin concentrée) |
|---|---|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 25 | 130 | — | 1531 | — |
| 26 | 134 | — | 1234 | — |
| 27 | 139 | — | 1270 | — |
| 28 | 144 | — | 455 | — |
| 29 | 150 | — | 152 | — |
| — | 151 | 25 cm ³ | — | 175 cm ³ |
| 30 | 154 | — | 1184 | — |
| 31 | 162 | — | 943 | — |
| 32 | 169 | — | 82 | — |
| — | 169 | 25 " | — | 200 " |
| 33 | 175 | — | 766 | — |
| 34 | 179 | — | 821 | — |
| 35 | 183 | — | 1080 | — |
| 36 | 187 | — | 420 | — |
| 37 | 192 | — | 22 | — |
| — | — | 25 " | — | 225 " |
| 38 | 200 | — | 960 | — |
| 39 | 204 | — | 761 | — |
| 40 | 213 | — | 60 | — |
| — | 215 | 1 " | — | 226 |
| 41 | 221 | 2 " | — | 233 |
| 42 | 222 | 2 " | jednostki | — |
| 43 | 224 | 2 " | 14 | — |
| 44 | 225 | 2 " | 89 | — |
| 45 | 227 | 2 " | 149 | — |
| 46 | 230 | 2 " | 101 | — |
| 47 | 235 | 2 " | 233 | — |
| 48 | 244 | 2 " | 194 | — |
| 49 | 251 | 2 " | 187 | — |
| | | | 228 | 293 |

Aux temps déterminés en col. 2 on ajoutait au liquide de la culture de l'infu-

tendencja do większego wyzyskania w kierunku syntezy materiału komórkowego w hodowlach o pewnej określonej zawartości pokarmu, która odpowiadała w naszych doświadczeniach zawartość azotu powyżej 0,005 mg w 1 cm³ pożywki. Można z tego wnioskować, że dla stężenia pokarmu, podobnie jak dla innych czynników, istnieje pewne optimum działania, uwarunkowane, być może, przez pobiercze zdolności komórki. Zasługuje na podkreślenie fakt, że w bardzo rozcieńczonych pożywkach wyzyskanie podłoża w kierunku przyrostu plazmy zaznacza się bardzo słabo. Zjawisko powyższe przypomina stwierdzony przez Rubnera ('06) fakt mniejszego stosunkowo wyzyskania pożywki w hodowlach bakteryj w bardzo rozcieńczonych roztworach buljonu.

Musimy uwzględnić to przy rozpatrywaniu zmian w hodowlach pod wpływem dodawania pokarmu. Mianowicie, z porównania tabel widzimy, że w hodowlach o małej początkowo zawartości azotu dodanie wywaru w ilości równej lub też większej od początkowej pociąga za sobą wzmoczenie ilościowego rozwoju — niewspółmierne z ilością organizmów, rozwijających się uprzednio. Np. w hodowli III po dodaniu 25 cm³ wywaru, maksymalna liczba wymoczków wynosiła 3725 w cm³, podczas gdy poprzednio (przy zawartości azotu 0,004 mg w 1 cm³) notowałem 484 w cm³.

W hodowlach o warunkach optymalnych (IV, zawartość azotu 0,008 mg w 1 cm³) dodanie świeżego pokarmu powodować może rozwój wymoczków w mniejszym stopniu, niż to powinno wynikać z zależności prostej proporcjonalności. Daje się to zauważyć i w późniejszych etapach rozwoju hodowli, gdy przy dodawaniu jednakowych niewielkich ilości pokarmu obserwujemy naprzemian większy lub mniejszy skutek rozwojowy (hod. II).

W hodowli II optymalne ustosunkowanie zdaje się mieć miejsce po 60, w I po 90 dniach.

Jeżeli przyjmiemy powyższe różnice za wytłomaczone, to naogół stwierdzamy powtarzanie się rozwojowego cyklu w hodowli w poprzednim zakresie przy dodawaniu identycznych ilości pokarmu, zaś w zakresie zmiennym w zależności od ilości pokarmu przy dodawaniu różnych jego ilości. To powtarzanie się cyklu rozwojowego stwierdzamy w hodowli I w ciągu 180 dni (6-krotne),

w II — w ciągu 141 dni (6-krotne), w III — w ciągu 213 dni (8-krotne), w IV — w ciągu 164 dni (5-krotne).

W omawianych hodowlach wielokrotnie robiłem pomiary objętości wymoczków. Wykazały one przebieg zmian objętościowych podobny jak w hodowlach „normalnych“ ('18—21), t. j. w początkowym okresie wymoczki posiadają znaczną objętość, następnie zaś zaczyna się redukcja, wzmagająca się wraz z głodem. Zaznaczę, że w końcowym okresie wymierania (hodowla II) redukcja objętościowa dochodziła do rozmiarów dotychczas nie obserwowanych w innych warunkach ¹⁾.

Po dodaniu pokarmu wymoczki powracały do normalnych rozmiarów ciała, np. w hodowli II, po bardzo daleko posuniętej redukcji (po 120 dn.), wykazały po dodaniu wywaru wymiary następujące: długość 97,5 μ , szerokość 51,5 μ , objętość 134700 μ^3 .

W hodowlach ciągłych I, II, III, poza omawianem dodawaniem pokarmu w większych ilościach i dłuższych odstępach czasu, dodawałem również do wymierającej hodowli pokarm w niewielkich dawkach codziennych. W tym przypadku nasuwają się różne możliwości i zależnie od tego, czy dawka była niewystarczająca, równoważna lub przewyższająca rozmiar procesów rozpadowych można było przewidywać dalsze wymieranie, osiągnięcie równowagi lub też przyrost substancji żywej. Jednakże i w tym ostatnim przypadku wzrost liczby organizmów powinien doprowadzić do osiągnięcia stanu równowagi — o ile nie wystąpi hamujące działanie innych czynników.

W doświadczeniach z hodowlą II dodawałem w przeciągu 10 dni po 0,5 cm^3 wywaru. Hodowla wymierała. Następnie dodawałem po 1 cm^3 . Spowodowało to zwiększenie się liczby wymoczków z 10 na 125 w cm^3 . Powyższa liczba utrzymywała się z dosyć znacznymi wahaniami w przeciągu 17 dni trwania doświadczenia. Podobnie hodowla III przy dodawaniu stałej ilości pokarmu wykazała w przeciągu 26 dni stan równowagi chwiejnej. W hodowli I począwszy od 182 dnia stale dodawałem po 2 cm^3 wywaru. Hodowla wykazała znaczny przyrost liczby wymoczków — przyrost ów podążał za ilością dostarczanego pokarmu (182—215 dni, rys. 1). Jednakże po 200 dniach zauważyłem wystąpienie

¹⁾ Być może, iż zjawisko to tak daleko posuniętej redukcji objętości pozostaje w związku z działaniem głodu częściowego i powtarzanego (J. V i e w e g e r o w a '21).

T A B E

HODOWLA IV. Rozwój ilościowy wymoczków w hodowli „ciągłej” IV. podanych w rub. 3.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée, ajoutée
à la culture) | Liczba wymoczków
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli, wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture, exprimée en cm ³
d'infusion de foin con-
centrée) |
|--|---|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 0 | 50 cm ³ | | — |
| 1 | 11 | — | 1965 | — |
| 2 | 17 | — | 3201 | — |
| 3 | 29 | — | 2237 | — |
| 4 | 39 | — | 7 | — |
| — | — | 25 „ | — | 75 cm ³ |
| 5 | 42 | — | 96 | — |
| 6 | 44 | — | 1015 | — |
| 7 | 49 | — | 1025 | — |
| 8 | 52 | — | 1078 | — |
| 9 | 62 | — | 398 | — |
| 10 | 67 | — | 70 | — |
| — | — | 15 „ | — | — |
| — | 68 | 10 „ | — | 100 „ |
| 11 | 69 | — | 170 | — |
| 12 | 71 | — | 1082 | — |
| 13 | 74 | — | 1382 | — |
| 14 | 78 | — | 701 | — |
| 15 | 83 | — | 806 | — |
| 16 | 88 | — | 706 | — |

TABLEAU IV. Développement des infusoires dans la culture continue IV
sion de foin fraîche en quantités marquées en col. 3.

L A IV.

W terminach oznaczonych dodawano do hodowli świeży wywar w ilościach

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Liczba dni ubiegłych od
początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés
depuis le commencement
de l'expérience) | Ilość wywaru dodanego
do hodowli
(Quantité d'infusion de
foin concentrée ajoutée
à la culture) | Liczba wymoczków
w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans
1 cm ³ du liquide de la
culture) | Całkowita ilość pokarmu
w hodowli, wyrażona
w cm ³ wywaru
(Quantité totale de nour-
riture, exprimée en cm ³
d'infusion de foin con-
centrée) |
|--|---|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17 | 93 | — | 53 | — |
| — | — | 10 cm ³ | — | — |
| — | 94 | 15 " | — | — |
| 18 | 97 | — | 710 | 125 cm ³ |
| 19 | 101 | — | 1268 | — |
| 20 | 106 | — | 1325 | — |
| 21 | 111 | — | 478 | — |
| 22 | 116 | — | 64 | — |
| — | 116 | 12,5 " | — | — |
| — | 117 | 12,5 " | — | 150 " |
| 23 | 119 | — | 420 | — |
| 24 | 121 | — | 1022 | — |
| 25 | 125 | — | 821 | — |
| 26 | 130 | — | 526 | — |
| 27 | 137 | — | 34 | — |
| — | 139 | 12,5 " | — | 162,5 |
| 28 | 144 | — | 302 | — |
| 29 | 148 | — | 449 | — |
| 30 | 154 | — | 221 | — |
| 31 | 164 | — | jednostki | — |

Aux temps déterminés en col. 2 on ajoutait au liquide de la culture de l'infu-

redukcji objętości komórki. Osiągnęłam wówczas stan podobny do tego, jaki występuje w hodowlach „normalnych“ w okresie przejścia z warunków hodowli idealnej do głodu. Spowodowało to wystąpienie chwilowej liczbowej depresji, poczem liczba pierwotniaków zbliżyła się do pierwotnej.

Doświadczenia powyższe wskazują na możliwość osiągnięcia — przy dodawaniu stałej ilości pokarmu do hodowli — stanu równowagi chwiejnej, połączonej z częściowem wymieraniem i mnożeniem się wymoczków, w przeciągu dłuższego czasu (195—248 dni).

W hodowli III pod koniec jej istnienia daje się zauważyć zniżka ilościowego rozwoju wymoczków. Nieuzasadnionem byłoby przypisywanie tego wyłącznie działaniu nagromadzonych produktów przemiany materji. Należy uwzględnić bezwzględne stężenie pożywki. Poprzednio stwierdziliśmy (21 tab. I), że stężenie wywaru po przekroczeniu pewnej granicy wpływa ujemnie na rozwój wymoczków. Należy to prawdopodobnie przypisywać specyficznemu działaniu pewnych substancyj wyciągowych siana. Z doświadczeń, w których hodowałam wymoczki w różnych stężeniach pożywki, wynika, że stężenie odpowiadające zawartość. 33% wywaru stosowanego (200 cm³ wywaru na 400 cm³ wody) działa na rozmnażanie się wymoczków wyraźnie hamująco lub nawet śmiertelnie.

W omawianych hodowlach „ciągłych“, wskutek dodawania wywaru stężenie pożywki pod koniec ich istnienia zbliżało się do wspomnianego wyżej, szkodliwego stężenia.

W tych warunkach hamujące działanie wywaru może się zaznaczyć. Potwierdzają to obserwacje, czynione na wymoczkach z hodowli III lub też z linii „ciągłych“ (hodowanych na klockach), umieszczonych na klockach w pożywkach świeżych o różnych stężeniach (50 — 25%) wywaru, lub w pożywkach z hodowli „ciągłych“. Wymoczki z hodowli, przenoszone do pożywek świeżych o stężeniu wywaru powyżej 30%, wykazały szybkość mnożenia się zbliżoną do tejże w hodowlach; wymoczki z linii ciągłych wykazały niewielką szybkość mnożenia się, lub też ginęły w stężeniach powyżej 30%; to samo daje się zauważyć po wprowadzeniu świeżych wymoczków do pożywki z hodowli ciągłych, w których zawartość wywaru dosięgnęła i przewyższała 30% (hodowla III po 200 — 241 dn.). Wskazuje to zarówno na możliwość ujemnego działania wyższych koncentracyj wywaru

w ostatnich etapach istnienia (III), jak i na pewną zdolność wymoczków przystosowywania się w hodowlach ciągłych, dzięki czemu znoszą one działanie koncentracji; często śmiertelnych dla innych.

Streszczając wyniki doświadczeń z hodowlami ciągłymi, możemy powiedzieć, że dodanie pokarmu w większych ilościach powoduje powtórzenie cyklu rozwojowego. Dodawanie pokarmu w stałych dawkach niewielkich pozwala osiągnąć stan równowagi, przy którym wartości procesów przyswajania i rozpadu wzajemnie sobie odpowiadają.

W następnych doświadczeniach stosowałem, poza dodawaniem pokarmu, rozcieńczanie produktów przemiany materji, dodając do hodowli pewną ilość przegotowanej wody. Doświadczenia wykonałem w kilku serjach.

W II serji służyła mi za punkt wyjścia hodowla sianowa (100 cm^3 wywaru + 500 cm^3 wody), do której wprowadziłem kilka osobników. Hodowla wykazała rozwój wymoczków zestawiony w tabeli V.

Gdy liczba wymoczków spadła do 30 na cm^3 (po 64 dn.), podzieliłem ciecz z hodowli na dwie części. Połowę pozostawiłem w słoju, uzupełniając ją do 600 cm^3 wodą przegotowaną (hodowla *A*). Z pozostałej sporządziłem kilka hodowli (*a*, *b*, *c*) w cylindrach o średnicy 4,5 cm, wysokości 15 cm.

Hodowlę *a* przygotowałem z 80 cm^3 pożywki hodowli V. Hodowlę *b* — z 80 cm^3 tejże pożywki, do której dodałem $13,3 \text{ cm}^3$ tego samego wywaru, który służył do sporządzenia hodowli V. Hodowlę *c* sporządziłem z 40 cm^3 pożywki starej, do której dodałem 40 cm^3 wody.

Jak można było przewidywać, hodowla *b* wykazała rozwój wymoczków w granicach, odpowiadających rozwojowi w hodowli pierwotnej V. W pozostałych rozwój wymoczków nie nastąpił, przeciwnie, hodowle *A* i *c* wykazały liczbę niższą niż w hodowli kontroli *a*.

A zatem rozcieńczenie wodą produktów przemiany (hodowle *A* i *c*) nie powoduje wzmocnienia rozwoju hodowli, nie zabezpiecza jej nawet od wymierania. Wskazuje to wyraźnie, że nie nagromadzenie produktów metabolizmu jest czynnikiem, hamującym rozwój hodowli.

T A B E L A V.

HODOWLA V. Po 64 dniach ciecz z hodowli V posłużyła do sporządzenia hodowli A, a, b, c. Zestawiono ilościowy rozwój wycoczków w hodowli V i w hodowlach A, a, b, c.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Ilość dni ubiegłych od początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Liczba wycoczków w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Ilość dni ubiegłych od początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Liczba wycoczków w 1 cm ³ hodowli
Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture | | | |
|--|---|---|--|---|---|-----------|------|-----------|
| | | | | | A | a | b | c |
| 1 | 6 | 61 | 1 | 0 | 15 | 30 | 30 | 15 |
| 2 | 8 | 1910 | 2 | 2 | 6 | 24 | 305 | 8 |
| 3 | 11 | 3295 | 3 | 5 | 20 | 24 | 2280 | 8 |
| 4 | 18 | 3266 | 4 | 10 | — | 20 | 3302 | 12 |
| 5 | 23 | 3523 | 5 | 17 | — | jednostki | 600 | jednostki |
| 6 | 31 | 2633 | | | | | | |
| 7 | 36 | 1246 | | | | | | |
| 8 | 39 | 209 | | | | | | |
| 9 | 42 | 22 | | | | | | |
| 10 | 64 | 30 | | | | | | |

TABLEAU V. Développement des infusoires dans la culture—mère V et dans les cultures —filles A, a, b, c. La culture — mère a été préparée avec 100 cm³ d'infusion de foin concentrée et 500 cm³ d'eau. Au bout de 64 jours elle a servi à la préparation des cultures—filles. La culture A a été préparée en diluant 300 cm³ du liquide de la culture—mère avec 300 cm³ d'eau bouillie. La culture a contenait 80 cm³ du liquide de la culture—mère. La culture b—80 cm³ du liquide de la culture—mère et 13 cm³ d'infusion concentrée de foin. La culture c—40 cm³ du liquide de la culture—mère et 40 cm³ d'eau bouillie.

W dalszych badaniach chodziło mi o rozszerzenie wyników poprzednich doświadczeń na hodowlę, zawierającą części stałe (siano). Zaznaczę tutaj, że cykl hodowli z pożywką, zawierającą siano, trwa znacznie dłużej, niż cykl hodowli z pożywką przesączoną (badania Woodruffa—'12 i moje obserwacje). To ostatnie zjawisko pozostaje prawdopodobnie w związku ze stopniowym rozpuszczaniem składników siana, ich dyfuzją w miarę

żywania substancyj uprzednio rozpuszczonych i, co zatem idzie, ze stopniowem zużytkowaniem pokarmu w hodowli.

T A B E L A VI.

HODOWLA VI. Zestawienie ilościowego rozwoju wymoczków w hodowlach *d, e, f, g*. Do sporządzenia hodowli *d, e, f* użyto pożywki z hodowli VI, zawierającej części stałe siana.

| № kolejny obser-
wacji
(№ d'ordre de l'ob-
servation) | Ilość dni ubiegłych
od początku do-
świadczenia
(Nombre de jours
écoulés depuis le
commencement de
l'expérience) | Liczba wymoczków w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide
de la culture) | | | |
|--|--|--|----------|----------|----------|
| | | <i>d</i> | <i>e</i> | <i>f</i> | <i>g</i> |
| 1 | 2 | — | — | — | 77 |
| 2 | 3 | 18 | 12 | 274 | — |
| 3 | 5 | — | — | — | 1116 |
| 4 | 6 | 36 | 70 | 2412 | — |
| 5 | 7 | — | — | — | 2246 |
| 6 | 10 | 110 | 228 | 2347 | 2429 |
| 7 | 14 | — | — | — | 2270 |

TABLEAU VI. Développement des infusoires dans les cultures *d, e, f, g*. Le milieu des cultures *d, e, f* a été préparé avec du liquide filtré d'une vieille culture VI, où a eu lieu le développement des infusoires pendant 6 mois. La culture *d* contenait 110 cm³ du liquide de la culture VI. La culture *e* — 55 cm³ de ce liquide et 55 cm³ d'eau bouillie. La culture *f* — 100 cm³ du liquide filtré et 12 cm³ d'infusion de foin concentrée fraîche. La culture *g* a été préparée avec 100 cm³ d'eau bouillie et 12 cm³ de même infusion.

W serji III zastosowałem hodowlę sianową VI, sporządzoną w grudniu. Pożywkę przygotowałem przez zagotowanie niewielkiej ilości siana w wodzie wodociągowej. Hodowla zawierała tylko *Colpidium*. 9 kwietnia stwierdziłem obecność licznych wymoczków. 14 kwietnia rachunek wykazał 207 *Colpidium* w 1 cm³. Ciecz z hodowli przesączyłem przez sączek azbestowy (Pregla), starannie przemyty, i rozdzieliłem na trzy części, które posłużyły do sporządzenia hodowli w cylindrach (jak wyżej). Hodowla *d* zawierała 110 cm³ pożywki, hodowla *e* — 55 cm³ pożywki + 55 cm³ wody przegotowanej, hodowla *f* — 100 cm³ pożywki + 12 cm³ wywaru.

Równolegle sporządziłem w identycznych warunkach hodowlę *g*, zawierającą 100 cm³ wody przegotowanej + 12 cm³ tegoż wywaru. Do każdej hodowli wprowadziłem 1 cm³ cieczy z hodowli pierwotnej wraz z wymoczkami. Rozwój ilościowy wymoczków zestawilem w tabeli VI. W hodowlach *f* i *g* rozwój wymoczków nie różnił się prawie pod względem ilościowym, aczkolwiek stężenie produktów przemiany materji w hodowli *f* odpowiadało prawie temuż hodowli starej VI, zaś stężenie tychże produktów w hodowli *g* początkowo równało się zeru.

Hodowle *d* i *e* nie wykazały znaczniejszego rozwoju wymoczków.

W ostatniej wreszcie serii doświadczeń obrałem za punkt wyjścia hodowlę „dziką“, sporządzoną przez zalanie siana pewną ilością wody wodociągowej. Hodowla VII przygotowana była we wrześniu i zawierała oprócz *Colpidium* inne wymoczki. W dniu 9 kwietnia znajdowały się tam między innymi liczne *Colpidium*. 10 czerwca hodowla zawierała około 100 wymoczków w 1 cm³ cieczy. 11 czerwca ciecz z hodowli przesączyłem przez sączek Pregla i przesącz ten rozdzieliłem na dwie części, sporządzając hodowle *h* i *m*. Hodowla *h* zawierała 70 cm³ przesączu + 7 cm³ wody, hodowla *m* — 70 cm³ przesączu + 7 cm³ wywaru. Jednocześnie sporządziłem hodowlę *o* z 70 cm³ wody wodociągowej i 7 cm³ wywaru. Rozwój ilościowy wymoczków zestawilem w tab. VII. Jak widzimy, rozwój wymoczków w hodowlach *m* i *o* pod względem ilościowym był bardzo zbliżony.

Rezultaty powyższych doświadczeń streścić można w sposób następujący. Dodawanie do wymierającej hodowli pokarmu w mniejszych lub większych dawkach prowadzi do powtórzenia się cyklu w zakresie odpowiednim do ilości pokarmu. Wprowadzenie wody do hodowli nie wywiera wyraźnie dodatniego wpływu na jej rozwój. W starej hodowli, po dodaniu pokarmu, rozwój pierwotniaków przebiega w sposób podobny, jak w pożywce świeżej, o takiej samej zawartości pokarmu, nie zawierającej produktów przemiany materji.

Wnioski powyższe wyłączają możliwość szkodliwego działania w większym stopniu produktów przemiany materji na plazmę lub na enzymy komórkowe. O ile jednak szkodliwe działanie tych produktów w hodowli wymoczków w warunkach opisywanych

T A B E L A VII.

HODOWLA VII. Zestawienie ilościowego rozwoju wymoczków w hodowlach *h*, *m* i *o*. Do sporządzenia hodowli *h* i *m* użyto pożywki z hodowli sianowej VII „dzikiej“.

| № kolejny obserwacji
(№ d'ordre de l'observation) | Ilość dni ubiegłych od początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Liczba wymoczków w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoires dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | | |
|--|---|---|----------|----------|
| | | <i>h</i> | <i>m</i> | <i>o</i> |
| 1 | 1 | 12 | 22 | 28 |
| 2 | 3 | 91 | 1160 | 1660 |
| 3 | 4 | — | 1200 | 1480 |
| 4 | 7 | 89 | 1800 | 2200 |
| 5 | 13 | jednostki | 1400 | 1520 |

TABLEAU VII. Développement des infusoires dans les cultures *h*, *m*, *o*. Le milieu des cultures *h* et *m* a été préparé avec du liquide filtré d'une vieille culture VII, où a eu lieu auparavant le développement de nombreux infusoires de différentes espèces pendant 9 mois. La culture *h* contenait 70 cm³ du liquide filtré de la culture VII et 7 cm³ d'eau bouillie. La culture *m* — 70 cm³ de même liquide et 7 cm³ d'infusion de foin concentrée fraîche. La culture *o* — 70 cm³ d'eau bouillie et 7 cm³ de même infusion.

nie uzewnętrznia się wyraźnie, to konsekwentnie zjawia się przypuszczenie, że zachodzi usuwanie ich z obiegu hodowli lub też gromadzenie się ich w ilościach i w postaciach związków nieszkodliwych.

Prawdopodobnie zachodzi zarówno pierwsze jak i drugie.

Gromadzenie się w pewnej ilości produktów metabolizmu w hodowli wydaje się przypuszczeniem uzasadnionem a priori. Przemawiają za tem zmiany składu chemicznego hodowli, na jakie wskazują pomiary przewodnictwa elektrolitycznego. Z doświadczeń Petersa (07) wynika, że w hodowlach wymoczków daje się zaużyć stopniowy wzrost przewodnictwa elektrolitycznego. Moje pomiary potwierdzają te wyniki. Pomiary przeprowadzałem w hodowli VIII, sporządzonej przez rozcieńczenie 75 cm³ wywaru 525 cm³ wody. Śledziłem w niej ilościowy rozwój wymoczków i jednocześnie mierzyłem przewodnictwo elektrolityczne cieczy

odwirowanej metodą Kohlrauscha w modyfikacji Hamburgera ('02) w temp. 25° C. Rezultaty zestawilem w tabeli VIII, gdzie w rub. 4 (zamiast przewodnictwa) podałem opór słupa cieczy w omach (stała naczynia wynosiła 2.50).

T A B E L A VIII.

HODOWLA VIII. Zestawienie ilościowego rozwoju wymoczków i pomiarów przewodnictwa elektrolitycznego w hodowli. Pomiary czynione były w naczynkach Hamburgera (02 str. 103) po odwirowaniu płynu, w temp. 25° C. Zamiast przewodnictwa podano opór w Ω (przeciętna 3—4 pomiarów).

| N° kolejny obserwacji
(N° d'ordre de l'observation) | Ilość dni ubiegłych od początku doświadczenia
(Nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Liczba wymoczków w 1 cm ³ hodowli
(Nombre d'infusoirs dans 1 cm ³ du liquide de la culture) | Opór cieczy z hodowli wyrażony w Ω
Résistance du liquide de la culture exprimée en Ω |
|--|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 0 | — | 5000 |
| 2 | 1 | jednostki | 4792 |
| 3 | 2 | kilkanaście | 4683 |
| 4 | 3 | 226 | — |
| 5 | 4 | — | 4690 |
| 6 | 5 | 2532 | — |
| 7 | 8 | 2642 | 4552 |
| 8 | 12 | 2614 | 4403 |
| 9 | 20 | 2210 | 4247 |
| 10 | 32 | 18 | 4100 |

TABLEAU VIII. Les variations de la conductibilité électrique du liquide de la culture VIII. Les mesures de la conductibilité ont été prises d'après la méthode de Kohlrausch (en modification de Hamburger—02 p. 103) — à la température de 25° avec le liquide centrifugé.

Jak widzimy, w hodowli daje się zauważyć stały wzrost przewodnictwa. Wskazuje to na wytwarzanie i gromadzenie się cząsteczek o wyższym stopniu dysocjacji w związku z przetwarzaniem materiału organicznego pożywki przez zamieszkujące ją

organizmy. Powyższe zmiany pozostają prawdopodobnie w związku ze zmianami ciśnienia osmotycznego cieczy, ustosunkowania ane-lektrolitów i elektrolitów, zarówno, jak i kwasowości (Peters '07, Fine '12). Jednakże z obserwacji Engelmana ('79) Massarta ('89) Petersa ('07), Prowazka ('10), Zuelzer ('10), Fine'a ('12), Jacobsa ('12) i licznych innych wynika zdolność przystosowywania się komórki pierwotniaczej w mniej lub więcej szerokim zakresie do stopniowych zmian środowiska.

Być może, że oprócz przystosowania wchodzi również w grę odporność organizmu na działanie toksyn bakterjalnych, lecz kwestja działania toksycznego, zarówno jak i środków ochronnych komórki, pozostaje w danych warunkach niewyjaśniona. Podobnie niewyjaśnioną bliżej jest kwestja przeciwdziałania wogóle na drodze chemicznej występowaniu związków szkodliwych — zdolność tak wybitnie zaznaczona u organizmów wyższych.

W ścisłym związku z występowaniem i stopniem oddziały-wania produktów przemiany materji w hodowli pozostaje szyb-kość ich gromadzenia się. Ta ostatnia zaś zależy od szybkości przemiany chemicznej oraz od szybkości z jaką produkty po-wyższe zostają usuwane ze środowiska hodowli.

Pierwszy warunek zależy od liczbowego ustosunkowania organizmów w hodowli. Stosunek ilości bakteryj — a więc czyn-nika, wywołującego procesy fermentacyjne w hodowli — do ilości wymoczków — czynnika przeciwdziałającego (trzebienie bakteryj) nadmiernemu rozwojowi powyższych procesów — odgrywa rolę w rozwoju hodowli nietylko z punktu widzenia odżywczego (T. Vieweger '18), ale również zabezpiecza od nadmiernie gwałtownego gromadzenia się produktów metabolizmu. Znaczenie powyższego czynnika daje się zwłaszcza zauważyć w początkowym stadium rozwoju. W hodowlach o większej zawartości pokarmu, gdzie rozwój bakteryj i przebieg procesów fermentacyjnych zachodził bardziej intensywnie, obserwowałem, że te hodowle, do których wprowadzałem większe ilości wymoczków, rozwijały się pomyślnie, natomiast przy wprowadzaniu niewielkich ilości rozwój był po-wolniejszy, albo wcale nie następował.

W mnożeniu się wymoczków i w trzebieniu przez nie bak-teryj stwierdzamy n a r a z i e jedyny ich środek obrony przeciwko zbyt intensywnej działalności bakteryj w hodowlach.

Pozostaje kwestja usuwania z hodowli produktów przemiany materji. Może to mieć miejsce na drodze stopniowego ich przetwarzania, ewentualnie, częściowego zużytkowania przez poszczególne gatunki bakteryj, podobnie jak to się odbywa w procesach „samoo czyszczania wód“. Wobec niedokładnej znajomości składu pożywki i zmienności flory bakterjalnej powyższa kwestja nie może być bliżej rozpatrywana. Natomiast pozostaje możliwość wydalania lotnych produktów drogą wolnej powierzchni. Na znaczenie wolnej powierzchni cieczy w rozwoju hodowli wskazują obserwacje R a u l i n a ('69), B e n e c k e g o ('95), a zwłaszcza w danym przypadku ty czące nas bliżej — M ę d r k i e w i c z ó w n y ('21). Jak wynika z tej ostatniej pracy, wolna powierzchnia płynu normuje ilościowy rozwój hodowli wymoczków zarówno przez zabezpieczenie dostępu tlenu, jak i przez wydalanie lotnych produktów przemiany materji. W hodowlach o małej powierzchni szkodliwe działanie produktów przemiany materji może wystąpić. W tym ostatnim przypadku ilościowy rozwój wymoczków, a zatem i wyzyskanie podłoża pokarmowego, słabiej się zaznacza, niż w hodowlach o większej powierzchni, gdzie powyższe działanie nie występuje.

Stąd wynika, że normalny rozwój hodowli i działanie produktów przemiany materji zależy od szybkości ich wytwarzania w hodowli (w związku z ilością organizmów), od szybkości ich wydalania (stosunki wymienne) i wreszcie od ilości występujących w hodowli (w związku ze zdolnością przystosowania organizmów).

Opierając się na naszych badaniach, możemy stwierdzić, że w naszych warunkach doświadczeń szkodliwe działanie produktów przemiany materji nie daje się ustalić. Należy to przypisać względnie optymalnemu ustosunkowaniu powyższych warunków, normujących rozwój hodowli.

W tym przypadku gromadzenie się produktów przemiany materji nie ogranicza możliwości wyzyskania pokarmowego podłoża i pokarm staje się czynnikiem decydującym w rozwoju hodowli. Hodowle powyższe z tego względu moglibyśmy nazwać t r o f o d y n a m i c z n e m i, w przeciwstawieniu do hodowli h e t e r o d y n a m i c z n y c h, w których, oprócz powyższego czynnika, zaznacza się w większym zakresie szkodliwe działanie produktów przemiany. Przykład podobnej hodowli o ograniczonym

zakresie działania produktów metabolizmu, o cyklu powtarzalnym, nie jest całkowicie odosobniony. Wskazują na to obserwacje Raulina ('65), Nikitinskiego ('04). Podobnie Rubner ('06) w badaniach nad rozwojem hodowli bakterji *Proteus* zastrzega się przeciw zbyt schematycznemu przypisywaniu wstrzymania rozwoju gromadzeniu się produktów przemiany materji.

W niektórych przypadkach (Wildiers '01, Thibaut '02, Rahn '06) zauważono dodatnie ich działanie w mniejszych ilościach na przebieg rozwoju hodowli (porówn. Küster '08—09).

W hodowlach wielogatunkowych (Woodruff '12) zmiany warunków odżywczych stanowią prawdopodobnie czynnik pierwszorzędnej wagi, co nie wyłącza, że zmiany warunków tlenowych, kwasowości, stopnia mineralizacji środowiska — związane z rozwojem organizmów — wpływają również na rozmieszczenie poszczególnych gatunków w podobny sposób, jak to ma miejsce w zbiornikach wody (porówn. Kolkwitz i Marsson '08—09). Kwestja powyższa wymaga dalszych badań.

Z obecnych i poprzednich naszych badań wynika, że rozwój hodowli trofodynamicznej biegnie początkowo w warunkach hodowli idealnej (według postępu geometrycznego ('18) cz. I, tab. III—V), poczem występuje zahamowanie przyrostu liczbowego i objętościowego, w końcu zaś stopniowe wymieranie organizmów. Jednocześnie z zahamowaniem rozwoju daje się stwierdzić stałe zmniejszanie się podzielności komórki (ibid, tab. IX). Od tego momentu rozwój hodowli przypomina przebieg zjawisk wzrostowych w organizmie wielokomórkowym zwierzęcym, w którym — po okresie szybkiego mnożenia się komórek — występuje stałe zmniejszanie się szybkości wzrostu (a prawdopodobnie i szybkości mnożenia się komórek).

Opierając się na ogólnem podobieństwie cyklu rozwojowego hodowli i organizmu, oraz na badaniach Woodruffa ('11—13), niektórzy autorowie (porówn. Lipschütz '15—18) widzą w gromadzeniu się szkodliwych produktów przemiany materji w organizmie czynnik hamujący rozwój organizmu. Jednakże doświadczenia moje wskazują na możliwość zrealizowania takich warunków współżycia społeczności wielokomórkowych (hodowli), w których powyższe działanie nie daje się ustalić. Rozciągać powyższe wnioski na

organizm wielokomórkowy, gdzie zrzeszenie komórek posiada charakter bardziej ścisły, byłoby rzeczą przedwczesną. Jest prawdopodobne, że oprócz pokarmu, inne czynniki wchodzą tu w grę w większym zakresie. Natomiast możemy zauważyć, że po pierwsze, dotychczasowa znajomość budowy fizycznej i chemicznej organizmu w różnych okresach jego cyklu rozwojowego nie pozwala nam ustalić typu podobnych szkodliwych związków i ich zakresu działania, a zatem pozostaje ono całkowicie hypotetyczne; po drugie — też same czynniki, które warunkują szkodliwe działanie produktów przemiany materji w hodowli — jako to szybkość przemiany, stosunki wymienne ze środowiskiem zewnętrznym i zdolności przystosowawcze — wchodzą w grę również i w organizmie wielokomórkowym (P ü t t e r '11). Ponadto organizm wielokomórkowy rozporządza wieloma środkami przeciwdziałającymi szkodliwemu działaniu produktów metabolizmu, a więc zdolność lokalizowania (w postaci związków nierozpuszczalnych — zwłaszcza w świecie roślinnym), odporność serologiczna, unicestwianie szkodliwego działania związków na drodze kojarzenia ugrupowań chemicznych i t. d. Jak widzimy zatem, środki ochronne organizmu wielokomórkowego są w danym razie lepiej poznane aniżeli w przypadku hodowli wymoczków.

Podobnież wydaje mi się niedostatecznie narazie uzasadnione, oparte w znacznej mierze na poszukiwaniach nad głodem częściowym u drożdży, tłumaczenie procesu starzenia się i śmierci (R u b n e r '09—12, L i p s c h ü t z '18), jako skutku zahamowania zjawisk wzrostowych i mnożenia się komórek organizmu. Badania A r o n a, O s b o r n e ' a, M e n d l a ('16) i innych, wykazują, że warunki niedożywiania i głodu powtarzanego (nawet w przeciągu dłuższego czasu), nie wyłączają późniejszych możliwości wzrostowych organizmu. Moje hodowle powtarzalne wskazują na możliwość zarówno wielokrotnych okresów głodowych i wzrostowych w hodowli, jak i na możliwość utrzymania pewnego stanu równowagi chwiejnej w przeciągu dłuższego czasu w warunkach niedostatecznego odżywiania, przyczem zachodzi wówczas mnożenie się jednych, wymieranie innych wymoczków. Stan podobny zdaje się występować i w organizmie złożonym w warunkach zahamowania wzrostu, gdzie, jak wynika z badań A r o n a ('13) i innych, wzrost jednych i zanik innych organów zachodzą współrzędnie. Jednakże trzeba przyznać, że kwestja powyższa wymaga dalszych poszukiwań-

PIŚMIENICTWO.

- Aron H. 1913. Biochemie des Wachstums des Menschen und der höheren Tiere. Oppenheimer: Biochemie. Ergänzb. —
- Benecke W. 1895. Die zur Ernährung der Schimmelpilze notwendigen Metalle. Jahrb. f. wiss. Bot. 28.
- Engelmann T. 1879. Physiologie der Protoplasma — und Flimmerbewegung. Hermann: Handb. d. Physiol.
- Enriques P. 1909. La teoria di Spencer sulla divisione cellulare studiata con ricerche biometriche negli Infusori. Arch. di Fisiol. 7.
- Fine M. 1912. Chemical properties of hay infusions with special reference to the titratable acidity and its relation to the protozoan sequence. Journ. of exper. Zool. 12.
- Gutmanówna L. 1915. Przyczynek do badań nad ilością gazów w hodowli pierwotniaków. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 9. Über das Verhalten der gelösten Gasen in den Infusorienkulturen. Comptes Rendus. Société des Sciences de Varsovie. 9).
- Jacobs M. 1912. The effects of CO₂ on various protozoa. Journ. of exper. Zool. 12.
- Kolkwitz K., Marsson M. 1908. Oekologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 26a.
- 1909. Oekologie der tierischen Saprobien. Intern. Revue d. Hydrob. u. Hydrogr. 2.
- Küster E. 1908. Keimung und Entwicklung von Schimmelpilzen in gebrauchten Nährlösungen. Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 26a.
- 1909. Über chemische Beeinflussung der Organismen durch Einander. Vortr. u. Aufsätze üb. Entwickelungsmech. d. Organ. 6.
- Lipschütz A. 1915. Allgemeine Physiologie des Todes. Braunschweig.
- 1918. Allgemeine Physiologie des Wachstums. Zeitsch. f. allg. Physiol. 17.
- Massart J. 1889. Sensibilité et adaptation des organismes à la concentration des solutions salines. Arch. d. Biol. 9.
- Mędrkiewiczówna H. 1921. Wpływ wielkości powierzchni cieczy na rozwój kultur wycieczek. Prace Zakł. Fizjol. Instyt. Nenckiego. 1 (№ 5). (Le rôle de la surface libre du liquide dans le développement des cultures du *Colpidium colpodu* Ehrbg. Travaux du Laborat. de Physiol. de l'Institut Nencki. 1 (№ 5).
- Mendel L. 1916. Das Wachstum. Erg. d. Physiol. 15.
- Oehler R. 1920. Gereinigte Ziliatenzucht. Arch. f. Protist. 41.
- Peters A. 1906. Chemical studies on the cell and its medium. I. Methods for the study of liquid culture media. Amer. Journ. of Physiol. 17.
- 1907. II. Some chemico-biological relations in liquid culture media. Ibid. 18.
- Prowazek S. 1910. Einführung in die Physiologie der Einzelligen. Leipzig.

- Pütter A. 1911. Vergleichende Physiologie. Jena.
- 1911. Aktive Oberfläche und Organfunktion. Zeitsch. f. allg. Physiol. **12**.
- Rahn O. 1906. Über der Einfluss der Stoffwechselprodukten auf das Wachstum der Bakterien. Zentralbl. f. Bakter. **16**.
- Raulin J. 1869. Etudes chimiques sur la végétation. Annal. des Sciences. natur. V. S. **11**.
- Rubner M. 1906. Die Beziehungen zwischen Bakterienwachstum und Konzentration der Nahrung. Arch. f. Hygiene **57**.
- 1909. Grundlagen einer Theorie des Wachstums der Zelle nach Ernährungsversuchen an Hefe. Sitzungsber. d. Königl. Preuss. Akad. d. Wissensch.
- 1912. Die Ernährungsphysiologie der Hefezeile bei alkoholischer Gärung. Arch. f. Physiol. Suppl. Bd.
- Sun A. 1912. Experimentelle Studien über Infusorien. Arch. f. Protist. **27**.
- Thibaut. 1902. Einfluss der alkoholischen Gärungsprodukte auf Hefe und Gärverlauf. Zentralbl. f. Bakter. **9**.
- Wildiers. 1901. Nouvelle substance indispensable au développement de la levure. La Cellule. **18**.
- Woodruff L. 1911. The effect of excretion products of *Paramecium* on its rate of reproduction. Journ. of exper. Zool. **10**.
- 1912. Observations on the origin and sequence of the protozoan fauna of hay infusions. Ibid. **12**.
- 1913. The effect of excretion products of Infusoria on the same and on different species, with special reference to the protozoan sequence in infusions. Ibid. **14**.
- Viewegerowie J. i T. 1918. Badanie czynników rozwoju kultur *Colpidium colpoda* Ehrbg. I. Wpływ pokarmu — głód. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. **11**. (Recherches sur les causes du développement des cultures du *Colpidium colpoda* Ehrbg. I. L'influence de la nourriture et du jeune. Comptes Rendus. Société des Sciences de Varsovie. **11**).
- III. Wpływ ilości pokarmu — głodu. Prace Zakł. Fizjol. Instyt. Nenckiego. **1** № 1. (L'influence de la quantité de la nourriture et du jeune. Trav. du Laborat. de Physiol. de l'Institut Nencki. **1** № 1).
- Viewegerowa J. 1921. Badania morfologiczno-fizjologiczne nad *Colpidium colpoda* Ehrbg. w czasie głodu. Ibid. **1** (№ 9). (Recherches sur l'inanition de *Colpidium colpoda* Ehrbg. Ibid. **1** № 9).
- Vieweger T. 1918. II. Zależność rozwoju wymoczków od rozwoju bakteryj. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. **11**. (Les rapports entre le développement des bactéries et des infusoires). Comptes Rendus Société des Sciences de Varsovie **11**.

R É S U M É.

D'après les idées répandues de divers auteurs l'action nuisible des produits de la désassimilation est le facteur principal du declin et de la mort des organismes dans les cultures en train de déchéance (Woodruff '11—13, Sun '12). J'ai décrit dans les travaux précédents le développement de *Colpidium* dans les cultures préparées avec de l'infusion de foin. Dans le travail présent j'ai cherché à déterminer le degré de l'action des produits du métabolisme dans les cultures considérées. J'ai exécuté dans ce but plusieurs séries d'expériences.

La première série renfermait quatre cultures, dites „continues“. Au moment de leur déchéance j'ajoutais de la nourriture fraîche. Dans ces conditions la multiplication des infusoires recommençait et le cycle primitif de la culture se répétait. Les données numériques concernant le développement des infusoires dans les cultures I—IV ont été exposées dans les tableaux I—IV. J'y ai marqué en même temps les quantités de nourriture additionnées au liquide de la culture aux temps déterminés. On voit que le phénomène de la répétition du cycle évolutif s'accomplissait 6 fois dans la culture I (pendant 180 jours de son existence, v. fig. 1), 6 fois dans la culture II (141 jours), 8 fois dans la culture III (213 jours, v. fig. 2) et 5 fois dans la culture IV (164 jours). Les différences du développement quantitatif qu'on observe après l'addition des quantités égales de nourriture peuvent être expliqués par l'action de la concentration du liquide, qui ne reste pas sans influence sur la multiplication des infusoires (J. et T. Vieweger '21).

Si on ajoute à la culture de la nourriture en petites portions quotidiennes, on peut obtenir pendant un certain temps l'état d'équilibre instable, dû à la multiplication des uns et à la mort des autres individus.

Il résulte des faits observés dans les cultures continues, que l'addition de la nourriture à des cultures vieilles les fait renouveler et que le cycle vital y est répété.

Dans les expériences suivantes je changeais le milieu ambiant en additionnant de la nourriture ou en diluant les produits du métabolisme dans les cultures avec de l'eau bouillie.

Dans la II série d'expériences je me suis servi de la culture V (tab. V). Au bout de 64 jours de son existence une partie de liquide de la culture a été diluée avec de l'eau (cult. A et c) l'autre additionnée de l'infusion de foin fraîche (cult. b). La dernière montrait le développement des infusoires dans les limites de la culture — mère.

Dans la III série j'ai pris pour point de départ la culture VI contenant les particules solides (foin), et dans laquelle le développement des infusoires a eu lieu déjà pendant 6 mois. Le liquide de la culture a été filtré. Une partie de ce liquide a été additionnée de l'infusion de foin fraîche (cult. f), l'autre de l'eau (cult. c). La culture contrôle (g) a été préparée avec de l'eau, à laquelle j'ai ajouté la même quantité d'infusion qu'à la culture f. Le développement des infusoires dans les cultures f et g a été à peu près le même (tab. VI). Des résultats semblables j'ai obtenus avec la culture VII, vieille de 9 mois où, à côté de *Colpidium* se trouvaient encore d'autres infusoires (tab. VII). Il résulte des expériences en question que l'addition de la nourriture à la culture vieillie conduit à la répétition du cycle vital, tandis que la dilution de la culture avec de l'eau ne donne pas de résultats. De plus, le développement des infusoires dans les cultures préparées avec du milieu de la vieille culture s'accomplit à peu près de la même manière que dans les cultures tout à fait fraîches.

Ceci démontre que l'action de la nourriture est le facteur principal dans le développement des cultures. Quant à l'action nuisible des produits du métabolisme on ne l'observe pas dans les cas étudiés.

L'explication des résultats obtenus est pour le moment la suivante. L'action des produits de la désassimilation dans les cultures est la résultante de plusieurs facteurs: 1) de la vitesse des échanges matériels dans la culture, ce qui dépend du nombre des organismes présents; 2) de la vitesse des échanges gazeux

avec le milieu ambiant (l'influence de la grandeur de la surface libre du liquide, voir Mędrkiewiczówna '21); 3) de la vitesse de l'accumulation des produits du métabolisme dans le liquide et 4) de la faculté de l'accomodation des organismes. Dans les expériences décrites plus haut les conditions optimales du développement ont été réalisées et, par conséquent l'action nuisible des déchets du métabolisme ne se manifeste pas.

Prace Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach Instytutu im. M. Nenckiego
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie)
Tom I (1922) № 1.

Travaux de la Station Hydrobiologique sur le lac Wigry
de l'Institut M. Nencki
(Société des Sciences de Varsovie)
Tome I (1922) № 1.

A. LITYŃSKI.

Jeziro Wigry jako zbiorowisko fauny planktonowej¹⁾.

(Le plancton du lac Wigry comme association biologique).

W l. 1920—21 podjęto na obszarze jeziora Wigierskiego, dzięki powstaniu tam Stacji Hydrobiologicznej, studia limnologiczne o szerszym programie. W zakres ich weszły: pomiary głębokości, przezroczystości wody i temperatury (Lityński, J. Dembowski i S. Dembowska), badania nad rozmieszczeniem wyższej roślinności wodnej (B. Hryniewiecki), plankton roślinny (J. Wołoszyńska), plankton zwierzęcy (Lityński i S. Minkiewicz). Przedmioty badań wymienionych wiążą się z sobą w ten sposób, iż po ostatecznym wykończeniu całości winniśmy uzyskać obraz dość dokładny stosunków biologicznych w jeziorze, którego one dotyczą. Praca niniejsza, stanowiąc wypełnienie części programu powyższego, charakteryzuje w sposób ogólny plankton zwierzęcy Wigier, specjalnie uwzględniając poznaną najlepiej faunę skorupiaków strefy śródzieziornej.

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w dniu 12 stycznia 1922 r.

1. Charakter fizjograficzny terenu.

K. Kulwieć, autor jedynej w literaturze polskiej pracy o Wigrach (04), przedstawia to jezioro, jako zbiornik o zawilej linii brzegowej, skomplikowanej budowie misy jeziornej oraz znacznej głębokości. Pragnąc uzmysłwić sobie trudny do opisanego kształt jeziora, z pominięciem odnóg jego bocznych, zatok i półwyspów, możemy sprowadzić go do dwu ramion, łączących się pod kątem ostrym, którego wierzchołek zwrócony jest ku PdW. Dłuższe ramię zachodnie sięga od wsi Gawrychy do wsi Czerwony Krzyż i ma kierunek prawie ściśle równoleżnikowy; krótsze wschodnie—od Czerwonego Krzyża do wsi Tartak—zwrócone jest ku PnZ. Między ramionami zawarty jest rozległy półwysp kształtu trójkąta, zakończony ostrym przylądkiem Wysokiego Węgła, najwyższego wzniesienia nad jeziorem (164 m. n. p. m.) Wigry przedstawiają tedy zbiornik typu „strumieniowego“, wielce wydłużony i na znacznej przestrzeni mający wygląd rzeki, o szerokości przeciętnej 1·0—1·2 km., tworzący jednak miejscami większe obszary wodne, t. zw. w mowie miejscowej plosa. Plos owych mamy trzy: najrozleglejsze, położone w części zachodniej pod wsią Bryzglem, mierzy przeszło 2·5 km. szerokości i 3·5 km. długości; mniejsze znajduje się w części północnej, gdzie wpada i wypływa z Wigier Czarna Hańcza; najmniejsze leży w środku długości jeziora, bezpośrednio przed punktem, gdzie łożysko wygina się nagle i, omijając Wysoki Węgieł, skręca ku Pn. Na wszystkich trzech plosach znajdują się wyspy, w liczbie ogólnej kilkunastu. Największa—1·5 km. długi Ostrów—leży w archipelagu pod Bryzglem.

Ponieważ brak jeszcze dokładnych pomiarów Jeziora Wigierskiego, podaję kilka liczb przybliżonych, obliczonych na zasadzie map: Kulwiecia (04) i niemieckiej sztabowej (15). Załączona mapka szkicowa, wykonana na Stacji Hydrobiologicznej przez K. Demla, reprodukuje zarysy jezior Wigierskich zgodnie z mapą ostatnią.

(Por. mapkę)

Powierzchnia Wigier ¹⁾ łącznie z wyspami . . . ok. 24 km²

¹⁾ Nazwa Wigry oznacza stale główne jezioro, którego punkty krańcowe stanowi: na zachodzie ujście odpływu jeziora Staw do Wigier pod wsią Gawrychy, na północy zaś ujście odpływu j. Omółówek do Wigier, pod wsią Tartak.

| | |
|---|----------|
| Długość rzeczywista wzdłuż nurtu głównego | 20·2 km. |
| Odległość powietrzna punktów krańcowych | 9·6 „ |
| Szerokość płosa Zachodniego | 2·7 „ |
| „ „ Północnego w obrębie zatok Czarnej | |
| Hańczy | 3·6 „ |
| Zwężenie największe pod Wysokim Węglem | 0·4 „ |
| Długość linii brzegowej | ok. 70 „ |

Dwie liczby pierwsze unaoczniają rynienkowatość misy jeziornej, druga i trzecia jej skrzywienie, trzy pierwsze dają łącznie z ostatnią wyobrażenie o rozwoju wybrzeża. Z jeziorem głównym łączą się za pomocą krótkich kanałów jego odnogi, niegdyś stanowiąca z niem jedną całość, obecnie noszące charakter zbiorników odrębnych. Nazwy ich są następujące: Staw, Czarne, Okrągłe, Długie, Mucliczne, Białe i Leszczówek. Tworzą one, wspólnie z Wigrami, systemat 8 jezior Wigierskich, z których jedynie j. Białe wyróżnia się znacznie większymi wymiarami. (Długość ok. 1650 m, szerokość największa 630 m., głębokość maksymalna 34 m. — według badań Dembowskich w r. 1921).

Przeważnie wysokie stoki misy jeziornej, częściowo o wyglądzie typowych moren, wzniesionych 20—30 m. nad zwierciadłem wody, gleba złożona z jałowych piasków i żwirów, brzeg w wielu punktach zasłany otoczakami skał krystalicznych i osadowych, wreszcie obecność miejscami na wybrzeżu głazów narzutowych — oto najbardziej uderzające znamiona krajobrazu Wigierskiego, którego urozmaicenie główne stanowią lasy iglaste, okalające dawniej ze wszech stron jezioro, dziś znacznie przetrzebione. Charakterystyczną cechą dalszą przedstawia falistość misy jeziornej, powodowana częstym występowaniem stromych mielizn, t. zw. przez rybaków *górek*, otoczonych głęboką wodą śródjezierza. Górki nadają piętno swoiste środkowej zwłaszcza połaci Wigier, gdzie tworzą rodzaj grzędy podwodnej, ciągnącej się z przerwami na znacznej przestrzeni, środkiem nurtu głównego.

Zebrane do chwili obecnej materiały morfometryczne są nader niekompletne, wobec kapryśnej nad wyraz konfiguracji dna. Pomiary głębokości Kulwiecia objęły tylko część najbardziej zachodnią systematu wigierskiego; urwały się one w obrębie Wigier na granicy pierwszego, licząc od Z, rozszerzenia łożyska, na przejściu z zatoki Wigierki do płosa p. Bryzglem. Największa głębokość uzyskana na tej przestrzeni wynosi 45 m. Głębokość

średnią, opartą na 210 sondowaniach, obliczył autor dla wschodniej, głębszej części Wigierek na 21·4 m. Pomiaru te zostały sprawdzone częściowo w r. 1921, przyczem pokazało się, że głębokości Kulwiecia są zazwyczaj jakie 5—10% zawysokie. Na zasadzie badań Kulwiecia, Dembowskich i Lityńskiego, Wigry dadzą się podzielić pod względem morfometrycznym na 3 odcinki. Pierwszy, obejmujący całe ramię północne, jest najgłębszy, przyczem bardziej południowa, zwężona część łożyska, stanowiąca rodzaj szyji, łączącej płoś Północne ze Środkowem, przedstawia stromościenny rów, stosunkowo równomiernie zagłębiany i osiągający wzdłuż nurtu głównego mniej więcej stałą głębokość—50 m. Na skrajnym Pd, w pobliżu spadzistego stoku W. Węgła, znajduje się największa dotąd spostrzeżona zapadlina dna: 58·5 m. Niższą nieco liczbę uzyskano za pomocą sondowań próbnych w części północnej, na przejściu do płoś, którego głębokość maksymalna zapewne jest kilka metrów mniejsza. Odcinek drugi obejmuje dwa płoś pozostałe: Środkowe i Zachodnie, tudzież łączącą je krótką szyję, pod wsią Krusznik. Jest to najszerszy, najbardziej rozczłonkowany, a równocześnie najpłytszy obszar Wigier. Środkiem płoś przebiegają tu wspomniane górkę, w których obrębie głębokość spada niekiedy do 2 m. Ku Pd od górek ciągnie się pasmo wysp górzystych, zapewne równowiecznych z powstaniem jeziora i wysyłających w kilku punktach rozległe ławice mielizn płaskich, w kierunku śródziejzera i brzegu południowego. Północne brzegi obu płoś południowych tworzą trzy wielkie zatoki półkoliste: Stupiańska, Białczańska i Wasilczykowska. Głębokości maksymalne, znalezione w różnych punktach powyższego odcinka łożyska, nie przenoszą nigdzie 40 m., z wyjątkiem jednego punktu w części zachodniej, gdzie stwierdzono na małej przestrzeni głębokość 49 m. Jest to najwyższa liczba, jaką na całej przestrzeni ramienia zachodniego uzyskano. Odcinek trzeci i ostatni Wigier obejmuje zatokę Wigierki, sięgającą od zachodniego krańca jeziora do punktu, gdzie łożysko rozszerza się nagle w pierwsze płoś (między przylądkami Różkiem Podłużnym i Łysochą). Część wymieniona Wigier, przypominająca najbardziej kręte łożysko rzeczne, najdokładniej została wymierzona. Głębokości maksymalne osiągają tutaj 40—44 m., maleją jednak w kierunku Z i w skrajnej zatoczce Uklejowej pod Gawrychami nie przenoszą 23·2 m. Na całej tej przestrzeni spo-

tykamy tylko jedną górkę (Szelmowską), położoną w pobliżu środka zatoki i sięgającą wierzchołkiem 0·5 m. pod powierzchnię wody.

O stosunkach termicznych dają pojęcie liczby następujące. Najwyższa spostrzeżona na powierzchni Wigier temperatura wynosiła w r. 1920 23·1°C (17/VII), w r. 1921 19·1°C (29/V i 28/VII). Warstwa największych różnic temperatury leżała 28/VII 1920 r. w głębokości 8—10 m., przyczem spadek na 2 m. wynosił 6·7°C (18·9°—12·1°). W głębokości 20 m. znaleziono 7·5°; w głębokości 40m. 6·9°. Dnia 18.IX.20 r. warstwa skoku termicznego (termoklina) znajdowała się w głębokości 14—18 m., przyczem spadek ogólny t° w granicach 4-ch tych metrów wynosił już tylko 3·5° (13·0°—9·5°). Okres prostego uwarstwienia temperatur trwał w r. 1921 przeszło 6 miesięcy (195 dni).

Wobec braku właściwego batytermometru, temperatury głębinowe zostały uzyskane za pośrednictwem termometru maximum-minimum systemu Sixa, którego ścisłość i wrażliwość sprawdzono uprzednio. Błędy przyrządu nie musiały być znaczne, skoro wyniki pomiarów okazały się nader zbliżone do otrzymanych dla innych jezior, morfologicznie i klimatycznie Wigrom pokrewnych. Dla porównania załączam w Tab. I dane, dotyczące 2 jezior północnoamerykańskich: Geneva (stan Wisconsin) i Owasco (stan Nowy Jork), zbadanych metodą precyzyjną przez Birge'a i Juday'a (14, 20).

Wigry zamarzły w r. 1920 19/XII; odmarzły całkowicie w r. 1921 31/III. W r. 1921 pierwszy lód pojawił się przy brzegu 9/XI; powierzchnia w całości zamarzała 23/XI. Grubość lodu dochodziła w r. 1920 35 cm. Barwa wody Wigier w środku lata jest zielona z odcieniem żółto-mlecznym; w jesieni (we wrześniu) zabarwienie to przechodzi w stalowo-szare. Przezroczystość wody ulega znacznym wahaniom w ciągu roku i pozostaje w stosunku odwrotnym do zmian ilościowych w planktonie. W lipcu 1920 i 1921 krążek biały o średnicy 20 cm. znikał po środku jeziora w głębokości 2·5—3·0 m; we wrześniu w głęb. 5—5·5 m; w końcu października w głęb. 8 m. Przezroczystość wody w Wigrach pozostaje tedy w tyle po za przezroczystością podgórskich jezior alpejskich (np. Bodeńskiego, Genewskiego). Jest ona natomiast nieco wyższa, niżeli najniższych jezior tatrzańskich (np. Toporowego, Smreczyńskiego) oraz większości jezior naszych nizinnych,

T A B E L A I.

| Jezioro
i data
pomiarów t° | 1. | 2. | 3. | 4. 5. 6. | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|------------------|------------------------|
| | Powie-
rzchnia
km ² | Głębokość
maxim.
m. | Głębokość
średnia
m. | Temperatury C° | | |
| | | | | 0m. | 20m. | 40m. |
| Geneva
30/VIII 19 | 22.1 | 43.3 | 19.7 | 21.3 | 8.7 | 7.0 |
| Owasco
13/VIII 10 | 26.7 | 54.0 | 29.3 | 21.5 | 9.8 | 7.5 |
| Wigry
28/VII 20 | 24 | 58.5 | 21.4 ¹⁾ | 20.2 | 7.5 | 6.9 |
| Jezioro
i data
pomiarów t° | 7. | 8. | 9. | 10. | 11. | 12. |
| | Spadek t°
0—40 m. | Termoklina | | | Hypolimnion | |
| | | Miąższość
m. | Spadek t°
C° | Spadek t°
na 1m; C° | Miąższość
m. | Spadek t°
na 1m; C° |
| Geneva
30/VIII 19 | 14.3 | 5
(10—15) | 8.2 | 1.64 | 28 | 0.13 ³⁾ |
| Owasco
13/VIII 10 | 13.8 | 8
(12—20) | 8.7 | 1.09 | 34 | 0.11 |
| Wigry
28/VII 20 | 13.3 | 6
(8—14) | 8.9 | 1.48 | 26 ²⁾ | 0.11 |

gdzie w przypadkach krańcowych odległość widzenia nie przekracza 1—1.2 m. (Kunowskie, Rozkopaczowskie w Lubelskiem).

Rozwój roślinności wyższej w Wigrach stanowił w r. 1921 przedmiot badań specjalnych B. Hryniewieckiego, jeszcze nieukończonych. Zaznaczam w tej dziedzinie kilka tylko szczegółów najbardziej widocznych. Flora przybrzeżna typu szuwarów składa się głównie z trzciny i jest ogólnie słabo rozwinięta. Brak tutaj również większych skupień roślin o liściu pływającym. Zarośla darni podwodnej występują na znacznej przestrzeni, składając się

¹⁾ Średnia Kulwiecia (04) dla części wschodniej Wigierok.

²⁾ Pomiaru t° głębiny na Wigrach doprowadzono narazie tylko do głęb. 40 m. Przyjmując równomierny spadek t° w warstwach głębszych, otrzymalibyśmy dla 58.5 m. t° 6°.

³⁾ Średnią powyższą obliczyłem na zasadzie Tab. 18 pracy Birge-Juday (20).

pospolicie z ramienic (*Chara*) i moczarki (*Elodea canadensis*). Jak się zdaje, flora denną nie sięga z reguły poniżej 5—6 m. głębokości, tworzy przeto, przy stromym zwykle spadku dna, pas stosunkowo wąski dokoła brzegów. Większe obszary darni spotykamy na mieliznach, np. pod wsią Bryzglem, oraz w obrębie górrek śródzieliornych.

O właściwościach chemicznych wody i dna trudno rzec co stanowczego, wobec braku badań w tym kierunku. Stanowi to lukę tem dotkliwszą, iż lata ostatnie przyniosły próby poważne, zapoczątkowane przez Naumanna na Stacji szwedzkiej w Anaboda (17, 21) i Thienemanna na Stacji w Plön (20, 21), oparcia klasyfikacji biologicznej wód na gruncie hydrofizyki i hydrochemji. W pasie przybrzeżnym Wigier dno jest przeważnie piaszczyste i pozbawione pokrywy mułowej; zawartość próchnicy jest w niem wszędzie mała. Zapewne również według zawartości kwasów humusowych i substancyj detrytusowych w wodzie, należałoby zaliczyć Wigry do Naumannowskiego typu zbiorników oligotroficznych. Wręcz przeciwnie rzecz się ma z węglanem wapniowym. Opierając się na sprawdzianie podanym przez tegoż autora szwedzkiego (21), mianowicie na występowaniu inkrustacyj wapiennych na roślinach wodnych, wypadnie odnieść Wigry do grupy wód w ten składnik najbogatszych (gipso-eutroficznych). Nieznaczne ilości substancyj organicznych zdaje się zawierać również muł, pokrywający dno w większej głębokości; jest on z reguły jasny, barwy żółto-brunatnej, często z odcieniem szarym, różniąc się, o ile sądzić można, pod tym względem od t. zw. gyttji wielkich jezior skandynawskich, złożonej w większych głębiach z substancyj koprogenetycznych, w znacznej części z odchodów licznych skąposzczetów (Ekman 15).

2. Skład planktonu.

Fauna planktonowa Wigier w głównej swej masie składa się ze skorupiaków, należących do rzędów *Phyllopora* i *Copepoda*, które w cieplejszej porze roku bezwzględnie górują liczebnie nad przedstawicielami pozostałych grup systematycznych. Jedynie w planktonie zimowym i wiosennym, ubogim w skorupiaków, wybijają się na pierwsze miejsce wrotki. W strefie roślinnej spotykamy w lecie liczne wodopójki (*Acarina*); przy dnie występują niezbyt obficie małżoraczki (*Ostracoda*), skąposzczety (*Oligo-*

chaeta) i larwy owadów. W spisie poniższym oraz w dalszych wnioskach biologicznych uwzględniono wyłącznie reprezentantów trzech pierwszych wymienionych grup systematycznych, ponadto odnośnie wrotków zauważyć należy, iż wykaz nasz nie wyczerpuje fauny wigierskiej i zawiera poważne luki zwłaszcza w zakresie strefy przybrzeżnej. Gatunki podane dla Wigier w pracy rosyjskiej Heynema (02) oznaczone są w spisie (H). Daty tego autora, niepotwierdzone przeze mnie, zostały pominięte, prócz kilku omówionych przy odnośnych gatunkach, gdyż spis jego, obok fauny Wigier właściwych, obejmuje również formy, znalezione w innych jeziorach Wigierskich, bez oznaczenia stanowisk. Liczba ogólna gatunków wioślarek, podanych dla całego terenu przez Heynema, wynosi 27. Obecnie znamy z j. Wigierskich 47 gatunków. Z rzędu *Copepoda* przytoczył Heynema tylko 3 gatunki, na ok. 25 znalezionych obecnie (łącznie z rodziną *Harpacticidae*).

Rotatoria.

1. *Conchilus unicornis* Rouss. (H: *Conch. volvox* Ehrbg).
2. *Asplanchna priodonta* Gosse (H: *Asplanchna sp.*)
3. *Synchaeta pectinata* Ehrbg. (H). Główny składnik planktonu zimowego.
4. *Triarthra longiseta* Ehrbg. (H: *Triarth. mystacina* Gosse).
5. *Polyarthra platyptera* Ehrbg. (H).
6. *Proales decipiens* Ehrbg.
7. " *caudata* Bilf.
8. *Monommata longiseta* Müll.
9. *Rattulus capucinus* Wierz.-Zach. (H: *Mastigocerca capucina* Wierz.-Zach.).
10. *Fuchlanis dilatata* Ehrbg.
11. *Metopidia lepodella* Ehrbg.
12. *Anuraea aculeata* Ehrbg. (H).
13. " *cochlearis* Gosse. (H).
14. *Notholca longispina* Kellic. (H). Przez cały rok w planktonie.

Cladocera.

1. *Latona setifera* (O. F. Müller).
2. *Sida crystallina* (O. F. Müller) (H).

3. *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin) i f. *leuchtenbergianum* (Fischer) (H).
4. *Leptodora kindtii* (Focke). (H).
5. *Polyphemus pediculus* (Linné). (H).
6. *Bythotrephes longimanus* F. Leydig. (H).
7. *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine). (H).
8. " *pulchella* G. O. Sars.
9. " *quadrangula* O. F. M. var. *hamata* G. O. Sars.
10. *Simocephalus vetulus* (O. F. Müller). (H).
11. *Daphnia* (*Hyalodaphnia*) *cucullata* G. O. Sars var. *apicata-kahlbergiensis* Schödler (H).
12. *Daphnia* (*Cephaloxus*) *cristata* G. O. Sars var. *vernalis-cederströmii* Schödler. (H).
13. *Scapholeberis mucronata* O. F. M. f. *cornuta* i f. *fronte laevi* Schödler. (H).
14. *Bosmina longirostris* f. *longicornis-cornuta* Jurine. (H).
15. " *coregoni* Baird-Rühe var. *obtusirostris-abnobaensis* (Scheffelt).
16. *Bosmina coregoni* var. *microps-globosa* (Lilljeb.) Heyneman podał tę formę zapewne pod nazwą f. *rotunda* Schödler.
17. *Eurycercus lamellatus* (O. F. Müller). (H).
18. *Acroperus harpae* Baird var. *harpae*, var. *frigida*, var. *angustatus*, var. *neglectus*. (H: *A. leucocephalus*).
19. *Alonopsis elongata* G. O. Sars. (H).
20. *Alona* (*Lynceus*) *affinis* (Leydig). Heyneman podał zapewne pod nazwą *A. lineata* Fisch.
21. " *quadrangularis* (O. F. Müller).
22. " *costata* G. O. Sars. (H).
23. " *guttata* G. O. Sars.
24. " *rectangula* (G. O. Sars.)
25. *Rhynchotalona* (*Kochia*) *rostrata* (Koch). (H).
26. " *falcata* (G. O. Sars).
27. *Graptoleberis testudinaria* (Fischer). (H).
28. *Alonella excisa* (Fischer). (H).
29. " *exigua* (Lilljeborg).
30. " *nana* (Baird).
31. *Peracantha truncata* (O. F. Müller). (H).
32. *Chydorus globosus* Andrzejowski-Baird. (H).

33. *Chydorus sphaericus* O. F. Müller. (H: *Ch. coelatus* Schödler).
34. *Chydorus piger* G. O. Sars.
35. „ ? *pigroides* Lilljeborg (1 osobnik).
36. „ *gibbus* Lilljeborg.
37. *Monospilus dispar* G. O. Sars.
38. *Anchistropus emarginatus* G. O. Sars.

Copepoda.

1. *Diaptomus gracilis* G. O. Sars.
2. „ *graciloides* Lilljeborg. (H). Najrzadszy gatunek z rodz. *Centropagidae* w Wigrach, zapewne przez Heynema identyfikowany z poprzednim.
3. *Heterocope appendiculata* G. O. Sars.
4. *Eurytomora lacustris* Poppe.
5. *Cyclops fuscus* Jurine.
6. „ *albidus* Jurine.
7. „ *strenuus* Fischer (H).
8. „ *insignis* Claus.
9. „ *oithonoides* F. O. Sars. (H). Najliczniejszy przedstawiciel *Cyclopidae*.
10. *Cyclops leuckarti* Claus.
11. „ *viridis* Jurine.
12. „ *macrurus* G. O. Sars.
13. „ *serrulatus* Fischer.

Fam. Harpacticidae¹⁾.

14. *Canthocamptus zschokkei* Schmeil var.
15. „ *cuspidatus* Schmeil.
16. „ *schmeili* Mrázek.
17. „ *echinatus* Mrázek.
18. „ *trispinosus* Brady.
19. „ *gracilis* Sars.

¹⁾ Wykaz widłonogów z rodz. *Harpacticidae* został mi uprzejmie udzielony przez p. St. Minkiewicza wraz ze wzmianką, iż znalazł on w Wigrach, prócz gatunków wymienionych, ponadto 1 nowy gatunek z rodzaju *Moraria*, który zostanie przezeń wkrótce opisany w „Pracach Stacji Hydrob. n. W.”.

20. *Canthocamptus crassus* Sars.*
21. „ *vej dovskyi* Mrázek.
22. „ *minutus* Claus.
23. „ *staphylinus* Jurine.
24. *Moraria* sp. nov.
25. *Nitocra hibernica* Brady.

3. Charakter zoogeograficzny planktonu.

W spisie powyższym znajdują się następujące formy skorupiaków, niespotykane w Polsce poza obrębem pojezierza Północnego:

1. *Latona setifera*. Znana wyłącznie z Wigier
2. *Bythotrephes longimanus* }
3. *Daphnia cristata* } Poj. Suwalskie i Wileńsk.
4. *Bosmina coregoni* var. *microps-globosa* (= *subsp. crassicornis* Lilljeb.-Rühe).
5. *Bosmina coregoni* var. *obtusirostris-abnobensis*. Wyłącznie z Wigier.
6. *Chydorus piger*.
7. „ *pigroides*.
8. *Anchistropus emarginatus*. Wyłącznie z Wigier.
9. *Monospilus dispar*. Poza poj. Suwalskiem znany z j. Chodeckiego.
10. *Eurytemora lacustris*.
11. *Hetercope appendiculata*.

Do 11 form wymienionych należy doliczyć zbliżone pod względem rozsiedlenia trzy następujące gatunki, znalezione poza poj. Północnem tylko ¹⁾ w paru jeziorach w Lubelskiem: 1) *Alonopsis elongata*, 2) *Rhynchotalona falcata*, 3) *Chydorus gibbus*. Jeśli ograniczymy się do rzędu *Cladocera*, najlepiej w kraju zbadanego, stwierdzić wypadnie, iż na 38 gatunków wigierskich nie mniej, niż 12, t.j. 30% stanowią organizmy wyłącznie, lub niemal wyłącznie, ograniczone w swem występowaniu do północnych kresów Rzeczypospolitej. Formy te należą zarazem do pospolitych mieszkańców krain położonych od nas ku Pn, w szczegól-

¹⁾ Słusznie zwraca uwagę Wolski (14), iż opis i rysunek formy, podanej z Galicji przez Wierzejskiego (95), dotyczy nie *Alonopsis elongata*, lecz pokrewnej *A. ambigua*.

ności cechują one faunę jeziorną Skandynawji, Finlandji i Rosji północnej. Niektóre, jak *Bythotrephes*, *Alonopsis*, *Rhynchotalona*, sięgają daleko ku Pn, aż do wybrzeży morza Białego. Nie znaleziono ich wszakże w planktonie polarnym: na Grenlandji, Szpicbergu, Wyspie Niedźwiedziej, w Syberji arktycznej. Wyjątek stanowi *Bosmina obtusirostris*, która ma być pospolita we wszystkich krajach wymienionych. Podnieść również należy, że ani jedna z 12 wioślarek wymienionych nie występuje w Tatrach; w Alpach zaś żyją tylko niektóre (*Bythotrephes*, *Latona*, *Monospilus*, *Anchistropus*, *Rhynchotalona falcata*), przyczem żadna z nich nie sięga jednak w góry po za krainę niższych zbiorników podgórszych. Ten sam charakter zachowują z pośród wymienionych 3 formy: *Monospilus*, *Anchistropus*, *Rhynchotalona*, znalezione w innych punktach Europy południowo-zachodniej, jak świadczy odkrycie ich niedawne przez Paris'a (18) na wyżynie Morvan w pasmie Côte-d'Or.

Odnośnie charakterystycznych Copepodów wigierskich trudno orzec narazie, w jakim pozostają one stosunku do fauny pozostałych dzielnic Polski, gdyż z najważniejszych dzielnic nie posiadamy pewnych w tym kierunku danych. Fakt, że Grochmalicki (21) nie znalazł obu wymienionych wyżej Centropagidów w jeziorach nowogródzkich, zdaje się przemawiać za bardziej północnem ich rozsiadaniem. Zaznaczymy wreszcie, iż Steuer (10) podaje, jako cechę swoistą planktonu północnych jezior Europy Środkowej częstość występowania 3 widłonogów: *Eurytemora lacustris*, *Hetercope appendiculata* i *Cyclops oithonoides*. W ten sposób dochodzimy do wniosku, iż fauna planktonowa Wigier nosi na sobie wyraźne piętno bałto-skandynawskie, ponadto charakter powyższy jest tutaj znacznie silniej wyrażony, niżeli w któremkolwiek innem ze znanych jezior polskich. Możemy dodać jeszcze, że Wigry należą do wyróżnionej przez Apsteina grupy „Dinobryonseen“, jakkolwiek klasyfikacja powyższa, w świetle nowszych badań, budzi pewne zastrzeżenia, niektóre jeziora nie znajdują bowiem miejsca dla siebie w jej ramach.

4. Rozczłonkowanie ekologiczne terenu badań.

W myśl klasyfikacji Forela dzielę faunę planktonową Wigier na 3 strefy główne: śródjeziorną, przybrzeżną i denną.

Do wyłącznych mieszkańców strefy śródzieziornej (limnetycznej) należą skorupiaki następujące:

Cladocera.

1. *Diaphanosoma*.
2. *Leptodora*.
3. *Bythotrephes*.
4. *Daphnia cucullata*.
5. „ *cristata*.
6. *Bosmina microps globosa*.

Copepoda.

1. *Heterocope*.
2. *Eurytemora*.
3. *Diaptomus gracilis*.
4. „ *graciloides*.
5. *Cyclops strenuus*.
6. „ *oithonoides*.

Razem żyje tedy w Wigrach 12 gatunków skorupiaków eulimnetycznych. Pozostałe formy wymienione w spisie należą do właściwej strefy przybrzeżnej (litoralnej), lub do przejściowej (sublitoralnej), z wyjątkiem 6 gatunków: 1. *Latona setifera*, 2. *Monospilus dispar*, 3. *Anchistropus emarginatus*, 4. *Bosmina longirostris*, 5. *Bosmina obtusirostris*, 6. *Cyclops leuckarti*. Trzy pierwsze są reprezentantami ubogiej gatunkowo strefy dennej; dwa dalsze posiadają cechy hemilitoralne, t. zn. liczniejsze są przy brzegach, lecz występują również po środku jeziora; ostatni charakter nosi w słabszym stopniu jeszcze jedna wioślarka: *Ceriodaphnia pulchella*. Wreszcie *Cyclops leuckarti* ma cechę formy hemilimnetycznej, t.j. zamieszkującej głównie śródzieziorze, lecz spotykanej również w strefie przybrzeżnej. O rozmieszczeniu wrotków, w planktonie letnim nielicznych, brak dotąd ścisłych danych.

Analiza szczegółowa rozmieszczenia pojedynczych gatunków skorupiaków w obrębie 3 stref głównych nasunęła konieczność wyróżnienia ponadto drobniejszych jednostek biotopicznych. Ponieważ w polskiej literaturze zoologicznej brak prac, ujmujących w sposób szerszy zagadnienia gromadnego występowania zwierząt wodnych, badania zaś hydrobiologów europejskich i amerykańskich poczyniły w latach ostatnich na tem polu znaczne postępy, zwłaszcza w zakresie niektórych grup makrofauny (Thienemann, Muttkowski), uważam za niezbędne zdefiniowanie zasadniczych pojęć ekologicznych, w zastosowaniu do warunków współżycia planktonu słodkowodnego, oraz ustalenie terminologii, którą w dalszym ciągu się posługuję.

Z porównania wyników badań, dokonanych nad fauną jezior tatrzańskich przez Wierzejskiego (81—83) i Lityńskiego

(13, 17), wynika, że skupienia liścionogów planktonowych stanowią tam wytwory warunków lokalnych środowiska, że są one wysoce wrażliwe na niektóre zmiany w nim zachodzące, że jednak przy niezmiennych warunkach zewnętrznych skład fauny zbiorników może się utrzymywać w ciągu lat dziesiątków w ogólnych zarysach bez zmiany. Stosunki tego rodzaju dają się spostrzec nawet w mniejszych, częściowo w wysychających periodycznie zbiornikach, jak stwierdzają siedmioletnie badania *Levandra* (00) nad fauną i florą planktonową Finlandji. Nie inaczej zapewne mają się rzeczy w Wigrach, na co poniekąd wskazuje ogólna zgodność rezultatów badań *Heynema* na z moimi, dokonanymi po latach 20-tu.

Skład gatunkowy planktonu danego zbiornika uważać przeto możemy w pewnym znaczeniu (w obrębie tych samych warunków zewnętrznych) za wielkość stałą. Innymi słowy: czynniki naturalne, normujące ustosunkowanie wzajemne składników hydrobiologicznych, wytwarzają w danym zespole warunków stan równowagi statecznej. Istnieje przeto słuszna podstawa do pojmowania skupień fauny planktonowej, jako stałych zespołów ekologicznych¹⁾.

Uzupełniając nieco definicję *Möbiusa* (77) i *Thienemanna* (18), wyrazami zbiorowisko planktonowe oznaczam skupienie osobników, które, w ciągu dłuższego lub krótszego czasu, wypełnia w sposób stateczny dany obszar wody, bez względu na to, czy idzie o cały zbiornik, czy o część jego, np. pewien skrawek wody przybrzeżnej, porośniętej trzcina²⁾. Z pojęciem zbiorowiska wiążą się dwa inne, bardziej konkretne elementy ekologiczne: pojęcie przestrzeni wodnej, mniej lub więcej ograniczonej, oraz zasiedlających ją organizmów. Pierwszej (przestrzeni

¹⁾ Sprawę stałości fauny planktonowej poruszył ubocznie w notatce polemicznej *A. Abonyi* (*Int. Revue. d. ges. Hydrob. u. Hydrog.* 1914). Nie wchodząc w szczegóły, omówione przeze mnie gdzieindziej (17), zaznaczę, iż wniosek końcowy: „dass Veränderungen auch in der Fauna der Tatrseen vorkommen dürften“ — stanowi w tem ogólnem brzmieniu jedynie subiektywne domniemanie autora.

²⁾ Pomijam sprawę, czy w ten sposób określony termin „zbiorowisko“ może znaleźć zastosowanie do skupień innych grup zwierzęcych, zauważę jedynie, iż zespoły planktonowe tworzą, w porównaniu z fauną lądową, zbiorowiska wyższego rzędu, na podobieństwo ograniczonych terenowo formacji roślinnych.

zasiedlonej) dają miano osiedla (Lebensbezirk), sumę zaś znajdujących się w niem osobników nazywam populacją. Pod względem jakościowym spotykamy populacje typu dwojakię: 1. jednorodną, złożoną w całości z osobników jednego gatunku, czyli z jednej tylko kolonii, (zjawisko częste w najwyższych jeziorach tatrzańskich, gdzie populację wielu osiedli stanowią reprezentanci jednego tylko gatunku skorupiaków) oraz 2. populacje różnorodną, gdy na przestrzeni jednego, drobnego nieraz osiedla żyją kolonie osobników różnych gatunków obok siebie.

W myśl znanego prawa Möbiusa, opartego na spostrzeżeniach nad ławicami ostryg wybrzeża Holsztyńskiego, zbirowisko zawiera maksymalną ilość osobników, jaka w ramach danej przestrzeni oraz „nieograniczonej“ zdolności rozrodczej organizmów, wyżywić się może. Obok miejsca drugim czynnikiem, regulującym bezpośrednio liczebność populacji, jest ilość stojących do dyspozycji substancyj pokarmowych. Niektóre spostrzeżenia zdają się potwierdzać słusność poglądu Möbiusa, przyjmującego, iż przy intensywnej rozwoju zbirowiska zostaje zużytkowana cała rozporządzalna masa pożywienia („aller daselbst vorhandene organisierbare Stoff wird von den dort erzeugten Wesen völlig in Anspruch genommen“). Ponieważ nie posiadamy dotąd badań szczegółowych nad sposobem odżywiania się zwierząt planktonowych, niepodobna powyższego twierdzenia dowieść w stosunku do nich bezpośrednio. Jednakowoż, porównując z sobą liczebność stosunkową kolonij planktonowych, spostrzegamy niejednokrotnie zjawisko, dające się wyrazić w przybliżeniu zdaniem następującem: liczebność pojedynczych kolonij pozostaje w stosunku odwrotnym do ilości gatunków, biorących udział w tworzeniu danego osiedla; inaczej mówiąc, im uboższy gatunkowo jest plankton, tem większą widzimy w zasadzie obfitość osobników każdego gatunku. Przykład pod tym względem klasyczny znowu przedstawiają jeziora tatrzańskie, ubogie naogół w substancje organiczne i zamieszkałe przez skąpą gatunkowo faunę planktonową, wśród której obserwujemy często jednak roje osobników jednego jakiegoś gatunku, wistocie niejako „zagęszczające wodę“ (Wierzejski, 83). Zauważymy wreszcie, że wahania sezonowe (t. zw. seasonal succession autorów amerykańskich) mają zależeć, według nowszych badań, bezpośrednio od ilości znajdujących się w wodzie glonów pokarmowych. Między innemi stwierdza Colditz (14)

dla jeziora Mansfelder, że krzywe roczne makroplanktonu i mikroplanktonu przebiegają równolegle do siebie, przy czym pierwsza z nich jest funkcją drugiej. Spostrzeżenia powyższe uzasadniają w sposób pośredni prawo Möbiusa.

Ilość pożywienia nie jest atoli z pewnością jedynym czynnikiem, normującym liczebność kolonij słodkowodnych. Zwłaszcza w osiedlach nizinnych, posiadających z reguły populację mniej lub więcej różnorodną, wchodzi w grę bardziej skomplikowane stosunki biocenotyczne, niż w osiedlach górskich, których fauna upodabnia się niekiedy do „czystych“ kultur sztucznej hodowli. Każde charakterystyczne osiedle nizinne przedstawia zwykle skupienie większej liczby gatunków, tem znaczniejszej, im różnorodniejszy zespół warunków zewnętrznych cechuje dany obszar wody. Rozwój kolonij jest tutaj zawisły od szeregu czynników, z których wymieniamy 5 najważniejszych: 1. wielkość osiedla, 2. środowisko fizyko-chemiczne (temperatura, skład chemiczny wody i dna, stopień naświetlenia, wiatry i t. p.), 3. ilość pożywienia, 4. liczebność współzawodników (reprezentantów form fizjologicznie pokrewnych) i 5. liczebność wrogów (głównie ryb i larw planktonożernych).

O ustosunkowaniu liczebnem osobników różnych gatunków do siebie decyduje, wyrażając się ogólnie, stopień przystosowalności każdego do czynników wymienionych. Niestosunkowo okazuje się jednak mniemanie, iż, określając dla danej formy, obserwowanej w jednym zbiorniku, granice jej reagowania na wpływy zewnętrzne, odnajdujemy tem samym niejako potencjalny współczynnik jej liczebności przy tworzeniu zbiorowisk planktonowych. Skala reakcji fizjologicznej u tych samych gatunków może bowiem posiadać napozór wartość niejednorodną w różnych zespołach ekologicznych. Tak np. wioślarka kosmopolityczna *Chydorus sphaericus*, zamieszkująca rozległe obszary Europy, Azji, Afryki i Ameryki i tworząca w lodowatej wodzie krainy płatów śnieżnych niekiedy jedyne zdolne do rozwoju kolonie planktonowe, jakkolwiek pospolita jest również na nizinach, pojawia się tutaj stosunkowo rzadko w większej ofitości. Dodać należy, iż osobniki te same, przeniesione z warunków naturalnych do małych naczyń z odrobiną mułu, mnożą się w izolowanych kulturach często intensywnie i wydają liczne potomstwo. Stwierdzić wobec tego

należy, iż w warunkach współżycia wzajemnego zwierząt planktonowych tkwi czynnik, hamujący rozwój liczebny kolonij ponad pewną normę¹⁾.

Oto kilka innych obserwacji podobnych, poczynionych nad ustrojami, żyjącymi w naturze. Rozwielitki z rodzaju *Moina*, o ile występują w większych zbiornikach, stanowią tam w nielicznych tylko przypadkach pokaźny liczebnie składnik planktonu litoralnego. Widzieliśmy natomiast w gliniankach, stawkach wiejskich i rowach przydrożnych tak wielkie nieraz rojowiska osobników *Moina resctirostris*, że woda nabierała od nich barwy czerwonej.

W kilku osiedlach nizinnych, których faunę perjodycznie badałem, zauważyłem, że pewne gatunki skorupiaków utrzymywały się w nich stale przez czas dłuższy w małej ilości. Dopiero w czasie, gdy inne, współżyjące z nimi kolonje, wstępowały w okres depresji fizjologicznej, dawał się spostrzec wzrost liczebny osobników pierwszego gatunku. Jako na jeden z wielu przykładów, powołałam się na kolonje gatunku *Ceriodaphnia megops*, wchodzącego w skład fauny litoralnej jeziora Staw w grupie wigierskiej, lecz od wiosny do jesieni ustępującego znacznie w liczebności reprezentantom rodzajów *Sida*, *Polyphemus*, *Simocephalus*. Osobniki *Ceriod. megops* pojawiały się w ciągu obserwacji dwuletniej gromadnie dopiero w końcu sierpnia, gdy cykl rozwojowy trzech pierwszych składników tego zbiorowiska zbliżał się ku końcowi.

Do tej kategorii zjawisk zapewne należy obserwowana niejednokrotnie kolejność rozwoju u gatunków jednego rodzaju, zamieszkujących strefę śródzeziorną Wigier. Maxima rozwoju niektórych kolonij występują po sobie w pewnym porządku chronologicznym, co daje się zauważyć u *Bosmina longirostris* i *Bosmina coregoni*, u *Daphnia cucullata* i *crinata*. Na stosunki tego rodzaju zwraca uwagę *Levan der* (00), który dla rozwielitek finlandzkich stwierdza, że „nur ausnahmsweise und, wie mir scheint, nur für eine kurze Periode kommen *D(aphnia) pulex* und *longispina* zusammen vor“.

¹⁾ Jaki to czynnik, nie potrafimy tego określić narazie. Może w grę wchodzi tutaj głównie niejednakowa zdolność wyzyskania substancyj pokarmowych przez osobniki różnych gatunków. Toteż badania dokładne nad sposobem odżywiania się i wyborem pokarmu u zwierząt planktonowych byłyby bardzo na czasie.

Reasumując spostrzegane w naturze różne stopnie reakcji gatunków planktonowych na czynniki otoczenia, wyrażające się w większej lub mniejszej częstości ich występowania w obrębie danego zbiornika, możemy za D a h l e m (08) podzielić skorupiak wigierskie na 2 wielkie ugrupowania: na formy, znajdujące warunki odpowiednie dla siebie w małej liczbie tylko osiedli, czyli s t e n o t o p i c z n e, oraz formy, występujące w licznych osiedlach, czyli e u r y t o p i c z n e. Tak jedne, jak drugie znajdują w niektórych jedynie osiedlach optimum warunków życiowych; tworzą one wtedy kolonie, górujące liczbą nad innymi składnikami danego zbiorowiska. Gatunki takie, stanowiące najwidoczniej charakterystyczną, najlepiej przystosowaną część populacji, nazywam d o m i n a n t a m i. W roli dominantów mogą występować zarówno formy eurytopiczne, stenotopiczne, jak kosmopolityczne¹⁾. W celu ułatwienia przeglądu fauny pojedynczych osiedli, proponuję klasyfikować je, sposobem przyjętym we florystyce, według nazw utworzonych od formy dominującej. Tak np. *Sidetum* oznaczałoby populację, której dominantem jest *Sida crystallina*.

5. Granice stref i osiedli.

W literaturze limnologicznej spotykamy próby ustalenia ścisłych granic, oddzielających strefę przybrzeżną od limnetycznej, tę ostatnią zaś od dennej. Należy zauważyć, iż wszelkie proponowane w tej mierze sprawdziany, zarówno oparte na przyjęciu pewnej głębokości granicznej, jak na zasięgach wyższej roślinności wodnej, posiadają wartość tylko względną, to zn. są słuszne dla pewnych jedynie zbiorników, po za których obrębem ulegają znacznym wahaniom, w zależności od zmienionych stosunków lokalnych. Dodamy, iż sprawdziany takie, jak głębokość, lub zasięgi roślin, nie mogą z istoty rzeczy służyć za podstawę ścisłą do podziału wymienionego, pierwsza bowiem oddziałuje na ustroje planktonowe jedynie drogą pośrednią, przyczem istotne czynniki ekologiczne, których wykładnikiem poniekąd jest dana liczba głębokości, mogą w różnych jeziorach mieć różną wartość. Drugi

¹⁾ Wyrazów eurytopiczny i kosmopolityczny nie uważam za synonimy. Gatunki, występujące w licznych osiedlach Wigier, mają niekiedy wąskie granice rozszedlenia geograficznego. Terminu ubikwista unikam, jest on bowiem niejasny.

czynnik natomiast (zasięgi roślinne) sam jest wytworem szeregu ogólniejszych przyczyn fizyko-chemicznych, jak budowa misy jeziornej, temperatura, skład chemiczny wody, nadewszystko zaś stopień jej przezroczystości. Istnieje ponadto ten szkopał ważny, że wiele zbiorników żadnej flory wyższej nie posiada¹⁾.

Naturalne granice stref ekologicznych musiałyby oprzeć się tedy na owych czynnikach pierwotnych, powodujących poziome i pionowe rozmieszczenie życia w jeziorach. Skoro atoli zasada klasyfikacji samej domaga się od nas sprowadzenia wielu czynników do jednej najważniejszej przyczyny, uważałbym za taką raczej stopień przezroczystości wody, od którego zależy bezpośrednio głębokość przenikania promieni słonecznych, tem samym rozwój wegetacji podwodnej²⁾. Ponieważ granica widzenia w Wigrach wynosi w środku lata około 3 m., głębokość przenikania promieni wyraziłaby się liczbą 6 m. Odpowiada to według przybliżonych danych, najniższemu zasięgowi darni ramienicowej w tem jeziorze. Liczbę wymienioną możemy przyjąć za dolną granicę strefy litoralnej. Ten sam stosunek (1:2) liczb, wyrażających granicę widzenia i dolnego zasięgu flory makrofitowej, spotykamy w wielu innych jeziorach nizinnych. Np. dla jeziora Mendota wynoszą one: 2·5—3 m. i 5—6 (Muttkowski l. c.). W j. Wetter granica widzenia sięga 16—18 m (Ekman, l. c.).

Przewidzieć atoli łatwo zgóry, iż dolne granice strefy roślinności i strefy naświetlenia nie dla wszystkich zbiorników będą identyczne. Wyłamują się z tej reguły przedewszystkiem

¹⁾ W nowszej literaturze amerykańskiej reprezentowany jest silnie pogląd Magnin'a, iż podstaw do klasyfikacji ekologicznej fauny wodnej należy szukać w stopniu rozwoju flory makrofitowej. Muttkowski (18) poczytuje wręcz termin *the littoral* za równoznaczny *the phytal region*, przytem dzieli strefę tą na 2 podstrefy: *euphytal* i *dysphytal* (= *sublittoral*). Strefa denna w myśl terminologii powyższej nosi miano „bezoślinnej“ (*aphytal*). Stojąc na stanowisku powyższem, byłibyśmy w kłopotcie (co zresztą autor sam podnosi), jak głęboko sięga strefa przybrzeżna jeziora Wetter, gdzie Ekman (15) stwierdził najbujniejszy rozrost darni ramienicowej w głębokości 20—30m., ostatnie zaś placówki tej flory jeszcze niżej. Nie jest to przykład odosobniony, gdyż w niektórych jeziorach alpejskich sięgają rośliny do tej samej, lub prawie tej samej głębokości.

²⁾ Por. 3 strefy: eufotyczną, dysfotyczną i afotyczną, zastosowane w oceanografii po raz pierwszy, zdaje się, przez Chuna (Valdivia Tiefsee-Expedition).

jeziora górskie, łączące znaczną przezroczystość wody z ubóstwem makroflory, której rozwojowi staje tutaj na przeszkodzie jałowość dna, bądź niska temperatura. Wyższe jeziora tatrzańskie i alpejskie pozbawione są nawet makroflorystycznej wegetacji wodnej. Mimo to żyją w ich pasie przybrzeżnym przedstawiciele gatunków, którym dajemy na niżu miano litoralnych; przytem rozprzestrzenienie ich nie przekracza w zasadzie również strefy naświetlenia. Z powyższego widać, że granica przenikania promieni słonecznych w głąb wody, jako podstawa do klasyfikacji zbiorowisk biologicznych, posiada wartość ogólniejszą od zasiągów roślinnych. Wartość tę coprawda obniżają dwa fakty: 1. ułomność stosowanej powszechnie metody wyznaczania granicy strefy naświetlonej za pośrednictwem krążka Secchiego, dającego wyniki niejednolite, uzależnione od średnicy przyrządu oraz chwilowych stosunków meteorologicznych (intensywności światła słonecznego, falowania); 2. brak ścisłych danych o stopniu zapotrzebowania światła przez roślinność podwodną.

Wniosek nasz końcowy brzmi w ten sposób: ponieważ na obecnym poziomie hydrobiologii klasyfikacja naturalna (o wartości powszechnej) jest niemożliwa, musimy wziąć za punkt wyjścia stosunki ekologiczne, t. zn. nadewszystko faktyczne rozmieszczenie kolonij planktonowych oraz odrębności limnologiczne każdego osiedla.

Przy badaniu planktonu jezior Wigierskich w licznych przypadkach mogłem stwierdzić występowanie ostrych granic w zasięgach populacji — fakt znany również z wielu innych jezior europejskich. Istota stosunków omawianych czyni się jasną po zdaniu sobie sprawy z przebiegu rozwoju rocznego głównych składników tej fauny.

Jak widać z załączonego wykazu gatunków, plankton wigierski składa się w przeważnej części ze skorupiaków i wrotków, odznaczających się perjodycznością rozwoju. Żyją tutaj kolonie zwierząt, u których okresy intensywnego rozmnażania zmieniają kolejne okresy zastoju. Pochodzi to stąd, iż cykle rozwojowe, owych ustrojów zamykają się z reguły w obrębie kilku miesięcy, poczem kolonie częściowo lub w całości wymierają. Dotyczy to form takich, jak *Bythotrephes longimanus*, *Diaphanosoma brachyum*, *Leptodora kindtii*, *Heterocope appendiculata*, oraz większość wioślarek przybrzeżnych. Okresy rozwoju przypadają

dla nich w Wigrach, podobnie jak w innych zbiornikach środkowo-europejskich, na miesiące letnie, przeciętnie od czerwca do listopada, natomiast w porze zimowej zwierzęta te są nieobecne w planktonie.

Inne gatunki, jakkolwiek żyją przez cały rok, przechodzą depresje okresowe: w pewnych miesiącach rozmnażanie ustaje i liczebność kolonji spada do minimum. U większości skorupiaków tej grupy obserwujemy najniższy stan liczebny w miesiącach zimowych. Stwierdziliśmy to u *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni*, *Diaptomus gracilis*, *Eurytemora lacustris*. U innych, jak *Daphnia cristata*, *Bosmina obtusirostris*, *Cyclops strenuus* oraz u wielu wrotków (*Synchaeta pectinata*, *Asplanchna priodonta*, *Anuraea aculeata*) okres depresji zauważono w środku lata, rozwój zaś główny przypadał na zimę i wczesną wiosnę. Część znaczna gatunków wymienionych zamyka cykl roczny w Wigrach złożeniem jaj trwałych, które dopiero po krótszym lub dłuższym spoczynku dają początek nowym kolonjom, w następnym okresie wzmożonej produkcji. Rozpoczyna się on dla większości skorupiaków na wiosnę.

Jak wykazał atoli *Wesenberg-Lund* (09), miejscem wyłęgu wielu form planktonowych jest strefa litoralna, gdzie zimują jaja spoczynkowe wioślarek i wrotków. Zgodnie z powyższem mogłem spostrzec niejednokrotnie na wiosnę pojawianie się młodych osobników form eulimnetycznych, jak *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni*, w pasie przybrzeżnym Wigier. Rozwój form litoralnych i limnetycznych rozpoczyna się dla wielu gatunków skorupiaków prawie równocześnie, odbywa się przeto w warunkach wyłączających możliwość odgraniczenia wzajemnego pojedynczych osiedli. W miarę jednak jak wyląg młodej generacji z jaj trwałych dobiega kresu, spostrzegamy coraz mniej form eulimnetycznych w strefie litoralnej, a równocześnie przyrost szybki kolonij śródziwnych. Tłumaczymy to sobie wędrówką osobników dojrzewających od brzegów ku środkowi jeziora. W czerwcu, gdy kolonje limnetyczne składają się w znacznej części z osobników wyrosłych, stwierdzamy również przy brzegach faunę swoistą, złożoną: 1) z gatunków przytoczonych powyżej pod nazwą litoralnych i 2) z kilku form o charakterze przejściowym, jak wymieniona już *Ceriodaphnia pulchella*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops leuckarti*, występujące w mniejszej lub większej ilości zarówno przy brzegach, jak na wolnej przestrzeni jeziora.

Jakkolwiek krótki stosunkowo okres badań, wobec rozległości jeziora, nie pozwala jeszcze na dokładną ocenę ustosunkowania ilościowego planktonu w Wigrach, niemniej podnieść należy znaczną jednolitość populacji limnetycznej we wszystkich zbadanych częściach śródziejzera. Zarówno w różnych punktach zbadanej najlepiej zat. Wigierki, jak na wszystkich trzech plosach, łowiłem w ciągu lata te same 11 gatunków skorupiaków eulimnetycznych¹⁾. Różnice spostrzeżone niemal wyłącznie dotyczyły stosunków ilościowych. Tak płoś Zachodnie posiada, jak się zdaje, obfitszy niż gdzieindziej plankton; uboższą jest natomiast strefa przejściowa od płosa tego do Wigierek, gdzie znów ilość planktonu jest większa. Na płosie Północnem uderza rzadsze występowanie wioślarek oraz obfitszy udział w planktonie widłonogów z rodz. *Cyclopidae*. Na podkreślenie zasługuje powszechność występowania obok siebie obydwu gatunków *Diaptomus*, z których pospolitszy wszędzie jest *D. gracilis*.

Równomierne rozmieszczenie planktonu śródzieziernego wynika jasno z połowów ilościowych, dokonanych w lipcu i sierpniu 1921 w różnych punktach Wigierek i płosa Zachodniego. Siatka syst. Burckhardta o średnicy otworu 15 cm. podnosiła ze słupa wody 0—20 m. głębokości przeciętnie 1·8 cm³ osadu wilgotnego²⁾. Najmniejszy osad, otrzymany w tych miesiącach, wynosił 1·4 cm³, największy 2·3 cm³. W słupie wody 0—15 m. głębokości znaleziono 24/VIII 1920 w dwu punktach Wigierek następujące ilości osobników:

| | <i>Daphnia</i> | <i>Diaphanosoma</i> | <i>C. oithonoides</i> | <i>C. leuckarti</i> |
|----|----------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. | 103.600 | 29.120 | 53.320 | 15.120 |
| 2. | 103.124 | 29.230 | 45.470 | 15.428 |
| | | <i>Bosm. longirostris</i> | <i>Leptodora</i> | |
| | 1. | 7280 | 560 | |
| | 2. | 6900 | 812 | |

¹⁾ Pomiąłem tutaj widłonoga *Cyclops strenuus*, u którego rozwój główny przypada w zimie.

²⁾ Przy obliczeniu pominięto plankton roślinny (sinice), gromadzący się, po osadzeniu się zooplanktonu, zabitego formaliną, w części górnej cylindrów miareczkowych. Uwaga ta dotyczy również danych Tab. II i VI.

Liczby przytoczone świadczą, iż po środku wymienionej części Wigier utrzymuje się wszędzie ta sama niemal gęstość planktonu.

Odmienny obraz przedstawiają wyniki, uzyskane w różnych głębokościach za pomocą siatki zamykanej. Stwierdzają one, że liczebność planktonu pozostaje w związku z głębokością, przyczem zarówno na powierzchni, jak przy dnie, ilość osobników wyrosłych jest minimalna, przeważająca ich większość skupia się bowiem w głębi. od 2 do 15 m. Podobne nader wyniki otrzymano w r. 1920, za pomocą siatki ilościowej małego modelu Apsteina, z tą różnicą, iż ilość ogólna planktonu była w tym roku mniejsza. Liczby szczegółowe podaje Tab. II, oparta na połowach, dokonanych 24/VIII 1920 w godzinach południowych (11—1 po połud.), przy nader sprzyjających warunkach meteorologicznych. Plankton otrzymany z każdej warstwy wody został zmierzony zwykłą metodą objętościową (osadów wilgotnych), z uwzględnieniem współczynnika filtracji $\psi = 1.4$.

T A B E L A II.

Objętość osadu wilgotnego (cm³).

Serja połowów ilościowych 24/VIII 1920.

Cisza. 11^h_a — 1^h_p T^o (0 m.) 18.1°C.

| Głębokości m. | I.
Osad
rzeczywisty | II.
Osad
pod 1 m ²
powierzchni | III.
Osad
przeciętny
w 1 m ³ | IV.
Osad
w ostatnim
m ³ wody |
|---------------|---------------------------|--|--|--|
| 1 | 0.03 | 4.87 | 4.87 | 4.87 |
| 3 | 0.15 | 24.36 | 8.12 | 11.00 |
| 4 | 0.18 | 29.23 | 7.31 | 4.87 |
| 5 | 0.23 | 37.35 | 7.47 | 8.12 |
| 6 | 0.26 | 42.22 | 7.04 | 4.87 |
| 7 | 0.29 | 47.10 | 6.74 | 4.88 |
| 10 | 0.33 | 53.59 | 5.36 | 2.16 |
| 12 | 0.37 | 60.09 | 5.01 | 3.25 |
| 15 | 0.39 | 63.34 | 4.22 | 1.08 |
| 20 | 0.41 | 66.58 | 3.33 | 0.65 |

T A B L I C A III.

Dn. 24/VIII 1920 na 1 m³ wody przypadają osobników:

| Głębokości m. | C l a d o c e r a | | | | | | C o p e p o d a | | | | | |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------------|---------------------|----------|------------|------------|-------------------|--|
| | Daphnia | Daphnia-soma | Leptodora | Bosmina cor.-microps | Bosmina longirostris | Nauplii et juv. | Cyclops oithonoides | Diatomus | Heterocope | Eurytemora | Cyclops leuckarti | |
| 0—5 | 8510 | 2629 | 0 | 5310 | 74 | 4770 | 6960 | 3390 | 150 | 0 | 1200 | |
| 5—10 | 8110 | 810 | 108 | 6160 | 34 | 57 | 2370 | 3490 | 494 | 430 | 520 | |
| 10—15 | 4100 | 1370 | 4 | 2540 | 1350 | 22140 | 1340 | 0 | 0 | 2370 | 6540 | |
| 15—20 | 0 | 0 | 0 | 1770 | 0 | 19970 | 0 | 640 | 0 | 0 | 0 | |

T A B L I C A I V.

Dn. 17/VII 1921 na 1 m³ wody przypadają osobników:

| Głębokości m. | C l a d o c e r a | | | | | | C o p e p o d a | | | | | |
|---------------|-------------------|--------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------------|---------------------|----------|------------|------------|-------------------|--|
| | Daphnia | Daphnia-soma | Leptodora | Bosmina cor.-microps | Bosmina longirostris | Nauplii et juv. | Cyclops oithonoides | Diatomus | Heterocope | Eurytemora | Cyclops leuckarti | |
| 0—3 | 11280 | 1200 | 0 | 4880 | 320 | 4720 | 14800 | 880 | 240 | 160 | 2649 | |
| 0—5 | 10848 | 2016 | 192 | 9792 | 288 | 2784 | 10560 | 8352 | 4800 | 96 | 2688 | |
| 5—20 | — | 768 | 16 | 2916 | 5104 | 7792 | 2720 | 416 | 0 | 6128 | 704 | |

Gdy obliczymy oddzielnie podane w Tab. II ilości planktonu dla 3 stref termicznych Wigier, otrzymamy dla słupa wody o przekroju 1 m² liczby następujące:

| | | | | | | |
|------|-------------------|--------------------|---------|-------|-----------------|-----------------|
| I. | Warstwa górna . . | 0—7m. | zawiera | 47.10 | cm ³ | osadu planktonu |
| II. | „ | środkowa 7—12 „ „ | „ „ | 12.99 | „ „ | „ |
| III. | „ | dolna . .12—20 „ „ | „ „ | 6.49 | „ „ | „ |

Zatem górne 7 metrów zawierają około 76% ogólnej ilości planktonu, gdy w 8 metrach dolnych plankton jest przeszło 7 razy mniej liczny. Warstwa środkowa (7—12m) zajmuje stanowisko pośrednie: ilość osadu jest w niej 3¹/₂ razy mniejsza, niż w górnej. Zachowanie się pojedynczych gatunków ilustrują Tab. III i IV. Zestawiono w nich ilości osobników, otrzymane z dwu seryj połowów: 24/VIII 20 i 17/VII 21, po przeliczeniu zawartości próbek na płytkach rachunkowych, pod mikroskopem pryzmatycznym Reicherta.

Jakkolwiek pogląd ogólny na rozmieszczenie pionowe planktonu w Wigrach musimy odłożyć do czasu zgromadzenia obfitego materiału porównawczego, podkreślić należy zasadnicze rysy wspólne, ujawnione w obydwu latach badań. Stwierdzamy iż większość Cladocerców wykazuje maxima wyraźne w górnych 5, względnie 10 m. wody, przy czem liczba osobników poniżej 7 m. maleje zazwyczaj z wzrostem głębokości. Zachowanie się podobne cechuje *Diaphanosoma*, *Leptodora*, *Bosmina microps* i *Daphnia cucullata*. (W tabelach III i IV odnośnie ostatniego gatunku niewyraźnie to występuje, gdyż w rubryce *Daphnia* połączono dwa gatunki: *cucullata* i *cristata*, z których drugi ma maximum w warstwach niższych). Dwa gatunki wioślarek: wymieniona *D. cristata* i *Bosmina longirostris*, zachowują się odwrotnie: przeważna część osobników skupia się u nich w głębokości 5—10 m. i 10—15 m. Jeszcze większe różnice widzimy u widłonogów, z których maxima w głęb. 0—5 m. mają następujące gatunki: *Cyclops oithonoides*, *Diaptomus gracilis* i *graciloides*, poniekąd również *Heterocope appendiculata*. Pozostałe 2 gatunki: *Eurytemora lacustris* i *Cyclops leuckarti*, skupiają się najliczniej w warstwach głębszych (5—15m). Wreszcie *Copepoda* młodociane, a zwłaszcza ich *Nauplii* wykazują 2 maxima wyraźne na powierzchni i w głębokości 10—20 m. (ewentualnie jeszcze nawet głębiej).

Wobec niejednolitego zachowania się różnych składników planktonu, należy sądzić, iż rozmieszczenie pionowe planktonu

Maxima większości gatunków znajdowały się w głębokości (m):

| Jeziora: | Miaższość
epilimnionu
m | Granica
widzenia
m | Cladocera | | Copepoda | | Nauplii |
|-------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------|---------|---------------|----------------|----------------------|
| | | | 1910 r. | 1918 r. | 1910 r. | 1918 r. | |
| I. Wigry . . . | 8 | 3 | 0-5; 5-10 | | 0-5; 10-15 | 0-2; 10-20 | 1910 r. 1915 r. |
| II. Amatiłtan . . | 10 | 2-8 | 0-5 | — | 0-5 | — | 0-5 |
| III. Otisco . . . | 7 | 3 | 0-6 | — | 0-9;
9-12; | — | 0-6
9-12 |
| IV. Canandaigua | 12 | 3-7 | 0-15 | 0-5 | 0-5 | 0-10 | 0-5 |
| V. Cayuga . . . | 15-16 | 5-1 | 5-15 | 5-15 | 0-5;
10-30 | 0-5;
10-15 | 15-20 10-30 |
| VI. Seneca . . . | 12-15 | 8-3 | 10-15 | 10-20 | 20-50 | 0-10;
15-20 | 15-30 0-20;
30-50 |

TABLICA VI.

Dn. 18/IX 1920 na 1m³ wody przypadają osobników:Cisza; jasno. 4—5^h p T^o 15.5^o (0 m)

| Warstwy | Głębokości m | Cm ³ osadu w 1 m ³ | Copepoda juv. | | | Bosmina coreg.-microsp. | Bosmina longirostris | Eurytemora | Daphnia cucullata | Daphanosoma | Diaptomus | Daphnia cristata | Cyclops oithonoides | Rotatoria |
|---------|--------------|--|---------------|-----------|------------|-------------------------|----------------------|------------|-------------------|-------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|
| | | | Nauplii | Cycl. sp. | Diapt. sp. | | | | | | | | | |
| I | 0—2 | 4.87 | 11450 | 47100 | 8280 | 490 | 4710 | 4630 | 730 | 890 | 160 | 970 | 2840 | |
| II | 3—5 | 7.31 | 2600 | 7800 | 4380 | 0? | 3000 | 5360 | 1540 | 3490 | 1060 | 2110 | 800 | |
| III | 5—10 | 3.25 | 1300 | 6010 | 4120 | 160 | 970 | 3300 | 230 | 1230 | 940 | 1660 | 390 | |
| IV | 10—15 | 0.65 | 550 | 1460 | 520 | 190 | 230 | 100 | 390 | 420 | 97 | 1360 | 97 | |
| V | 15—20 | <0.1 | | | | | | | | | | | | |
| VI | 20—30 | <0.05 | | | | | | | | | | | | |

Osad minimalny:
Copepoda juv., Nauplii.

w Wigrach zależy od kilku czynników. Zauważymy wszakże, iż tutaj również daje się spostrzec pewien wpływ światła, co uwidocznia Tab. V, w której obok Wigier zestawiliśmy 5 jezior amerykańskich, w porządku rosnącej przezroczystości wody, opierając się na danych, ogłoszonych przez Birge'a i Juday'a (14, 15, 21). Zwłaszcza wioślarki okazują wszędzie dążność do skupiania się w dolnej części strefy naświetlenia; jedynie w 4 pierwszych, mniej przezroczystych jeziorach zbliżają się one masowo do powierzchni. W mniejszym stopniu widzimy podobne zjawisko u Copepodów; te ostatnie oraz ich *Nauplii* wykazują natomiast często dwa maxima: jedno w epilimnionie, drugie w warstwach głębszych.

Podobna „warstwowość“ planktonu występuje atoli, jako zjawisko stałe, w Wigrach tylko w godzinach rannych i południowych. W godzinach późniejszych natomiast spostrzegamy wędrówkę zwierząt limnetycznych ku powierzchni — objaw znany oddawna w wielu innych jeziorach. W Wigrach ruchy pionowe planktonu przybierają charakter tak intensywny, iż ilości zwierząt znajdujących się w warstwie 1—0 m. o godzinie 11 r. i 7 w. mają się do siebie, jak 1:6. W mniejszym stopniu daje się zauważyć to już w godzinach 4—5 po połud., jak świadczy Tab. VI, streszczająca wyniki połowów ilościowych, dokonanych w tych godzinach 18/IX 1920. Rozmieszczenie planktonu jest tutaj bardziej jednolite, niż w Tab. III i IV, większość gatunków tworzy teraz maxima w głębokości 3—5 m.; niektóre formy (obie *Bosmina*, *Eurytemora*) zbliżyły się jeszcze bardziej ku powierzchni (0—2m), powodując wyludnienie warstw głębszych (poniżej 10m). Największe zgęszczenie planktonu na powierzchni obserwowałem w godzinach nocnych (9—11); o tym czasie do siatki zanurzonej na głębokość 15—20 cm. wpadały dziesiątki *Heterocope* i *Leptodora*, przebywających w ciągu dnia zawsze głębiej i wogóle niezbyt licznych.

Jakkolwiek brak dotąd danych po godzinie 12 w nocy, przypuścić musimy, iż w tym czasie, lub nieco później, rozpoczyna się ruch wsteczny planktonu, opadającego ku głębinom, w godzinach porannych bowiem znajdujemy na powierzchni już tylko osobniki młode, głównie *Nauplii* widłonogów. Ponieważ wędrówki opisane pozostają w Wigrach, jak w innych jeziorach, w zależności od zmian perjodycznych dnia i nocy, przytem odby-

wają się one w zasadzie w granicach ciepłych warstw epilimnion gdzie różnice temperatury nie przekraczają normalnie 1·5—2·0° upada przez to samo przypuszczenie, by temperatura mogła być w danym razie ich przyczyną. Nie posiadamy również żadnych faktów, wskazujących na łączność tych wędrowek z warunkami odżywiania się. Możliwe więc, że i tu, jak sądzi Zacharia czynnikiem decydującym będzie światło, mianowicie przesuwanie się w godzinach popołudniowych optimum fotycznego pojedynczych form ku powierzchni, skutkiem słabnącego naświetlenia.

Wobec stwierdzonej znacznej jednolitości w rozmieszczeniu poziomem i pionowym ustrojów limnetycznych, skłonny jestem uważać cały obszar śródzieziorny Wigier za jedno osiedle, którego populację obejmuję nazwą *Diaptometum*. Główne cechy populacji tej są następujące: 1. Równomierne ustosunkowanie jakościowe Copepodów i Cladocerów (po 6 gatunków z każdej grupy). 2. przewaga liczebna skorupiaków nad pozostałymi składnikami zbiorowiska w cieplejszej porze roku; 3. równoczesność występowania w ciągu lata u gatunków z rodzaju *Cyclops* i *Diaptomus* samców i samic, wśród tych ostatnich zaś osobników z torebkami jajowymi, co świadczyłoby o nieprzerwanym mnożeniu się kolonii. 4. dążność wybitna populacji śródziezornej do pionowych wędrowek dziennych, w których najżywszy udział biorą Copepoda — najślaby ich Nauplii; 5. utrzymywanie się gęstych skupień osobników dojrzałych w ciągu dnia w warstwach górnych (3—10 m) i 6. ubóstwo faunistyczne warst głębokich (poniżej 15 m).

6. Plankton litoralny.

W osiedlach litoralnych Wigier zostały dotąd systematycznie zbadane jedynie skorupiaki z rzędów *Phyllopora* i *Copepoda*. Poczynający się od wiosny rozwój tego planktonu jest jeszcze ściślej, niżeli limnetycznego, związany ze strefą przybrzeżną. Jaj trwałe przebywających tutaj stale gatunków, pozbawione z reguły urządzeń nośnych, opadają po złożeniu na dno, gdzie pozostają bez ruchu do chwili wylęgu osobników młodych. Ponieważ nie ulegają one wędrowkom, opisanym przez Wesenberg-Lunda dla form śródziezornych, rozwój zarodków odbywa się u nich *in situ* w miejscu złożenia ehippiów. Nowe kolonie powstają dokoła ośrodków pierwotnych i—jak przypuszczać należy, odnawiają się z roku na rok stale w tych samych punktach wybrzeża.

Fakty powyższe nie wystarczają jednak same przez się do wyjaśnienia różnic wybitnych, spostrzeganych w składzie gatunkowym poszczególnych osiedli litoralnych, które to różnice wyłączają możliwość traktowania mieszkańców tej strefy, jako jednolitej populacji przybrzeżnej. Jakkolwiek bowiem kolonie litoralne rozpoczynają rozwój wiosenny z oddzielnych ośrodków, rosną one stopniowo i, w miarę dojrzewania nowych generacji, rozszerzają swój stan posiadania tak długo, zanim nie napotkają przeszkód w otoczeniu. Wobec postępowego wzrostu liczebności, należy sądzić, iż osiągają one w okresach intensywnego rozmnażania maksymalne granice rozsiedlenia. W ten sposób granice zasięgu każdego charakterystycznego dla danych warunków gatunku pokrywają się w zasadzie z granicami jednostek biotopicznych, służą one oznaką, że przechodzimy w danym punkcie wybrzeża z jednego zespołu stosunków ekologicznych do innego.

Ponieważ do chwili obecnej wiadomości nasze o potrzebach życiowych planktonu jeziornego są dość ogólnikowe, niesposób w większości przypadków w przybliżeniu nawet określić czynników, decydujących o tym lub innym składzie zbiorowiska. W grubszych jedynie zarysach możemy wskazać na pewną zależność większych ugrupowań planktonu od otoczenia.

Wychodząc z założeń ogólnych, należałoby oczekiwać, że granice naturalne kolonij limnetycznych stanowiąc będą brzegi zbiornika. Tak przynajmniej wolno byłoby wnosić na zasadzie doskonałych narządów ruchowych tej fauny oraz jej zdolności do nieprzerwanego unoszenia się w wodzie. Jak zaznaczyliśmy jednak, w Wigrach stosunki przedstawiają się odmiennie. Istnienie ostrej granicy, oddzielającej populację śródzielną od przybrzeżnej, stwierdza już Heyneman, który w sposób może nieco jednostronny podaje, iż 8—12 m. głębokości stanowi tę strefę, po za którą znikają w kierunku brzegu formy limnetyczne, jak *Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni-microps*, *Diaptomus graciloides*, *Leptodora kindtii*. W rzeczywistości w osiedlach litoralnych Wigier spotykałem niekiedy reprezentantów gatunków wymienionych; były to jednak stale odosobnione, najczęściej młode osobniki, lub zwierzęta, zaniesione przez fale. Fakt, iż formy eulimnetyczne, o ile pojawiają się przy brzegu, stanowią tam drobny odsetek przeważającej liczebnie populacji litoralnej, wskazuje jasno, że zwierzęta owe napotykają w tej strefie przeszkody, stawiające tamę dalszemu ich rozprzestrzenieniu.

Obecność fauny eulimnetycznej, jak wiadomo, stanowi jedną z cech biologicznych, odróżniających jeziora od małych zbiorników, stawów i młak, gdzie kolonie różnych gatunków żyją pomieszane z sobą, tworząc z reguły populację jednolitą, dla której zaproponowałem (20) nazwę fauny mikrolitoralnej. Podział ten jednak jest słuszny tylko dla wód, położonych w umiarkowanej części Europy środkowej. W zbiornikach północnych, np. w górach szwedzkich, granica pomiędzy strefą litoralną a limnetyczną zaciera się, dzięki występowaniu form śródzielnych przy brzegach jezior i w drobnych młakach. Z drugiej strony możemy przytoczyć przykład jednego z naszych jezior, w którym łowiliśmy te same formy planktonowe przy brzegach i po środku wolnej przestrzeni. Jest niem 3 km. długie, lecz zaledwie 2 m. głębokie, j. Wielkie Wytyczyńskie (pow. Włodawski). W zbiorniku powyższym nie znalazłem atoli ani jednej formy eulimnetycznej; populacja śródzielna składa się tam z samych gatunków litoralnych. Ponieważ jezioro to niegdyś było niewątpliwie znacznie głębsze, przypuścić musimy, że stan dzisiejszy fauny stanowi zjawisko wtórne, spowodowane postępującym zanikiem zbiornika.

Przenikanie gatunków litoralnych do śródzielza znane jest również z innych jezior (j. Rozkopaczewskie w Lubelskiem j. Wielikoje w gub. Nowogródzkiej). Podnieść przytem należy iż domieszka przybyszów przybrzeżnych na śródzielzu bywa zwykle widoczniejsza, im płytsze jest jezioro. Jednocześnie spostrzegamy w takich przypadkach zubożenie fauny planktonowej w formy eulimnetyczne ¹⁾.

Fakty przytoczone nasuwają dwa wnioski: 1. że zasięgi gatunków litoralnych mogą rozszerzyć się znacznie w kierunku śródzielza, pod warunkiem atoli, iż środowisko ekologiczne upodobni się tam do stosunków, cechujących strefę przybrzeżną i 2. że warunki wymienione, o ile te dotyczą naszych wód nizinnych, zdają się w sposób stanowczy ograniczać udział form eulimnetycznych w planktonie. Można to jeszcze w ten sposób wyrazić: jeziora typu tego, co Wytyczyńskie, strefy limnetyczne w znaczeniu biologicznym nie mają wcale; przeciwnie jeziora północne mogą na całej swej przestrzeni nosić cechy śródzielza

¹⁾ Dla strefy śródzielnej jeziora Wielikoje Wereszczagin podają jedynie 2 gatunki eulimnetyczne. Głębokość średnia tego zbiornika nie przekracza 6 m.

Prace Zakładu Biologii Ogólnej Instytutu im. M. Nenckiego
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).
Tom I (1921) № 2.

Travaux du Laboratoire de Biologie Générale de l'Institut M. Nencki
(Société des Sciences de Varsovie).
Tome I (1921) № 2.

JAN DEMBOWSKI

Dalsze studia nad wyborem pokarmu u *Paramaecium caudatum*¹⁾.

(Weitere Studien über die Nahrungswahl bei
Paramaecium caudatum).

W nielicznej literaturze, poświęconej kwestji wyboru pokarmu u pierwotniaków, daje się zauważyć znaczna rozbieżność zdań odnośnie samego faktu istnienia wyboru, nie mówiąc już o jego czynnikach. Jak wiadomo, inicjatorem tych badań był Metalnikow, który na zasadzie nader pomysłowych doświadczeń nad *Paramaecium* wypowiedział zdanie, że wymoczki te mają zdolność aktywnego odróżniania rozmaitych cząstek, zawieszonych w wodzie, że mogą się nauczyć pobierać lub odrzucać daną zawiesinę, wreszcie że proces wyboru zależy od bodźców natury chemicznej. Np. *Paramaecia* pobierają ziarenka skrobi zwykłej, natomiast odrzucają skrobię jodowaną. Jeśli je umieścić w zawieszynie mieszanej, zawierającej oba rodzaje skrobi, to utworzone wodniczki będą zawierały wyłącznie skrobię, nieprzeżyoną jodem.

Wyniki te zostały poddane krytyce przez Schaeffera w kilku pracach, ogłoszonych pomiędzy 1910 a 1917. W bada-

¹⁾ Rzecz zgłoszona przez R. Minkiewicza w dniu 25 października 1921 r. na posiedzenie Wydziału III-go Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.

niach nad *Stentor coeruleus* (1910) Schaeffer doszedł do wniosku, że wybór pokarmu, bardzo subtelny u tej formy, zasada się na bodźcach natury fizycznej, że *Stentor* prawdopodobnie powoduje się zmysłem dotyku. Istotnie, *Stentor* doskonale odróżnia nawet bliskie sobie gatunki wiciowców, służących mu za pokarm, oraz odróżnia mikroorganizmy od cząstek nieorganizowanych, zawieszonych w wodzie. Wiciowce, przesycone roztworem jodu, aniliny, chininy lub ugotowane, po przemyciu są pobierane tak samo, jak organizmy żywe, choć niewątpliwie „smak“ ich musiał ulec zmianie. Natomiast skrobia, stale odrzucana przez *Stentora*, po przesyceciu jej ekstraktem mięsny, ekstraktem Liebiga, pepsyną lub cukrem, jest odrzucana i nadal. Schaeffer (1917) zaprzecza istnieniu wyboru pokarmu u *Paramecium*, gdyż wymoczki te pobierają wszystko, co tylko jest dostatecznie rozdrobnione, części pożywne narówni z nierozpuszczalnymi lub trującymi. Zresztą zdaniem Schaeffera, wybór jest dla nich bezużyteczny, gdyż w normalnym otoczeniu tych wymoczków, woda zawiera głównie części pożywne.

Do odmiennych wyników dochodzi Lund w doświadczeniach nad *Bursaria*. Jeśli ziarenka żółtka, przesycone jakimś barwikiem, zmieszać z żółtkiem zwyczajnym, to wymoczki pobierają tylko to ostatnie. Ciekawem jest, że żółtko barwione, po kilkakrotnem przemyciu, jest pobierane, co wskazuje na istnienie bodźca chemicznego.

Prace Schaeffera nie są wolne od sprzeczności. Wykazał on np. (1916), że *Amoeba* odczuwa obecność ciał nierozpuszczalnych (węgiel, szkło, grafit i t. p.) z pewnej odległości. Skoro ciała te absolutnie nie rozpuszczają się w wodzie, to nie mogą one być źródłem bodźców chemicznych. Jednak te same ciała nie mogą być źródłem bodźców mechanicznych, skoro *Amoeba* wcale ich nie dotyka! Z drugiej strony, pepton przyciąga *Amoebę* z odległości, choć brak w nim części stałych. Wobec tych faktów właśnie istnienie podniety chemicznej, nawet ze strony ciał rzekomo nierozpuszczalnych, zyskuje na prawdopodobieństwie. Odnośnie przesycecia cząstek różnymi substancjami, Schaeffer sam wskazuje na poważne trudności metodyczne. Jeśli cząstki nie są dokładnie przemyte, to *Stentor* je odrzuca, po gruntownem zaś przemyciu cząstki są wprawdzie pobierane, jednak nie mamy pewności, czy działanie chemiczne

tych cząstek na otoczenie wogóle uległo jakiegokolwiek zmianie. „Smak“ cząstek może zostać zmieniony, ale *Stentor* może go rozpoznać dopiero po pochłonięciu cząstki. W przeciwieństwie do Metalnikowa, udało mi się stwierdzić, że *Paramaecia* bardzo obficie pobierają skrobię jodowaną, jeśli zawiesina została kilkakrotnie przemyta. Natomiast w zawieszynie mieszanej, zawierającej skrobię jodowaną, niedokładnie przemytą, obok skrobi zwyczajnej, *Paramaecia* pochłaniają tylko tę ostatnią. Trudno się uchylić od wniosku, że wymoczki odróżniają pobierane cząstki i że ważną rolę odgrywają tu bodźce chemiczne. Ten sam wniosek daje się wysnuć z pracy Lunda.

Ponadto jeden z głównych dowodów Schaeffera, skierowany przeciwko istnieniu wyboru pokarmu u *Paramaecium*, polega na powszechnie zresztą uznanem twierdzeniu, że *Paramaecia* pobierają wszystko, co im się da w postaci dostatecznie drobnej zawiesiny. Twierdzenie to jest jednak całkiem nieuzasadnione. Istnieje cały szereg ciał, stale odrzucanych przez *Paramaecia* i właśnie ten fakt posłużył za punkt wyjścia pracy niniejszej.

Metoda badania.

Paramaecia były umieszczane w rozmaitych zawieszinach i po 1½-godzinym pobycie była liczona ilość utworzonych wodniczków pokarmowych.

Zawiesziny sporządzałem, rozcierając daną substancję w moździerzu porcelanowym, początkowo na sucho, później z dodatkiem odrobiny wody. Otrzymaną mieszaninę wlewałem do wąskiej epruwetki i, po opadnięciu grubszych ziarenek na dno, brałem kroplę z górnej części naczynia. Siarka, sporządzona w ten sposób, nie daje drobnoziarnistej mieszaniny, gdyż przez rozcieranie powodujemy zlepianie się jej plastycznych cząstek w większe grudki. Najwygodniej jest wsypać około 1 gr. proszku siarkowego (kwiat siarczany) do próbówki, dolać wody do połowy wysokości i silnie wstrząsać przez 10 — 15 minut. Po opadnięciu większych grudek pozostaje mętna biaława ciecz, kropla której może służyć do użytku. Skrobię brałem ze zwykłej mąki żytniej, rozmieszanej z wodą i odwirowanej. Oczywiście zawiesina skrobi nie była chemicznie czysta, zawierała

bowiem cały szereg substancyj mąki, podlegających ekstrakcji przez wodę. Wogóle w doświadczeniach moich nie używałem substancji chemicznie czystych, ani nawet wody destylowanej, ponieważ uważam wszelkie próby karmienia wymoczków tego rodzaju substancjami za metodycznie błędne. Chemicznie czysty preparat może nie pobudzić działalności aparatu pobierczego lub trawiennego i nasunąć całkiem nieuzasadnione wnioski. Widać to wyraźnie chociażby ze sprzecznych wyników, otrzymanych przez Nirensteina i przez Staniewicza, odnośnie trawienia tłuszczów. Odpowiednio obmyślane próby kontrolne powinny zastąpić chemicznie czyste preparaty.

Paramaecia brałem z gęstych kultur laboratoryjnych. Zawsze 24 godziny przed doświadczeniem, wymoczki przemywałem 3—4 razy na wirówce wodą wodociągową, poczem pozostawiałem przez noc w znacznej ilości wody. Przed samem doświadczeniem, kulturę zgęszczałem przez ponowne wirowanie oraz przewietrzałem przez paruminutowe przepuszczanie pęcherzyków powietrza z pipetki kapilarnej. Przy wirowaniu należy zachować znaczną ostrożność, gdyż szybkie obroty wpływają silnie na stan wymoczków: *Paramaecia* opadają na dno i zaprzestają pobierania wszelkich zawiesin conajmniej w ciągu kilku godzin. Przy szybkości 200 pełnych obrotów na minutę, dość jednoninutowego wirowania, aby zebrać wszystkie wymoczki na dnie, nie uszkodzając ich. W tych warunkach *Paramaecia*, po zaprzestaniu wirowania, natychmiast podnoszą się geotropicznie do góry.

Doświadczeń z czystymi linjami wymoczków nie robiłem, gdyż wobec istnienia tej samej zmienności w granicach czystej linii, co i w zwykłej populacji, nie potrafiłbym uzasadnić ich niezbędności.

Wszystkie próby wykonywałem na szkiełkach przedmiotowych z wgłębieniem. Na szkiełku umieszczałem 1—2 krople danej zawiesiny oraz 1—2 krople zgęszczonej przez wirowanie kultury wymoczków, poczem wstawiałem szkiełka do komory wilgotnej. Wodniczki utworzone liczyłem zawsze po 1½ godzinie od chwili rozpoczęcia doświadczenia. Z prób, podanych w mojej poprzedniej pracy, wynika, że w ciągu tego czasu wymoczki najzupełniej powracają do normy po podrażnieniu, spowodowanym przez zmianę środowiska. Kropla cieczy na szkiełku zawierała zwykle paręset wymoczków.

Przebieg i wyniki doświadczeń.

Jak już wspomniałem w poprzedniej pracy, *Paramaecia* nie pobierają, względnie pobierają w znikomym stopniu zawiesiny siarki (kwiat siarczany), szkła, porcelany, $BaSO_4$, $CaCO_3$. Przyczynę takiego ujemnego stosunku starałem się odnaleźć dla siarki.

W zawiesinach siarki wymoczkki nie tworzą zwykle żadnych wodniczków. zawierających siarkę. Najczęściej siarka jest odrzucona zupełnie, niekiedy zaś zostają pobrane luźne ziarenka siarki, leżące wówczas gdzieś w protoplazmie. Siarka jest dość mało przezroczysta i pod mikroskopem, zwłaszcza przy silniejszych powiększeniach, z łatwością daje się rozpoznać oraz odróżnić od innych zawiesin. Ponieważ pobieralność zawiesin w wysokim stopniu zależy od stanu fizjologicznego wymoczków (np. głód lub wirowanie mogą tu spowodować duże zmiany), w każdym doświadczeniu robiłem próby kontrolne z zawiesiną karminu, aby się upewnić, że brak wodniczków siarkowych zależy od siarki, a nie od wymoczków. Przytaczam tu wynik dwu typowych doświadczeń.

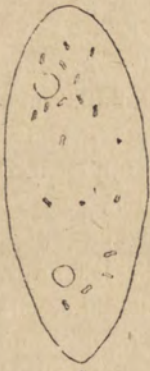
Na dwóch szkiełkach z wgłębieniem umieściłem: 1) jedną kroplę zawiesiny karminu + jedną kroplę zgęszczonej kultury wymoczków. 2) jedną kroplę zawiesiny siarki + jedną kroplę tej samej kultury. Po $1\frac{1}{2}$ godzinie wymoczkki utworzyły wodniczków:

| | | | |
|---------|--|-------------|-------------|
| Karmin: | 40, 56, 50, 59, 51, 63, 61, 43, 56, 60 | przeciętnie | 53.9 |
| Siarka: | 0, 1, 0, 4, 1, 2, 1, 5, 4, 1 | „ | 1.0 |

W drugim doświadczeniu, wykonanem w ten sam sposób, ale innego dnia i na wymoczkach z innej kultury:

| | | | |
|---------|--|-------------|-------------|
| Karmin: | 58, 50, 54, 50, 45, 52, 50, 52, 50, 51 | przeciętnie | 51.2 |
| Siarka: | 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 | „ | 0 |

Zaznaczyć należy, że wodniczki karminowe zawsze są duże i przepełnione ziarenkami. Natomiast w zawiesinie siarki, jak już wspomniałem, są pobierane tylko oddzielne ziarenka, wobec czego podane liczby dla wodniczków siarkowych dotyczą właściwie nie wodniczków, lecz rozpoznawalnych skupień siarkowych w protoplazmie. Jak różnym jest w obu przypadkach wygląd wymoczków, wykazuje porównanie rys. 1 a rys. 2. Od-



1.



2.



3.



4.



5.



6.



2^a



3^a



3^b



3^c



3^d



5^a



1^a

nośne wodniczki są przedstawione na rys. 2-a i 1-a (na rys. 1-a uwzględniłem ten rzadki przypadek, kiedy siarka leży wewnątrz wodniczka).

Fakt więc jest niewątpliwym: siarka jest pobierana w nie-równie mniejszym stopniu, niż karmin. Czemże się różni siarka od innych zawiesin? Przewiduję tu kilka możliwości.

1) Zawiesina siarki, przy podanym sposobie jej przygotowania, jest dość gruboziarnista i szybko opada na dno, zwłaszcza w warunkach doświadczenia, gdy wymoczki znajdują się w płaskiej kropli. Być może, *Paramaecia* mają trudności w pobieraniu ziarenek z dna?

Jednak szereg obserwacji temu przeczy. Przedewszystkiem znamy inne zawiesiny, jeszcze prędzej opadające na dno, niż siarka, a jednak obficie pobierane przez wymoczki. Do takich należą skrobia i $BaCrO_4$. Poza tem znany jest dobrze fakt, że *Paramaecia* doskonale pobierają cząstki, leżące na dnie. Na przykład w kropli pożywki sianowej bakterje, zawieszona w cieczy, zostają szybko pochłonięte i pozostaje tylko błonka bakteryjalna, leżąca na dnie kropli. Wówczas wymoczki również opadają na dno i zaczynają pochłaniać bakterje w olbrzymiej ilości.

Są to oczywiście dowody pośrednie. Bezpośrednio zdecydować tu może tylko doświadczenie. Przygotowałem gruboziarnistą zawiesinę karminu przez wielokrotną dekantację zawiesiny zwykłej. Grudki karminu naogół były znacznie większe, niż ziarenka zawiesiny siarkowej, i bardzo szybko opadły na dno kropli. Jeśli mieszać taką zawiesinę z siarką i umieścić w mieszaninie wymoczki, to po $1\frac{1}{2}$ godzinie znajdziemy zwykłą liczbę 45 — 50 wodniczków karminowych, jednak nie zawierających wcale siarki. Wewnątrz wodniczków często widać olbrzymie stosunkowo grudki karminu, z pewnością cięższe od wszelkiego ziarenka siarki. Zresztą, jak podam niżej, bezpośrednia obserwacja wykazuje, że ziarenka siarki, narówni z ziarenkami innych zawiesin, dostają się do wgłębienia peristomu, zostają jednak odrzucone. Wobec tego ciężar ziarenek siarki w żadnym razie nie stanowi przyczyny jej niepobieralności.

2) Ziarenka zawiesiny siarkowej ze względów mechanicznych nie mogą się przedostać do ciała wymoczka, np. ze względów formy, właściwości powierzchni i t. d.

Dla rozstrzygnięcia tego, wykonałem następujące doświadczenie. Siarkę rozcierałem w moździerzu porcelanowym wraz z pewną ilością żółtka jaja kurzego, ugotowanego na twardo. Rozcierałem bardzo starannie w ciągu 10 minut, bez dodatku wody, poczem wsypywałem proszek do próbówki, dolewałem wody i wstrząsałem przez parę minut. Różne próby zawierały żółtka od 1 do 40% wagowych. SŻ 40% oznacza np. w podanych poniżej doświadczeniach zawiesinę siarki z żółtkiem, zawierającą 60% siarki i 40% żółtka. Ponadto przygotowałem osobno zawiesiny siarki i żółtka, które zmieszałem dopiero później, nie rozcierając razem. Zawiesinę tę, zawierającą 1 kroplę zawiesiny siarki + 1 kroplę zawiesiny żółtka, oznaczyłem S + Ż. Po 1½ godzinie wymoczkki utworzyły szereg wodniczków żółtkowych, siarkowych lub mieszanych. Liczyłem tylko wodniczki, zawierające siarkę, względnie liczyłem poszczególne skupienia ziarenek siarki w protoplazmie:

| | | prze-
ciętnie | Wygląd
wodnicz. |
|------------|--|------------------|--------------------|
| 1. Karmin: | 43, 45, 51, 47, 30, 40, 46, 44, 43, 27 | 41.6 | rys. 2-a |
| 2. SŻ 40%: | 1, 2, 2, 0, 0, 1, 2, 1, 0, 0 | 0.9 | „ 3-a |
| 3. SŻ 20%: | 8, 2, 5, 3, 5, 3, 5, 3, 5, 5 | 4.4 | „ 3-b |
| 4. SŻ 10%: | 14, 12, 13, 17, 8, 11, 13, 13, 15, 16 | 13.2 | „ 3-c |
| 5. SŻ 5%: | 3, 7, 3, 5, 3, 1, 3, 9, 3, 6 | 4.3 | „ 3-d |
| 6. SŻ 1%: | 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 | 0 | |
| 7. Siarka: | 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 | 0 | |
| 8. S + Ż: | 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 | 0 | „ 4 |

W doświadczeniu tem kilka wyników zasługuje na rozważenie. Przedewszystkiem doświadczenia 1 i 8 wykazują, że stan fizjologiczny wymoczków był odpowiedni dla pobierania zawiesin. Zresztą wszystkie wymoczkki w doświadczeniach z żółtkiem zawierały pewną ilość wodniczków żółtkowych. Jednak najważniejszy dla nas wniosek, bezpośrednio wynikający z podanego doświadczenia, jest ten, że *Paramaecia* można zmusić do pobrania znacznej ilości siarki przez dodatek żółtka. Jeśli porównać rys. 1 z rys. 3, wniosek ten stanie się zupełnie niewątpliwym, zwłaszcza jeśli uwzględnić przytem różnicę w wyglądzie wodniczków na rys. 1-a i 3-c. A przecie dodatek 10% żółtka

nie mógł wpłynąć na wielkość, ciężar lub kształt ziarenek siarki ¹⁾. Czynniki te możemy wyłączyć.

Co się tyczy doświadczenia 8, to wielokrotne próby zastosowania różnego stosunku procentowego obu składników zawsze dały zgodny wynik: w mieszaniu zawiesin siarki i żółtka, wymoczki pobierają tylko żółtko i nigdy nie zawierają siarki, chociażby dodatek żółtka nie przekraczał paru procent. Istnieje więc pewna sprzeczność pomiędzy zawiesiną mieszaniny a mieszaniną zawiesin. W mieszaniu zawiesin (S + Ż) ziarenka siarki są niezależne od ziarenek żółtka: wymoczki mogą pobrać jedno a odrzucić drugie. W zawiesinie zaś mieszaniny (SŻ) ziarenka są zlepione, zespolone z sobą i pobierając żółtko, *Paramaecia* muszą automatycznie pobierać siarkę. Nadmienię jeszcze, że w ten sposób można zmusić *Paramaecia* do pochłaniania wszystkich ciał, zwykle przez nie odrzucanych, a więc szkła, porcelany, BaSO₄ i CaCO₃.

Porównyując wyniki prób 2 — 6 zauważymy, że istnieje wyraźne optimum procentowej zawartości żółtka (10%), przy którym siarka jest pobierana najbardziej. Widać to zwłaszcza z zestawienia rysunków 3-a — 3-d. Prawdopodobnie przy 40% zawartości żółtka, znajdziemy w zawiesinie znaczną ilość ziarenek czysto żółtkowych, które będą pobierane i przeszkodzą pobieraniu siarki. Natomiast przy 1% żółtka, czyli 99% zawartości siarki, ilość żółtka zbyt jest nieznaczna, aby pobudzić wymoczki do pobierania zawiesiny. Istotnie, w doświadczeniu 6 *Paramaecia* wcale nie zawierały nie tylko siarki, ale i żółtka.

Drugim argumentem, przemawiającym przeciwko miarodajnemu wpływowi wskazanych właściwości fizycznych siarki na jej pobieralność, będą wyniki doświadczeń nad mieszaniną zawiesin siarki i skrobi. W takiej zawiesinie mieszanej, *Paramaecia* tworzą znaczną ilość wodniczków, zawierających oba ciała (rys. 5 i 5-a), zresztą z dominowaniem ziarenek skrobi. Raz jeszcze musimy wysnuć wniosek, że właściwości fizyczne ziarenek siarki nie wpływają na jej pobieralność, gdyż zmieszania

¹⁾ 5% żółtka daje tę samą liczbę wodniczków, co 20%. Wynik ten byłby niezrozumiały, gdyby żółtko miało zmienić właściwości ziarenek siarkowych.

nie siarki ze skrobią nie mogło w niczem zmienić wymienionych właściwości ziarenek siarki.

Dlaczegoż jednak siarka w tym przypadku jest pobierana? Próbowałem początkowo wytłumaczyć to mechanicznie. Ziarenka skrobi mogą być znacznej wielkości i *Paramaecium* musi użyć dużego wysiłku, aby je pochłoniąć. Widzimy przecie na rys. 5-a, że dwa tylko ziarenka skrobi wypełniają cały niemal wodniczek. Przepuszczalnie ruch rzęsek, prowadzący do pochłaniania skrobi, musi być bardzo energiczny i powstałe stąd szybkie prądy mogą sprowadzić ziarenka siarki do otworu peristomu. Jednak tłumaczenie to stoi w sprzeczności z doświadczeniem nad mieszaniną siarki z gruboziarnistym karminem. W tym przypadku bowiem należałoby zastosować to samo rozumowanie; a jednak siarka nie jest pobierana. Dlaczegoż tedy w mieszaninie siarki ze skrobią zawodzi mechanizm wyboru? Ponieważ ziarenka skrobi i grubsze ziarenka karminu są pobierane w jednakowym stopniu, nie należy się spodziewać, aby różnica wyników przy mieszaniu z siarką zależała od ziarenek, jeśli ziarenka jednakowo wpływają na proces pobierania. Raczej należało się zwrócić do ewentualnych różnic w środowiskach obu zawiesin. Wykonałem tedy dwie serje doświadczeń, przygotowując zawiesinę siarki w roztworze karminu, nie zawierającym ziarenek, oraz w środowisku zawiesiny skrobi, również pozbawionem jej ziarenek. Wynik czterech niezależnych od siebie doświadczeń był całkiem zgodny: 1) W roztworze karminu siarka jest pobierana nie więcej, niż w czystej wodzie. 2) W cieczy poskrobiowej, wymoczki tworzą przeciętnie około 10 wodniczków siarkowych (granice wahań od 6 do 18), zawierających nierównie więcej siarki, niż wymoczki z siarki z wodą (rys. 6). Jak widzimy, pobieralność siarki, zmieszanej ze skrobią zależy prawdopodobnie od właściwości środowiska. Ponieważ ciecz poskrobiowa nie zawierała żadnych ziarenek, jej pobudzający wpływ na wymoczki musi być działaniem chemicznem. Stąd staje się jasnem, dlaczego wymoczki odróżniają siarkę od karminu, natomiast nie odróżniają od skrobi. Nie mam bezwzględnej pewności, że ciecz poskrobiowa nie zawierała absolutnie żadnej zawiesiny, gdyż mogła np. zawierać pewną ilość bakteryj lub poprostu jakichś cząstek stałych. Przemawiają przeciwko temu jednak obserwacje nad wymoczkami w mieszaninie siarki z pożywką sianową, bowiem

w tych warunkach *Paramaecia* pobierają tylko bakterje, czyli bakterje nie pobudzają wymoczków do pobierania siarki.

Ze wszystkich podanych już doświadczeń wynika jasno, że w ziarenkach zawiesiny siarkowej niema nic, coby przeszkadzało jej pobieralności.

3) Mimo to musimy rozważyć jeszcze jedną możliwość, możliwość wydzielania przez siarkę substancyj szkodliwych lub odpychających. Wobec przytoczonych już wyników, musimy oczywiście możliwość tę nieco osłabić i przypuścić, że jednak domniemane substancje odpychające mogą wpłynąć na stopień pobieralności zawiesiny siarki przy próbach mieszania jej z innymi ciałami. Zdecydować to może tylko ścisła próba ilościowa.

W mieszanej zawieszynie karminu i siarki zmieniałem ilościowy stosunek obu ciał. Wynik był zawsze ten sam: *Paramaecia* pobierają wyłącznie karmin, odrzucając siarkę. Przytaczam wyniki jednego z doświadczeń.

Na sześciu szkiełkach z wglębieniem umieściłem: 1) jedną kroplę zawiesiny karminu + 1 kroplę wody. 2) 1 kroplę zawiesiny siarki + 1 kroplę wody. 3) 1 kroplę zawiesiny karminu + 1 kroplę zawiesiny siarki. 4) 1 kroplę zawiesiny karminu, rozcieńczonej 10 razy + 1 kroplę siarki. 5) 1 kroplę karminu + 1 kroplę zawiesiny siarki, rozcieńczonej dziesięciokrotnie. 6) 1 kroplę karminu, rozcieńczonego 10 razy + 1 kroplę wody. Próby 1, 3 i 5 zawierały jednakową ilość ziarenek karminu, próby zaś 4 i 6—10 razy mniej. Próby 2, 3 i 4 zawierały jednakową koncentrację siarki, próba 5 — zawiesinę 10 razy rzadszą. Po 1½ godzinie wymoczki utworzyły:

| | | | |
|--------------------------|--|-----------|-------------|
| 1) K+W: | 40, 56, 50, 59, 51, 63, 61, 43, 56, 60 | przecięt. | 53.9 |
| 2) S+W: | 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 | " | 0. |
| 3) K+S: | 63, 59, 44, 48, 59, 48, 52, 43, 48, 60 | " | 52.4 |
| 4) $\frac{1}{10}$ K+S: | 25, 32, 33, 28, 27, 30, 29, 29, 32, 31 | " | 29.6 |
| 5) $K + \frac{1}{10}$ S: | 49, 39, 44, 41, 53, 51, 60, 45, 47, 47 | " | 47.6 |
| 6) $\frac{1}{10}$ K+W: | 34, 26, 28, 28, 24, 31, 30, 27, 26, 32 | " | 28.6 |

Żaden z wodniczków nie zawierał siarki. Doświadczenie ma na celu sprawdzić, czy dodatek siarki wpłynie na pobieralność karminu. Próba 4 zawiera mniej wodniczków, niż próba 1, jednak próba 6 wykazuje, iż zmniejszenie to zależy od mniej-

szej koncentracji karminu, gdyż dodatek siarki ma ten sam efekt, co i dodatek wody. W próbie 5 wodniczkwów jest mniej, niż w próbie 1, ale również mniej, niż w 3, chociaż siarki w 3 było 10 razy więcej. Zresztą w innych doświadczeniach stosunek był odwrotny ($K+S=24.4$, $K+\frac{1}{10}S=25.5$). Ogółem z 17 doświadczeń otrzymałem następujące liczby przeciętne:

- 1) $K+W$: **42.14**
- 2) $S+W$: **0.**
- 3) $K+S$: **41.00**
- 4) $\frac{1}{10}K+S$: **23.12**
- 5) $K+\frac{1}{10}S$: **40.07**
- 6) $\frac{1}{10}K+W$: **25.10**

Wynik jest całkiem niedwuznaczny: siarka nie wpływa na pobieralność karminu, dodatek siarki ma to samo znaczenie, co dodanie odpowiedniej ilości wody. Siarka nie wydziela więc żadnych substancyj trujących lub odpychających.

4) Można zrobić słuszny zarzut, że w zawiesinach mieszanych nigdy niema pewności, czy ziarenka obu rodzajów istotnie mają identyczne właściwości fizyczne. Np. mieszając karmin, chociażby gruboziarnisty, z siarką, zawsze możemy otrzymać w zawieszynie drobne ziarenka karminu, pływające w cieczy i łatwiej pobierane przez wymoczki. Kropla cieczy ma dość znaczną grubość i jeśli cała siarka opadnie na dno, część zaś karminu pozostanie w zawieszynie, to wymoczkom łatwiej jest pobrać karmin. Kwestja może być rozstrzygnięta jedynie przez bezpośrednią obserwację samego procesu pobierania. Gruboziarnistą zawieszynę karminu zmieszałem z siarką, dodałem kroplę zgęszczonej kultury wymoczków i po dokładnem rozmieszaniu wszystkiego, umieściłem kropelkę otrzymanej mieszaniny na szkiełko przedmiotowe bez wgłębienia, poczem przykryłem kroplę szkiełkiem przykrywkowem. Dzięki obecności wielu stosunkowo dużych grudek karminu i siarki, *Paramaecia* mogły się swobodnie poruszać. Po 10 — 15' znaczna część wymoczków zwykle skupia się w jednym punkcie preparatu, dookoła jakiejś cząstki, i pozostaje przez dłuższy czas niemal bez ruchu, co umożliwia dokładną obserwację mikroskopową. W tych warunkach rząski wprawiają w ruch wszystkie drobniejsze cząstki, gdyż

dzięki cienkiej warstewce cieczy pomiędzy szkiełkami, ziarenka obu rodzajów leżą blisko siebie. Przy silniejszym powiększeniu widać bardzo wyraźnie, jak różnorodne ziarenka suną rzędem wzdłuż peristomalnej strony ciała wymoczka, od przodu ku tyłowi, wpadają do wgłębienia peristomu, poczem, w większości przypadków, zostają wyrzucone nazewnątrz. Nawet bardzo drobne ziarenka siarki z łatwością dają się odróżnić od karminu, gdyż w podanych tu warunkach doświadczenia, ruch cząstek jest dość powolny. I siarka i karmin w jednakowym stopniu wpadają do wgłębienia peristomu, a jednak *Paramaecia* tworzą wodniczki czysto-karminowe! Że wymoczki nie znajdowały się w jakichś specjalnie niedogodnych warunkach wynika stąd, że zdążyły one utworzyć w przeciągu $\frac{1}{2}$ godziny przeszło 25 dużych i pełnych wodniczków karminowych. Co ciekawsza, każda cząstka po przedostaniu się do wgłębienia peristomu, zostaje tam zatrzymana przez 1—2 sekundy i dopiero potem wyrzucona nazewnątrz. Tylko znikoma część tych wszystkich cząstek przedostaje się na same dno peristomu i zostaje połknięta. Ten proces selekcji ziarenek jest całkiem nieuchwytny, a jednak fakt pozostaje faktem, że selekcja taka zachodzi. Przytem, jak już wspomniano, utworzone wodniczki mogą zawierać stosunkowo bardzo duże grudki karminu. Czyli, jak widać z tych wyników, musimy odrzucić zarzut, jakoby w zawiesinie mieszanej siarka mogła mieć utrudniony dostęp do peristomu.

5) Być może jednak, że siarka nie jest widoczna w wodniczku, gdyż przykrywają ją ziarenka karminu?

Wzgląd ten nieustannie miałem na uwadze i dlatego też nigdy nie używałem zbyt gęstej zawiesiny karminu, w użytej zaś koncentracji mogłem się przekonać, że nawet bardzo drobne cząstki siarki w wodniczku karminowym są doskonale widoczne. Jeśli mianowicie sporządzić mieszaninę karminu wraz z siarką, uprzednio rozartą z żółtkiem, to wodniczki zwykle są mieszane i siarka w nich daje się z łatwością zauważyć. Pozatem używałem jeszcze innego doświadczenia kontrolnego. *Paramaecia* we wszystkich doświadczeniach były głodzone w wodzie przez 24 godziny. Otóż jak się okazało, wymoczki, wzięte wprost z kultury, bez uprzedniego głodzenia, nie posiadają tej subtelnej zdolności wyboru i zwykle w mieszaninie karminu i siarki tworzą wodniczki mieszane. Tego ro-

dzaju możliwość powinien mieć na uwadze każdy, ktoby zechciał sprawdzić podane wyniki. W każdym razie tą drogą często udaje się otrzymać wodniczki mieszane, w których ziarenka siarki odrazu rzucają się w oczy.

6) Ze wszystkich doświadczeń wynika niewątpliwy, jak sądzę, wniosek, że w zawiesinie siarki niema absolutnie nic takiego, coby przeszkadzało jej pobieraniu przez *Parameecia*. Dlaczegoż więc siarka jest odrzucana? Oczywiście, odpowiedź jest tylko jedna: *Parameecia* nie pobierają zawiesiny siarki, gdyż nie podrażnia ona rzęsek aparatu pobierczego.

W n i o s k i.

- 1) *Parameecia*, głodzone przez 24 godziny w wodzie wodociągowej nie pobierają zawiesin siarki (kwiatu siarczanego), porcelany, szkła, $BaSO_4$, $CaCO_3$.
- 2) Zawiesina siarki względnie jej ziarenka, nie mają w sobie nic takiego, coby pozytywnie przeszkadzało ich pobieralności.
 - a) Siarka narówni z innymi zawiesinami przedostaje się do wgłębienia peristomu, zostaje jednak odrzucona.
 - b) Dodatek siarki nie wpływa na stopień pobieralności karminu, czyli siarka nie wydziela żadnych substancyj szkodliwych lub odpychających.
 - c) Siarka może być obficie pobierana przez *Parameecia*, jeśli ją zmieszać ze skrobią lub rozetrzeć z żółtkiem, aczkolwiek operacje te nie mogły wpływać na właściwości samej siarki. W ten sposób można zmusić wymoczki do pobierania wszystkich ciał, w zwykłych warunkach odrzucanych.
 - d) Uwzględnione w niniejszej pracy własności fizyczne siarki nie wpływają na jej pobieralność.
 - e) O pobieralności lub niepobieralności zawiesiny decydują jej właściwości chemiczne.
- 3) zawiesina siarki nie jest pobierana, gdyż nie podrażnia rzęsek aparatu pobierczego.
- 4) W mieszanej zawiesinie karminu i siarki *Parameecia* pobierają wyłącznie karmin.
- 5) *Parameecia* posiadają zdolność odróżniania i wyboru poszczególnych ziarenek zawiesiny.

6) Cząstki zawiesiny zostają zatrzymane przez 1 — 2 sekundy we wgłębieniu peristomu, poczem zostają odrzucone lub pochłonięte. Akt wyboru musi przypadać właśnie na ten moment.

ZUSAMMENFASSUNG.

Nicht alle Suspensionen werden von Paramaecien aufgenommen: Schwefel, Porzellan, Glass, CaCO_3 , BaSO_4 weisen sie regelmässig ab.

Dennoch besitzen die Körnchen einer Schwefel-Suspension bzw. das zugehörige Medium keine positiven Eigenschaften, welche die Aufnahme unmöglich gemacht hätten. Man kann Paramaecien zwingen Schwefel aufzunehmen, wenn man dem Schwefelpulver etwas Eidotter zureibt. Der Dotter wird energisch aufgenommen und da bei angegebener Versuchsaufstellung die Körnchen beider Körper eng miteinander zusammenhängen, wird auch automatisch Schwefel verschlungen. Dasselbe Resultat erzielt man in einer Mischung von Schwefel und Stärke. In beiden Fällen haben die Schwefelkörnchen selbst keinerlei Veränderung erfahren, es wurde ihnen nur ein Aufnahmereiz seitens Dotter bzw. Stärke beigegeben. Dasselbe gilt für Glass, Porzellan, BaSO_4 und CaCO_3 . Schwefelzusatz vermindert die Aufnahme von Karmin auf keine Weise. Somit scheidet Schwefel keinerlei schädliche oder widrige Stoffe aus. Direkte Beobachtung lehrt, dass die Schwefelkörnchen ebensogut in die Mundeinsenkung geraten, wie alle übrigen Suspensionen und doch werden sie stets wieder hinausgeschleudert. Es bleibt somit nur des Schluss übrig, dass der Schwefel deswegen abgewiesen wird, weil er den Aufnahmeapparat der Infusorien nicht reizt.

Aus einer Mischung von Schwefel und Karmin wird regelmässig und ausschliesslich Karmin aufgenommen. In einer solchen Mischsuspension sieht man sehr schön, wie sowohl Schwefel- wie Karminkörner durch den Zilienschlag in die Mundeinsenkung geraten, daselbst 1 bis 2 Sekunden zurückgehalten und dann herausgeworfen bzw. aufgenommen werden. Die gebildeten Nahrungsvakuolen enthalten aber kein Schwefel. Also verfügen die Paramaecien um ein Vermögen einzelne Körnchen einer Suspension zu unterscheiden und zu wählen. Indem sämtliche physikalische Erklärungsversuche versagen, muss für diese Unterscheidung ein chemischer Reiz verantwortlich gemacht werden.

FIGURENERKLÄRUNG.

Fig. 1—1-a *Paramecium* in einer Schwefel-Suspension.

Fig. 2—2-a. Karmin.

Fig. 3. Eine Mischung von 90 Teilen Schwefel und 10 Teilen Eidotter

Fig. 3-a — 3-d. Dieselbe Mischung verschiedene Dottermengen enthaltend: 3-a—40%, 3-b—20%, 3-c—10%, 3-d—5%.

Fig. 4. Eine Mischung fertiger Suspensionen von Dotter und Schwefel. Die Körnchen beiderlei Art sind voneinander unabhängig und es wird ausschliesslich Dotter verschlungen.

Fig. 5—5-a. Schwefel mit Stärke.

Fig. 6. Eine Schwefel-Suspension im filtrierten Medium einer Stärkesuspension. *Paramecien* werden auf chemischem Wege zur Schwefelaufnahme aktiviert.

SPIS WYMIENIONEJ LITERATURY.

1. Dembowski J. O wyborze pokarmu i zjawiskach t. zw. pamięciowych u *Paramecium caudatum* Prace Zakładu Biologii Ogólnej Instytutu im. M. Nenckiego. Tom I, № 1, 1921.
2. Lund E. I. The Relations of Bursaria to Food. I Selection in Feeding and in Extrusion. Journ. Exper. Zool. Vol. 16 — 1914.
3. Metalnikow S. Über die Ernährung der Infusorien und deren Fähigkeit ihre Nahrung zu wählen. Travaux de la Soc. Imp. d. Naturalistes de St. Petersbourg. Tome 38 — 1907.
4. Metalnikow S. Les Infusoires peuvent-ils apprendre à choisir leur nourriture? Archiv f. Protistenkunde Bd 34 — 1914.
5. Schaeffer A. A. Selection of Food in *Stentor Coeruleus*. Journ. Exper. Zool. Vol. 8 — 1910.
6. Schaeffer A. A. Selection of Food among Lower Animals. Transact. of Tennessee Acad. of Science 1912 — 13.
7. Schaeffer A. A. On the Behavior of Amoeba Toward Fragments of Glass and Carbon and Other Indigestible Substances, and Toward Some Very Soluble Substances. Biological Bulletin Vol. 31 — 1911.
8. Schaeffer A. A. Choice of Food in Amoeba. Journ. of Animal Behavior Vol. 7 — 1917.
9. Schaeffer A. A. Reactions of Amoeba to Light and the Effect of Light on Feeding. Biologic. Bull. Vol. 32 — 1917.

OBJAŚNIENIE RYSUNKÓW.

Rys. 1. *Paramecium* w zawiesinie siarki. Widać kryształki fosforanu wapnia (?) i 3 ziarenka siarki.

Rys. 1-a. Wodniczka wymoczka z zawiesiny siarkowej.

Rys. 2—2-a. Zawiesina karminu.

Rys. 3. *Paramecium* w siarce, rozartej z 10% żółtka.

Rys. 3-a — 3-d. Siarka, rozartata z żółtkiem: 3-a—40%, 3-b—20%, 3-c—10%, 3-d—5%.

Rys. 4. Mieszanina zawiesin siarki i żółtka, przygotowanych osobno. W dwu wodniczkach początek trawienia żółtka.

Rys. 5—5-a Siarka ze skrobią.

Rys. 6. *Paramecien* w zawiesinie siarki w wodzie poskrobiowej.

Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego

(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).

Tom I (1922) № 13.

Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut M. Nencki

(Société des Sciences de Varsovie).

Tome I (1922) № 13.

S. LIBRACHÓWNA.

O przemianie materji u płazów w stanie głodu ¹⁾.

(Sur le métabolisme chimique chez les Amphibiens à l'état de jeûne).

Do badań niniejszych przystąpiłam z dwu głównie powodów. Pierwszym z nich był zupełny w literaturze dotychczasowej brak danych o przebiegu długotrwałego głodu u płazów w związku ze zmianami w wadze i w składzie chemicznym ciała, drugim natomiast—potrzeba wyświeatlenia, do którego z dwu typów głodowej przemiany materji—białkowego czy tłuszczowego—należy zaliczyć metabolizm tej grupy kręgowców.

Istotnie — w pracach dotychczasowych, dotyczących zagadnień z dziedziny przemiany materji i energii u płazów, wyłaniają się tylko poszczególne ogniwa tego złożonego łańcucha zjawisk.

Przedewszystkiem—oddychanie płucne i skórne u żab było przedmiotem badań wielu autorów, z pomiędzy nich na szczególne uwzględnienie zasługują prace Kluga ('84), Bohra ('99) i Krogha ('04).

Klug pierwszy przeprowadził doświadczenia, w których jednocześnie była oznaczana ilość wydalanego CO₂ z płuc i ze skóry — bądź też skóra była badana oddzielnie bez uszkodzenia płuc. Stwierdza on, że w ciągu miesięcy zimowych wydalanie dwutlenku węgla odbywa się przeważnie przez skórę.

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydz. Tow. Nauk. Warsz w grudniu 1922 roku.

Skóra u żab jest zatem organem oddechowym par excellence. Aczkolwiek w lecie oddychanie płucne jest o wiele intensywniejsze, jednak i w tej porze roku oddychanie skórne przeważa nad płucnem. Praca Kluga jest niekompletna, gdyż autor ten zadawał sobie tylko badaniem wydalanego dwutlenku węgla, nie uwzględniając pobieranego tlenu.

Bohr natomiast w badaniach swoich uwzględnił jednocześnie wydalanie dwutlenku węgla i pobieranie tlenu. Zauważył on, że po wyłączeniu płuc współczynnik oddechowy zwiększa się. Tłomaczy to tem, że wydalanie przez skórę CO_2 odbywa się o wiele szybciej, aniżeli pobieranie O_2 .

Następnie Athanasiu ('00) w pracy swej o współczynniku oddechowym u żab w różnych porach roku, stwierdza, że współczynnik oddechowy jest największy w miesiącach jesiennych i zimowych, przekraczając nawet 1, aczkolwiek w tych miesiącach zwierzęta spalają tłuszcze i współczynnik powinienby z natury rzeczy być mniejszy, aniżeli w lecie, kiedy przeważa zużycie węglowodanów.

Według niego, żaby w lecie więcej pobierają aniżeli zużywają tlenu, składając w tkankach zapasy tlenowe, zużywane następnie w okresie zimowym; dlatego w tej porze roku, chociaż zwierzęta spalają tłuszcze, RQ jest większy. Szczególnie dokładne i interesujące są badania Krogha, dotyczące tego samego zagadnienia.

Już w roku 1877 był badany przez Schulza wpływ temperatury na oddychanie u płazów; przyczem autor ten stwierdził, że natężenie wymiany gazowej jest zależne od temperatury, wykazując maximum w temperaturze 25—33°.

Z dziedziny energetyki podjął Hill ('11) w pracy swojej zagadnienie produkcji cieplnej, którą wyznaczał za pomocą mikrokalorymetru różnicowego. Z badań tych wynika, że ilość ciepła, wytworzona przez gram wagi żywej, jest jednakowa dla żab, węzów i jaszczurek i wynosi 5 kal. gr. na godzinę w temperaturze 20° C, zwiększając się (u żab i węzów) 2—3 razy po podniesieniu temperatury o 10° C., a tylko 1.5 razy u jaszczurek. Głodzone żaby wykazują zmniejszenie się produkcji cieplnej aż do pewnych stałych wartości.

Elsas ('13) w badaniach swoich wykazuje, że karmienie żab cukrem gronowym podwyższa o 6—20% zużycie tlenu, karmienie zaś tłuszczem nie wpływa na wzmoczenie przemiany materji, natomiast białka spożyte zwiększają zużycie tlenu.

Nad zachowaniem się wagi ciała u trytonów w stanie głodu pracował Morgulis ('12). Cztery serje głodzonych trytonów wykazały w ciągu 7-mio tygodniowego okresu głodzenia od 19.2—24.8% straty wagi początkowej, przyczem dzienny ubytek pozostawał w stosunku prostym do wielkości zwierzęcia. Głód powoduje według Morgulisa większą stratę substancji suchej, aniżeli wody.

Przemiana materji u ryb (grupy zwierząt systematycznie blisko stojących płazów) była przedmiotem badań bardzo wielu autorów. Z doświadczeń Mieschera ('97), Reussa i Weinlanda ('12), Schütza ('13) wynika, że białko jest głównym składnikiem, którego kosztem odbywa się przemiana głodowa; nadto Schütz stwierdził u l-nów przedśmiertną zwyżkę produkcji azotu. Knauth ('93) ustalił u ryb głodzonych zależność w wydalaniu azotu od temperatury; z podniesieniem tej ostatniej udział białka w przemianie materji wzrasta.

Moje poszukiwania zmierzały do poznania natężenia procesów rozpadowych w głodowej przemianie materji, ustalenia strat, jakim podlegają organiczne składniki ciała i wyznaczenia ich udziału.

Metodyka.

Przedmiotem moich badań były płazy (*Amphibia*) ogoniaste (*Axolotl*, *Triton cristatus*) i bezogonowe (*Rana esculenta*, *Hyla arborea*). Aksolotle, któremi posługiwałam się w badaniach, były poprzednio przechowywane przez dłuższy czas w pracowni i dobrze odżywiane; pozostałe gatunki płazów pochodziły z pobliskich okolic Warszawy i były sprowadzane do pracowni na kilka dni przed rozpoczęciem doświadczeń.

Przystępując do doświadczeń, dzieliłam materiał na dwie grupy, z których jedna (kontrolna) służyła do analizy składników ciała przed głodzeniem (popiół, azot, kwasy tłuszczowe); pozostałe zwierzęta, stanowiące drugą grupę, głodziłam, badając zachowanie się wagi ciała i produkcję wydalin, a po skończonym okresie głodu, analizując składniki niezużyte.

W tym celu zwierzęta, przeznaczone do głodzenia, po zważeniu, umieszczano w naczynkach, zawierających 100—150 cm³ wody wodociągowej, nakrywano siatką i pozostawiano w cieplarni, gdzie temperatura wahała się w granicach 24—25° C.

Wodę z wydaliniami zmieniano co 3 dni, zwierzęta ważono, a w czasie najkrótszym po śmierci zwierząt wykonywano analizę składników ich ciała: popiołu, azotu, kwasów tłuszczowych; pozostałe ciała bezazotowe były obliczane z różnicy między wagą substancji organicznej a wagą kwasów tłuszczowych i białka, obliczanego z azotu ($N. \times 6.25$).

Dla otrzymania substancji suchej odparowywałam wodę ze zwierząt drobno pokrajanych na łaźni, następnie, po zupełnem sproszkowaniu części stałych, doprowadzałam substancję do wagi stałej w temperaturze 40—45° C w próżni.

W substancji tej wyznaczałam zawartość części mineralnych, spopielając ją w tyglu platynowym i oznaczając oddzielnie części mineralne rozpuszczalne i nierozpuszczalne w wodzie.

W oznaczaniu azotu posługiwałam się metodą Kjeldahla, tłuszczów — Kuma g a w y i S u t y.

Większą część analiz wykonywałam w 2 serjach równoległych, — w niektórych tylko z powodu małej ilości materiału musiałam ograniczyć się do analiz pojedynczych.

Wpływ głodzenia na wagę ciała i na przemianę azotową.

Już Chossat (1843) w doświadczeniach swoich nad ssakami, ptakami i rybami wykazał, że zwierzęta te umierają, gdy strata na wadze dochodzi do 40% wagi początkowej.

Z badań Schütza ('43) nad linami wiadomo, że śmierć ich następuje po stracie 42—52% wagi ciała.

Morgulis ('12), głodząc trytony, stwierdził stratę 25% wagi początkowej po 7-miu tygodniach głodu.

Doświadczenia moje, które w tym rozdziale omówić pragnę, miały na celu zbadanie stopnia śmiertelnej redukcji wagi ciała i w związku z tym — ustalenie natężenia przemiany składników azotowych ciała w stanie głodu.

W tym celu przeprowadziłam 6 seryj doświadczeń równoległych z *aksolotlami* i 10 z *Rana esculenta*, *Triton cristatus* i *Hyla arborea*.

Wszystkie te doświadczenia były prowadzone w temperaturze około 25° C. Waga początkowa zwierząt, poddanych następnie głodzeniu, była różna: u aksolotli wahała się w granicach 37.9—40.5 g, zaś u żab jadalnych od 13.2 do 52.4 g (por. tab. I).

Waga *Triton cristatus* wynosiła zaledwie 5.62 g, *Hyla arborea* 5.65 g.

Zatem, jak widzimy, waga zwierząt wahała się w szerokich granicach, bo od 5.6 do 53.6 g. Czas trwania doświadczenia aż do śmierci, spowodowanej głodem, był też niejednakowy. Najdłuższy okres wyniósł dni 160 (aksolotl № 2). Okres głodzenia pozostałych zwierząt wahał się od dni 72 (*Hyla arborea*) do 141 (*Triton cristatus*).

T A B E L A I.

| Rodzaj, gatunek i numer zwierzęcia
(Genre, espèce et numéro de l'animal) | Data rozpoczęcia doświadczenia
(Date du commencement de l'expérience) | Czas t wania doświadczenia do śmierci głodowej.
(Durée de l'expérience) | Waga ciała
(Poids du corps). | | |
|---|--|--|--|---|--|
| | | | Na początku okresu głodzenia
(Au commencement de la période de l'inanition) | W chwili śmierci głodowej
(An moment de la mort) | Stopień redukcji głodowej ciała w chwili śmierci
(Le poids final en % du poids initial) |
| | | | (Jours.) | g | g |
| Aksolotl № 2 . . | 2.X | 160 | 38.25 | 10.20 | 24.6 |
| Aksolotl № 3 . . | 26.X | 129 | 37.97 | 12.77 | 34.6 |
| Aksolotl № 4 . . | 15.XI | 123 | 40.50 | 12.80 | 31.6 |
| R. escul. ♂ № 4 | 26.V | 109 | 52.45 | 23.90 | 45.6 |
| R. escul. ♂ № 5 | 15.IX | 8 | 49.67 | 23.55 | 47.4 |
| R. escul. ♂ № 6 | 8.XI | 95 | 13.20 | 6.39 | 48.4 |
| <i>Triton cristatus</i> | 2.VI | 141 | 5.62 | 1.95 | 34.7 |
| <i>Hyla arborea</i> . . | 26.V | 72 | 5.65 | 2.29 | 40.5 |

W ciągu całego tego okresu głodzenia zwierzęta badane były początkowo ważone codziennie, następnie co drugi dzień, a w późniejszych nieco okresach w odstępach 3 i 6-cio dniowych. Ostatnie ważenie przypadało na kilka dni przed śmiercią.

W chwili śmierci głodowej waga zwierząt badanych była bardzo różna, zależna od wagi początkowej—najmniejsza u traszki wynosiła 1.95 g, —największa (u żaby jadalnej) stanowiła 23.9 g.

Jeżeli jednak zwrócimy uwagę na wartości względne, to stwierdzimy, że stopień redukcji wagi ciała w chwili śmierci głodowej, jest bardzo zbliżony dla płazów różnej wielkości, przyczem naogół daje się zauważyć, za-

leżność prosta między wielkością straty wagi ciała a długością życia bez pokarmu.

Tak np. aksolotl № 3, którego waga początkowa wynosiła 37.97 g, uległ w chwili śmierci prawie tej samej redukcji (33.6%), co traszka (34.7%), która w stanie odżywiania ważyła zaledwie 5.62 g.

Z dotychczasowych badań różnych autorów wiadomo, że śmierć zwierząt ciepłokrwistych, poddanych głodzeniu, następuje po stracie 40—52% wagi początkowej. W moich doświadczeniach nad aksolotlami i żabami stwierdzić mogłam o wiele większą stratę procentową. Dla aksolotli np. przeciętna strata procentowa wynosi 69,1%, przyczem wartości poszczególne wahają się od 63.4 — 74,2%, ta ostatnia liczba dotyczy aksolotla № 5, którego okres głodzenia był najdłuższy, bo trwający dni 173. Wśród pozostałych płazów znaczne straty wykazują *Triton cristatus* (65.3%), *Hyla arborea* (59.5%), *Rana esculenta* № 4 (54.4%). U innych straty procentowe są bardzo zbliżone.

Jeżeli zwrócimy uwagę na wielkość strat w wadze ciała w ciągu całego okresu głodzenia, to okaże się, że możnaby cały okres głodzenia u wszystkich zwierząt badanych rozbić na trzy następujące po sobie okresy. Okres początkowy, obejmujący kilka pierwszych dni głodu, charakteryzuje największa strata na wadze. Spadek wagi ciała w tym okresie w ciągu doby wynosi 1.14% u aksolotla № 2 (pomimo, że temperatura dochodziła do 15° C.) (tabela III), 3.45% (aksolotl № 3 tabela IV) i 3.97% (aksolotl № 4 tabela V). U żab strata dzienna w odniesieniu do aktualnej wagi ciała stanowi 1,14% (*Rana esculenta* № 4, tabela VI) i 0.89% (*Rana esculenta* № 6, tabela VII), u *Triton cristatus* (tabela VIII) 1.32%. Podobnie zachowują się w tym okresie i pozostałe płazy.

W środkowym okresie, obejmującym czas 70—80 dni, straty są mniejsze, ustalają się mniej więcej na jednym poziomie; stanowią 0.26%, 0.35%, 0.51%, 0.23%.

W okresie końcowym, trwającym średnio około 20 dni, następuje znów powiększenie strat, u niektórych zwierząt znaczne, bo sięgające 1.40% (aksolotl № 3), 0.94% (aksolotl № 2) i 1.07% (*Rana esculenta* № 4). Rysunek do tabeli II, w której waga ciała w poszczególnych momentach głodu została wyrażona w odsetkach wagi początkowej, ilustruje porównawczo przebieg tego zjawiska u przedstawicieli trzech gatunków płazów (aksolotl, traszka, żaba).

Krzywa wagi ciała zbliżona jest do litery „S“ wskutek tego, że straty procentowe są na początku i w końcu okresu głodzenia większe niż w okresie środkowym. Uderza nas tutaj przede wszystkim zgodność strat, przypadających u różnych zwierząt w tych samych okresach czasu.

T A B E L A II.

Porównawcze zestawienie zachowania się wagi ciała zwierząt w czasie głodu.
(Le changement du poids du corps pendant l'inanition).
t. 25° C.

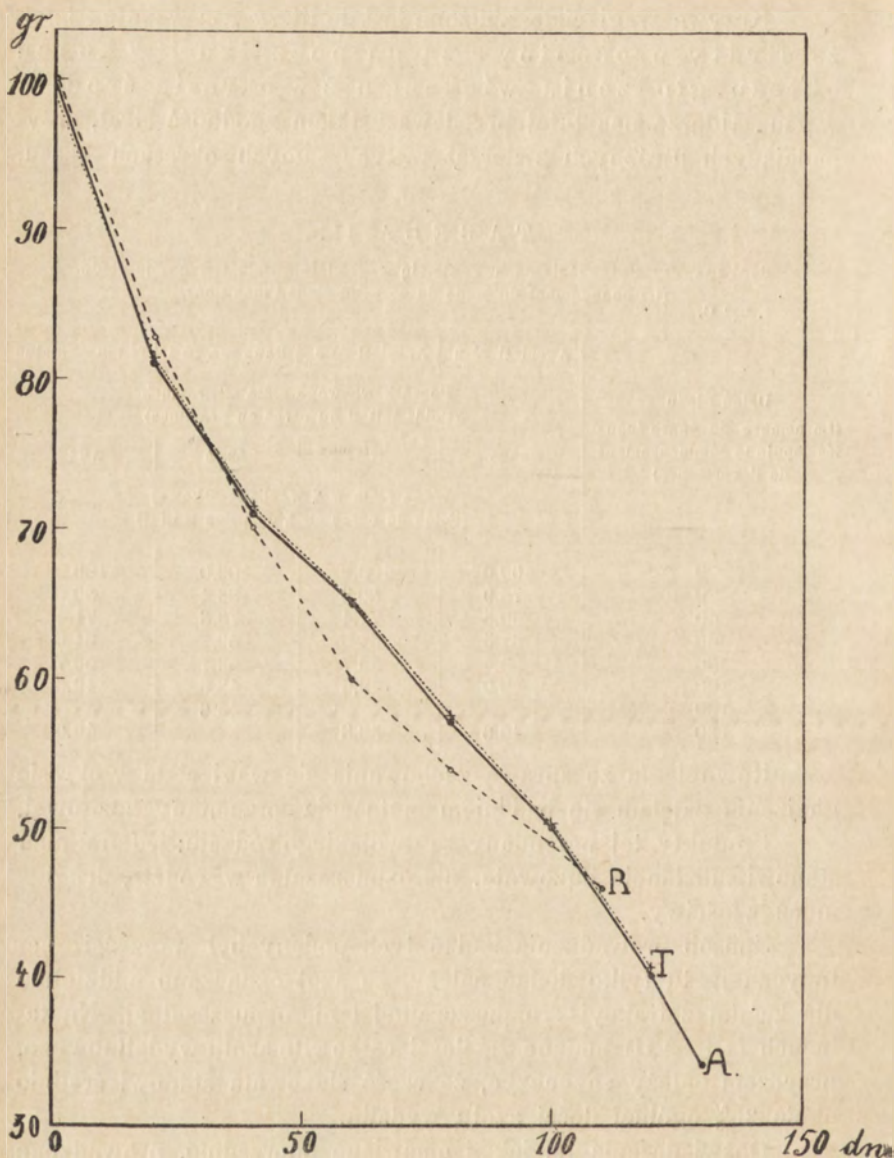
| Dzień głodu
(Le nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience) | Aksolotl № 2 | Aksolotl № 3 | Rana esc. № 4 | Triton cristatus |
|--|---|--------------|---------------|------------------|
| | Początkowa waga ciała w gramach
(Poids initial du corps en grammes) | | | |
| | | 38.25 | 37.97 | 52.45 |
| | Waga ciała w % wagi początkowej
(Poids du corps en % du poids initial) | | | |
| 0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 20 | 76.9 | 80.9 | 83.4 | 80.9 |
| 40 | 69.5 | 71.4 | 70.3 | 71.4 |
| 60 | 61.3 | 64.6 | 60.2 | 64.6 |
| 80 | 53.4 | 56.7 | 53.7 | 56.7 |
| 100 | 48.9 | 49.6 | 48.6 | 49.6 |
| 109 | — | — | 45.6 | — |
| 120 | 40.6 | 39.8 | — | 40.0 |

Równoległe ze sprawą zachowania się wagi ciała w okresie głodzenia zajęłam się badaniem natężenia przemiany azotowej.

Produkty tej przemiany są dwójakiego rodzaju: jeden z nich stanowi substancja śluzowata, nierozpuszczalna w wodzie, drugi — mocz właściwy.

Sposób prowadzenia badań tych podany był w części metodycznej; tu tylko dodać należy, że azot oznaczano oddzielnie dla każdej z frakcyj — rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej. Na tabelach (III—VII) podane są ilości całkowite azotu wydaliny, przy czem należy zaznaczyć, że część śluzowata stanowi średnio około 25% ogólnej ilości azotu wydaliny.

Doświadczenia te, jak i omawiane poprzednio, prowadzone były również stale w temperaturze 25—26° C, z wyjątkiem jednej z seryj (aksolotl № 2, tab. III), w której pierwszy okres głodzenia, wynoszący dni 20, odbywał się w temperaturze 15° C, wskutek czego produkcja azotu w tym czasie była znacznie mniejsza.



Zachowanie się w czasie głodu wagi ciała, wyrażonej w odsetkach wagi początkowej (podług liczb tabeli II). A: *Aksolotl*; R: *Rana esculenta*; T: *Triton cristatus*.

Le poids du corps des animaux inanés en pourcent du poids initial (d'après les données du tableau II). A: *Axolotl*; R: *Rana esculenta*; T: *Triton cristatus*.

T A B E L A III. Akсолотl № 2.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.
(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

| № doswiadczenia
(№ d'ordre de l'expérience) | Data rozpoczęcia doswiadczenia
(Date du commencement de l'expérience) | Dz en głozdenia
(Jour de l'inanition) | Średnia temperatura cieplarki
(Température moyenne) | Czas trwania doswiadczenia
(Durée de l'expérience) | Waga ciała.
Poids du corps. | | | | Azot całkowity.
Azote total. | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|---|--|-------|-------|------|-------|
| | | | | | Waga zwierzęcia
(Poids de l'animal) | Strata w czasie doswiadczenia
(Perte du poids pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte du poids en 24 h.) | Względna strata na dobę
(Perte relative en 24 h.) | Obliczona zawartość azotu w zwierzęciu na początek doswiadczenia
(La teneur initial en azote) | Strata w czasie doswiadczenia
(Perte d'azote pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte d'azote en 24 h.) | Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi żywej
(Perte d'azote par rapport à 1 gr du poids du corps en 24 h.) | Względna strata na dobę w odniesieniu do ilości azotu w ciele
(Perte relative en 24 h. par rapport à la quantité d'azote dans le corps) | | | | |
| 1. | 2.X | 20 | 15.0 | 475 | 38.25 | 8.84 | 0.446 | 1.14 | 466.5 | — | 3.59 | — | — | — | — | 0.86 | |
| 2. | 22.X | 34 | 25.8 | 330 | 29.41 | 1.06 | 0.077 | 0.26 | 417.1 | — | 3.60 | 0.132 | 0.132 | 0.132 | 0.132 | 0.97 | |
| 3. | 5.XI | 47 | 25.5 | 310 | 2.35 | 2.21 | 0.170 | 0.60 | 370.6 | — | 46.5 | 0.127 | 0.123 | 0.123 | 0.123 | 0.97 | |
| 4. | 18.XI | 60 | 25.2 | 308 | 26.14 | 2.52 | 0.197 | 0.75 | 329.4 | — | 41.2 | 0.123 | 0.123 | 0.123 | 0.123 | 1.03 | |
| 5. | 1.XII | 73 | 25.3 | 311 | 23.62 | 2.40 | 0.185 | 0.78 | 290.6 | — | 38.8 | 0.127 | 0.127 | 0.127 | 0.127 | 0.77 | |
| 6. | 14.XII | 90 | 22.9 | 408 | 21.22 | 1.72 | 0.101 | 0.47 | 256.7 | — | 33.9 | 1.99 | 0.094 | 0.094 | 0.094 | 0.98 | |
| 7. | 31.XII | 102 | 23.4 | 289 | 19.50 | 0.70 | 0.060 | 0.31 | 229.5 | — | 27.2 | 2.26 | 0.116 | 0.116 | 0.116 | 0.98 | |
| 8. | 12.I | 121 | 26.1 | 431 | 18.80 | 3.50 | 0.194 | 1.03 | 189.5 | — | 40.0 | 2.23 | 0.119 | 0.119 | 0.119 | 1.17 | |
| 9. | 30.I | 131 | 26.1 | 288 | 15.30 | 1.76 | 0.146 | 0.96 | 144.2 | — | 25.3 | 2.11 | 0.138 | 0.138 | 0.138 | 1.28 | |
| 10. | 11.II | 143 | 25.8 | 287 | 13.54 | 1.82 | 0.151 | 1.12 | 138.4 | — | 25.8 | 2.16 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 1.56 | |
| 11. | 23.II | 155 | 25.2 | 288 | 11.72 | 1.02 | 0.074 | 0.63 | 116.0 | — | 22.4 | 1.87 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 1.61 | |
| 12. | 7.III | 160 | 26.2 | 119 | 10.70 | 0.50 | 0.101 | 0.94 | 104.8 | — | 11.2 | 2.26 | 0.211 | 0.211 | 0.211 | 2.15 | |
| | 12.III | | | | 10.20 | | | | | | | | | | | | 371.7 |

Jak widzimy z odnośnych tabel, natężenie przemiany azotowej jest dosyć znaczne. Uwzględniając wartości średnie, wprowadzone ze wszystkich oznaczeń azotu od chwili rozpoczęcia doświadczenia aż do momentu śmierci głodowej, stwierdzamy, że intensywność przemiany związków azotowych (t. 25°) w obliczeniu na gram wagi żywej waha się w granicach: u aksolotli od 0,11 do 0,23 mg, zaś dla żab — od 0.2 do 0.4 mg azotu na dobę, przyczem jak wspomniałam, 25% azotu wydalinyowego przypada na substancję śluzową. Biorąc natomiast pod uwagę sam przebieg procesu w czasie trwania całego okresu głodu, stwierdzić możemy przedewszystkiem wyraźną rozbieżność między zachowaniem się żab i aksolotli, która może być warunkowana stanem larwalnym tych ostatnich.

U aksolotli bezwzględne ilości azotu, produkowane przez zwierzę w ciągu doby, zmieniają się w miarę trwania głodu nieznacznie, wykazując podobnie, jak krzywa wagi ciała, nieznaczną depresję w okresie środkowym (aksolotle №№ 2 i 3, tab. III i IV).

U żab natomiast w dwu serjach głodowych (tab. VI i VII) daje się zauważyć zupełnie wyraźne ograniczenie produkcji azotu w miarę postępu głodu.

Podobną rozbieżność ustalamy, porównywując natężenie przemiany azotowej w odniesieniu do jednostki wagi żywej; a mianowicie, gdy ilość azotu, przypadającego na gram wagi zwierzęcia, ujawnia u żab zupełnie wyraźną redukcję w późniejszych okresach głodu z tendencją w tym kierunku już w okresach początkowych doświadczenia, to u aksolotli produkcja azotu ma przebieg zupełnie odmienny. W okresie początkowym głodzenia, który u różnych badanych zwierząt trwa niejednakowo długo, ilość azotu, wydalana przez jeden gram wagi żywej w ciągu doby, utrzymuje się prawie na jednym poziomie: np. u aksolotla № 2 (tab. III) w czasie 120 dni, w którym waga ciała zmniejsza się z 38.25 do 18.80 g (strata 50%), jednostka wagi żywej produkuje w ciągu doby stałą (0.116—0.127 mg) ilość azotu; u aksolotla № 3 okres ten rozciąga się na 115 dni, w ciągu których zwierzę przy stałej produkcji azotu (0.081—0.115 mg) redukuje wagę do 52%; natomiast u aksolotla № 4 okres ten był znacznie krótszy (46 dni), wobec mniej intensywnego wydalania azotu (0.097—0.104) i mniejszej straty wagi ciała (30%).

TABELA IV. Akсолотл № 3.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.

(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

| № doświadczania
(№ d'ordre de l'expérience) | Data rozpoczęcia doświadczania
(Date du commencement de l'expérience) | Dzień głodzenia
(Jour de l'inanition) | Czas trwania doświadczania
(Durée de l'expérience) | Średnia temperatura cieplarki
(Température moyenne) | Waga ciała.
(Poids du corps). | | | | Azot całkowity.
(Azote total). | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|---|--------------------------------|---|---|--|--|------|---|
| | | | | | Waga zwierzęcia
(Poids de l'animal) | Strata w czasie doświadczania
(Perte du poids pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte du poids en 24 h.) | %
(Perte relative en 24 h.) | Obliczona wartość azotu
w zwierzęciu na początek
ku doświadczaniu
(La teneur initial en azote) | Strata w czasie doświadczania
(Perte d'azote pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte d'azote en 24 h.) | Strata na dobę w odniesieniu do ilości
azotu w ciele
(Perte relative en 24 h. par rapport à la quantité d'azote dans le corps) | | |
| 1. | 26.X | 5 | 120 | 25,4 | 37,97 | 6,60 | 1,320 | 3,48 | 444,9 | — | 3,23 | — | — | — |
| 2. | 31.X | 14 | 213 | 25,5 | 31,37 | 1,03 | 0,107 | 3,41 | 416,2 | — | 2,46 | 0,103 | 0,79 | — |
| 3. | 9.XI | 28 | 334 | 25,6 | 30,34 | 1,49 | 0,108 | 0,35 | 382,0 | 28,7 | 2,40 | 0,081 | 0,65 | — |
| 4. | 23.XI | 36 | 190 | 25,1 | 28,85 | 1,10 | 0,139 | 0,45 | 363,9 | 19,0 | 2,40 | 0,083 | 0,67 | — |
| 5. | 1.XII | 45 | 215 | 25,1 | 27,75 | 1,25 | 0,42 | 0,51 | 339,2 | 24,7 | 2,76 | 0,099 | 0,83 | — |
| 6. | 10.XII | 56 | 262 | 24,4 | 26,50 | 2,23 | 0,204 | 0,08 | 306,0 | 33,2 | 3,05 | 0,115 | 1,02 | — |
| 7. | 21.XII | 66 | 240 | 21,9 | 24,27 | 1,37 | 0,137 | 0,52 | 280,5 | 25,5 | 2,52 | 0,105 | 0,92 | — |
| 8. | 31.XII | 78 | 229 | 23,9 | 22,90 | 0,63 | 0,053 | 0,23 | 253,3 | 30,2 | 2,52 | 0,110 | 1,03 | — |
| 9. | 12.I | 90 | 287 | 25,9 | 22,27 | 1,97 | 0,166 | 0,75 | 225,0 | 28,3 | 2,37 | 0,106 | 1,10 | — |
| 10. | 24.I | 102 | 288 | 26,1 | 20,30 | 2,00 | 0,166 | 0,81 | 198,4 | 26,6 | 2,22 | 0,109 | 1,17 | — |
| 11. | 5.II | 115 | 311 | 26,3 | 18,30 | 3,0 | 0,230 | 1,26 | 170,5 | 27,9 | 2,15 | 0,117 | 1,33 | — |
| 12. | 18.II | 126 | 263 | 25,5 | 15,30 | 1,75 | 0,158 | 1,03 | 141,0 | 29,5 | 2,69 | 0,176 | 2,04 | — |
| 13. | 1.III | 129 | 72 | 25,6 | 13,55 | 0,78 | 0,259 | 1,91 | 131,8 | 9,2 | 3,06 | 0,226 | 2,50 | — |
| 4.III | — | — | — | 25,6 | 12,77 | — | — | — | 122,6 | 317,0 | — | — | — | — |

T A B E L A V. Akсолотл № 4.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.

(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

| № doświadczania
(№ d'ordre de l'expérience) | Data rozpoczęcia doświadczania
(Date du commencement de l'expérience) | Dzień głodzenia
(Jour de l'inanition) | Średnia temperatura cieplarki
(Température moyenne) | Czas trwania doświadczania
(Durée de l'expérience) | Waga ciała.
(Poids du corps). | | | | Azot całkowity.
(Azote total). | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|---|--|--|---|--|---|--|---|---|
| | | | | | Waga zwierzęcia
(Poids de l'animal) | Strata w czasie doświadczania
(Perte du poids pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte du poids en 24 h.) | Względna strata na dobę
(Perte relative en 24 h.) | Obliczona zawartość azotu w zwierzęciu na początku doświadczania
(La teneur initial en azote) | Strata w czasie doświadczania
(Perte d'azote pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte d'azote en 24 h.) | Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi żywej
(Perte d'azote par rapport à 1 gr. du poids du corps) | Względna strata na dobę w odniesieniu do ilości azotu w ciele
(Perte relative en 24 h. par rapport à la quantité d'azote dans le corps) | | |
| 1. | 15.XI | 6 | 25.3 | 143 | 40.50 | 9.58 | 1.608 | 3.97 | 494.7 | — | 3.01 | — | — | — | — |
| 2. | 21.XI | 19 | 25.1 | 308 | 30.92 | 0.57 | 0.446 | 0.15 | 456.6 | 38.7 | 2.86 | 0.097 | 0.66 | — | — |
| 3. | 4.XII | 32 | 25.2 | 309 | 29.35 | 1.03 | 0.979 | 0.27 | 419.1 | 36.9 | 2.96 | 0.097 | 0.68 | — | — |
| 4. | 17.XII | 46 | 22.2 | 334 | 28.32 | 2.82 | 0.202 | 0.71 | 377.9 | 41.2 | 3.18 | 0.104 | 0.78 | — | — |
| 5. | 31.XII | 64 | 24.3 | 432 | 25.50 | 2.10 | 0.118 | 0.46 | 320.8 | 57.1 | 3.45 | 0.124 | 0.99 | — | — |
| 6. | 18.I | 82 | 26.6 | 432 | 23.40 | 4.65 | 0.259 | 1.11 | 256.8 | 63.9 | 3.07 | 0.147 | 1.34 | — | — |
| 7. | 5.II | 100 | 26.1 | 431 | 18.75 | 2.55 | 0.142 | 0.76 | 201.6 | 55.2 | 2.88 | 0.164 | 1.52 | — | — |
| 8. | 23.II | 118 | 25.4 | 432 | 16.20 | 2.95 | 0.166 | 1.02 | 149.7 | 51.9 | 2.88 | 0.178 | 1.92 | — | — |
| 9. | 18.III | 123 | 25.8 | 119 | 13.25 | 0.45 | 0.091 | 0.69 | — | 15.3 | 3.09 | 0.233 | 2.29 | — | — |
| | | — | 25.8 | — | 12.80 | — | — | — | 135.0 | 360.2 | — | — | — | — | — |

T A B E L A VI. *Rana esculenta* ♂ № 4.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.

(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition)

| № doświadczenia | (№ d'ordre de l'expérience) | Data rozpoczęcia doświadczenia | (Date du commencement de l'expérience) | Dzień głodzenia | (Jour de l'inanition) | Średnia temperatura cieplarki | (Température moyenne) | Czas trwania doświadczenia | (Durée de l'expérience) | Waga ciała.
(Poids du corps). | | | | Azot całkowity.
(Azote total). | | | |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | | | | | | | | | Waga zwierzęcia | (Poids de l'animal) | Strata w czasie doświadczenia | (Perte du poids pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby | (Perte du poids en 24 h.) | Względna strata na dobę | (Perte relative en 24 h.) |
| | | | | h | g | g | g | g | g | g | % | mg | mg | mg | mg | mg | |
| 1. | | 26.V | | 66 | 52.45 | 1.65 | 0.600 | 1.14 | 1.14 | 0.600 | 1.14 | 10.76 | 0.238 | 0.238 | | | |
| 2. | | 29.V | | 267 | 50.80 | 4.85 | 0.421 | 0.83 | 0.83 | 0.421 | 0.83 | 30.5 | 0.223 | 0.223 | | | |
| 3. | | 9.VI | | 68 | 45.95 | 1.42 | 0.502 | 1.09 | 1.09 | 0.502 | 1.09 | 27.8 | 0.223 | 0.223 | | | |
| 4. | | 12.VI | | 149 | 44.53 | 2.51 | 0.403 | 0.90 | 0.90 | 0.403 | 0.90 | 30.2 | 0.175 | 0.175 | | | |
| 5. | | 18.VI | | 72 | 42.02 | 1.58 | 0.526 | 1.25 | 1.25 | 0.526 | 1.25 | 4.98 | 0.175 | 0.175 | | | |
| 6. | | 21.VI | | 383 | 41.44 | 4.94 | 0.310 | 0.75 | 0.75 | 0.310 | 0.75 | 8.00 | 0.223 | 0.223 | | | |
| 7. | | 7.VII | | 90 | 36.50 | 1.20 | 0.319 | 0.87 | 0.87 | 0.319 | 0.87 | 23.2 | 0.175 | 0.175 | | | |
| 8. | | 11.VII | | 61 | 35.30 | 3.96 | 0.260 | 0.74 | 0.74 | 0.260 | 0.74 | 11.43 | 0.154 | 0.154 | | | |
| 9. | | 26.VII | | 337 | 31.34 | 2.62 | 0.187 | 0.60 | 0.60 | 0.187 | 0.60 | 3.75 | 0.154 | 0.154 | | | |
| 10. | | 9.VIII | | 80 | 28.72 | 0.54 | 0.115 | 0.40 | 0.40 | 0.115 | 0.40 | | | | | | |
| 11. | | 14.VIII | | 43 | 28.18 | 1.91 | 0.134 | 0.48 | 0.48 | 0.134 | 0.48 | | | | | | |
| 12. | | 28.VIII | | 282 | 26.27 | 1.57 | 0.132 | 0.50 | 0.50 | 0.132 | 0.50 | | | | | | |
| 13. | | 9.IX | | 73 | 24.70 | 0.80 | 0.264 | 1.07 | 1.07 | 0.264 | 1.07 | | | | | | |

U aksolotli zatem w początkowym okresie głodu, w którym zwierzęta tracą około połowy wagi ciała, ilość azotu, produkowana przez jednostkę wagi ciała, jest wielkością stałą.

Dopiero w okresie późniejszym, trwającym niejednakomy przeciąg czasu (u aksolotla № 2—40 dni, № 3—14 dni, № 4—77 dni), stale występuje przed śmiercią głodową zjawisko wzmożenia przemiany azotowej, która w ostatnich chwilach życia wzrasta do wartości prawie dwukrotnej w porównaniu z okresem początkowym.

Jeszcze wyraźniej występuje to zjawisko, jeżeli obliczymy straty azotu, jakie ponoszą aksolotle głodzone, w stosunku do zawartości azotu (wzgl. białek) w ciele zwierząt (tab. III, IV i V kol. 10).

Rekonstrukcję zawartości azotu w ciele zwierząt głodzonych w poszczególnych momentach głodu uskuteczono przez zsumowanie azotu wydalinyowego przypadającego na odpowiedni odcinek czasu, z ilością azotu znalezionej w ciele zwierząt po ich śmierci (por. tab. IX i X). W ciągu całego okresu głodzenia znaleziono w wydalinach aksolotla № 2—371.7 mg azotu, aksolotla № 3—317.0 mg i aksolotla № 4—360.2 mg; liczby te, jak widzimy (por. tab. XII, kol. 9), mało odbiegają od ilości azotu straconego, który obliczono z różnicy zawartości azotu w zwierzętach na początku i w końcu okresu głodzenia (aksolotl № 2 zawierał 540.0 mg azotu na początku okresu głodzenia, aksolotl № 3—536.0 mg azotu, aksolotl № 4—572.0 mg).

Z zestawienia odnośnych kolumn (14-ej w tab. III, IV, V) wynika więc, że przez dłuższy okres głodu zużycie związków azotowych jest proporcjonalne do ilości azotu, zawartego w ciele i wynosi średnio od 0.80 do 0.93%. Stosunki te zmieniają się zasadniczo dopiero w końcowych okresach życia przed śmiercią głodową, gdy na jednostkę azotu zawartego w ciele przypadają coraz bardziej wzrastające ilości azotu wydalinyowego.

Podobne zjawisko stwierdził u ryb Schütz ('13), który utożsamia je ze znanym u zwierząt stałocieplnych procesem „przedśmiertnego wzmożenia przemiany azotowej“, występującym, jak wiadomo, wskutek wyczerpania zapasowych związków tłuszcz-

T A B E L A VII. *Rana esculenta* ♂ № 6.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.
(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

| № doświadczenia
(№ d'ordre de l'observation) | Data rozpoczęcia doświadczenia
(Date du commencement de l'expérience) | Dzień głodzenia
(Jour d'inanition) | Średnia temperatura cieplarki
(Température moyenne) | Czas trwania doświadczenia
(Durée de l'expérience) | Waga ciała.
(Poids du corps). | | | | Azot całkowity.
(Azot total). | | | |
|---|--|---------------------------------------|--|---|--|--|---|--|---|--|--|---|
| | | | | | Waga zwierzęcia
(Poids de l'animal) | Strata w czasie doświadczenia
(Perte du poids pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte du poids en 24 h.) | Względna strata na dobę
(Perte relative en 24 h.) | Strata w czasie doświadczenia
(Perte d'azote pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte d'azote en 24 h.) | Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi żywej
(Perte d'azote par rapport à 1 gr. du poids du corps). | |
| 1. | 8.XI | 7 | 24,8 | 169 | 13,20 | 0,83 | 0,118 | 0,89 | — | — | — | — |
| 2. | 15.XI | 19 | 24,6 | 288 | 12,17 | 1,65 | 0,137 | 1,11 | — | — | — | — |
| 3. | 27.XI | 33 | 23,4 | 336 | 10,72 | 1,65 | 0,118 | 1,10 | — | — | — | — |
| 4. | 11.XII | 35 | 25,0 | 120 | 9,07 | 0,42 | 0,084 | 0,93 | — | — | — | — |
| 5. | 16.XII | 42 | 26,5 | 95 | 8,65 | 0,40 | 0,101 | 1,16 | 15,7 | 3,97 | 0,469 | — |
| 6. | 20.XII | 63 | 23,0 | 479 | 8,25 | 0,53 | 0,026 | 0,32 | — | — | — | — |
| 7. | 10.I | 81 | 22,1 | 433 | 7,72 | 0,92 | 0,050 | 0,65 | — | — | — | — |
| 8. | 28.I | 85 | 23,1 | 86 | 6,80 | 0,17 | 0,048 | 0,70 | 7,3 | 2,05 | 0,330 | — |
| 9. | 1.II | 95 | 24,0 | 244 | 6,63 | 0,24 | 0,024 | 0,36 | — | — | — | — |
| 10. | 11.II | — | — | — | 6,39 | — | — | — | — | — | — | — |

TABELA VIII. *Triton cristatus*.

Zachowanie się wagi ciała w czasie głodu.
(Le changement du poids du corps pendant l'inanition).

| № doświadczenia
(N° d'ordre de l'expérience) | Data rozpoczęcia doświadczenia
(Date du commencement de l'expérience) | Dzień głodzenia
(Jour de l'inanition) | Średnia temperatura cieplarki
(Température moyenne) | Czas trwania doświadczenia
(Durée de l'expérience) | Waga ciała.
(Poids du corps). | | | |
|---|--|--|--|---|--|--|---|--|
| | | | | | Waga zwierzęcia
(Poids de l'animal) | Strata w czasie doświadczenia
(Perte du poids pendant la durée de l'expérience) | Strata w czasie doby
(Perte du poids en 24 h.) | Względna strata na dobę
(Perte relative en 24 h.) |
| | | | °C | h | g | g | g | ‰ |
| 1. | 2.VI | 4 | 25.0 | 102 | 5.62 | 0.32 | 0.074 | 1.32 |
| 2. | 6.VI | 13 | 25.2 | 218 | 5.30 | 0.45 | 0.048 | 0.90 |
| 3. | 15.VI | 32 | 23.7 | 455 | 4.85 | 0.57 | 0.031 | 0.64 |
| 4. | 4.VII | 50 | 22.7 | 427 | 4.28 | 0.51 | 0.029 | 0.67 |
| 5. | 22.VII | 64 | 23.1 | 337 | 3.77 | 0.12 | 0.007 | 0.19 |
| 6. | 5.VIII | 81 | 24.2 | 414 | 3.65 | 0.70 | 0.041 | 1.12 |
| 7. | 22.VIII | 95 | 26.3 | 328 | 2.95 | 0.15 | 0.012 | 0.40 |
| 8. | 5.IX | 115 | 25.4 | 485 | 2.80 | 0.43 | 0.022 | 0.77 |
| 9. | 25.IX | 131 | 24.6 | 387 | 2.37 | 0.33 | 0.022 | 0.91 |
| 10. | 11.X | 140 | 25.0 | 217 | 2.04 | 0.09 | 0.010 | 0.49 |
| 11. | 20.X
22.X | 142 | 25.0 | 48 | 1.95 | | | |

czowych. Analogia ta byłaby uzasadniona jedynie w tym przypadku, gdyby analiza chemiczna ciała w chwili śmierci głodowej wykazała intensywniejsze zużycie tłuszczów niż związków białkowych.

Wpływ głodu na skład chemiczny ciała i udział składników organicznych w przemianie materji.

Otrzymane z doświadczeń wyniki, podane w rozdziale poprzednim, wskazują na bardzo wybitny rozpad związków azotowych w stanie głodu.

W dalszym ciągu moich badań chodziło o ustalenie udziału, jaki w przemianie materji płazów przypada na poszczególne związki organiczne, a więc na białka, tłuszcze i pozostałe ciała bezazotowe. Wyniki, dotyczące składu chemicznego zwierząt karmionych, znajdują się w tabelach (IX i X).

Zwierzęta karmione posiadały różną wagę ciała: aksolotl № 1 ważył 52.55 g (tab. IX), waga żab wahała się od 62.72 g

do 47.40 g (tab. X). Wyniki analiz, obliczone w procentach wagi żywej, pozwalają porównać skład ciała zwierząt różnych gatunków (Tab. IX i X). U aksolotla № 1 w tab. IX na 100 g wagi żywej 88.32 przypada na wodę, pozostałe 11.68 stanowią części stałe.

T A B E L A IX.

Skład chemiczny aksolotli.
(Composition chimique des axolotles).

| № zwierzęcia
(№ d'ordre de l'animal) | | 1. | 2. | 3. | 4. |
|---|--|-------------------------|--------------------|-------|-------|
| Stan odżywiania | | Odżywiany
(Alimenté) | Głodzone (Inaniés) | | |
| Czas trwania głodu (dni)
(Durée de l'inanition: jours) | | — | 160 | 129 | 123 |
| Waga ciała
(Poids du corps) | Początkowa (g)
(initial) | 52.55 | 38.25 | 37.97 | 40.50 |
| | Końcowa (g)
(final) | — | 10.20 | 12.77 | 12.80 |
| | Strata wagi ciała (% wagi pocz.)
(perte du poids du corps en %) | — | 73 | 66 | 68 |
| | | | | | |
| W 100 gramach wagi żywej
(En 100 grammes du poids) | Wody (eau) | 88.32 | 88.21 | 89.58 | 88.21 |
| | Części stałych (substance
sèche) | 11.68 | 11.79 | 10.42 | 11.79 |
| | Popiołu (cendre) | 1.70 | 4.20 | 3.50 | 3.82 |
| | Azotu (azote) | 1.41 | 1.03 | 0.96 | 1.05 |
| | Białek (N×6.25). Protéines | 8.81 | 6.44 | 6.00 | 6.56 |
| | Kwasów tłuszczowych (aci-
des gras) | 0.67 | 0.37 | 0.31 | 0.35 |
| | Reszty organicznej beza-
zotowej (Matière orga-
nique non azotée). | 0.50 | 0.78 | 0.61 | 1.06 |

Nieco inne wartości spotykamy u żab (Tab. X); woda stanowi 73.33%, 78.64% i 77.56%; a zatem substancja sucha dochodzi do 26.67%, 21.36% i 22.44%.

Tę nadmierną ilość wody u aksolotla przypisać należy stanowi larwalnemu, gdyż jak stwierdzili Reuss i Weinland ('12) dla ryb, zaś Davenport ('97), Schaper ('02) i Białaszewicz ('08) dla płazów, zwierzęta w stanie larwalnym lub też bardzo młode zawierają w ciele o wiele większe ilości wody, aniżeli zwierzęta dorosłe. Zarówno u aksolotli, jak u żab, stwierdzić można, że azot, a względnie białka, zajmują pod względem ilościowym pierwsze miejsce; ilość ta u aksolotla wynosi 8.81% wagi żywej, zaś u żab — 15.37% — 20.12%.

Na tab. XI (kol. 2, 6, 7, 8) i XII (kol. 2, 3, 4) też same wyniki analiz, dotyczące zwierząt karmionych, zostały obliczone w odsetkach substancji organicznej. Białka stanowią 88.6%, pozostałe 11,4% — związki bezazotowe: kwasy tłuszczowe (6.7%) i reszta organiczna bezazotowa (4.7%). Tak się przedstawia ustosunkowanie białek do pozostałej substancji organicznej u aksolotli.

T A B E L A X.

Skład chemiczny samców żaby jadalnej (*Rana esculenta*).
(Composition chimique des mâles de *Rana esculenta*).

| № zwierzęcia
(№ d'ordre de l'animal) | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
|---|---|--------------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
| Stan odżywiania
(Etat d'alimentation) | | Odżywiane
(Alimentés) | | | Głodzone
(Inaniés) | | |
| Miesiąc (mois) | | V | IX | X | V | IX | X |
| Czas trwania głodu (dni)
Durée de l'inanition-jours) | | — | — | — | 109 | 88 | 95 |
| Waga ciała
Poids du corps | Początkowa (g)
(initial) (g) | 48.58 | 47.40 | 62.72 | 52.45 | 49.67 | 13.20 |
| | Końcowa (g)
(final) (g) | — | — | — | 23.90 | 23.55 | 6.39 |
| | Strata wagi ciała (% wagi pocz.)
(Perte du poids du corps en %) | — | — | — | 54 | 53 | 52 |
| | | | | | | | |
| W 100 gramach wagi żywej
(Eu 100 grammes du poids) | Wody (eau) | 73.33 | 78.64 | 77.56 | 80.51 | 80.23 | 83.77 |
| | Części stałych (substance sèche) | 26.67 | 21.36 | 22.44 | 19.49 | 19.77 | 16.23 |
| | Popiołu (cendre) | 3.67 | 3.21 | 3.93 | 8.11 | 6.34 | 5.94 |
| | Azotu (azote) | 3.22 | 2.46 | 2.54 | 1.73 | 1.83 | 1.47 |
| | Białek (N×6.25). Protéines | 20.12 | 15.37 | 15.87 | 10.81 | 11.44 | 9.19 |
| | Kwasów tłuszczowych (acides gras) | 1.42 | 1.31 | 1.18 | 0.48 | 0.56 | 0.59 |
| | Reszty organicznej bezazotowej (matière organique non azotée) . . . | 1.46 | 1.47 | 1.45 | 0.09 | 1.43 | 0.51 |
| | | | | | | | |

Średni skład substancji organicznej u żab jest bardzo zbliżony do tegoż u aksolotli. Białka stanowią 84.7 — 87.7% ogólnej ilości substancji organicznej; kwasy tłuszczowe i reszta bezazotowa wynoszą: 6.2 — 7.2% (kwasy tłuszczowe) i 6.2 — 8% (reszta bezazotowa).

Wyniki te pozwalają nam stwierdzić, że związki białkowe stanowią w przybliżeniu $\frac{9}{10}$ ogólnej masy

organicznej ciała, resztę wypełniają kwasy tłuszczowe i pozostałe substancje organiczne bezazotowe.

Przystępuję do omówienia drugiej z kolei grupy analiz chemicznych, które przeprowadziłam na zwierzętach głodzonych, aby móc w dalszym ciągu ze strat zaszłych w organizmie podczas okresu głodu ustalić udział, jaki w przemianie materji płazów biorą najważniejsze trzy grupy związków organicznych: białka, tłuszcze i pozostała reszta bezazotowa.

Tabela IX, kolumny 3, 4 i 5 streszczają wyniki obliczone w odsetkach wagi żywej aksolotli № 2, 3, 4, głodzonych w ciągu dni 160, 129 i 123.

Niezależnie od wagi końcowej i czasu trwania doświadczenia aksolotle głodzone wykazują prawie taką samą zawartość procentową substancji suchej, jak zwierzęta karmione. Duża różnica uwydatnia się w ilościach popiołu; z 1.7% (zwierzęta karmione) zwiększa się on przeszło dwukrotnie u głodzonych, dochodząc do 4.2% (wahania od 3.5—4.2%).

To samo stwierdzić możemy u żab (Tab. X kol. 5, 6, 7). U tych ostatnich ilość popiołu z 3.67% (karmione) podnosi się do 8.11% (wahania 6.34% i 5.94%), t. j. w tym samym zatym stosunku, co u aksolotli.

Różnica między aksolotlami a żabami ujawnia się w procentowej zawartości substancji suchej, która u żab stale ulega redukcji, podczas gdy odsetek wody zwiększa się.

W ciele zwierząt głodzonych zawartość procentowa wszystkich tych składników, a najbardziej białek, jest znacznie mniejsza, niż u zwierząt niegłodzonych.

Na 100 g wagi żywej u aksolotli odżywianych przypada 8.81 białka, u głodzonych 6.00—6.56. U żab wartości te zmniejszają się jeszcze bardziej, bo z 20.12% spadają do 10.81%, 11.44% i 9.19%. Związki organiczne bezazotowe mniejsze ujawniają różnice—zarówno u jednych, jak i u drugich.

Wszystkie dotychczasowe wyniki doświadczeń i analiz ujawniają zmiany zawartości procentowej składników ciała.

Chcąc mieć dokładne pojęcie o udziale poszczególnych składników organicznych ciała: białek, kwasów tłuszczowych i reszty organicznej bezazotowej, należało obliczyć straty bezwzględne na

podstawie ilości wyznaczonych składników organicznych ciała na początku i w końcu okresu głodzenia.

T A B E L A X I.

Procentowy skład chemiczny substancji organicznej zwierząt normalnie odżywianych i głodzonych.
(La composition centésimale de la matière organique des animaux alimentés et inanés).

| Gatunek (espèce) | Aksolotl (axolotl). | | | | Żółć
(<i>Rana esculenta</i>) | | | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------|-------|-------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------|-------|-------|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
| № zwierzęcia (N° d'ordre de l'animal) | — | — | — | — | V | IX | X | V | IX | X |
| Miesiąc (mois) | — | — | — | — | V | IX | X | V | IX | X |
| Waga ciała (g) (Poids du corps). | 52.55 | 10.20 | 12.77 | 12.80 | 48.58 | 47.40 | 62.72 | 23.90 | 23.55 | 6.39 |
| Stan odżywiania (Etat d'alimentation) | Odży-
wany
(Alim-
menté) | Głodzone
(Inanés) | | | Odżywiane
(Alimentés) | | | Głodzone
(Inanés) | | |
| Białka (N×6.25). (Protéines) | 88.56 | 84.63 | 84.01 | 82.50 | 87.67 | 84.72 | 85.98 | 95.20 | 85.12 | 89.53 |
| Kwasy tłuszczowe (acides gras) | 6.70 | 4.25 | 4.54 | 4.44 | 6.17 | 7.23 | 6.39 | 4.22 | 4.16 | 5.87 |
| Reszta organiczna bezazotowa
(Matière organique non azotée) | 4.74 | 11.12 | 11.45 | 13.06 | 6.16 | 8.05 | 7.63 | 0.58 | 10.71 | 4.60 |

Kolumny 9, 10, 11 tabeli XII wykazują straty bezwzględne składników organicznych podczas całego okresu trwania głodu.

Aksolotl № 2, którego waga początkowa wynosiła 38.25 g i którego okres głodzenia trwał dni 160, zredukował zawartość początkową substancji suchej, wynoszącą 3.366 g, do 0.655 g, zużył więc w czasie głodu <http://2701.org.pl>

T A B E L A XII.

Udział składników ciała w przemianie głodowej.

(La participation des composés organiques du corps dans le métabolisme pendant l'inanition).

| Gatunek, rodzaj i numer zwiększenia
(Espèce, genre et numéro de l'animal) | Skład chemiczny substancji organicznych ciała zwierząt odżywiających.
(La composition chimique des substances organiques du corps des animaux alimentés) | | | | Dni (Jours)
(Czas trwania głodu
(La durée de l'inanition)) | Waga ciała
(Poids du corps) | | | Straty bezwzględne składników organicznych w całym okresie
(Pertes absolues des composés organiques du corps au métabolisme pendant l'inanition) | | | Udział składników organicznych ciała w przemianie głodowej
(La participation des composés organiques du corps au métabolisme pendant l'inanition) | | |
|--|---|-----------------------------|---|--|--|--------------------------------|-----------------|-------------------------|---|------------------------|--|--|------------------------|--|
| | %
Białka (N × 6.25)
(Protéines) | %
Tłuszcze
(Graisses) | %
Reszta organiczna bezazotowa
(Matière organique non azotée) | %
azotowa
(Matière organique non azotée) | | Początkowa (initial) | Końcowa (final) | Strata w % (Perte en %) | Białka (N × 6.25)
(Protéines) | Tłuszcze
(Graisses) | Reszta organiczna bezazotowa
(Matière organique non azotée) | Białka (N × 6.25)
(Protéines) | Tłuszcze
(Graisses) | Reszta organiczna bezazotowa
(Matière organique non azotée) |
| Aksolotl № 2 | 84.7 | 6.7 | 6.2-8.0 | 4.7 | 160 | 38.25 | 10.20 | 73 | 2.711 | 0.218 | 0.114 | 89.1 | 7.2 | 3.7 |
| Aksolotl № 3 | 88.6 | 6.7 | 6.2-8.0 | 4.7 | 129 | 37.97 | 12.77 | 66 | 2.572 | 0.213 | 0.114 | 88.7 | 7.3 | 4.0 |
| Aksolotl № 4 | 88.6 | 6.7 | 6.2-8.0 | 4.7 | 123 | 40.50 | 12.80 | 68 | 2.723 | 0.226 | 0.073 | 90.1 | 7.5 | 2.4 |
| Rana esculenta № 4 | 84.7-87.7 | 6.2-7.2 | 6.2-8.0 | 4.7 | 109 | 52.45 | 23.90 | 54 | 7.984 | 0.630 | 0.726 | 85.5 | 6.7 | 7.8 |
| Rana esculenta № 5 | 84.7-87.7 | 6.2-7.2 | 6.2-8.0 | 4.7 | 88 | 49.67 | 23.95 | 53 | 4.944 | 0.519 | 0.387 | 84.5 | 8.9 | 6.6 |
| Rana esculenta № 6 | 84.7-87.7 | 6.2-7.2 | 6.2-8.0 | 4.7 | 95 | 13.0 | 6.39 | 52 | 1.511 | 0.118 | 0.156 | 84.6 | 6.6 | 8.7 |

Kwasy tłuszczowe z 0.225 g spadły do 0.037 g, rozpadowi więc uległo 0.118 g. Z 0.195 g reszty organicznej bezazotowej uległo zużyciu 0.114 g.

Dokładny przegląd danych, dotyczących się strat bezwzględnych w okresie głodu, przekonywa nas dostatecznie, że przemiana głodowa u wspomnianych płazów odbywa się głównie kosztem związków białkowych; np. z ogólnego bilansu strat (aksolotl № 2, tab. XII), wynoszącego 3.043 g — 2.711 g przypada na białka; taki sam stosunek ciał białkowych do pozostałych substancji organicznych stwierdzić możemy u wszystkich pozostałych głodzonych zwierząt. Na podstawie tych danych obliczyłam udział procentowy trzech kategorii składników organicznych: białek, tłuszczów i reszty związków bezazotowych w okresie głodu.

Trzy ostatnie kolumny tabeli XII ujmują to zagadnienie udziału poszczególnych związków organicznych.

Z całą też pewnością twierdzić można, że badane zwierzęta są typem zwierząt o przewadze białek w przemianie głodowej.

Jeżeli porównamy udział procentowy poszczególnych składników w przemianie głodowej ze składem organicznym zwierząt odżywianych, uderzy nas daleko idące podobieństwo.

Substancje organiczne ciała zwierząt karmionych (aksolotle № 2, 3, 4) składały się z 83.6% białek, 11.4% kwasów tłuszczowych i reszty bezazotowej. Udział białek w przemianie głodowej wynosił 89.1%, zaś — 10.9% przypadło na pozostałe związki organiczne (z małymi wahaniem).

Użąd udział poszczególnych składników w przemianie materji też był proporcjonalny do ich zawartości w ciele zwierząt karmionych. Z ogólnego zużycia — 85.5% przypada na związki białkowe; pozostałe 14.5% — na związki bezazotowe. Związki azotowe i bezazotowe biorą więc udział w przemianie materji w tym samym stosunku, w jakim występują one w ciele zwierząt.

Zasługuje na szczególną uwagę fakt, że wyniki, osiągnięte z pracy mojej, a dotyczące udziału białek w przemianie głodowej, w zupełności zgadzają się z rezultatami, otrzymanymi przez Białaszewicza ('19) z badań nad głodzeniem pijawek, filogenetycznie tak daleko stojących od płazów.

Wnioski, dające się wysnuć z powyższych faktów, sprowadzają się do następujących:

1) Stopień redukcji wagi ciała w chwili śmierci głodowej, wyrażony w procentach wagi początkowej, jest bardzo zbliżony dla płazów różnej wielkości (Tab. I).

2) Straty na wadze (procentowe) są na początku i w końcu głodzenia większe niż w okresie środkowym (Rys I i tab. II).

3) Ilość azotu, produkowana przez jednostkę wagi ciała w początkowym okresie głodu (u aksolotli), jest wielkością stałą. Przed śmiercią głodową występuje stale zjawisko wzmożenia przemiany azotowej (Tab. III, IV, V).

4) Zużycie związków azotowych (u aksolotli) jest przez dłuższy okres głodu proporcjonalne do ilości azotu, zawartego w ciele; w okresach końcowych życia na jednostkę azotu, zawartego w ciele, przypadają coraz bardziej wzrastające ilości azotu wydalinowego (Tab. III, IV i V).

5) Związki białkowe stanowią w przybliżeniu $\frac{9}{10}$ ogólnej masy organicznej ciała, resztę stanowią kwasy tłuszczowe i pozostałe substancje organiczne (Tab. X, XI).

6) Aksolotle głodzone wykazują niezależnie od wagi końcowej i czasu trwania doświadczenia prawie taką samą zawartość substancji suchej — jak zwierzęta karmione (Tab. IX).

7) Płazy są typem zwierząt o przewadze białek w przemianie głodowej (Tab. XII).

8) Związki azotowe i bezazotowe biorą udział w przemianie materji w tym samym stosunku, w jakim występują w ciele zwierząt (Tab. XII).

PIŚMIENICTWO.

- Athanasiu J. 1900. Über den Respirationswechsel des Frosches in verschiedenen Jahreszeiten. Arch. f. ges. Physiol. 79.
- Białaszewicz K. 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. intern. de l'Acad. des Sc. Cracovie. 3.
- Białaszewicz K. 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energji. I. Głód i odżywianie u pijawek. Prace Towz. z. Nauk. Warsz. № 32. (Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique I. Inanition et nutrition chez les Hirudinées Travaux de la Société des Sciences de Varsovie. № 32).
- Bohr. Cr. 1899. Über die Haut—und Lungenathmung der Frösche. Skandl. l. Arch. f. Physiol. 10.
- Chossat Ch. 1843. De l'inanition. Mémoires présentés par divers savants à l'Académie Royale des Sciences 8.
- Davenport C. B. 1897. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 28.
- Elsas B. 1913. Der Einfluss der Nahrungszufuhr auf den Gaswechsel des Kaltblutes. Zeitschr. f. Biol. 62.
- Hill A. V. 1911. The total energy exchanges of intact cold-blooded animals at rest. Journ. of Physiol. 43.
- Klug F. 1884. Über die Hautathmung des Frosches. Arch. f. (Anat. u.) Physiol.
- Knauth K. 1893. Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische. Arch. f. ges. Physiol. 73.
- Krogh A. 1904. An the cutaneous and pulmonary respiration of the frog. Skand. Arch. f. Physiol. 15.
- Miescher F. 1897. Die histochemischen und physiologischen Arbeiten. Tom. I i II. Lipsk.
- Morgulis S. 1912. Studien über Inanition in ihren Bedeutung für das Wachstumsproblem II. Experimente an Triton cristatus. Arch. f. Entw. Mech. 34.
- Reuss H. u. Weinland E. 1912. Über die chemische Zusammensetzung der Aalbrut unter verschiedenen Bedingungen. Zeitschr. f. Biol. 59.
- Schaper A. 1902. Beiträge zur Analyse des tierischen Wachstums. Teil. I. Arch. f. Entw. Mech.
- Schulz H. 1877. Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Stoffwechsel und Körpertemperatur bei den Amphibien Arch. f. ges. Physiol. 14.
- Schütz F. 1913. Zusammensetzung und Stickstoffumsatz hungernden Schleien. Arch. f. (Anat. u.) Physiol.

R É S U M É.

Malgré les nombreuses recherches sur le métabolisme chimique des Amphibiens l'étude de leur métabolisme d'inanition n'a été qu'abordée.

Dans le présent travail je me proposais d'étudier la marche des phénomènes d'inanition des Amphibiens au point de vue quantitatif et qualitatif, afin de préciser le caractère de leur métabolisme.

Je me suis servi pour mes expériences d'axolotles, de grenouilles et de tritons. Au commencement des expériences les animaux étaient pesés et divisés en deux portions. Une de ces portions servait à déterminer la composition chimique initiale, c. à d. la teneur initiale du corps en eau, substance sèche, azote et acides gras. L'azote était dosé par la méthode de Kjeldahl, les substances grasses par la méthode de Kumagawa-Suto.

La seconde portion d'animaux était inaniée. On plaçait les animaux à l'étuve à une température constante de 25° C. dans des bocaux contenant 100—150⁰ cm³ d'eau. Tous les 3 ou 6 jours les animaux étaient pesés, l'eau renouvelée, et l'azote des produits de la désassimilation qu'elle contenait, soigneusement dosé. On procédait de cette manière pendant toute la durée du jeûne, jusqu'à la mort des animaux. Le corps de l'animal était alors analysé. De cette façon j'aboutis à connaître la composition chimique initiale et finale du corps, le parcours du métabolisme et par suite — la participation des composés organiques du corps au métabolisme pendant tout la période du jeûne.

Les résultats obtenus sont les suivants:

1°. Les Amphibiens étudiés (axolotles, grenouilles, tritons) indépendamment de leur taille et de l'espèce subissent à peu près le même degré de réduction du poids du corps jusqu'au moment de la mort (Tableaux I, II, et fig. 1).

2°. Les pertes journalières relatives du poids (c. à d. les pertes du corps pour 24 h. rapportées à l'unité de poids) sont les plus grandes au commencement, diminuent, progressivement durant la phase moyenne de l'inanition, pour augmenter de nouveau dans la période prémortelle (Tableaux III, IV, V, col. 9 et figure du texte polonais).

3°. La quantité d'azote désassimilé rapportée à l'unité du poids du corps reste à peu près constante pendant toute la durée du jeûne et augmente seulement durant la période prémortelle chez l'axolotle (Tableaux III, IV, V, col. 14).

4°. D'une manière analogue la quantité d'azote désassimilé rapportée à l'unité d'azote contenu dans le corps reste constante durant la majeure partie du jeûne et augmente seulement dans la période prémortelle

5°. Les protéines constituent à peu près les $\frac{9}{10}$ de la matière organique totale du corps. Le reste est constitué par les graisses et les hydrocarbonés. (Tableaux IX, X, XI).

6°. Le pourcent de substance sèche ne change presque pas pendant la période du jeûne chez les axolotles et très peu chez grenouilles (Tableaux IX, X).

7°. La participation des composés azotés et non-azotés au métabolisme total d'inanition reste donc en rapport direct avec la composition centésimale du corps. celle-ci ne changeant presque pas jusqu'à la mort (Tableau XII, col. 2, 3, 4, 12, 13, 14).

8°. Il s'ensuit que le métabolisme d'inanition des Amphibiens a un caractère éminemment protéique, ressemblant en tous points au métabolisme de *Hirudo medicinalis* (Białasiewicz '19) quoique ces animaux soient si différents par leurs organisation morphologique.

Prace Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach Instytutu im. M. Nenckiego
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie)
Tom I (1922) № 2.

Travaux de la Station Hydrobiologique sur le lac Wigry
de l'Institut M. Nencki
(Société des Sciences de Varsovie)
Tome I (1922) № 2.

KAZIMIERZ DEMEL.

Fauna zimowa w źródłach wigierskich ¹⁾.

Warunki środowiska.

1. Źródła badane.—Źródła, których fauną zajmowałem się ²⁾ w ciągu trzech zimowych miesięcy (grudzień 1921, styczeń i luty 1922), znajdują się w południowo zachodnim końcu jeziora Wigry, $\frac{1}{2}$ km. od wsi Płociczno, w bliskości Stacji Hydrobiologicznej, dookoła zatoczki końcowej jeziora Staw (Rys. 1).

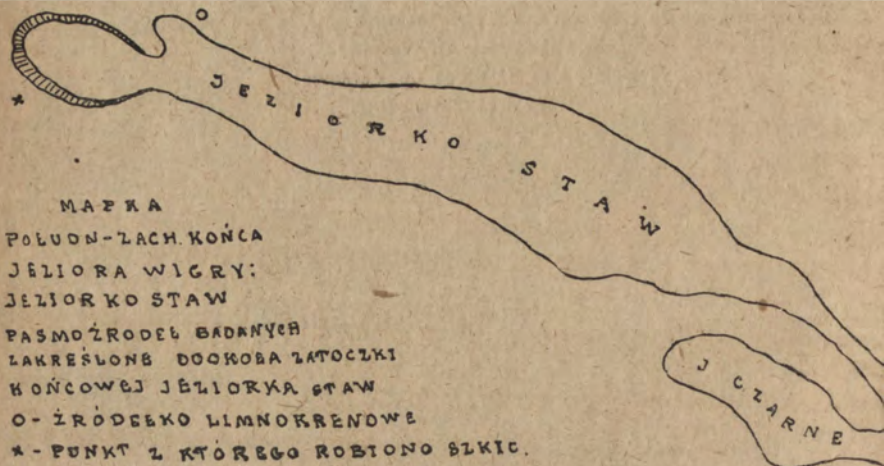
Wyływają one z pod moren lodowcowych w takiej ilości, że trudno wyróżnić jedno od drugiego — niby jedno źródlane pasmo otaczają tą zatoczkę (Rys. 2).

¹⁾ Rzecz przedstawiona w dniu 18 maja 1922 r. na posiedzeniu Wydziału IH T. N. W.

²⁾ Za ułatwienie mi pracy, dostarczenie niezbędnej literatury i określenie *Copepoda* składał kierownikowi Stacji p. dr. A. Lityńskiemu moje podziękowanie.

Wdzięczność swą wyrażam również p. dr. Wołoszyńskiej za określenie flory źródełek i cenne uwagi botaniczne oraz kol. dr. W. Roszkowskiemu za określenie błotniarek.

Tylko niektóre źródelka, zwłaszcza po za obrębem tej zatoczki leżące, można wyróżnić jako oddzielne.



SKALA: 1 mm = 112,5 m

(według K. Kulmickiego)

Rys. 1.

2. Charakter ogólny źródeł wigierskich. — Wszystkie prawie źródła okalające zatoczkę jeziora Staw można podciągnąć pod typ źródeł *reokrenowych*, t. j. takich, które mają podłoże piaszczyste i kamieniste — będące w źródłach wigierskich produktem



Rys. 2.

rozpadu moren — o silnym dosyć prądzie wody i stosunkowo nieznacznej ilości organicznych ciał, która jednak może się zwiększać przez opadłe z nadbrzeżnych zarośli i butwiejące w wodzie liście.

Jedynie źródółko oddzielne, nieco dalej ku wschodowi od tej zatoczki odległe (patrz mapkę — Rys. 1), ma charakter *limnokrenowy*, t. j. o słabym bardzo prądzie wody, podłożu mulistym, gęsto zarosłe roślinnością wodną.

3. **Warunki życia w źródłach Wigierskich.** — Zależnie od tych dwóch typów (reokreny, limnokreny) — warunki życia są mniej lub więcej różne: reokreny zbliżają się swymi warunkami do potoków górskich, limnokreny do wód stojących; jednak i w tych i w tamtych woda, wypływająca z pod ziemi ma temperaturę mniej lub więcej stałą, podlegającą nieznacznym przy najmniej wahaniom i zbliża się do temperatury rocznej dla danej miejscowości.

W źródłach wigierskich temperatura waha się nieznacznie wokół 7° C. Najniższą jaką obserwowałem była 6,25 C najwyższa 7°,5 C; amplituda wahań nie przekracza 2° C.

Temperatura źródeł wigierskich jest więc stała i niska, podobnie jak w większości innych źródeł, co czyni z nich *środowisko zimnowodne stenotermiczne*.

Woda czysta — przefiltrowana po przez warstwy — zawiera niewiele ciał organicznych, co pozwala zbliżyć źródła do zbiorników wód słodkich typu oligotrofowego ¹⁾.

Zawiera natomiast wiele soli wapiennych, jest twardą, co wpływa na faunę (*Planaria alpina*, Błotniarki).

4. **Roślinność.** — Przewodnią rośliną kwiatową dla źródeł wigierskich jest *Veronica becabunga*. Przyziemne jej pędy pokrywają gęstym, — zimą cieszącym oko swą zielonością dywanem taras pochyły, po którym szybko mkną potoczki od źródełek do jeziora. Obok niej występuje inna również znamienna dla źródeł roślina kwiatowa: *Nasturcium officinale*.

Tu i owdzie widać „listki“ *Lemna minor* i *trisolca*, zwłaszcza tam, gdzie nie spycha je silniejszy prąd wody.

W pobliżu wypływu wody z pod ziemi, wśród krzaczastych zarośli nadbrzeżnych i opadłych do źródeł gałęzi, zielenią się kępki charakterystycznego dla zimnych i czystych wód źródłanych mchu *Fontinalis*, które skupiają w sobie niektóre formy zwierzęce z nim mniej lub więcej ściśle związane.

¹⁾ Thienemann A., Über biologische Seetypen und ihre fische-reiliche Bedeutung. Allg. Fisch. Zeitung № 17 1921.

Wśród glonów: *Batrachospermum unidiforme*, *Cladophora*, *Vaucheria* i *Ulotrix zonata*, przytwierdzona do kamyków podwodnych w tych miejscach, gdzie prąd najsilniejszy.

Wreszcie najcharakterystyczniejszym gatunkiem dla źródeł wigierskich, w ogromnych masach pilśniowych brunatno-żółtego koloru występującym, jest okrzemka *Odontidium hiemale* var. *mesodon.*

5. **Zróznicowanie warunków w środowisku.** — Podkreślam fakt bardzo ważny dla badania fauny źródeł — bo wpływający na jej rozlokowanie, — zróznicowanie warunków w różnych punktach źródła. W miejscu wypływu z pod ziemi, na granicy wód podziemnych, źródła mają najwłaściwsze dla siebie warunki (niska i stała temperatura, czysta bez organicznych ciał woda) i tam też spotykamy najwłaściwsze im zwierzęta; — dalej na tarasie stwarzają się warunki potoczku o dnie kamienistym, który gromadzi w sobie formy górskich potoków; kępi mchu *Fontinalis* grupują, jak powiedzieliśmy, faunę z tym mchem związaną; opadłe, butwiejące liście dostarczają zwłaszcza larwom dwuskrzydłych odpowiednich warunków; wśród zarośli *Veronica becabunga* stwarzają się warunki gęsto zarosłych przepływowych wód.

Naturalnie wszystkie te lokalne zróznicowania warunków w źródłach wiążą się z sobą wszelkimi przejściami.

Przegląd fauny.

6. **Uwaga wstępna.** — Jakkolwiek tytuł pracy zapowiada przegląd „fauny“ — należy zaznaczyć, że przegląd jest niekompletny: brak grup *Protozoa*, *Rotatoria*, *Nematoda* i *Ostracoda*, częściowo z braku odpowiedniej literatury, a częściowo i dlatego, że grupy te w faunie źródeł mniejszą rolę odgrywają. Uwagę miałem zwróconą głównie na makrofaunę źródeł i na formy szczególnie ważne dla zimnych wód źródłanych.

7. **Planaria alpina.** — Jest formą przewodnią dla źródeł wigierskich: występuje bardzo obficie i wszędzie w miejscach wypływu z pod ziemi, w potoczkach, wśród butwiejących liści, pod kawałkami drzewa i wśród zarośli *Veronica*.

Osobniki żyjące w źródłach wigierskich nie osiągają maksymalnej wielkości dla formy typowej [16 mm]. Są przeciętnie 10 mm. dł. i barwy jaśniejszej.

Byłoby to pierwsze miejsce dla *Planaria alpina* na północy Polski i nie w okolicach górzystych położone: dotychczasowe

jej stanowiska na ziemiach polskich znane tylko w górzystych okolicach południa (Tatry, Pieniny, Karpaty wschodnie, Ojców ¹⁾).

8. **Oligochaeta**. — Nie odgrywają większej roli w faunie źródeł. *Eiseniella tetradra forma typica* często spotyka się w źródłach węgierskich, zwłaszcza wśród *Fontinalis* i wśród przesiąkłej obfitującej w próchnicę ziemi na brzegu źródeł. Prowadzi życie ziemnowodne podobnie jak larwy dwuskrzydłych (*Tipula*, *Limnophila*, *Pedicia*), z którymi razem się spotyka.

9. **Śluziaki**. — Najbardziej charakterystyczną formą dla źródeł węgierskich jest *Limnaea ovata forma A* (Rys. 4), która



Rys. 4. Skorupka zimnowodnej stenotermicznej *Limnaea ovata forma A* ze źródeł węgierskich.

według Roszkowskiego ²⁾, któremu zawdzięczam określenie i cenne dane, dotąd w Polsce nieznaną, żyje w jeziorach alpejskich i na dalekiej północy (wybrzeże murmańskie) ³⁾. W grudniu (7.XII.21) znalazłem w ocembrowanej studzience przy źródłach nad zatoczką jeziora Staw jajeczka tej formy.

Druga forma *Limnaea ovata forma B*, bardziej zbliżona zewnętrznie do formy typowej, wraz z gatunkiem *Limnaea stagnalis* znaleziona w źródle limnokrewnym (patrz mapkę — Rys. 1).

Limnaea (Galba) sp. zbliżona do *palustris* będzie najprawdopodobniej *turricula*, którą Poliński ⁴⁾ cytuje dla jeziora Wigry.

10. **Copepoda**. — Następujące gatunki, których określenie zawdzięczam p. Lityńskiemu, znalazłem w źródłach węgierskich: *Cyclops bisetosus*, *C. vernalis*, *C. serrulatus*, *Canthocamptus cuspidatus*, *Canth. minutus*, *Canth. staphylinus*.



Rys. 3. *Planaria alpina*. Forma przewodnia dla źródeł węgierskich.

¹⁾ Patrz: DemeI, *Planaria alpina* w źródłach węgierskich. Spr. Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach. 1922 zeszyt I.

²⁾ Komunikacja listowna.

³⁾ Roszkowski. Przyczynki do poznania rodziny *Limnaeidae* V. W sprawie pochodzenia śluziarek Lemanu. Archiwum nauk biologicznych T. N. W. Tom I, zeszyt 4.

⁴⁾ Poliński. Materiały do fauny malakozoologicznej Król. Polsk., Litwy i Polesia. Prace T. N. W. № 27.

Najciekawszy z nich jest porcelanowo biały drobny *Cyclops vernalis* — obficie żyjący w samych początkach źródeł. Szeroko rozprzestrzeniony, żyje na dalekiej północy i wysoko w górach. Sven Ekman ¹⁾ znalazł go w najzimniejszych wodach wysoko w górach Szwecji; Minkiewicz ²⁾ w jeziorach tatrzańskich, Grochmalicki ³⁾ przytacza go dla jeziora Świtezi i wód okolicznych. Jest to więc niewątpliwie zimnowodna forma. Chyba więc na nieporozumieniu polega twierdzenie Bornera ⁴⁾: „dass er eine ausgesprochene Warmwasserform ist“.

Cyclops serrulatus jest przytaczany dla źródeł okolic Bazylei ⁵⁾ i holsztyńskich ⁶⁾, chociaż pozatem jest to forma o dużej zdolności adaptacyjnej. *Canthocamptus cuspidatus* dla źródeł holsztyńskich, *Canth. staphylinus* — szeroko rozprzestrzeniony — dla źródeł Bazylei ⁷⁾.

11. **Asellus i Gammarus.** — Spotykane w najróżnorodniejszego typu zbiornikach wód słodkich, żyją i w źródłach wigierskich. *Gammarus pulex*, poszukujący wody bardziej bieżącej, zdaje się być liczniejszym i częstszym niż *Asellus aquaticus*. W źródle limnokrenowym, kilkakrotnie już przytaczanym, znalazłem 6.XII.21 bardzo liczne młode osobniki, nie większe nad 2 mm.

Asellus — podkreślam fakt ciekawy biologicznie — w źródłach wigierskich całą zimę prowadzi życie aktywne.

Podziemnych gatunków: *Niphargus puteanus* i *Asellus cavaticus*, momo specjalnej uwagi — nie znalazłem.

12. **Tardigrada.** — Jedyne gatunek *Microbiotus macronyx* grzebie się często wśród pilśni *Odontidium hiemale* i butwieją-

¹⁾ Sven Ekman. Phyllopoden, Cladoceren u. Freilebende Copepoden d. Nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrb. 1904. Abd. Syst. Geogr. Biol.

²⁾ Minkiewicz. Die Winterfauna dreier Tatraseen. Akad. Umiej. Kraków, 1912.

³⁾ Grochmalicki. Materiały do fauny skorupiaków Polski. Poznań, 1921.

⁴⁾ Borner. Crustaceenfauna des Ritomsees u. Seines Deltas. Festschrift für Zschokke. № 20. Basel, 1920.

⁵⁾ Bornhauser. Die Tierwelt d. Quellen in d. Umgebung Basels. Inaug. Dissert. Int. Revue d. Hydrobiol. u. Hydrogr. Biol. Suppl. Serie IV. Leipzig, 1912.

⁶⁾ Brehm. Die Entomostraken d. Quellen Holsteins. Festschrift für Zschokke. Basel, 1920.

⁷⁾ Do powyższych gatunków dodać należy *Canthocamptus zschokkei* var. *tatrensis*, znaleziony przez S. Minkiewicza, (p. „Gatunki rodz. Harpacticidae z jezior wigierskich”. Spr. Stacji Hydrol. na Wigrach. T. I, zeszyt 1).

cych części w przepływowej wodzie źródeł. Jako formy wszędzie w wodach słodkich żyjące nie mają dla fauny źródeł większego znaczenia.

13. **Hydracarina.** — *Hygrobates norvegicus*. (Rys. 5) jest formą przewodnią dla źródeł wigierskich. Żyje on licznie w samym



Rys. 5. *Hygrobates norvegicus* ♂ (od strony brzusznej widziany) forma przewodnia dla źródeł wigierskich.



Rys. 6. Larwa *Baetis* sp. żyje pod kamieniami w wodzie bieżącej źródeł wigierskich.

początku źródeł, często w miejscu wypływu z pod ziemi — a więc w warunkach najbardziej źródłom właściwych.

Odkryty w Norwegji, zdaje się być właściwym bardziej wysokim góróm Szwecji. Nadto znaleziony w Alpach szwajcarskich i włoskich.

Stanowisko na Wigrach nowe dla Polski — łączy alpejskie i borealne.

Drugim gatunkiem żyjącym w źródłach wigierskich jest *Sperchon squamosus* — podobnie jak poprzedni wybitnie zimnowodna stenotermiczna forma, lecz trzyma się bardziej miejsc o silnym prądzie.

14. **Larwy Ephemera.** — Jeden gatunek rodzaju *Baetis* (Rys. 6) żyje pod kamieniami w strumyczkach szybko staczających się od źródeł do zatoczki, w warunkach przypominających

potoczek górski; w tych warunkach obok niego żyją larwy *Simulium* i rzadziej *Planaria alpina* — formy charakterystyczne dla wód o szybkim prądzie.

Jest to gatunek typowy dla wód o szybkim prądzie: wykonuje lekkie spłaszczenie grzbieto-brzuszne i zbliżanie się oczów ku stronie grzbietowej, nogi silne, na tibiach i na końcu stóp haczyki, chociaż te morfologiczne przejawy adaptacji do życia w wodzie bieżącej nie są tak daleko posunięte, jak u *B. gemellus* lub *B. alpinus*, u których nadto aparat pływany zredukowany.

Gatunek wigierski zdolny również dobrze pływać, o czym przekonałem się, trzymając go w akwarjum: szczecinki na końcu



Rys. 7. ♂ *Nemurella Pictetii* (larwa) (3 razy powiększona).

ciała gęsto włoskami porośłe tworzą rodzaj plewy ogonowej. Pod tym względem zbliża się on do gatunku *B. rhodani* — jednak ze względu na silniejsze uda i pazurki na końcach stóp oraz ostrogi na tibiach nie można go identyfikować z tym gatunkiem, tembardziej że na 30 gatunków europejskich tylko trzy larwy są opisane ¹⁾. Tylko więc przez hodowlę tej larwy do studjum imago możnaby gatunek określić.

15. Larwy Plecoptera. — Larwy *Nemurella Pictetii* i *Nemura variegata* — zwłaszcza pierwsza — bardzo częste w źródłach wigierskich. Kilku larw młodych rodzaju *Nemura* nie dało się do gatunki określić.

Dwa te gatunki trzymają się w źródłach wśród zarośli *Veronica*, wśród liści butwiejących, a nadewszystko pod kawałkami butwiejącego drzewa, mniej pod kamieniami w strumyczkach spływających od źródeł. *Nemuralla Pictetii* raczej w miejscach przepływowych — *Nemura variegata* w zaciszniejszych.

W ciągu zimy oba te gatunki trafiają się w najrozmaitszych stadkach rozwoju larwalnego.

¹⁾ Rousseau. Les larves et nymphes aquatiques des insectes d'Europe. Bruxelles, 1921.

Szeroko i wysoko rozprzestrzenione, nie zdają się być wyłącznie związane z zimnymi i czystymi wodami źródeł, chociaż Bornhauser obie cytuje dla źródeł Bazylei — zwłaszcza *Nemura variegata* była niejednokrotnie znajdywana i w wodach stojących lub b. słabo płynących¹⁾.

Nemurella Pictetii byłaby formą dla Polski nową. Dzieńdzielewicz²⁾ widział osobniki dorosłe masowo na Świdowcu po stronie węgierskiej, tylko przypuszcza jej istnienie na ziemiach Polski.

16. **Coleoptera.** — *Agabus guttatus* znaleziony w grudniu w kilkunastu egzemplarzach zgrupowanych pod jednym kawałkiem butwiejącego drzewa.

Bornhauser³⁾ przytacza go dla źródeł okolic Bazylei, Benick⁴⁾ dla źródeł holsztyńskich i szwedzkich, Hildt⁵⁾ znajdował go koło Opoła na Śląsku Górnym w studzienkach spływowych dla wody drenów i koło Sokala w rowach napełnionych wodą źródłiskową.

Jest to zimnowodny stenotemiczny gatunek rozprzestrzeniony na dalekiej północy, w Alpach i w Tatrach.

Enophrus melanocephalus — jeden osobnik znaleziony w grudniu. Gatunek dość rzadki w Europie środkowej, nie jest przytaczany przez autorów dla źródeł — również nie przytacza go dla Polski Hildt w swej monografii. Nadto liczne larwy rodzajów: *Ilybius*, *Haliplus*, *Helodes*.

17. **Larwy Trichoptera.** — W źródłach wigerskich żyją: *Stenophylax latipennis*, *Micropterna sp.*, *Silo piceus*, *Sericostoma*



Rys. 8. *Agabus guttatus* chrząszcz zimnowodny stenotemiczny ze źródeł wigerskich.

¹⁾ Schmidt-Schwedt, Kerfe u. Kerfelarven, besonders der stehenden Gewässern Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers Bd. II. Leipzig 1891.

²⁾ Dzieńdzielewicz, Owady siatkoskrzydłowe ziem Polski. Rozprawy i wiadomości z Muz. im. Dzieduszyckich. Tom III. Rok 1917, str. 101.

³⁾ Bornhauser, — praca cytowana.

⁴⁾ Benick, Beiträge z. Kenntnis d. Tierwelt norddeutscher Quellgebiete II Coleoptera. Archiv f. Naturgeschichte 1919. Abt. A 2 Heft.

⁵⁾ Hildt, Krajowe owady wodne (Hydrōcanthares) Pam. Fizjogr. T. XXII, p. 40.

pedemmontanum, *Notidobia ciliaris*, *Crunoecia irrorata*. (Rys. 9).
Wszystkie formy właściwe dla czystych przepływowych wód.



Rys. 9. Domki larw *Trichoptera*,
żyjących w źródłach wigerskich:

1. *Stenophylax latipennis*.
2. *Micropterna* sp
3. *Notidobia ciliaris*.
4. *Silo piceus*.
5. *Crunoecia irrorata*.

Stenophylax latipennis trzyma się tych miejsc, gdzie prąd silniejszy pod kamieniami i kawałkami drzewa, leżącymi w potoczkach w strefie zarostu przez *Veronica becabunga* i *Nasturcium officinale*, podobnie jak *Micropterna*, której jeden pusty domek znalazłem i której przynależności gatunkowej dla tej przyczyny nie mogłem określić.

W miejscach najsilniejszego prądu żyje również i *Silo piceus* o domku wybitnie przystosowanym do życia w szybkim prądzie (silne spłaszczenie grzbieto-brzuszne, na bokach duże kamyczki obciążające domek). W ciągu zimowych miesięcy znajdowałem tylko puste domki przytwierdzone do dolnej strony kamieni i cegieł leżących w strefie potoczków.

Sericostoma pedemmontanum i *Notidobia ciliaris*, trafiają się rozproszone we wszelkich miejscach szeroko pojętego środowiska źródeł: w potoczkach dalej od ich początku, w samych źródłach, niekiedy wśród wilgotnych butwiejących liści pokrywających miejsca wypływu z pod moren.

Crunoecia irrorata — trzyma się tylko początków zacienionych źródeł i nadewszystko zarośli *Fontinalis* o ile te w bliskości się znajdują. Tam znajduje dla siebie pokarm i cząstki roślinne do budowy swego ładnego kanciastego domku. Z pomiędzy wszystkich gatunków *Trichoptera* najbardziej związana ze słabo przepływową wodą źródeł, gdy poprzednie formy są raczej przewodnie dla wód bieżących, chociaż mniej lub więcej regularnie w źródłach występują.

Silo piceus, *Sericostoma pedemmontanum*, *Notidobia ciliaris*, *Crunoecia irrorata* — przyłączane dla źródeł okolic Bazylei. *Crunoecia irrorata* znana również ze źródeł Rugji, Szwarcwaldu, Wogiezów i Anglji.

Dla Polski stadja *Imago* wszystkich tych gatunków notowane z Karpat wschodnich i zachodnich przez Dziędzielewicza (02). Dla północy Polski i okolic niegórzystych dotąd nienotowane.

18. Larwy Diptera. — Zajmują dominujące miejsce w faunie źródeł wigierskich:

Pericoma canescens.

Pericoma sp.

Limnophila nemoralis.

Limnophila lineola.

Pedicia rivosa.

Dicranata bimaculata.

Tipula gigantea.

Tipula lateralis.

Dixa maculata.

Dixa sp.

Orphnephila testacea.

Simulium sp.

Chironomida. (Tendipedida).

Pericoma canescens (Rys. 10) trafia się często wśród butwiejących liści i pod kawałkami drzewa butwiejącego, pod kamieniami swłaszcza tam gdzie prąd bardzo słaby. Niekiedy wychodzi ponad powierzchnię wody.

Prócz niej jeszcze żyje kilka innych gatunków drobniejszych, gęściej uwłosionych, których gatunku na podstawie larwy nie da się określić.

Limnophila nemoralis (Rys. 11) i *lineola* — pierwsza liczniejsza od drugiej, obie żyją wśród butwiejących na brzegu źródła liści opadłych z nadbrzeżnych zarośli: życie prowadzą ziemnowodne.

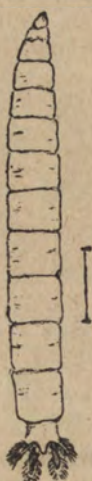
Pedicia rivosa (Rys. 12) jest tak częsta w źródłach wigierskich, że uważam ją narówni z *Planaria alpina* za formę przewodnią dla tych źródeł. Żyje pod kawałkami drzewa butwiejącego, wśród mchu *Fontinalis* i butwiejących liści, gdzie prowadzi życie bardzo drapieżne: każdy osobnik ma swój rejon eksploatacyjny, na który nie dopuszcza drugiego osobnika. Tem się tłumaczy, że choć są bardzo częste, nigdy nie skupione razem, a mniej lub więcej równomiernie rozlokowane w źródłach. Życie bardziej wodne, niż u *Limnophila*.

Dicranata bimaculata forma pokrewna do *Pedicia rivosa* i tak samo drapieżna, mniej liczna od *Pedicia*, choć również

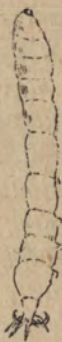


Rys. 10. Larwa *Pericoma canescens*.

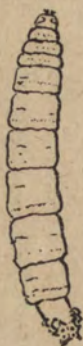
częsta, zwłaszcza w miejscach dalej od początku źródeł leżących, często na granicy strefy litoralnej zatoczki, gdzie żyje wśród szlamu.



Rys. 11. Larwa *Limnophila nemoralis*, żyjąca wśród butwiejących liści na brzegu źródeł węgierskich.



Rys. 12. Larwa *Pedicia rivosa* (wielkość naturalna) — forma przewodnia dla źródeł węgierskich.

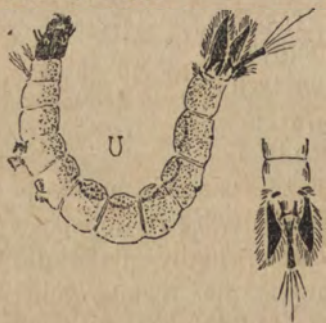


Rys. 13. Larwa *Tipula gigantea* wielk. naturalna.

Tipula gigantea (Rys. 13), której tylko jeden osobnik znalazłem w źródłkach pod kawałkiem drzewa w przepływowej wodzie żyje również wśród butwiejących liści i w przesiąkłej ziemi.

Tipula lateralis — znacznie częstsza od poprzedniej, prowadzi życie ziemnowodne, jak poprzednia.

Dixa maculata (Rys. 14) oraz inny mniejszy gatunek tego rodzaju żyją wśród liści butwiejących, pod kawałkami drzewa i pod cegłami w niektórych miejscach leżącymi w płytkiej wodzie przepływowej źródełek. Podobnie jak *Pericoma canescens*, wypęza często ponad powierzchnię, poruszając się w charakterystyczny sposób, wygięta w kształcie U, środkową zwinętą częścią ciała naprzód.



Rys. 14. Larwa *Dixa maculata* i koniec jej ciała widziany od strony grzbietowej.

Orphnephila testacea — mniej liczna od poprzedniej, żyje tam, gdzie *Pericoma* i *Dixa*.

Larwy *Simulium* sp. (Rys. 16), napróżno szukać w tych częściach

źródła gdzie prąd słaby; zato licznie żyją pod kamieniami, przyłączone z pomocą swej przyssawki na końcu ciała, w potoczkach spływających od źródełek do zatoczki, razem z larwami *Baëtis*, o których była mowa, i razem z niemi są formami przewodniemi dla tych potoczków.

W źródełkach wigierskich żyje nadto wiele gatunków larw *Tendipedida* (*Chironomida*), których gatunek według larw niezawsze można określić, jak twierdzą ci, co niemi specjalnie się zajmują ¹⁾.

Wszystkie te larwy *Diptera*, mniej lub więcej szeroko rozprzestrzenione, spotykają się w Europie środkowej, — za wyjątkiem *Dicranata bimaculata* i *Orphnephila testacea* są przytoczone przez Bornhausera, autora najgruntowniejszej dotąd monografii o faunie źródeł — dla źródeł okolic Bazylei.

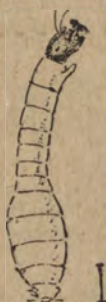
19. Tablica zestawiająca.

| | N A Z W A | Stanowisko etologiczne w źródłach wigierskich | U W A G I |
|---|---|--|--|
| 1 | Triclada
<i>Planaria alpina</i> Dana | w miejscach wypływu wody z pod ziemi wśród butwiejących liści i pod kamieniami w małych potoczkach | ze względu na liczne występowanie: forma przewodnia dla źródeł wigierskich |

¹⁾ „Nur Aufzucht der Larven oder Puppen bis zur Imago machen eine sichere Artbestimmung möglich“. Por. Thienemann. Der Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers und der Zusammensetzung der Tiefenfauna unserer Seen. Int. Revue der ges. Hydrobiologie u. Hydrographie. Bd. VI Heft 2/3, 1913, p. 243; nadto tegoż autora: Die Metamorphose der Chironomidengattungen etc. Arch. f. Hydrobiologie. Suppl. Bd. II, 1921.



Rys. 15. Larwa *Orphnephila testacea*.



Rys. 16. *Simulium* (*Melusina*) żyje pod kamieniami w potoczkach spływających od źródeł do jeziora.

| | N A Z W A | Stanowisko etologiczne
w źródłach węgierskich | U W A G I |
|----|--|---|------------------|
| 2 | <i>Policelis nigra</i> Müll | w źródle limnokrenowym (mapka) | |
| | Oligochaeta | | |
| 3 | <i>Eiseniella tetraedra</i> Sav. f. <i>typica</i> | na brzegach źródeł w przesiąkłej ziemi i w mchu <i>Fontinalis</i> | |
| | Mollusca | | |
| 4 | <i>Limnaea ovata</i> Drap. forma A. Roszk. | w miejscach silniejszego prądu | forma przewodnia |
| 5 | <i>Limnaea ovata</i> Drap. forma B. Roszk. | w źródle limnokrenowym (mapka № 1) i blisko strefy litoralnej | |
| 6 | <i>Limnaea stagnalis</i> L. | w źródle limnokrenowym | |
| 7 | <i>Limnaea pallustris</i> Müll f. <i>turricula</i> | na granicy strefy litoralnej | |
| | Copepoda | | |
| 8 | <i>Cyclops bisetosus</i> Rehberg | | |
| 9 | <i>Cyclops vernalis</i> Fischer | w źródłach blisko miejsca wypływu z pod ziemi | forma przewodnia |
| 10 | <i>Cyclops serrulatus</i> Fischer | | |
| 11 | <i>Canthocamptus cuspidatus</i> Schmeil | } wśród butwiejących liści | |
| 12 | <i>Canthocamptus staphylinus</i> Jur. | | |
| 13 | <i>Canthocamptus minutus</i> Claus. | | |
| | Isopoda | | |
| 14 | <i>Asellus aquaticus</i> | | |
| | Amphipoda | | |
| 15 | <i>Gammarus pulex</i> | w miejscach silniejszego prądu | |
| | Tardigrada | | |
| 16 | <i>Macrobiotus macronyx</i> Duj. | wśród pilśni <i>Odontidium hiemale</i> | |
| | Hydracarina | | |
| 17 | <i>Hygrobatès norvegicus</i> Thor | blisko miejsca wypływu z pod ziemi | forma przewodnia |
| 18 | <i>Sperchon squamosus</i> Kram. | w miejscach, gdzie prąd silniejszy | |
| | Ephemera | | |
| 19 | Larwy <i>Baëtis</i> sp. | w potoczkach pod kamieniami | forma przewodnia |
| | Plecoptera | | |
| 20 | Larwy <i>Nemurella pictetii</i> Klp. | } nadewszystko pod kamieniami i kawałkami drzewa butwiejącego w przepływowej wodzie | forma przewodnia |
| 21 | " <i>Nemura variegata</i> Oliv. | | |
| 22 | " <i>Nemura</i> sp. | | |

| | N A Z W A | Stanowisko etologiczne
w źródłach wigierskich | U W A G I |
|----|--|--|------------------|
| | Coleoptera | | |
| 23 | <i>Agabus guttatus</i> Payk. | wśród zarośli <i>Veronica becabunga</i> w wodzie przepływowej | forma przewodnia |
| 24 | <i>Enophrus melanocephalus</i> Oliv. | | |
| 25 | Larwy <i>Ilybius</i> sp. | | |
| 26 | " <i>Haliplus</i> sp. | | |
| 27 | " <i>Helodes</i> sp. | | |
| | Trichoptera | | |
| 28 | Larwy <i>Stenophylax latipennis</i> Curt | w potoczkach pod kamieniami | forma przewodnia |
| 29 | " <i>Micropterna</i> sp. | | |
| 30 | " <i>Silo piceus</i> Brauer | w potoczkach pod kamieniami | |
| 31 | " <i>Sericistoma pedemmontanum</i> Mc. Lach | wśród liści butwiejących w początkach źródeł i w potoczkach | forma przewodnia |
| 32 | " <i>Notidobia ciliaris</i> L. | | |
| 33 | " <i>Crunoecia irrorata</i> Curt | w samych początkach źródeł i wśród mchu <i>Fontinalis</i> | forma przewodnia |
| | Diptera | | |
| 34 | Larwy <i>Pericoma canescens</i> Meig. | wśród butwiejących liści i pod kawałkami drzewa w płytkiej wodzie przepływowej | forma przewodnia |
| 35 | " <i>Pericoma</i> sp. | | |
| 36 | " <i>Limnophila nemoralis</i> Meig. | | |
| 37 | " <i>Limnophila lineola</i> Meig. | | |
| 38 | " <i>Pedicia rivosa</i> L. | pod kawałkami drzewa i wśród mchu <i>Fontinalis</i> w wodzie przepływowej | forma przewodnia |
| 39 | " <i>Dicranota bimaculata</i> Schummon | w mule blisko strefy litoralnej | |
| 40 | " <i>Tipula gigantea</i> Schrk. | | |
| 41 | " <i>Tipula lateralis</i> Meig. | w mule blisko strefy litoralnej | |
| 42 | " <i>Dixa maculata</i> Meig. | jak <i>Pericoma canescens</i> | forma przewodnia |
| 43 | " <i>Dixa</i> sp. | | |
| 44 | " <i>Orphnephila testacea</i> Ruthe | pod kawałkami drzewa butwiejącego | |
| 45 | " <i>Simulium</i> sp. | Pod kamieniami w potoczkach razem z larwami <i>Baëtis</i> | forma przewodnia |
| 46 | Larwy <i>Metriocnemus hygropetricus</i> Kieff. ¹⁾ | Pod kamieniami | forma przewodnia |

¹⁾ Którego określenie zawdzięczam p. dr. A. Thienemann'owi dyr. stacji hydrob. w Plön (Holsztynja).

Analiza etologiczna.

20. **Formy źródlane.** — Wyłącznych form źródłanych, t. j. żyjących tylko w źródłach i nigdzie dotąd poza nimi niezna-
zionych, w źródłach wigierskich niema ¹⁾.

Większość form, jakkolwiek normalnie w źródłach żyją i rozmnażają się, spotykają się również normalnie w środowiskach innych: jeziora górskie, potoki, wody północne, wody podziemne— wszędzie gdzie znajdują warunki podobne, nie mówiąc identyczne, do warunków środowiska źródeł (nizka i stała temperatura, czysta woda, prąd wody). Są to formy stenotermiczne zimnowodne mniej lub więcej wyspecjalizowane co do innych wymagań życiowych.

Nadto w źródłach wigierskich żyje szereg form, które w nich się znalazły wskutek sprzyjających warunków, chociaż normalnie zamieszkują środowiska o innych niż źródlane warunkach (np. formy jeziorne) ²⁾.

21. **Formy zimnowodne stenotermiczne.** — *Planaria alpina*, *Hygrobatas norvegicus*, *Crunoecia irrorata*, *Limnaea ovata forma A*, *Agabus guttatus* są związane jaknajściślej z niską i stałą temperaturą źródeł. Poza źródłami w tych środowiskach, gdzie mają niską i stałą temperaturę (górskie, jeziora i potoki, wody północy— *Planaria alpina* czasami w wodach podziemnych).

Rozprzestrzenione na dalekiej północy, w Alpach i zimnowodnych stenotermicznych środowiskach równin i okolic podgórskich.

22. **Formy wód bieżących.** — Formy potoków górskich i wód bieżących również odgrywają znaczną rolę w faunie źródeł wigierskich. Naturalnie większość z nich są to formy również zimnowodne i stenotermiczne, jak poprzednie, lecz bardziej wyspecjalizowane w swych wymogach życiowych: potrzebują nadto do życia silnego prądu wody. Żyją normalnie w szybko płynących potokach. Do takich form wśród fauny źródeł wigierskich można zaliczyć: Larwy *Baëtis*, *Silo*, *Stenophylax*, *Siericostoma* *Simulium* i *Nemurella*.

¹⁾ Zresztą takich form jest b. niewiele. Bornhauser (1912) na 287 gatunków znalezionych podaje 3 zaledwie, które dotąd poza źródłami nie zostały znalezione.

²⁾ Por. Demel: Fauna jaskiń ojcowskich, Pojęcie, defenicja i klasyfikacja fauny jaskiniowej, str. 632—633. Sp. T. N. W. 1918.

Simulium i *Baëtis* spotykają się w miejscach najsilniejszego prądu i napróżno ich szukać tam, gdzie prądu niema lub tylko słaby. Zato podnosząc kamienie w małych potoczkach od źródełek spływających, zawsze natrafimy na te dwie formy: *Simulium*, przyczepione z pomocą przystawki na końcu ciała do dolnej strony kamieni, *Baëtis*, trzymająca się mocno z pomocą silnych nóg zaopatrzonych w pazurki.

Larwy *Phryganeidae*, z wyjątkiem *Silo* wykazującej w budowie domku wybitne adaptacje do życia w wodzie szybko płynącej, mogą się trafiać i tam gdzie prąd słabszy, podobnie *Nemurella*.

23. Fauna hygropetrica. — *Orphnephila testacea*, *Pericoma canescens*, *Dixa maculata*, *Metriocnemus hygropetricus* i częściowo także *Crunoecia irrorata*, przytoczona poprzednio jako jedna z charakterystycznych zimnowodnych stenotermicznych form, — są formami, które, chociaż są częste w źródłach wigierskich — żyją przeważnie w bardziej specjalnych warunkach: na skałach i kamieniach, pokrytych często mchem i glonami, omywanych słabym prądem zimnej czystej wody — często ledwie zwilżanych tylko i wystawiających zwierzę na działanie powietrza. Są to typowi przedstawiciele t. zw. fauny „hygropetrycznej“ — fauna hygropetrica — tak nazwanej przez Thienemanna — której życie związane z wodą i kamieniem.

Podobne warunki często powstają w źródłkach, zwłaszcza małych i płytkich potoczkach górskich. To też gatunki „hygropetryczne“ licznie przytaczane są dla tych środowisk.

Jedną z właściwości etologicznych tych zwierząt, prócz życia na kamieniu w zimnej, czystej, dobrze utlenionej wodzie — est ich wytrzymałość na zetknięcie z powietrzem: powierzchnia ich ciała grubsza, zazwyczaj ciemniejszej barwy, mniej przepuszczalna, niż u typowych form górskiego potoku.

Ciekawy kontrast pod tym względem z larwami *Simulium*; gdy larwy te giną natychmiast po wrzuceniu do spirytusu lub formaliny — *Pericoma*, która długo żyć może tylko w wilgotnem powietrzu, — czas jakiś porusza się, nim zamrze.

Innych charakterystycznych przedstawicieli fauny „hygropetrycznej“ — *Oxycera* sp. *Statonia eatoniella*, znajdujących licznie w źródłach i potokach przez Thienemanna, Steinmanna i Bornhausera, w źródłach wigierskich nie znalazłem.

24. **Formy ziemnowodne.** — Jako odrębną grupę etologiczną wyróżnimy formy, które prowadzą życie mniej lub więcej ziemnowodne, spotykają się zarówno w źródłach, jak nad brzegami źródeł, w zimnej przesiąkłej ziemi, pośród zarośli i miejsc ciemnych lub wśród liści butwiejących. Są to larwy tipulid: *Pedicia rivosa* — forma przewodnia dla źródeł wigierskich — *Tipula gigantea* i *T. lateralis*, *Limnophila nemoralis* i *L. lineola*, wreszcie robak *Eiseniella tetraedra* f. *typica*.

25. **Wpływ jeziora.** — Wpływ bezpośredniego sąsiedztwa jeziora w faunie źródeł wigierskich widoczny. *Policelis nigra* — forma pospolita w strefie litoralnej jeziora, trafia się sporadycznie w źródłkach reokrenowych, występując masowo w źródleku limnokrenowym. *Limnaea ovata* forma typowa również posuwa się ku źródłom ze strefy litoralnej. Drapieżna *Dicranata bimaculata* jest charakterystyczną formą dla mulistych wybrzeży stawów i jezior, gdzie żywi się Tubifexami.

26. **„Wszędobylskie“ (Ubiquista).** — *Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex*, *Cyclops serrulatus* i *Macrobiotus macronyx* — dobrze znoszą wszelkie warunki, jakie w wodach słodkich mogą istnieć.

Cyclops serrulatus — dziwi swą zdolnością adaptacyjną do najróżnorodniejszych warunków. Börner¹⁾ znalazł go niedawno w młakach wydzielających siarkowodor (H₂S), Bornhauser, który przytacza go dla zimnych źródeł okolic Bazylei, znalazł go również w źródłach ciepłych o temperaturze 17° C.

Zbytecznym chyba dodawać, że wszystkie te formy są kosmopolitami; kosmolityzm jest w tym wypadku wynikiem ich życiowej niewybredności.

27. **Inne typy etologiczne.** — Charakterystycznych, często przez autorów przytaczanych dla źródeł form z wód podziemnych *Planaria cavatica*, *Dendrocoelum cavaticum*, *Niphargus puteanus*, *Asellus cavaticus*, *Lartetia*, w źródłach wigierskich nie znalazłem, chociaż według Thienemanna *Crunoecia irrorata* — żyjąca w źródłach wigierskich — ma być typową dla tych źródeł, gdzie występuje z wód podziemnych na powierzchnię *Niphargus puteanus*.

¹⁾ 1 .

28. **Zestawienie fauny.** — W rezultacie: fauna źródeł wigierskich — podobnie, jak fauna źródeł badanych innych miejscowości — ma pod względem etologicznym charakter mieszany.

Źródła, jako takie, nie tworzą środowiska o zespole swoistych, im tylko właściwych warunków: swą przeważnie niską i stałą temperaturą przypominają one wody północy i zbiorniki wysokogórskie; czystą bieżącą wodą — potoki górskie; małe ledwie sączące się źródelka stwarzają warunki jakie fauna „hygropetryczna“ znajduje na skałach mchem porośłych, omywanych słabym prądem zimnej wody; limnokreny — podobne do stojących gęsto zarosłych roślinnością zbiorników wód etc.

Wszystkie te warunki czynią, że formy z innych środowisk i w źródłach znajdują dla siebie warunki do życia trwałego.

W faunie źródeł wigierskich wyróżniliśmy formy:

1. Zimnowodne stenotermiczne.
2. Potoków i wód bieżących.
3. Fauny „hygropetrycznej“.
4. Zimnowodne.
5. Jeziorne i wód stojących.
6. „Wszędobylskie“ (Ubiquista).

Form wód podziemnych — licznych w innych źródłach badanych — w źródłach wigierskich nie znaleziono.

„Relikty lodowcowe“ w źródłach wigierskich.

29. **Kryterja reliktu lodowcowego.** — Które z pośród form żyjących w źródłach wigierskich mamy prawo uważać za relikty, czyli pozostałości z epoki lodowcowej? aby na to pytanie odpowiedzieć musimy poznać kryterja reliktu lodowcowego.

Zschokke ¹⁾ w swej pracy „*Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas* 1911“ twierdzi, że zwierzę słodkowodne mamy prawo wtedy uważać za relikty lodowcowy jeżeli:

1. Spotyka się w górach wysokich Europy środkowej i na dalekiej Północy.
2. Spotyka się na izolowanych punktach równiny i okolic podgórskich w środowiskach o temperaturze niskiej i stałej.

¹⁾ Cytowany według Benick, Beiträge zur Kenntnis der Tierwelt norddeutscher Quellgebiete. II Coleoptera. „Archiv f. Naturgeschichte“ 85 Jahrg. 1919 Abt. A 2. Heft. p. 307.

3. Na równinie rozmnaża się zimą, podczas gdy w górach wysokich latem.

Jednak kryterja Zschokkego nie dają możliwości odróżnić reliktu lodowcowego od zimnowodnego stenotermicznego kosmopolity.

Sven Ekman¹⁾ dla odróżnienia tych dwóch pojęć wysuwa bardziej ściśle kryterja: gatunek za relikat lodowcowy wtedy można uważać gdy:

1. Jest zimnowodnym i stenotermicznym.
2. Aktywne, względnie pasywne środki rozprzestrzeniania ma tak ograniczone, że nie można go uznać za zimnowodnego stenotermicznego kosmopolitę.

3. Żyje od okresu lodowcowego ściśle w tym miejscu, gdzie go dziś znajdujemy — w przeciwnym razie będzie najwyżej pseudoreliktem.

30. Relikty lodowcowe w źródłach wigierskich. — Trudno powiedzieć, które z gatunków wigierskich odpowiadają powyższym warunkom Ekmana.

Takie formy jak *Planaria alpina*, *Hygrobates norvegicus*, *Crunoecia irrorata*, *Agabus guttatus*, *Limnaea ovata forma A* przez Zschokkego i jego uczniów bez cienia wątpliwości uważane za relikty lodowcowe, nie zupełnie odpowiadają ścisłym kryterjom Ekmana: nie znamy rozwoju i środków rozprzestrzeniania się u *Hygrobates norvegicus*, *Agabus guttatus* zdolny jest latać, podobnie jak imago *Crunoecia irrorata* — byłaby więc *Planaria alpina* i *Limnaea ovata forma A* „reliktami“ „pewnymi“, o ile nie pseudoreliktami.

Zresztą nasza opinia jest w całości po stronie Wesenberg-Lunda, Svena Ekmana i A. Vandela²⁾, dla któ-

¹⁾ Vorschläge und Erörterungen zu Reliktenfrage in der Hydrobiologie. Archiv für Zoologi. Bd. 9 № 17, 1915.

²⁾ Sur le mode de vie de deux Planaires (*Policelis cornuta* et *Planaria alpina*) aux environs de Paris et sur la constitution de la faune des ruisseaux de la même région. Bull. Soc. Zool. France 1919 t. XLIV № 5—7. Odnosnie „reliktów lodowcowych“ autor daje taką uwagę: „Toutes ces considerations se fondent sur l'affirmation, au moins hypothétique, qu'il ne peut y avoir, chez les êtres vivants, ni modifications des propriétés biologiques, ni adaptation à des nouvelles conditions; elles ont surtout le grave inconvénient de ne nous apprendre sur ces animaux rien de plus de ce que nous savions déjà“.

rych sprawa reliktywów lodowcowych ma mniejsze znaczenie biologiczne, niż jej Zschokke i jego zwolennicy przypisują.

Charakter fauny zimą.

31. Rola stałej temperatury w życiu fauny źródeł. — Wskutek stałej, a przynajmniej bardzo nieznacznym wahaniom w ciągu roku podlegającej — temperatury, w źródłach niema tej tak wyraźnej perjodyczności sezonowej w życiu zwierzęcem, jaka cechuje inne środowiska słodkowodne (jeziora, stawy, rzeki), gdzie wahania termiczne, zależnie od pór roku, w strefie umiarkowanej są znaczne.

Formy zimnowodne stenotermiczne (*Planaria alpina*) — nie mają perjodyczności i zarówno zimą jak latem spotkać je można w wszelkich stadjach rozwoju indywidualnego, gdyż optymalne warunki cieplne zawsze dla nich w źródłach istnieją.

Jednak różnice sezonowe w składzie fauny źródeł istnieją. Jakież są te różnice i jakież ich przyczyny?

32. Życie zimowe larw owadów w źródłach. — Obok form stale związanych z życiem wodnym, w źródłach żyje całe mnóstwo form w ciągu pewnego okresu swego rozwoju. Dotyczy to wszystkich, tak licznie w źródłach wigijskich występujących larw owadów. Jako formy dorosłe (imago) prowadzą życie lądowe — uzależnione są więc od sezonowych zmian klimatycznych strefy umiarkowanej: ich okres rozmnażania przypada w ciepłą porę roku. Jako larwy rozwijają się w źródłach przeważnie zimą.

W źródłach mamy zatem zjawisko analogiczne do tego, które Thienemann zauważył w górskich potokach gdzie: „entfaltet sich der volle Reichtum der Organismenwelt gerade in den Winter — und Frühlingsmonaten. Vom April bis in den Juni hinein verschwinden dagegen die zahlreichen Insektenlarven immer mehr aus den Bächen und erscheinen erst wieder im Spätherbst; Exkursionen, die man von Mitte Juni bis Ende Oktober unternimmt, bringen nur eine spärliche Beute an Bachinsekten... Das hat seinen Grund darin, dass all die Bachtrichopteren, Bachephemeriden und Bachplecopteren usw. sich in den Frühlingsmonaten zum geflügelten Insekt entwickeln und damit aus den Bächen natürlich verschwinden. Nur ihre unscheinbaren Laichmassen oder jüngsten Larvenstadien sind daher in den Sommermonaten im Bache vorhanden; damit ist aber die Quantität des

tierischen Lebens naturgemäss in der warmen Jahreszeit bedeutend reduziert“¹⁾).

Zatem w źródłach wigierskich na okres zimy, podobnie jak w górskich potokach, przypada rozkwit życia larwalnego owadów, spowodowany perjodycznym życiem imago.

33. **Formy jeziorne w źródłach zimą.** — Formy nieźródlane — *Policelis nigra* i *Asellus aquaticus* — które w zbiornikach wód stojących, być może, trwają pogrążone w śnie zimowym na dnie, w źródłach wigierskich w temperaturze 7°C przez całą zimę pędzą życie aktywne.

Prócz tych nieźródlnych form prowadzących życie aktywne w źródłach wigierskich znalazłem w m-cu grudniu *Rana temporaria* i młode osobniki *Bufo vulgaris*, pogrążone w piasku w śnie zimowym, mimo tej samej temperatury 7°C, która u *Asellus aquaticus* i *Policelis nigra* warunkowała aktywne ich życie.

Streszczamy: w faunie źródeł wigierskich zimą mamy rozkwit życia larwalnego owadów, nadto pewne formy, które w stojących zbiornikach wody trwają pogrążone w śnie zimowym, prowadzą życie aktywne — kontrast do stojących wód, gdzie za wyjątkiem nielicznych form zimowych, życie zwierzęce aktywne ustaje podczas tej pory roku.

Wpływ źródeł na faunę niezamarzających przy- źródlnych części jeziora.

34. **Eksperyment przyrody.** — Obecność licznych źródeł tuż nad brzegiem jeziora (Zatoczka j. Staw), mających stałą temperaturę 7°C i wpadających licznymi strumyczkami do tej zatoczki, powoduje charakterystyczne, odrazu rzucające się w oczy zimą zjawisko, mianowicie niezamarzanie przyźródlnych części jeziora (zatoczki) na przestrzeni kilkunastu metrów od brzegu. Jedynie podczas bardzo silnych mrozów, poniżej —20°C (styczeń) części te pokrywały się lodem; lecz gdy tylko mróz mniejszy, lód szybko topnieje pod wpływem obficie spływającej ze źródeł wody o temp. 7°C.

¹⁾ Bergbach des Sauerlandes Int. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie Biol. Suppl. IV Ser. 1912 p. 27—28.

Cytowane według Thienemanna „Lebensgemeinschaft u. Lebensraum“ Naturw. Wochenschrift. Bd. XVII 1918 № 20/21.

Podwyższenie temperatury wody w strefie przyźródlanej jeziora, spowodowane dopływem stałym wody źródlanej o temperaturze 7°C (eksperyment przyrody na małą skalę) — wywiera swój wpływ na życie tych części jeziora.

35. Życie zimowe fauny w niezamarzających przyźródla-nych częściach jeziora. — Całą zimę w tych częściach spotkać można zielone rośliny: *Eloдея canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Cladophora*.

Ze zwierząt: *Limnaea stagnalis*, *L. ovata*, *Planorbis corneus*, *Planorbis marginatus* — prowadzą życie aktywne wśród roślin i pali wbitych w tych częściach do jeziora.



Rys. 17. *Limnaea stagnalis* — całą zimę prowadzi życie aktywne w strefie niezamarzającej j. Staw.



Rys. 18. *Polycelis nigra* (12 mm. dł.) prowadzi całą zimę życie aktywne w przyźródlanej niezamarzającej strefie jeziora Staw.



Rys. 19. *Hydra oligactis* — żyje i pączkuje przez zimę w strefie niezamarzającej j. Staw.

Polycelis nigra pełza po mulistym dnie, *Hydra oligactis*, całą zimę pączkująca, żyje wśród zarośli *Ceratophyllum demersum*.

Z ilościowego stanu fauny można wnosić, że strefa niezamarzająca nie ściąga fauny z okolicy, lecz te formy, które znalazły się w niej, przedłużają okres swego życia czynnego na sezon zimowy.

W rezultacie: źródła wigierskie, otaczające zatoczkę j. Staw — dostarczając tej zatoczce znacznej ilości wody o temperaturze 7°C, powodują podwyższenie temperatury wody w przybrzeżnej kilkunastometrowej strefie tej zatoczki, co z kolei warunkuje życie aktywne w ciągu zimy tych form, które normalnie zapadają w sen zimowy (*Limnaea stagnalis*, *L. ovata*, *Planorbis corneus*, *P. marginatus*, *Polycelis nigra*) lub ginących na zimę (*Hydra oligactis*).

W y n i k i.

I. W źródłach wigierskich (wypływających z pod moren lodowcowych dookoła zatoczki końcowej jeziora Staw w południach. końcu jeziora Wigry — mających mniej więcej stałą temperaturę 7° C) znalazłem w ciągu zimowych miesięcy (grudnia 1921, stycznia i lutego 1922) 46 gatunków zwierząt, z których 10 larw owadów dało się tylko do rodzaju określić.

II. Form wyłącznie źródłanych niema; większość form normalnie żyje w źródłach Środkowej Europy — choć się spotyka nadto w innych środowiskach o warunkach etologicznych podobnych (górskie jeziora i potoki, wody północne).

III. Można wyróżnić następujące formy etologiczne ze względu na normalne miejsce ich zamieszkania: zimnowodne stenotermiczne, górskich potoków i wód szybko bieżących, przedstawicieli t. zw. fauny „hydropetrycznej“, ziemnowodne, jeziorne i wód stojących, wreszcie ubiquitousi.

IV. Zimą w źródłach wigierskich, podobnie jak w górskich potokach, rozkwit życia larwalnego owadów, spowodowany perodycznym życiem imago — kontrast do wód stojących.

V. Źródłka wigierskie wpływają zimą na przyźródlaną kilkunastometrową stręgę litoralną zatoczki powodując podwyższenie temperatury (niezamrażanie), co warunkuje aktywne życie pewnych form normalnie w odrętwieniu przepędzających zimę (*Mollusca*, *Policelis nigra*), lub ginących po wytworzeniu trwałych jajeczek (*Hydra*).

Résumé.

CASIMIR DEMEL.

La faune hivernale dans les sources du lac de Wigry. (Plateau-aux-Lacs de Suwalki, Pologne).

I. Les sources étudiées au point de vue faunistique se trouvent toutes autour d'une petite baie du lac Staw (voir la figure 1) — partie terminale sud-west du lac de Wigry. — Elles coulent du pied d'une moraine post-glaciaire, sont du type rhéocrène et possèdent la température à peu près constante de 7° C.

II. La faune hivernale (décembre 1921, janvier et février 1922) se compose de 46 espèces dont 10 larves d'insectes ne pouvaient être déterminées que jusqu'au genre.

III. Cette faune n'a pas des espèces crénicoles exclusives. La plupart sont des espèces des eaux froides et sténothermes qui se rencontrent normalement dans les sources de l'Europe moyenne, mais qui se trouvent aussi dans des milieux caractérisés par les conditions éthologiques semblables au milieu-source (lacs de hautes montagnes, torrents, eaux septentrionales etc.).

IV. On peut distinguer parmi les représentants de cette faune les suivants types éthologiques au point de vue de leur milieu normal:

- a) espèces des eaux froides et sténothermes (*Planaria alpina*, *Limnaea ovata* forma A. Roszk., *Hygrobates norvegicus*, *Crunoecia irrorata* Agabus *guttatus*)
- b) espèces des torrents et des eaux à fort courant (Larves: *Baëtis*, *Stenophylax latipennis*, *Sericostoma pedemontanum*, *Notidobia ciliaris*, *Silo piceus*, *Simulium*)
- c) représentants de *fauna hygropetrica* (*Orphnephila testacea*, *Metriocnemus hygropetricus* Dixia *maculata*, *Pericoma canescens*)
- d) espèces amphibiques (*Pedicia rivosa*, *Tipula gigantea*, *T. lateralis*, *Limnophila nemoralis*, *L. lineola*, *Eiseniella tetraedra* forma *typica*)
- e) espèces des eaux stagnantes (*Limnaea ovata*, *Policelis nigra*, larves *Dicranata bimaculata*)
- f) ubiquistes (*Asellus aquaticus*, *Gammarus pulex*, *Cyclops serulatus*, *Macrobiotus macronyx*).

Les espèces des eaux souterraines n'ont pas été trouvées.

V. En se basant sur la fine précision des critères formulés par Sven Ekman ¹⁾ il n'est pas bien facile à préciser, quelles de ces espèces peut-on considérer comme reliquats de l'époque glaciaire (L'opinion du reste de l'auteur se rattache à l'opinion de ceux qui attribuent à la question des reliquats moins d'importance biologique que ne le fait Zschokke avec ses élèves).

VI. On peut constater l'épanouissement de la vie larvaire des insectes durant les mois d'hiver — analogie avec des torrents et contraste avec des eaux stagnantes.

VII. Les sources étudiées influencent sur la partie avoisinante du lac Staw en ce sens qu'elles élèvent la température de l'eau empêchant la congélation durant l'hiver — ce qui conditionne pendant l'hiver la vie active des formes normalement hivernantes (*Limnaea stagnalis*, *L. ovata*, *Planorbis corneus*, *P. marginatus*, *Policelis nigra*) ou perissantes après l'émission des germes durables (*Hydra oligactis*) — (Expérience de la nature).

Station hydrobiologique de Wigry.

¹⁾ Vorschläge und Erörterungen zu Reliktenfrage in der Hydrobiologie Arkiv för zoologi Bd. 9. № 17, 1915.

T R E Ś Ć :

| | Str |
|---|-----|
| I. Warunki środowiska | 1 |
| 1) Źródła badane; 2) Charakter ogólny źródeł wigijskich;
3) Warunki życia w źródłach wigijskich; 4) Roślinność;
5) Zróżnicowanie warunków w środowisku. | |
| II. Przegląd fauny | 4 |
| 6) Uwaga wstępna; 7) Planaria alpina; 8) Oligochaeta;
9) Błotniarki; 10) Copepoda; 11) Asellus i Gammarus;
12) Tardigrada; 13) Hydracarina; 14) Larwy Ephemeryda;
15) Larwy Plecoptera; 16) Coleoptera; 17) Larwy Trichoptera;
18) Larwy Diptera; 19) Tablica zestawiająca. | |
| III. Analiza etologiczna | 16 |
| 20) Formy źródlane; 21) Formy zimnowodne stenotermiczne;
22) Formy wód bieżących; 23) Fauna hygropetrica; 24) Formy
ziemnowodne; 25) Wpływ jeziora; 26) Ubiquista; 27) Inne
typy etologiczne; 28) Zestawienie fauny. | |
| IV. Relikty lodowcowe w źródłach wigijskich | 19 |
| 29) Kryteria reliktu lodowcowego; 30) Relikty lodowcowe
w źródłach wigijskich. | |
| V. Charakter fauny zimą | 21 |
| 31) Rola stałej temperatury w życiu fauny źródeł; 32) Życie
zimowe larw owadów w źródłach; 33) Formy jeziorne
w źródłach zimą. | |
| VI. Wpływ źródeł na faunę niezamarzających przyźródlnych
części jeziora | 22 |
| 34) Eksperyment przyrody; 35) Życie zimowe fauny w nie-
zamarzających przyźródlnych częściach jeziora. | |
| Wyniki | 24 |
| Résumé | 25 |

J. DEMBOWSKI.

Wpływ koncentracji zawiesiny na liczbę utworzonych wodniczków pokarmowych u *Paramecium caudatum* ¹⁾.

(Über den Einfluss der Suspensionskonzentration auf die Anzahl der gebildeten Nahrungsvakuolen bei *Paramecium caudatum*).

Wykonywując doświadczenia nad pobieralnością rozmaitych zawiesin przez *Paramecia*, wielokrotnie zetknąć się musiałem z czynnikiem koncentracji, który należało uwzględnić przy obliczeniach porównawczych. W literaturze danych odnośnych znalazłem bardzo niewiele. Według Lunda, który karmił *Bursaria* ziarenkami żółtka, liczba pochłoniętych ziarenek w niewielkim tylko stopniu zależy od koncentracji zawiesiny. Lund przytacza dwa doświadczenia. Zwiększając stężenie zawiesiny żółtkowej z 1 do 8, stwierdził on wzrost liczby ziarenek pochłoniętych z 1.6 do 3.1 w jednym i z 2.25 do 4.05 w drugim doświadczeniu, czyli zwiększenie się zaledwie dwukrotne. Z drugiej strony ze starannych badań J. i T. Viewegerów nad czynnikami rozwoju kultur *Colpidium* wynika, że „maksymalne ilości wymoczków są w stosunku prostym do stężenia pożywki“ (str. 10) oraz że „ilość bakterij, pobieranych przez wymoczki jest funkcją ilości lub też częstotliwości spotkań poszczególnych cząsteczek“ (str. 26). Wynik ten przeczy wnioskowi Lunda i należy przypuścić istnienie jakiejś różnicy w interpretacji,

¹⁾ Rzecz, przedstawiona przez R. Minkiewicza na posiedzeniu III Wydziału W. T. N. dnia 12.I.1922.

lub też wytłumaczyć sprzeczność złożoną naturą procesu pobierania pokarmu. Być może części składowe tego procesu w niejednakowym stopniu ulegają zmianie przy zmianie koncentracji zawiesiny. Praca niniejsza stanowi próbę rozdzielenia tych przypuszczalnych czynników drogą ilościowej analizy stosunku pomiędzy liczbą wodniczków, a ich zawartością. Zbadanie tych stosunków powinno przyczynić się do dalszego wyjaśnienia istoty procesu pobierczego u *Paramaecium*.

Metodyka.

Kultury *Paramaecium caudatum* karmiłem zawiesinami karminu lub indigo i liczyłem utworzone wodniczki pokarmowe po upływie jednej godziny, w każdej poszczególniej próbie u 25 osobników. Jak w poprzednich doświadczeniach, przed każdą próbą głodziłem wymoczkę przez noc w wodzie wodociągowej, celem usunięcia wodniczków już utworzonych, poczem zgęszczałem kulturę przez krótkotrwałe ($\frac{1}{2}$ minuty) wirowanie. Na szkiełku przedmiotowym z wgłębieniem umieszczałem jedną kroplę zgęszczonej kultury, zawierającą kilkaset wymoczków, oraz jedną kroplę odpowiednio rozcieńczonej zawiesiny. Po dokładnem zmieszaniu obu, wstawiałem szkiełko do komory wilgotnej. Doświadczenia stawiałem zawsze z całym szeregiem rozcieńczeń zawiesiny odrazu, stosując koncentracje od $\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{512}$. Za punkt wyjścia służyła mi zawiesina, otrzymana przez 10-minutowe rozcieranie $\frac{1}{2}$ grama barwika z 10 cm³ wody wodociągowej. Koncentrację otrzymaną oznaczałem przez 1. Wówczas, po zmieszaniu kropli zawiesiny z kroplą zgęszczonej kultury, otrzymywałem koncentrację $\frac{1}{2}$. Chcąc sporządzić rozcieńczenie $\frac{1}{n}$, dodawałem do jednej kropli zawiesiny początkowej $\frac{n}{2}$ — 1 kropli wody, poczem kroplę otrzymanej mieszaniny dodawałem do kropli wody z wymoczkami. Do wszystkich rozcieńczeń używałem wody wodociągowej.

Obliczenie wodniczków u 25 osobników wraz ze wstępniemi manipulacjami zajmuje około 10 minut. Dlatego też, chcąc postawić szereg prób, musiałem je sporządzać w odstępach 10-minutowych, po upływie zaś godziny do chwili postawienia pierwszego doświadczenia obliczać szkiełka w tym samym porządku, zachowując oczywiście równość odstępów. W ten sposób każda

próba trwała równo godzinę. Aby zachować tożsamość zawiesiny początkowej we wszystkich próbach, umieszczałem 1—2 cm³ takowej w epruwetce i starannie mieszałem ciecz przed każdą próbą. Podana tu metoda kryje jednak w sobie jedno źródło błędów. Zgęszczona, przygotowana do doświadczenia kultura zawiera wiele tysięcy wymoczków w 1—2 cm³ wody. Ponieważ przy dziewięciu próbach kolejnych ($\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{512}$) ostatnia może być postawiona dopiero po 80 minutach, stan wymoczków prób późniejszych mógł nieściśle odpowiadać stanowi wymoczków prób początkowych. Długotrwałe przebywanie w środowisku tak zgęszczonym musi w jakiś sposób wpływać na wymoczki, co zakłóciłoby wymaganą w doświadczeniach równość wszystkich warunków, prócz koncentracji zawiesiny. Staralem się osłabić ten zarzut, starannie przewietrzając kulturę przed każdą próbą, zapomocą pipetki kapilarnej, wprowadzonej na dno próbówki z wymoczkami. Zupełnie usunąć ujemny, przypuszczalnie, wpływ zgęszczonej kultury na wymoczki nie mogłem. Przekonałem się wszakże na próbie kontrolnej, podanej poniżej, że wspomniany czynnik nie odgrywa poważniejszej roli.

Wyniki doświadczeń.

Przytaczam wyniki siedmiu niezależnych od siebie szeregów prób, wykonanych w różnym czasie (od maja do listopada), na wymoczkach z rozmaitych kultur, dzikich i laboratoryjnych i z użyciem zawiesin, sporządzanych wielokrotnie.

TABLICA I.

| № | Zawiesina | K O N C E N T R A C J A | | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{16}$ | $\frac{1}{32}$ | $\frac{1}{64}$ | $\frac{1}{128}$ | $\frac{1}{256}$ | $\frac{1}{512}$ |
| 1 | Indigo | 58.6 | 52.1 | 50.7 | 39.4 | 31.3 | 29.6 | — | — | — |
| 2 | " | 19.2 | 24.0 | 18.6 | 21.6 | 22.8 | 21.5 | 17.7 | 18.6 | 4.1 |
| 3 | " | — | — | 23.3 | 24.3 | 25.6 | 25.7 | 24.7 | 23.1 | 21.8 |
| 4 | " | 20.8 | 21.6 | 22.8 | 17.1 | 16.5 | 14.4 | 15.7 | 12.3 | 8.3 |
| 5 | Karmin | 20.0 | 19.6 | 27.8 | 28.3 | 28.0 | 24.8 | 26.4 | 21.2 | 18.3 |
| 6 | Indigo | 17.8 | 14.9 | 16.0 | 15.1 | 15.4 | 15.6 | 14.7 | 13.3 | 13.2 |
| 7 | " | 18.4 | 18.5 | 15.7 | 18.5 | 20.4 | 19.2 | 16.5 | 16.6 | 12.9 |
| Przeciętna liczba wodniczków. | | 25.8 | 26.1 | 25.0 | 23.5 | 22.9 | 21.6 | 19.3 | 17.5 | 13.1 |

Podana tabliczka zawiera w każdym szeregu poziomym przeciętne z 25 osobników liczby wodniczków, utworzonych w ciągu jednej godziny. Każdy szereg poziomy oznacza jedno doświadczenie, wykonane na tych samych wymoczkach i z tą samą zawiesiną początkową.

Przyglądając się cyfrom, zauważymy wśród nich znaczne wahania. Doświadczenie № 2 ma dwa maxima; przy $\frac{1}{4}$ i przy $\frac{1}{32}$. W doświadczeniu № 4 maximum leży przy $\frac{1}{8}$, w № 5 przy $\frac{1}{16}$, w № 7 nawet przy $\frac{1}{32}$. Niekiedy różnica pomiędzy liczbą wodniczków, utworzonych w koncentracji $\frac{1}{2}$, a koncentracji $\frac{1}{512}$ jest bardzo znaczna, jak w doświadczeniach № 2 lub № 4, niekiedy zaś prawie znikoma, jak w doświadczeniu № 5. Liczby wodniczków w silniejszych stężeniach doświadczenia № 1 są parokrotnie większe absolutnie, niż w którejkolwiek innej próbie, aczkolwiek doświadczenie zostało wykonane z tą samą początkową koncentracją barwika. Możliwe, iż przez nieuwagę użyłem do tej próby wymoczków, głodzonych krócej, niż zwykle, a zaobserwowałem już niejednokrotnie, iż wymoczki głodzone tworzą wodniczków mniej. Jeśli się jeszcze uwzględni do tego, iż każda liczba tablicy jest przeciętną dla 25 wymoczków, wśród których również mogą zachodzić bardzo znaczne wahania indywidualne, trudno jest dopatrzeć się w podanych liczbach jakiejś regularności.

A jednak jeden wniosek wyłania się z tych danych z całą wyrazistością. Spadek liczby wodniczków pokarmowych w zmniejszających się stężeniach barwika jest nierównie powolniejszy, niż spadek koncentracji zawiesiny. O jakiegokolwiek proporcjonalności nie może tu być mowy. Innemi słowy, w obrębie bardzo szerokich granic, liczba wodniczków pokarmowych nie zależy od koncentracji zawiesiny.

Źródła błędów.

Niewątpliwie użyta metoda ma liczne braki i dane, zawarte w tablicy, nie mogą rościć pretensji do dokładności. Pożądaniem jednak będzie zbadać, w jakim kierunku możliwe błędy doświadczalne mogły być popełnione, oraz czy ewentualne usunięcie tych błędów dałyby wyniki, przemawiające na korzyść, czy też na niekorzyść powyższego wniosku.

1. Sądząc z przeciętnych, umieszczonych w ostatnim szeregu poziomym tabliczki, należałoby się spodziewać, że naogół

w koncentracjach najwyższych również i liczba wodniczków będzie największa. Tymczasem maximum ilości wodniczków często wcale nie leży na początku, jak np. w doświadczeniach №№ 2, 3, 4, 5 i 7. Przyczyna tej nieregularności leży prawdopodobnie w olbrzymiej absolutnie ilości ziarenek w stężeniach $\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{8}$ ¹⁾. Koncentracja jest tu tak znaczna, że w płaskiej kropli na szkiełku przedmiotowym wymocзки są zaledwie widoczne. Bardzo często *Paramaecia* zbierają się przytem na obwodzie kropli, gdzie pozostają przez dłuższy czas bez ruchu, jakby się chroniąc przed nadmierną podniętą. Wiemy ze słynnych badań Jenningsa, że podobnie i *Stentor* uchyla się od zawiesiny karminu, podawanej w nadmiernej ilości. W tych warunkach proces pochłaniania ziarenek jest utrudniony, gdyż wymocзки, zebrane zbitymi grupami, nie mogą należycie rozwinąć działalności rzęsek. Znaczyłoby to, iż *Paramaecia* przeciwdziałają zbyt silnemu zwiększeniu koncentracji, osiadając na brzegach kropli, gdzie ziarenek jest mniej, oraz zbierając się masami w jakimś punkcie obwodu kropli, co utrudnia normalną działalność rzęsek. Dzięki temu, liczba wodniczków, utworzonych w bardzo gęstych zawiesinach może być niewielka, co przemawia na korzyść wniosku o niezależności liczby wodniczków od koncentracji.

2. W kolumnie pionowej dla koncentracji $\frac{1}{512}$ w jednym tylko przypadku znajdujemy liczbę tak niską, jak 4.1 (doświadczenie № 2). Przytem zjawia się ona całkiem niespodziewanie w stopniowym, nieco nieregularnym spadku liczb odnośnego poziomego szeregu. Liczba poprzednia, dla koncentracji $\frac{1}{256}$, wynosi 18.6, co stanowi różnicę o całych 14.5! Tak znacznej różnicy pomiędzy sąsiednimi koncentracjami tegoż doświadczenia nie znajdziemy nigdzie, w całej tabliczce, wobec czego skłonny jestem uznać liczbę 4.1 za błąd doświadczalny. Wpływa ona jednak wybitnie na obniżenie wartości przeciętnej. Jeśli liczby tej nie brać pod uwagę, wówczas wartość przeciętnej dla kolumny pionowej $\frac{1}{512}$ podniesie się z 13.1 do 14.9, co będzie w znacznie lepszej harmoniji ze stosunkowym spadkiem wielkości ostatniego szeregu poziomego. Więc raz jeszcze, usunięcie przypuszczalnego błędu doświadczalnego przemawia na korzyść wniosku o niezależności liczby wodniczków od koncentracji.

¹⁾ Poniżej podam inną jeszcze możliwą przyczynę (str. 7).

3. W niskich koncentracjach wodniczki są blade i często trudno widoczne. Przy szybkim obliczaniu łatwo jest pewnej ilości nie zauważyć, wobec czego liczby kolumny $\frac{1}{256}$ oraz $\frac{1}{512}$ mogą być za niskie. Tembardziej przemawiałoby to za niezależnością. Dla rozstrzygnięcia kwestji, czy wogóle istnieje spadek liczby wodniczków z malejącą koncentracją zawiesiny, wykonałem doświadczenie kontrolne. Sporządziłem szereg koncentracji zawiesiny karminu, jednak używając do rozcieńczenia nie wody wodociągowej, jak w innych doświadczeniach, tylko mocnego roztworu barwika Methylblau. Roztwór ten, nawet w nieobecności jakichkolwiek ziarenek, jest dobrze pobierany przez wymoczki i tworzy doskonale widoczne wodniczki pokarmowe. W tych warunkach nawet wodniczki o minimalnej zawartości karminu będą dobrze widoczne. Po jednej godzinie otrzymałem:

| | | | | |
|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Koncentracja: | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{32}$ | $\frac{1}{128}$ | $\frac{1}{512}$ |
| Liczba wodn.: | 36.3 | 25.4 | 25.6 | 23.6 |

Doświadczenie wykazuje typowy spadek liczby wodniczków, o tym samym charakterze, co w doświadczeniach poprzednich. Zarzut powyższy musimy uznać za niesłuszny, względnie, za nieważny. Spadek istnieje, jednak o jakiegokolwiek proporcjonalności względem koncentracji nie może być mowy.

4. W części metodycznej wspomniałem, że wymoczki mogły być uszkodzone przez długotrwały pobyt w zgęszczonej kulturze. Wymoczki późniejszych prób były poddane dłużej działaniu uszkadzających czynników, dlatego też tworzą mniej wodniczków. Przytaczam tu dwa doświadczenia kontrolne.

Postawiłem zwykły szereg prób z zawiesiną indigo, jednak w porządku odwrotnym t. j. zaczynając od koncentracji najmniejszej. Gdyby wspomniany czynnik istotnie wywierał wpływ decydujący, zwykły spadek liczby wodniczków musiałby być odwrócony. Wymoczki utworzyły:

| | | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Koncentracja: | $\frac{1}{512}$ | $\frac{1}{256}$ | $\frac{1}{128}$ | $\frac{1}{64}$ | $\frac{1}{32}$ | $\frac{1}{16}$ | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{2}$ |
| Liczba wodn.: | 8.4 | 12.7 | 16.1 | 13.5 | 16.7 | 16.1 | 22.6 | 20.3 | 21.6 |

Wynik nie wymaga bliższej interpretacji i niewątpliwie podane źródło błędów bardzo niewiele wpływa na rezultaty. Czy jednak nie wpływa wcale?

Odpowiedź na to pytanie daje drugie doświadczenie kontrolne. W pięciu próbach stosowałem jedną i tę samą koncentrację

indigo ($\frac{1}{8}$), stawiając doświadczenie, jak zawsze, w odstępach 10-minutowych. Zawiesina zatem we wszystkich próbach była ta sama i różnica pomiędzy niemi polegała jedynie na różnym stopniu przypuszczalnego uszkodzenia przez czynniki zgęszczonej kultury. Po jednej godzinie wymoczki utworzyły:

Działanie zgęszczonej kultury minut: 0' 10' 20' 30' 40'

Liczba wodniczków utworzonych: 21.7 21.8 25.5 24.0 23.0

Otrzymane różnice są niewielkie i nie wskazują bynajmniej, aby 40-minutowy pobyt w zgęszczonej kulturze oddziałał na wymoczki ujemnie. Jednak przy porównaniu wyniku z wynikami doświadczeń № 4, 5 i 6 nasuwa się znaczna analogja. Wszędzie po 20 minutach pobytu w zgęszczonej kulturze wymoczki tworzą nieco większą liczbę wodniczków, niż wymoczki świeże. Ztąd wahania w poziomych szeregach naszej tablicy możemy poniekąd przypisać działaniu na wymoczki warunków zgęszczonej kultury, zresztą wcale nie przesądzając, o jakie warunki może tu chodzić. Doświadczenie to wskazuje ponadto, iż liczba utworzonych wodniczków pokarmowych może być nader subtelnym miernikiem stanu fizjologicznego wymoczków i ściśle doświadczenia, przeprowadzone w tym kierunku, obiecują bardzo ciekawe wnioski. Mam tu na myśli zwłaszcza badania okresowości w rozwoju kultur, kwestje podziałów, endomiksji i konjugacji.

Interpretacja wyników.

Jak widzieliśmy, doświadczenia kontrolne potwierdzają wynik, że zależność pomiędzy koncentracją a liczbą wodniczków pokarmowych jest bardzo nieznaczna. W stosunku do spadku koncentracji, zmniejszenie się liczby wodniczków jest znikome: gdy koncentracja zmniejsza się 256 razy, spadek liczby wodniczków jest zaledwie dwukrotny.

Do bardzo ciekawych wniosków prowadzi porównanie tej reguły z zawartością wodniczków.

Na podanym rysunku rzuca się w oczy ogromnie szybki spadek ilości ziarenek barwnika w wodniczku wraz z malejącą koncentracją. Oczywiście spadku tego niepodobna wyrazić ilościowo. Przy dwukrotnem rozcieńczeniu barwika wodniczki są szczelnie wypełnione ziarenkami i zupełnie nieprzezroczyste, przy rozcieńczeniu zaś 512 razy zawierają zaledwie po kilka ziarenek barwika. Przytem rysunki wodniczków dla koncentracji $\frac{1}{2}$ i $\frac{1}{8}$

dają przekrój optyczny wodniczka, pozostałe zaś rysunki — całą jego zawartość, co w znacznym stopniu potęguje różnicę.

Zestawienie liczby wodniczków z ich zawartością prowadzi do oczywistego wniosku. Proces pobierania pokarmu przez *Paramaecia* należy rozłożyć conajmniej na dwa odrębne, niezależne od siebie procesy: tworzenie wodniczków pokarmowych



Wygląd wodniczków pokarmowych w różnych rozcieńczeniach indygo.

oraz pochłanianie ziarenek zawiesiny. Proces tworzenia wodniczków jest niemal że automatyczny, niezależny od koncentracji zawiesiny. Co pewien czas wymoczek wykonywa akty połykania, niezależnie od obecności lub nieobecności pokarmu, zawartość zaś wodniczka zależy od tego, ile ziarenek zdąży napędzić do wgłębienia ustnego prąd wody, spowodowany przez ruch rząsek peristomalnych w przerwie pomiędzy dwoma sąsiednimi połykaniami. Przyjmując stałość ruchu rząsek, musimy uznać istnienie prostej proporcjonalności pomiędzy zawartością wodniczka a stężeniem zawiesiny. Wówczas ruch rząsek również byłby procesem automatycznym i pobieranie pokarmu składałoby się z dwóch automatycznych niezależnych od siebie czynności. Niestusznym jest, że wodniczek pokarmowy tworzy się w chwili, gdy rząski zebrały we wgłębieniu peristomu dostateczną ilość ziarenek.

Czy jednak naprawdę te czynności wymoczków są całkiem automatyczne? Istnienie niewielkiego spadku liczby wodniczków z malejącą koncentracją zdaje się być niewątpliwym. W przytoczonej tablicy wyników niema ani jednego doświadczenia, w którym liczba wodniczków w koncentracji $1/2$ byłaby mniejsza

od liczby wodniczków w koncentracji $\frac{1}{512}$. Ten sam wynik dały wszystkie bez wyjątku próby kontrolne, nie wciągnięte do tablicy ze względu na odmienność warunków doświadczenia. Wreszcie wykażę poniżej, że obecność ziarenek w cieczy wzmagą proces tworzenia wodniczków. W tym razie ilość aktów połykania jest w pewnym stopniu zależna od natężenia bodźców, działających na *Paramaecium* zewnątrz, czyli czynność odnośna przestaje być całkiem automatyczną.

Co się tyczy stałości ruchu rzęsek, nie uważam kwestji za rozstrzygniętą. Podane rysunki nie przeczą istnieniu ścisłej proporcjonalności pomiędzy koncentracją a ilością ziarenek pochłoniętych. Jednak decydować mogą jedynie doświadczenia specjalne. Gdyby się udało sporządzić zawiesinę o jednostajnej wielkości ziarenek i ziarenka w wodniczku policzyć, otrzymałoby się ilościowy wyraz dla działalności rzęsek. Wobec prac Fenna nad fagocytozą, w których autor ten otrzymał podobne zawiesiny kwarcu i węgla, nie uważam odnośnych doświadczeń za niemożliwe, choć nie byłyby one łatwe do przeprowadzenia. W każdym razie wiemy dokładnie, jak bardzo zależna jest szybkość ruchu rzęsek od warunków (temperatura, ciśnienie osmotyczne, wirowanie i t. d.) i trudno jest uznać ich całkowity automatyzm za prawdopodobny.

Następujące doświadczenia będą pewnym przyczynkiem do wyjaśnienia kwestji automatyzmu aktów połykania oraz możliwości eksperymentalnego rozdzielenia obu składników procesu pobierczego.

Kwestja automatyzmu.

1. Wszelka zawiesina składa się z ziarenek i z ich środowiska (karmin i indigo nieco rozpuszczają się w wodzie) i rozcieńczając ją wodą, zmieniamy stężenie obu składników w jednakowym stopniu. Skoro mowa o natężeniu bodźca zewnętrznego, należy przedewszystkiem ściśle odnaleźć jego źródło. Stawiamy sobie zatem konkretne pytanie: co wpływa na zmniejszenie liczby wodniczków pokarmowych, czy mniejsza koncentracja środowiska zawiesiny, czy też zmniejszona liczba ziarenek?

Zapomocą prostego doświadczenia można oba czynniki rozdzielić. Postawiłem zwykły szereg prób z zawiesiną karminu, jednak używając do rozcieńczania nie wody, jak poprzednio,

tylko stężonego roztworu tego samego karminu, pozbawionego ziarenek. W tych warunkach środowisko we wszystkich próbach było ściśle to samo i zmieniała się jedynie ilość ziarenek. Po jednej godzinie wymoczki utworzyły:

| | | | | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Koncentracja: | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{16}$ | $\frac{1}{32}$ | $\frac{1}{64}$ | $\frac{1}{128}$ | $\frac{1}{256}$ | $\frac{1}{512}$ |
| Liczba wodn.: | 19.8 | 27.5 | 28.4 | 27.4 | 24.9 | 21.4 | 20.9 | 17.8 |

W próbie $\frac{1}{4}$ wymoczki zebrały się w jednym punkcie na obwodzie kropli, z kąd zmniejszona liczba wodniczków. Pozatem szereg wykazuje zupełnie typowy spadek liczby wodniczków, w niczem nie odbiegający od wyników doświadczeń poprzednich. Nawet maximum liczby wodniczków w próbie, postawionej 20 minut po rozpoczęciu doświadczenia, zostało zachowane.

Znaczący, czynnikiem działającym jest ilość ziarenek zawiesiny.

Doświadczenie to było kontrolnem jeszcze pod innym względem. Gdy się używa silnych rozcieńczeń barwika, to w ciągu każdej próby część ziarenek zawiesiny mogła ulec rozpuszczeniu, wobec czego rzeczywiste koncentracje ziarenek będą niższe od podanych. Dotyczy to zwłaszcza karminu. Zarzut ten jest najzupełniej słuszny, jednak może tylko potwierdzić fakt niezależności liczby wodniczków od koncentracji. Przy podanym układzie doświadczenia, ziarenka karminu nie mogły się oczywiście rozpuszczać w stężonym roztworze karminu, dzięki czemu podane koncentracje odpowiadają rzeczywistości.

2. Jeśli proces tworzenia wodniczków jest automatyczny, to należy się spodziewać, że wodniczki będą powstawały w roztworach barwików, pozbawionych jakichkolwiek ziarenek. Używałem mocnych roztworów całego szeregu barwików, jak Methylblau (Methylenblau i Neutralrot w koncentracjach, dostatecznych dla ich rozpoznania w wodniczce, zabijają *Paramaecia* odrazu), Wasserblau, Rubin, Lichtgrün, Fuchsin (wszystkie barwiki firmy Grübler). Zawsze wymoczki tworzyły po kilkanaście dobrze widocznych wodniczków. Przytem wodniczki często są zabarwione intensywniej, niż otaczająca ciecz, jak gdyby zachodził rodzaj adsorpcji. Niekiedy wewnątrz wodniczka tworzą się ziarenka barwika. Adsorpcji nie można tłumaczyć działalnością rzęsek, wpędzających ultramikroskopowe ziarenka do peristomu wymoczka, gdyż, poza Methylblau, wszystkie podane barwiki dobrze dializują, nie są zatem koloidami. Zresztą, jak zaraz wykażę, nawet

działanie Methylblau na wymoczki niczem się nie różni od działania wody. Wreszcie powstawanie barwnych wodniczków w roztworach nie można tłumaczyć zabarwieniem witalnem, gdyż bezpośrednia obserwacja mikroskopowa wskazuje, iż zachodzi tu zwykłe polykanie cieczy otaczającej.

Fakt powstawania wodniczków w roztworach można wykorzystać dla rozstrzygnięcia pytania, czy wymoczki tworzą wodniczki w czystej wodzie. Wakuolki wodne są tak mało wyraźne, że niema mowy o dokładnem określeniu ich liczby i należało zwrócić się do metody pośredniej.

Wykonałem trzy równoległe szeregi prób. W jednym szeregu umieszczałem na szkiełku jedną kroplę zawiesiny indigo w koncentracji $\frac{1}{8}$ (rozcieńczonej wodą wodociągową) oraz jedną kroplę zgęszczonej kultury wymoczków. W drugiej serji używałem indigo o tem samym stężeniu, jednak rozcieńczone nie wodą, tylko mocnym roztworem Methylblau; szkiełka zawierały kroplę tej mieszaniny oraz kroplę kultury. Wreszcie w trzeciej serji brałem, zamiast indigo, jedną kroplę tego samego roztworu Methylblau, co w drugiej serji, jednak osłabionego o $\frac{1}{8}$ (7 kropli barwika + 1 kropla wody)¹⁾. W ten sposób serje 1 i 2 zawierały tę samą ilość ziarenek barwika i różniły się tylko środowiskiem, serja 1 i 3 zawierały tę samą ilość wody i różniły się obecnością jednej kropli Methylblau, względnie jednej kropli indigo, serje zaś 2 i 3 zawierały to samo stężenie Methylblau i różniły się tem, iż zamiast kropli zawiesiny indigo, serja trzecia zawierała kroplę wody. W podanej tablicy I oznacza indigo, W — wodę i M — Methylblau. Każda liczba tablicy jest przeciętną dla 25 osobników.

Z liczb przeciętnych dla całej tabliczki widzimy, że dodatek Methylblau do zawiesiny indigo ma prawie dokładnie ten sam efekt, co dodatek wody. Natomiast w roztworze Methylblau, bez ziarenek, liczba wodniczków jest mniejsza.

Dwojakie wysnuwamy ztąd przypuszczenie. Jeśli Methylblau działa na wymoczki tak samo, jak woda, to prawdopodobnie i w czystej wodzie wymoczki utworzyłyby w ciągu godziny około 17 wodniczków. Liczba ta niema oczywiście wartości absolutnej,

¹⁾ W serji 2 indigo było sporządzone w ten sposób, że do 7 kropli Methylblau dodałem 1 kroplę wodnej zawiesiny indigo. Dlatego też Methylblau serji 3 należało osłabić o $\frac{1}{8}$.

TABLICA II.

| № | I+W | I+M | M+W |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 26.15 | 22.65 | — |
| 2 | 23.65 | 15.35 | — |
| 3 | 27.65 | 22.20 | 13.95 |
| 4 | 34.87 | 34.07 | 17.33 |
| 5 | 16.23 | 19.10 | 16.60 |
| 6 | 33.25 | 20.35 | 16.25 |
| 7 | 16.10 | 35.05 | 21.05 |
| 8 | 11.10 | 14.80 | — |
| 9 | 21.60 | 18.00 | — |
| 10 | 13.90 | 20.80 | 15.50 |
| 11 | 27.60 | 31.64 | 22.00 |
| Prze-
ciężna | 22.92 | 23.10 | 17.53 |

gdyż napewno bardzo zależy od stanu fizjologicznego wymoczków, daje jednak jasne pojęcie o tem, jakie ilości wody pochłania *Paramaecium* przez połykanie.

Po drugie zaś, dodatek indigo do roztworu Methylblau ma inny skutek, niż dodatek odpowiedniej ilości wody, gdyż zwiększa liczbę wodniczków. W doświadczeniu poprzedniem widzieliśmy, że czynnikiem miarodajnym są ziarenka zawiesiny, nie jej środowisko. Z tych dwóch faktów wynika, że dodatek ziarenek wpływa na zwiększenie się ilości aktów połykania w określonym przeciągu czasu. Innymi słowy, proces połykania nie jest automatyczny, gdyż zależy od natury i natężenia bodźca zewnętrznego ¹⁾.

3. Prócz rozcieńczania zawiesiny, możliwą jest jeszcze inna metoda rozdzielania obu składników procesu pobierania pokarmu. Po silnem wirowaniu wymoczeki naogół tworzą znacznie mniej wodniczków, niż wymoczeki kontrolne. Jednocześnie opadają one

¹⁾ Jak się zdaje, czynnikiem wzmagającym pobieralność są jakiegokolwiek ziarenka, zdolne pobudzić chemicznie aparat rzęskowy wymoczeki. Jakość ziarenek nie odgrywa poważniejszej roli. W jednym doświadczeniu te same wymoczeki utworzyły wodniczków w ciągu godziny: w zawieszynie indigo — 22.1, karminu — 26.8, sepji — 19.4, tuszu — 24.7, żółtka, zabarwionego sudanem — 26.4 skrobi jodowanej — 23.8.

na dno probówki i podnoszą się dopiero po wielu godzinach. Ta ostatnia okoliczność wskazuje na osłabienie aparatu rzęskowego. Normalny ruch rzęsek jest niezbędny do normalnego pochłaniania ziarenek, co znowu tłumaczy mniejszą zawartość ziarenek barwika w wymoczkach wirowanych. Jednak nie tłumaczy zmniejszonej liczby wodniczków, gdyż nie udowodniliśmy, aby proces połykania również uległ osłabieniu przez wirowanie. Może wodniczki zawierają jedynie słabo zabarwione środowisko zawiesiny i dlatego tylko nie są widoczne.

Wykonałem w tym kierunku pięć prób. Wymoczki wszystkich prób umieszczałem w jednej i tej samej koncentracji indigo ($\frac{1}{8}$), rozcieńczonej roztworem Methylblau. Pierwsza próba zawierała wymoczki, wirowane wolno w ciągu 30 sekund. Po odwirowaniu, odlewałem prawie całą wodę do suchej probówki, brałem kroplę kultury dla doświadczenia, poczem wlewałem odlaną poprzednio wodę z powrotem i wirowałem wymoczki nanowo. Używałem wciąż tej samej wody, aby nie wprowadzić czynnika zmiany środowiska. Próby stawiałem co 5 minut. Przy tym układzie doświadczenia, różnica pomiędzy poszczególnymi próbami polegała głównie na różnicy w czasie wirowania. Zaznaczam, że wymoczki prób 2 — 5 były wirowane bardzo silnie, z całą szybkością, na jaką pozwoliła mała wirówka ręczna. Więc pierwsza próba zawierała wymoczki, wirowane w ciągu 30 sekund, druga próba — 30 sekund + 2 minuty, razem $2\frac{1}{2}$ minuty, trzecia próba — 30 sekund + 2 minuty + 2 minuty, razem $4\frac{1}{2}$ minuty, czwarta próba — $6\frac{1}{2}$ minuty, piąta próba — $8\frac{1}{2}$ minuty. Po upływie 40 minut od początku doświadczenia policzyłem wodniczki u 12 osobników każdej próby. Wynik był następujący:

Paramaecia wirowane: 30'' $2\frac{1}{2}'$ $4\frac{1}{2}'$ $6\frac{1}{2}'$ $8\frac{1}{2}'$

Liczba wodniczków: 17.4 23.9 22.4 19.4 21.8

Więc liczba wodniczków wahała się w obrębie niewielkich granic, nie wykazując wyraźnej tendencji zniżkowej. Wirowanie nie zmniejsza wyraźnie ilości połykań. Natomiast zupełnie odmienny jest wygląd wodniczków. W pierwszej próbie wodniczki były prawie dokładnie wypełnione ziarenkami, mniej więcej jak na rys. dla koncentracji $\frac{1}{8}$. We wszystkich innych próbach liczba ziarenek była coraz mniejsza i po $8\frac{1}{2}$ minutach wirowania ziarenek było mniej, niż na rysunku dla stężenia $\frac{1}{512}$. Jednak

dzięki Methylblau wszystkie wodniczki były widoczne. Znacząco, zastosowane wirowanie wpływa tylko na ruch rzęsek, nie wpływa natomiast na akty połykania. Dowodzi to odrębności obu procesów i doskonale zgadza się z badaniami Nirensteina, który wykazał drogą analizy mikroskopowej, że proces powstawania wodniczka pokarmowego u *Paramaecium* zależy nie od rzęsek, tylko od endoplazmy.

W n i o s k i.

1. Liczba wodniczków pokarmowych, utworzonych przez *Paramaecia* w ciągu jednej godziny, w szerokich granicach nie zależy od koncentracji zawiesiny.

2. Ilość ziarenek, zawartych w wodniczku pokarmowym, jest w prostym stosunku do stężenia zawiesiny.

3. Proces pobierania pokarmu przez *Paramaecia* jest złożony i należy odróżnić w nim akty połykania od procesu pochłaniania ziarenek. Wodniczek nie tworzy się dopiero w chwili, gdy rzęski peristomalne napędziły dostateczną ilość ziarenek, tylko w regularnych odstępach.

4. Proces połykania nie jest całkiem automatyczny, gdyż liczba wodniczków się nieco zmniejsza ze wzrostem rozcieńczenia.

5. Silne wirowanie osłabia działalność aparatu rzęskowego, natomiast nie wpływa wyraźnie na akty połykania, co pozwala rozdzielić oba procesy.

6. Wymoczki tworzą wodniczki w roztworach barwików, pozbawionych jakichkolwiek ziarenek. Dodatek Methylblau do zawiesiny indigo ma ten sam efekt, co dodatek odpowiedniej ilości wody. Ponieważ w czystym Methylblau wymoczki tworzą około 17 wodniczków na godzinę, należy przypuścić, że tyle samo utworzą w czystej wodzie.

7. Sprzeczność pomiędzy wynikami Lunda a J. i T. Viewegerów nie istnieje, gdyż Lund używał do karmienia *Bursaria* dużych ziarenek zółtka, z których każde zajmowało prawdopodobnie cały wodniczek, miał zatem na myśli niezależność liczby wodniczków od koncentracji, gdy J. i T. Viewegerowie mówią o ilości pochłoniętych bakterji.

Spis literatury.

1. Fenn W. O. The phagocytosis of solid particles I Quartz.
2. " " " " " II Carbon.
3. " " " " " III Carbon and Quartz. The Journal of General Physiology. Vol. III №№ 4 and 5 — 1921.
4. Jennings H. S. Studies on Reactions to Stimuli in Unicellular Organisms. IX. On the behavior of fixed infusoria (Stentor and Vorticella), with special reference to the modificability of protozoan reactions. American Journal of Physiology. Vol. VIII — 1902.
5. Lund E. J. The Relations of Bursaria to Food. I Selection in feeding and in extrusion. Journ. of Experiment. Zool. Vol. 16 — 1914.
6. Nirenstein E. Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protisten. Zeitschr. für allgem. Physiol. Bd. 5 — 1905.
7. J. i T. Viewegerowie. Badanie czynników rozwoju kultur Colpidium colpoda Ehrbg. Część III. Wpływ ilości pokarmu i głód. Prace Zakładu Fizjologii Instytut. im. M. Nenckiego. Tom I № 3 — 1921.

Zusammenfassung.

1. Innerhalb weiter Grenzen ist die von *Paramaecien* gebildete Anzahl der Nahrungsvakuolen von der Suspensionskonzentration unabhängig (Tabelle I Seite 3).

2. Die Menge der verschlungenen Partikelchen bleibt der jeweiligen Konzentration direkt proportional (Fig. 1 Seite 8).

3. Der Bildungsvorgang einer Nahrungsvakuole ist ein komplexer. Es sind in demselben das Verschlingen der umgebenden Flüssigkeit von der Aufnahme fester Teilchen zu unterscheiden. Eine Nahrungsvakuole wird in regelmässigen Zeitintervallen gebildet, nicht aber erst dann, wenn die Zilien eine genügende Körnermenge gesammelt hatten.

4. Das Verschlingen der Flüssigkeit erfolgt nicht automatisch, da sich die Zahl der innerhalb einer Stunde gebildeten

Nahrungsvakuolen mit steigender Verdünnung der Suspension etwas vermindert.

5. Ein starkes Zentrifugieren beeinträchtigt die Tätigkeit des Zilienapparates, bleibt aber ziemlich belanglos für die gebildete Nahrungsvakuolenanzahl. Dies ermöglicht eine Sonderung beider Komponenten des Vorgangs.

6. *Paramaecien* bilden Nahrungsvakuolen in Farbstofflösungen, die fester Teilchen entbehren. Ein Zusatz von Methylblaulösung zur Indigo-Suspension hat denselben Erfolg, wie der Zusatz entsprechender Menge Wasser. Da in Methylblau in einer Stunde ca. 17 Vakuolen gebildet werden, lässt sich vermuten, dass in reinem Wasser eine entsprechende Anzahl von Tropfen verschlungen wird (Tabelle II Seite 12).

Die Figur auf der Seite 8 stellt die in verschiedenen Konzentrationen von Indigo innerhalb einer Stunde gebildeten Nahrungsvakuolen dar. Wie man sieht, bleibt der Inhalt einer Nahrungsvakuole der Suspensionskonzentration annähernd direkt proportional.

Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego

(Towarzystwo Naukowe Warszawskie)

Tom I (1922) № 14.

Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut M. Nencki

(Société des Sciences de Varsovie)

Tome I (1922) № 14.

R. SZRETTER.

O głodowej przemianie materji u węzów.

(Sur le métabolisme chimique des serpents inaniés).

Wstęp. str. 1. Materiał i warunki doświadczeń str. 3. Pomiary ruchliwości zwierząt str. 3. Metody chemiczne str. 7. Zmiany w składzie chemicznym zwierząt głodzonych str. 9. Przemiana węgla i azotu. Współczynnik oddechowy str. 11. O przemianie materji w czasie linienia zaskrońców str. 14. Wnioski str. 18. Zestawienie wyników str. 19. Tabele str. 20. Piśmiennictwo str. 28. Streszczenie w języku francuskim str. 30.

Nowsze poszukiwania stwierdziły, że charakter głodowej przemiany materji u zwierząt niższych jest zupełnie odmienny od przemiany materji, obserwowanej w czasie głodu u ssaków i ptaków.

W roku 1919 zostało wprowadzone przez Białaszevicza zagadnienie o istnieniu dwu typów głodowej przemiany materji. Jeden z typów występuje u wszystkich zwierząt stałocieplnych, drugi—według wszelkiego prawdopodobieństwa—właściwy jest tylko zwierzętom zmiennocieplnym. Czy między obydwoma typami głodowej przemiany materji istnieje typ przejściowy, to pytanie, które postawiłem w pracy niniejszej.

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III wydziału Tow. Nauk. Warsz. w dniu 16 Marca 1922 roku.

Występowanie takiego przejściowego typu przemiany materji spodziewać się należało w gromadzie gadów, która morfologicznie jest ogniwem, łączącym płazy ¹⁾ z ptakami.

Rezultaty moich poszukiwań, prowadzonych na zaskrońcach (*Tropidonotus natrix* L.), przedstawione poniżej, upoważniają do twierdzenia, że odbywająca się w organizmach tych zwierząt głodowa przemiana materji reprezentuje formę przejściową między dwoma wyżej wspomnianymi.

W obserwowanej bowiem u zaskrońców przemianie materji, podobnie jak u zmiennocieplnych, wielki udział biorą ciała azotowe (białka). Udział ten wynosi na dobę w okresie wczesnego głodu czterdzieści kilka procentów wszystkich substancyj organicznych, ulegających rozpadowi. Równocześnie jednak tłuszcze występują w roli substancji, ochraniającej ciała białkowe przed rozpadem. Ilość bowiem tłuszczów, rozkładających się na dobę w okresie wczesnego głodu, jest większa od ilości, przewidzianej na zasadzie proporcjonalności do masy tłuszczów zawartej w organizmie. Po wyczerpaniu się większej części zapasów tłuszczów (co ma miejsce w okresie późniejszego głodu) następuje zwiększenie udziału białka w przemianie, wyrażające się w siedemdziesięciu kilku procentach wszystkich ciał organicznych, ulegających rozpadowi.

Ten przyrost rozkładu substancyj azotowych w przemianie materji u zaskrońców głodzonych przypomina występujące u ssaków i ptaków zwiększanie się stopy rozpadu białek w późniejszych dniach głodu. Tak przeto, obok dużego udziału ciał białkowych w przemianie głodowej (charakterystycznego dla bezkręgowców), istnieje zdolność osłaniania białek przed rozkładem dzięki spalaniu ilości tłuszczów większych, niż przypadałoby to z procentowej ich zawartości w substancji organicznej ciała (charakterystyczne dla ssaków i ptaków).

W okresach linienia powyższy charakter głodowej przemiany materji ulega swoistym odchyleniom, polegającym na wybitnem ograniczaniu na korzyść białek ilości rozkładanych tłuszczów.

¹⁾ Występowanie u płazów typu głodowej przemiany materji, właściwego zwierzętom bezkręgowym, stwierdziła świeżo Librachówna ('22).

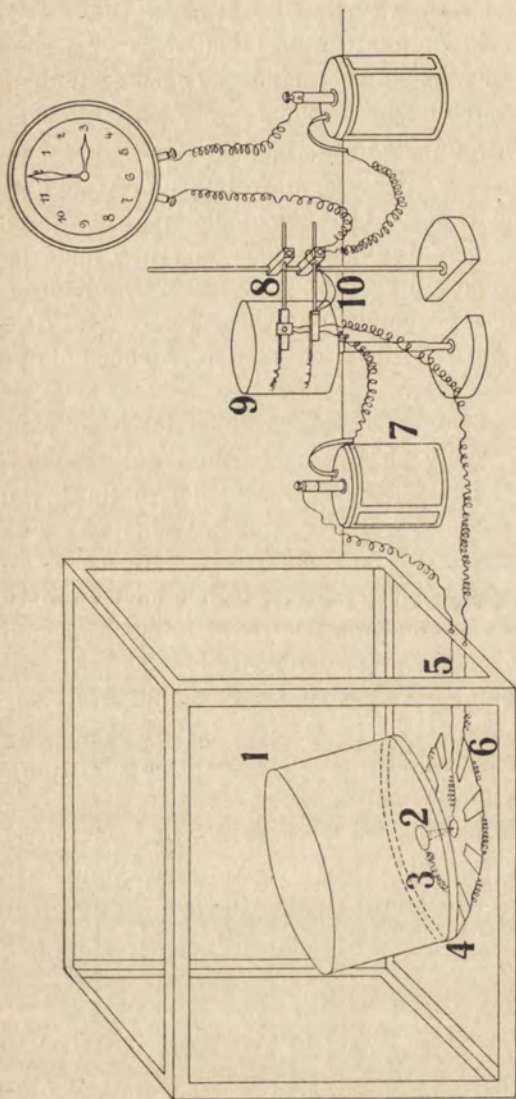
Materiał i warunki doświadczeń.

Obierając z pośród gadów zaskrońce, kierowałem się dwoma względami: 1^o wytrzymałością tych zwierząt na warunki, różniące się nawet w dużym stopniu od naturalnych, oraz 2^o wielką ich obfitością w okolicach Warszawy (majątek Obory w pobliżu Konstancina). Zwierzęta chwytałem wiosną (koniec kwietnia i początek maja) i jesienią (druga połowa września i początek października). Materiał wiosenny trzymałem w terarjum w temperaturze pokojowej, natomiast jesienny—dzieliłem na dwie części: jedna z nich pozostawała w warunkach identycznych z materiałem letnim, druga—w temperaturze niższej (8 — 10^o C). Z posiadanych w czasie badań 237 egzemplarzy większość ważyła 70—120 g, o wiele mniej od 30 — 70 g, zaś tylko trzy egzemplarze ważyły 190 — 230 gr.

Badania nad przemianą materji prowadziłem tak w okresie letnim jak i zimowym w temp. 25^o C. Temperaturę taką wybrałem ze względów następujących. W warunkach naturalnych w porze letniej węże linieją kilkakrotnie, natomiast zimę spędzają w śnie, nigdy nie zrzucając skóry. Trzymane w terarjach głodzone węże w porze letniej zachowywały się podobnie — liniały 2 do 3 razy. Natomiast zachowanie się ich w zimie zależało od temperatury otoczenia. W ciepłocie 8 — 10^o C zaskrońce zasypiały, a w czasie snu nie liniały. Podobnie zachowywały się egzemplarze trzymane w temp. 12—18^o C, z tą tylko różnicą, że sen był przerywany (co kilka dni zwierzęta pełzały po terarjum). Natomiast w temp. 25^o C wszystkie obserwowane egzemplarze nie zasypiały, wykazując dużą ruchliwość, i liniały. Z obserwacji tych wynika, że temp. 25^o C jest tą, która niweluje różnice między okresem letnim i zimowym, umożliwiając prowadzenie badań w ciągu całego roku.

Pomiary ruchliwości zwierząt.

Zauważona zależność między wysokością temperatury otoczenia a natężeniem ruchów skłoniła mnie do wykonania serii pomiarów nad ruchliwością zaskrońców. Za cel postawiłem sobie zmierzenie częstotliwości i czasu trwania ruchów w głodzie i temp. 25^o C. Przyrząd do wspomnianych pomiarów (Rys. 1)



Rys. 1. Przyrząd do badania ruchów zaskrońców: 1 klatka; 2 trzpień metalowy przymocowany podstawą do dna klatki, zaś ostrzem wsparty w łożysku; 3 drut, łączący trzpień z obręczką metalową (4), przymocowaną do brzegu klatki; 5 drut, łączący bieguna (7) z łożyskiem, w którym spoczywa trzpień klatki; 6 pierścien płytke metalowych, połączonych drutem między sobą (z wyjątkiem jednej pary), oraz ze znacznikiem (8); 9 kimograf; 10 znacznik czasu, połączony z ogniwem i zegarem.

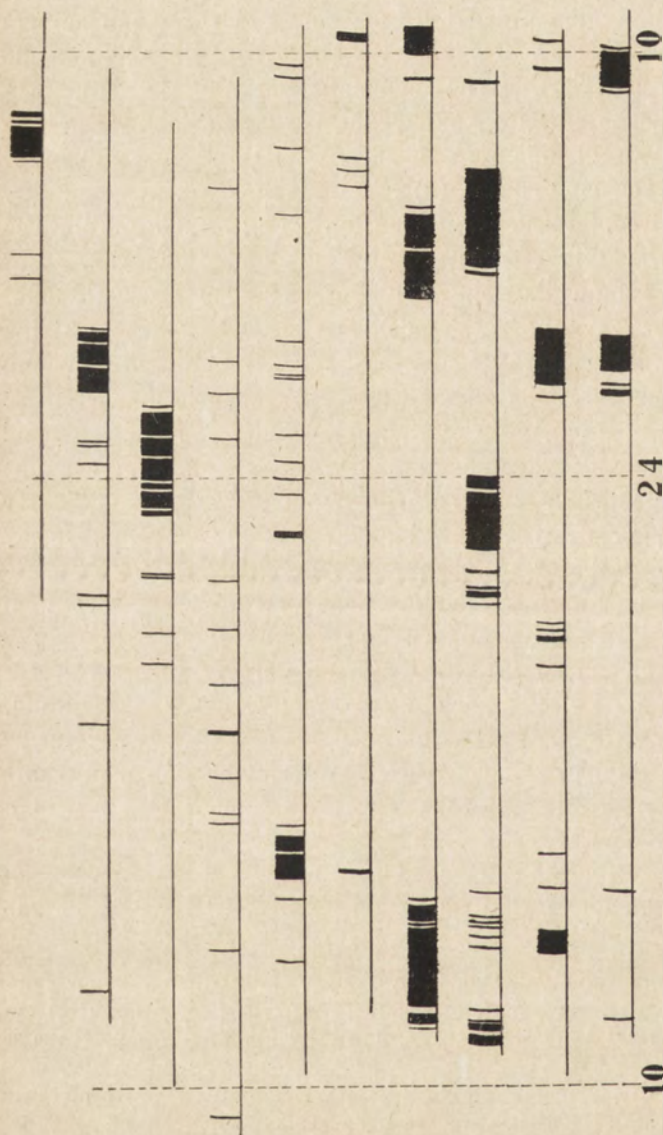
(Fig. 1. Appareil servant à étudier les mouvements des serpents. 1 Cage. 2 Cône en métal attaché à la base de la cage et reposant sur une plaque concave en métal. 3 Fil métallique reliant le cône au cercle en métal (4), qui entoure la base de la cage. 5 Fil métallique reliant le pôle de l'élément (7) à la plaque métallique, sur laquelle repose le cône qui supporte la cage. 6 Plaques en métal reliées entre elles (à l'exception d'une paire) par un fil métallique, qui les unit au signal de Depretz 8. 9 Cymographe. 10 Signal de Depretz marquant le temps).

składał się z klatki, umieszczonej w termostacie powietrznym o temp. 25° C, sygnalizującej ruchu zwierzęcia, oraz ze znacznika, zapisującego owe sygnały na obracającym się walcu kimografu. Prócz tego na tymże walcu był znaczony czas przy pomocy zegara elektrycznego i znacznika. Za klatkę służyło lekkie pudło w kształcie bębna (1). Wierzch zamykało wieko z siatki drucianej. W pośrodku dna znajdowało się naczynie z wodą (na rysunku nie uwzględnione). Od strony klatki dolnej był przytworzony trzpień metalowy (2) ostro zakończony. Wspomniany trzpień za pośrednictwem drutu miedzianego (3) łączył się z obręczą metalową (4), przytwierdzoną do obwodu dna. Ponieważ wysokość obręczy stanowiła połowę długości trzpienia, przeto ustawiona na płaszczyźnie klatka pochylała się o kąt, liczący kilka stopni. Za podstawę służyła płyta szklana, do której przyklejono łożysko metalowe, połączone drutem (5) z jednym biegunem ogniwa (7). Na odległości mniejszej o kilka centymetrów od promienia klatki przyklejono okrężnie płytki z cynfolji (6), połączone z sobą drutem z wyjątkiem jednej pary płytek. Otwarty pierścień płytek z cynfolji był połączony w jednym miejscu z końcówką znacznika (8).

Drugą końcówkę znacznika łączył przewodnik z biegunem ogniwa (7). Prąd zatem z jednego bieguna ogniwa (7) dążył przez łożysko, trzpień (2) i drut (3) do obręczy (4), a, o ile ta wspierała się na którejkolwiek z płytek (6), przez tę ostatnią, drut i znacznik (8) wracał do ogniwa. Poruszanie się zwierzęcia w klatce wywołuje jej ruchy, które sprawiają kolejne zamykanie i otwieranie obwodu, znaczony na walcu kimografu (9) w postaci kresek pionowych (p. rys. 2).

Ponieważ znacznik został skonstruowany w ten sposób, że reagował tylko na chwilę zamknięcia obwodu ¹⁾, przeto prosta

¹⁾ Zasadniczą częścią znacznika są dwie cewki elektromagnetyczne z których każda zaopatrzona jest w kotwicę. Do uzwojenia cewki pierwszej prąd płynie z końcówek ogniwa, do uzwojenia drugiej musi przejść przez kotwicę pierwszej cewki, wspierającej się o kontakt na cewce drugiej. W chwili zamknięcia obwodu prąd płynie na chwilę przez obydwie cewki. W tej atoli chwili kotwice są podnoszone. Kotwica cewki pierwszej, podniósłszy się, przerywa prąd w obwodzie cewki drugiej, dzięki czemu kotwica tej ostatniej, zaopatrzona w strzałkę piszącą na walcu kimografu, po chwilowem wznieśieniu się natychmiast opada. Dokładny opis tego znacznika niebawem ukaze się w druku.



Rys. 2. Narys okresów ruchu, otrzymany z pomocą przyrządu przedstawionego na rys. 1. Pionowe odpowiadają chwilom poruszania się zwierzęcia. Cyfry 10 oznaczają dziesiątą godzinę rano, 24 — północ.

(Fig. 2. Courbes de mouvement obtenues au moyen de l'appareil représenté sur la figure 1. Les lignes verticales des courbes correspondent aux mouvements du serpent, les lignes horizontales—aux phases d'immobilité. 10 — dix heures du matin; 24 — minuit.

spoczynku stanowi podstawę dla pionowych ruchu (Rys. 2). Czas kreślił znacznik (10) z włączonym w obwód zegarem elektrycznym, zamykającym obwód co godzina.

Na rys. 2 przedstawiono wynik tych pomiarów. Można je streścić w dwu punktach: 1^o ilość okresów ruchu w ciągu doby, z których każdy trwa co najmniej 5 minut, i conajmniej tyleż czasu dzieli go od poprzedzającego i następującego okresu ruchu, jest zmienna i w dokonanych pomiarach waha się od 0 — 3; 2^o czas trwania jednego okresu ruchu wynosi od 5 minut do 4 godzin, przyczem, jak to wynika z załączonego narysu (Rys. 2), w ciągu jednego okresu ruchowego zwierzę porusza się bezustannie. Dokonane pomiary, które wykazują nierównomierny rozkład ruchów w dłuższych okresach czasu, pozwalają zrozumieć źródło wahań w natężeniu przemian między kolejnymi dobami, stwierdzone w pomiarach chemicznych.

Metody chemiczne.

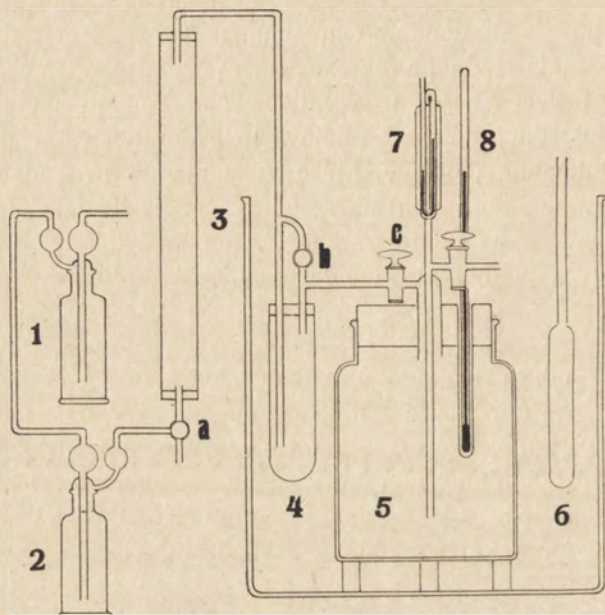
Azot i białko. W doświadczeniach, w których robiono oznaczenia azotu wydalini i prowadzono pomiary oddechowe, zaskrońce zawsze znajdowały się w szklanym zbiorniku, z którego można było dokładnie zebrać wydaliny oddane przez zwierzę w czasie doświadczenia. Ponadto w końcu każdego pomiaru, trwającego zazwyczaj 48 godzin, przepłukiwałem stek zaskrońca wodą w celu usunięcia resztek niewypróżnionych, dołączając je do ogólnej ilości wydalini, zebranych ze zbiornika. W otrzymanych tą drogą wydalinach, a także w substancji suchej ciała oraz w zrzuconej skórze oznaczałem azot metodą Kjeldahla, zaś mnożąc otrzymany azot przez 6,25, obliczałem białko.

Węgiel i tlen. Wartość dla węgla białkowego otrzymywałem, mnożąc wyznaczoną ilość azotu przez 3,28. Przyjmując, że cały azot wydalini występuje w postaci kw. moczowego, obliczałem ilość węgla moczowego, mnożąc azot przez liczbę 1,07¹⁾. Węgiel w substancji suchej oraz w skórze oznaczałem drogą spalania w bombie kalometrycznej.

¹⁾ Postępowanie takie usprawiedliwiają zgodne dane rozmaitych autorów co do składu chemicznego moczu węzów. Przytaczam tutaj skład moczu pytona według Boussingaulta ('50).

| | | | |
|---------------------|-------|---------------|-------|
| Kwas moczowy | 46,3% | Tłuszcze | 0,2% |
| Amonjak | 0,9% | Białka | 1,0% |
| Fosforany Ca, Mg, K | 5,4% | Woda i straty | 46,0% |

Wydzielany w okresie doby CO_2 oraz pochłonięty w tym czasie O_2 mierzyłem w przyrządzie oddechowym przedstawionym na rys. 3. Zwierzę umieszczałem w zbiorniku (5), przez który przed rozpoczęciem doświadczenia przepuszczałem powietrze, zdążające przez płuczkę 1 (z 33% Na OH) i 2 (ze stężonym H_2SO_4), przez rurę szklaną (3), wypełnioną ziarnistym wapnem



Rys. 3. Przyrząd do pomiarów oddechowych: 1 i 2 płuczki, 3 rura wypełniona wapnem sodowanym; 4 płuczka; 5 zbiornik; 6 termoregulator; 7 manometr; 8 termometr; a kran trójdrożny, umożliwiający połączenie rury 3 z płuczką 2 lub z otaczającym powietrzem; b kran, umożliwiający przepływ powietrza z pominięciem płuczki; c kran prowadzący do zbiornika. (Fig. 3. Appareil servant aux expériences respiratoires. 1 — 2 Flacons laveurs. 3 Tube rempli de chaux. 4 Flacon laveur. 5 Récipient dans lequel séjourne le serpent. 6 Thermorégulateur. 7 Manomètre. 8 Thermomètre. a Robinet à trois voies permettant de relier le tube 3 au flacon laveur 2, ou à l'air extérieur. b Robinet permettant à l'air de circuler sans passer par le flacon laveur. c Robinet).

sodowanym. Na dalszej drodze powietrze już pozbawione CO_2 , NH_3 i pary wodnej napotykało płuczkę (4), przez którą przechodziło, o ile kran *b* był zamknięty. Wreszcie przez kran *c* powietrze dostawało się do zbiornika, z którego płynęło do pompy.

Po upływie 30 minut zamykałem kran, prowadzący do pompy. Otwierając trójdrożny kran *a* oraz kran *b*, równoważyłem ciśnienie gazów w zbiorniku z ciśnieniem zewnętrznym. W momencie wyrównania się ciśnień (t. j. po ustawieniu rtęci w manometrze 7 na zerze) zamykałem krany *a*, *b* i *c*, odczytywałem termometr 8 oraz barometr, licząc od tej chwili początek doświadczenia.

W końcu doświadczenia, trwającego średnio 22—23 godzin, po odczytaniu termometru, manometru i ciśnienia barometrycznego pobierałem ze zbiornika pewną ilość gazu nad rtęcią do pipety, z której brałem próbki dla oznaczenia procentowej zawartości CO₂ w przyrządzie Tobiesena do analizy gazów.

Na zasadzie powyższych danych, redukując zawarte w zbiorniku ilości gazów do objętości normalnej, obliczałem objętość wydzielonego CO₂, zaś z różnicy objętości normalnych na początku i w końcu doświadczenia, zmniejszonej o objętość CO₂, wyliczałem zużyty tlen oraz współczynnik oddechowy.

W serjach, w których tlen nie był uwzględniany, CO₂ wyznaczałem przez pochłonięcie w $\frac{n}{10}$ Ba(OH)₂ w rurach Petenkoffera.

Suchą masę oznaczałem, susząc zwierzęta do wagi stałej w powietrzu i następnie dosuszając próbkę takiej substancji w suszarce próżniowej o temp. 35° C do stałej wagi.

Kwasy tłuszczowe określałem metodą Kumagawy i Suty ('07).

Popiół—metodą wyżarzania substancji suchej lub spalania w bombie kalorymetrycznej.

Zmiany w składzie chemicznym zwierząt głodzonych.

W celu zbadania udziału poszczególnych grup związków organicznych (białek i tłuszczów) w przemianie głodowej wykonałem szereg analiz ciała całych zwierząt, znajdujących się w różnych stadiach głodu. Zwykle do analiz brałem te zwierzęta, których poprzednio używałem do doświadczeń nad przemianą gazową i azotową. W ostatnim dniu serji zwierzę zachloroformowane rozdrabniałem i po wysuszeniu na łaźni wodnej ucierałem w moździerz. Niestety, gruba skóra zaskrońców z wielką trud-

nością daje się zetrzeć zaledwie na większe kawałki. Ta okoliczność przyczynia wiele trudności w pobieraniu jednolitych próbek do analizy chemicznej, prowadząc do większych różnic między równoległymi oznaczeniami. Poniższa tabela I ilustruje wyniki tych analiz.

T A B E L A I.

Wyniki analiz chemicznych ciała zwierząt, badanych po ukończeniu serii pomiarów azotowo-oddechowych.

(Les résultats d'analyses chimiques des animaux tués à la fin des expériences respiratoires et azotées).

| № zwierzęcia
(№ de l'animal) | Kolejny dzień głodu
w chwili zabicia
(Jour de l'inanition à la
fin de l'expérience) | C | Waga żywa w dniu
zabicia w g.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Sucha masa w g.
(Substance sèche) | W % suchej masy
(En % de la substance sèche) | | | | C
N |
|---------------------------------|--|----|---|--------------------------------------|---|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|--------|
| | | | | | Popiół
(Cendre) | Azot
(Azote) | Białko
(N x 6,25)
(Protéines) | Tłuszcz
(Graisses) | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 51 | 25 | 115,35 | 34,243 | 15,47 | 9,83 | 61,44 | 13,64 | 4,55 |
| 2 | 137 | 25 | 35,99 | 8,244 | 26,18 | 10,11 | 63,18 | 7,34 | — |
| 3 | 137 | 25 | 44,52 | 10,241 | 27,82 | 10,28 | 64,50 | 5,92 | — |
| 4 | 249 | 20 | 38,30 | 9,155 | 29,87 | 10,98 | 68,62 | 3,44 | 3,50 |

Jak widzimy z powyższej tabeli, procentowa zawartość popiołu, głównego składnika tkanki szkieletowej, zwiększa się w miarę trwania głodu. U zaskrońca czwartego jest ona prawie dwa razy większa niż u pierwszego. Świadczy to o zredukowaniu składników organicznych tkanek pozostałych. Z tych ostatnich wybitnemu zużyciu ulegają tłuszcze. Zwierzę czwarte wykazuje procentową zawartość tłuszczów prawie czterokrotnie mniejszą, niż zwierzę pierwsze.

Tak różnych ilości tłuszczów, obecnych w omawianych zwierzętach, nie można złożyć na karb wahań indywidualnych. Również mało prawdopodobne wydaje się, aby procentowa zawartość tych związków u zaskrońców pozostawała w prostej zależności do wagi (masy) całego organizmu, zwłaszcza jeśli porównamy wyniki analiz zwierzęcia drugiego i trzeciego. Natomiast jeśli przypuścimy, że substancja, której procentowa zawartość w ciele ulega redukcji, łatwiej niż inne pociągana jest do rozkładu,

występowanie drobnych ilości tłuszczów w ciele zwierząt głodzonych w ciągu dłuższego czasu stanie się oczywiste. W tem oświetleniu tłuszczom należy przypisać rolę substancji, ochraniającej rozpad białka.

Przemiana węgla i azotu. Współczynnik oddechowy.

Wyniki analiz węgla i azotu oraz znalezione współczynniki oddechowe są podane w tabelach od III do X włącznie, umieszczonych w końcu niniejszej pracy.

Poszczególne doświadczenia w serjach trwały około 48 godzin. Otrzymane w tym czasie wydaliny analizowałem na zawartość azotu (por. Metody chemiczne). Natomiast tylko w czasie pierwszej lub drugiej doby wspomnianego doświadczenia azotowego wyznaczałem węgiel, wydzielany w postaci CO_2 , oraz w serjach 2, 3, 4, 7, 8 i 9 tlen, pobrany przez zwierzęta. Aby wyłączyć wpływ płci, ustawiałem z reguły równoległe doświadczenia na samcu i samicy (por. odnośne tabele).

Użyte do pomiarów w serji 1, 2, 5 i 6 zwierzęta liniały w okresie doświadczeń, skutkiem czego tylko część oznaczeń możemy zużytkować do wyjaśnienia charakteru podstawowej przemiany głodowej. Zmianom w metabolizmie podczas linek poświęcimy rozdział VII.

W poniższym rozbiorze wyników interesował mnie przede wszystkim stosunek węgla do azotu, jako najlepiej charakteryzujący udział związków azotowych i bezazotowców.

W okresie wczesnego głodu znalezione wartości stosunku wydalanych C i N wahają się około 10. Więc w pierwszych pięciu doświadczeniach serji 1, tab. III (następne przypadają na czas linienia), trwającej od 27 kwietnia do 6 czerwca i przypadającej na okres głodu od 10 do 51 dnia, stosunek C/N waha się w granicach 9,22 — 10,57. Wartość średnia wyprowadzona z wszystkich pięciu doświadczeń = 9,78 (tabela III). W czasie serji 2, prowadzonej od 10 do 20 lipca, zwierzę przechodziło linkę, natomiast inne zaskrońce badane w listopadzie i grudniu, nad którymi dokonane pomiary stanowią treść serji 3 i 4 (tabela V i VI), nie liniały. Wahania stosunku wydzielanych na dobę ilości węgla i azotu mieszczą się w obrębie 14,22 — 7,11; wartość średnia wyprowadzona z wszystkich pomiarów = 10,55.

Od połowy stycznia do końca lutego prowadziłem serie 5 i 6 (tabela VII i VIII). Obydwa zaskrońce liniały, z powodu czego w serii 5 dadzą się zużytkować na tem miejscu doświadczenia 1 do 5, z których średnia wyprowadzona dla $C/N = 7,46$, wahania natomiast od 4,07 do 10,16. Z pomiarów serii 6 możemy zaczerpnąć dane z pierwszych siedmiu doświadczeń. Średnia stosunku $C/N = 6,39$, wahania od 3,99 do 8,10. W porównaniu do zwierząt badanych w serjach 1 — 4 zaskrońce z cyklu doświadczeń 5 i 6 wykazały o wiele niższą wartość ilorazu C/N (w 5 — 7,46, w 6 — 6,39), nadto dla serii 5 i 6 charakterystyczna jest duża skala wahań (przeszło 100%) wartości C/N . Ostatnio przytoczony fakt znajduje swe uzasadnienie w okoliczności, że do pomiarów wzięto węże, przebywające w temperaturze pracowni (11—13° C), i przeniesiono je bezpośrednio do aparatu o ciepłocie 25° C. Przystosowywanie się zwierzęcia do tych nowych warunków, w których ilość związków bezazotowych bierze większy udział, widoczne jest zwłaszcza w serjach 5 i 6 (por. rys. 4 i 5). Natomiast powodem obniżenia się wartości stosunku C/N jest znacznie mniejsza ilość obecnych tłuszczów w ciele tych zaskrońców, jak to wykazały analizy podane na tabeli I. Oznaczony № 2 zaskrońiec był użyty do serii 5, zaś № 3—do serii 6.

Z porównania wszystkich tu przytoczonych danych wnioskuję, że dla głodzonych i pozostających w temp. 25° C zaskrońców o zawartości tłuszczu około 13% masy suchej stosunek wydzielonego w ciągu doby węgla do azotu oscyluje dokoła wartości 10 (por. tabele I wąż I oraz tabele III i V). U zwierząt, w których procentowa zawartość tłuszczów jest znacznie w stosunku do omawianych przed chwilą ograniczona, bo wynosi 7% masy suchej, ujawnia się redukcja wydzielanego węgla, skutkiem czego wartość C/N utrzymuje się poniżej liczby 10.

To zmniejszenie się rozpadu bezazotowców bynajmniej nie pozostaje w stosunku prostym do ilości obecnego w tkankach tłuszczu.

Fakt ten nasuwa dalszy wniosek, mianowicie, że ilość związków bezazotowych, biorących udział w przemianie materji pierwszego okresu głodu¹⁾, nie jest proporcjonalna do zawartości tłuszczu w tkankach zwierzęcia.

¹⁾ Jak to wynika z tabel VII i VIII, pierwszy okres głodu u zaskrońców w temperaturze okresowo zmiennej od 12—25° C trwa około 120 dni.

Odmienny obraz przedstawiają tabele IX i X. Ilustrują one rezultaty pomiarów dokonanych w serji 7, 8 i 9. Muszę jednak zaznaczyć, że wydaliny użytych do tych doświadczeń zaskrońców nie były wypłukiwane ze steku, skutkiem czego występują między poszczególnymi oznaczeniami duże wahania w ilości azotu.

W serji 7 różnice te mieściły się w obrębie od 3,59 do 8,48 mg azotu na dobę. Z tego powodu do wszelkich rachunków nad wynikami tej serji używam wartości przeciętnej, wprowadzonej ze wszystkich pomiarów. Wynosi ona 6,33 mg azotu na dobę. Narzuciła się teraz konieczność obliczenia wartości średniej dla węgla. Znalazłem ją równą 29,03 mg na dobę. Wobec tego stosunek C/N wyraża liczba 4,58. Załączone na tabeli X dane są wyjęte z serji 8 i 9. Potwierdzają one słuszność wyników serji 7.

Porównanie tych danych z tabelą I (wąż 4) wskazuje, że obecność niewielkich ilości tłuszczu w organizmie wywiera decydujący wpływ na udział związków bezazotowych w przemianie głodowej. Stosunek C/N, równy 4,58, świadczy, że na 3,28 mg węgla białkowego wydaliny przypada zaledwie 1,3 mg węgla bezazotowego, gdy w serjach wyżej omawianych na 3,28 mg węgla białkowego przypadało średnio 6,72 mg węgla niebiałkowego ($C/N = 10,0$).

Streszczając powyższą dyskusję, stwierdzamy, że w okresie wczesnego głodu oraz w obecności w organizmie zaskrońca tłuszczów w ilości, stanowiącej około 10% substancji suchej, w temp. 25°C ilość węgla pochodzącego z rozpadu związków bezazotowych jest przeciętnie dwukrotnie większa od ilości węgla białkowego.

Natomiast w czasie głodu daleko posuniętego, kiedy masa tłuszczu zmniejsza się do ilości równej około trzem procentom substancji suchej, waga węgla powstałego z rozpadu związków bezazotowych wynosi około $\frac{1}{3}$ masy węgla białkowego.

Rezultaty pomiarów współczynnika oddechowego, prowadzonych w serjach 2, 3, 4, 7, 8 i 9, dzielimy, zgodnie z ich treścią, na dwie części. Pierwsza—obejmuje okres wiosenno-letni, niezależnie od tego, czy zwierzę znajduje się w stadium wczesnego lub późnego głodu. Drugi okres odpowiada miesiącom zimowym.

Na okres pierwszy przypadają serje 2, 7, 8 i 9. Z serji drugiej, w czasie której zwierzę liniało, możemy uwzględnić tylko pomiary 3, 4 i 5 (tabela IV). Średnia wartość dla stosunku CO_2/O_2 wynosi 0,708; wahania od 0,70 do 0,73.

Zupełnie analogiczne rezultaty dostarczają nam trzy pozostałe serje 7, 8 i 9. Badane w nich zwierzęta znajdowały się już w daleko posuniętym głodzie, wartość przeciętna współczynnika oddechowego, obliczona z ostatnio wymienionych cyklów doświadczeń, równa jest 0,71; obserwowane odchylenia wynosiły 0,65—0,82. A więc dostrzegane tutaj odchylenia właściwie znajdują wyraz w obszerniejszej nieco amplitudzie wahań, natomiast średnia wartość, wyprowadzona z tych doświadczeń, pozostaje ta sama, co w serji poprzednio omawianej.

W porze zimowej uwidocznia się nieznaczne obniżenie wartości stosunku CO_2/O_2 . Wyprowadzona z serji 3 średnia dla ilorazu wydzielanego CO_2 i pochłanianego tlenu przez zwierzę, które było głodzone zaledwie w ciągu 81 dni, równa jest 0,66, podczas gdy odchylenia maksymalne wynosiły 0,74—0,64 (tabela V).

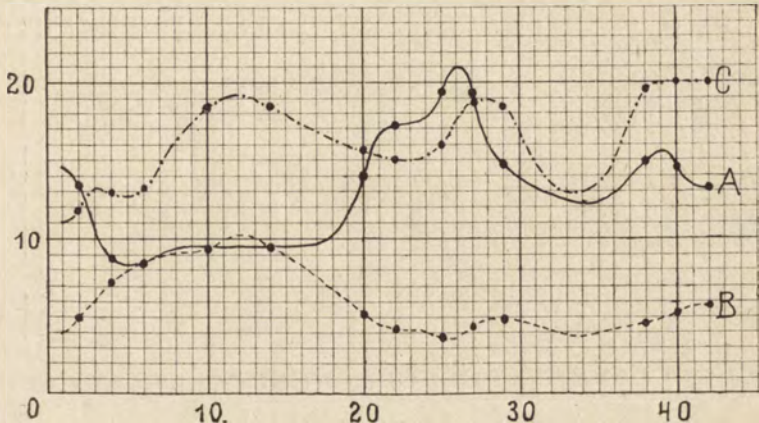
Obniżenie współczynnika oddechowego w porze zimowej było obserwowane przez licznych badaczy (Regnault i Reiset ('49), Weinland i Riehl ('07), Hári ('09) i inni).

Pomiary oddechowe, dokonywane przez wspomnianych autorów w temperaturach niskich (+ kilku stopni), stwierdziły z dużą zgodnością opadanie wartości liczbowej CO_2/O_2 znacznie poniżej 0,7. Cyfry przezemnie otrzymane zdają się wskazywać, że nawet w temperaturze 25°C uwydatnia się wpływ okresu, spędzanego zazwyczaj przez zwierzęta w stanie snu zimowego.

O przemianie materji w czasie linienia zaskrońców.

We wszystkich serjach, w czasie których zaskrońce liniały, mianowicie od chwili zmętnienia łusek na stronie brzusznej do momentu zrzucenia skóry, bezwzględna ilość wydzielanego azotu znacznemu ulega zwiększeniu. Punkt maksymalny w natężeniu rozpadu związków azotowych przypada na dobę, w której następuje zupełne odczepienie się dawnej skóry od nowoutworzonej. Równocześnie z nakreślonym przebiegiem powiększania się azotu wydalinyowego rozpoczyna się proces przeciwny — ograni-

ezanie w wydalaniu węgla pochodzącego z rozkładu bezazotowców. Obydwa te procesy ilustrują rysunki 4 i 5. Linja ciągła *A* na rys. 4 przedstawia przebieg zmian w ilości wydalonego azotu przez zaskrońca, badanego w serji 5 (tabl. VI) oraz umieszczony w tabeli I pod № 2.

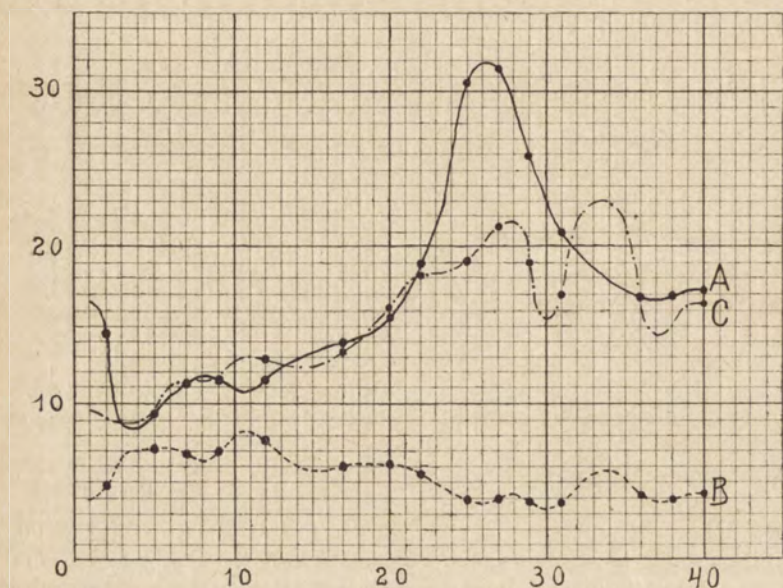


Rys. 4. Wykres azotu wydalinyowego, liczbowej wartości C/N oraz węgla całkowitego z serji 5. Linja ciągła (—) *A* oznacza ilość azotu wydalinyowego w mg na dobę; linja przerywana (-----) *B* — liczbową wartość stosunku C/N; linja przerywana (—·—·) *C* — węgiel całkowity, obliczony w gramach na dobę i kg, żywej wagi. Kratka pozioma odpowiada dobie; kratka pionowa dla linii *A* odpowiada 1 mg, zaś dla linii *C*—0,1 g. Punkty na liniach oznaczają chwile ukończenia poszczególnych doświadczeń.

(Fig. 4. Série № 5. Courbes représentant: l'excrétion de l'azote; la valeur du quotient C/N; l'excrétion totale de C. *A* (—) quantité d'azote excrétée par l'animal en 24 heures (milligrammes). *B* (-----) valeur du quotient C/N. *C* (—·—·) Quantité totale de C excrété par 1 kg de poids vivant en 24 heures (grammes). Sur l'abscisse, la graduation correspond à 24 heures de temps. Sur l'ordonnée, la graduation correspond pour la courbe *A*—à 1 mg, pour la courbe *C*—à 0,1 g. Les moments où les expériences particulières ont été interrompues, sont marqués sur les courbes par des points).

Podobnie, na rysunku 5 linja *A* dotyczy azotu, wydalanego przez zwierzę z serji 6 (tabl. VIII por. też № 3 tabl. I). Linja kropkowana *B* przedstawia na obydwu rysunkach wahania liczbowej wartości stosunku wydalanego węgla do azotu (C/N). Wreszcie linja przerywana *C* ilustruje ilości węgla całkowitego (wydalanego w CO₂ i w moczu), obliczone na dobę i kilogram

żywej wagi zwierzęcia. Ta ostatnia krzywa (C rys. 5 i 6) wymownie podkreśla istotę zmian w charakterze przemiany głodowej w czasie linienia, stwierdza bowiem, iż natężenie przemiany



Rys. 5. Wykres azotu wydaliny, liczbowej wartości C/N oraz węgla całkowitego z serii 6. Linia ciągła (—) A oznacza ilość azotu wydaliny w mg na dobę; linia przerywana (-----) B — liczbowa wartość stosunku C/N; linia przerywana (. . .) C — węgiel całkowity, obliczony na dobę i kg żywej wagi. Kratka pozioma odpowiada dobie; kratka pionowa dla linii A odpowiada 1 mg, zaś dla linii C — 0,1 g. Punkty na liniach oznaczają chwile ukończenia poszczególnych doświadczeń.

(Fig. 5. Série № 6. Courbes représentant: l'excrétion de l'azote; la valeur du quotient C/N; l'excrétion totale de C. A (—) quantité d'azote excrété par l'animal en 24 heures (milligrammes). B (-----) valeur du quotient C/N. C (. . .) Quantité totale de C excrété par 1 kg de poids vivant en 24 heures (grammes). Sur l'abscisse, la graduation correspond à 24 heures de temps. Sur l'ordonnée, la graduation correspond: pour la courbe A — à 1 mg pour la courbe C — à 0,1 g. Les moments où les expériences particulières ont été interrompues sont marqués sur les courbes par des points).

(mierzone ilością wydalanego węgla całkowitego), aczkolwiek się waha, to jednak ograniczeniu nie podlega.

W tymczasowej interpretacji omawianego zjawiska, poda-

nej powyżej, wyszedłem z założenia, iż oznaczony w wydalinach azot pochodzi z rozkładu drobiny białka, że zatem z całkowitego węgla wydalanego w postaci CO_2 wypada na konto białek policzyć ilość, otrzymaną z iloczynu wartości dobowej azotu przez 2,21 (3,28 — 1,07).

W tym świetle proces kieratynizacji żyjącej części tkanki skórnej idzie w parze z dezintegracją dodatkowych ilości białek w stosunku do zwykłej przemiany głodowej.

Na pytanie, jaki jest stosunek między obydwoma wzmiankowanymi procesami, brak nam na razie odpowiedzi. Jedno tylko wydaje się prawdopodobne, mianowicie, że owa jakby dodatkowo ulegająca rozpadowi ilość białka nie jest proporcjonalna do masy (wagi) zwierzęcia.

Dokładnie oddają to ilości azotu, obliczane na dobę i kilogram (por. tabele III, VII i VIII). W serji 1 (tab. III) za przeciętne natężenie rozpadu ciał azotowych możemy uważać to, które odpowiada ilościom azotu od 0,131 do 0,138 mg, obliczanym na dobę i kilogram żywej wagi. Odpowiednie do powyższych wartości z serji 5 (tab. VII) wynoszą 0,159 — 0,197, zaś w serji 6 (tab. VIII) od 0,156 do 0,238. Natomiast maksymalne ilości azotu znalezione w czasie tych linek i obliczane, jak wyżej, na dobę i kilogram są następujące: w serji 1—0,214, w 5—0,485 i w serji 6 — 0,557. Z cyfr tych wynika, że gdy w serji pierwszej największa ilość azotu w czasie zrzucania skóry wynosi niespełna 100% przeciętnej dla okresów bezlinieniowych, w serji piątej oscyluje ona dokoła 270%, zaś w serji 6 — dokoła 280%.

Porównanie rezultatów powyższych przeliczeń z wynikami analiz zwierząt, użytych do omawianych doświadczeń (tab. I wąż 1, 2 i 3), nasuwa przypuszczenie, iż stopień natężenia przemiany białkowej (mierzonej ilością azotu, obliczaną na dobę i kg. żywej wagi) w czasie zrzucania skóry pozostaje w zależności od masy tłuszczów, zawartych w organizmie. Uwidoczniają to rysunki 4 i 5.

Wnioski.

Z prac Püttera ('08) i Białaszewicza ('19), wykonanych na zwierzętach zmiennocieplnych, wynika, że ilość spalających się w czasie głodowej przemiany białek i tłuszczów jest prawie dokładnie proporcjonalna do zawartości związków tych w ciele. Odmienne przedstawia się obraz przemiany głodowej u stałocieplnych, będących przedmiotem licznych badań, przeważnie dawniejszych autorów (C. Voit '81, Pettenkofer '66 — '69, Rubner '81, E. Voit '01 i inni).

Charakter metabolizmu tych zwierząt, pomijając spalające się bardzo intensywnie w pierwszych dniach głodu węglowodany, zależy od ilości obecnego w tkankach ponad pewne minimum tłuszczu. Skoro warunek ten jest spełniony, tłuszcz zapasowy, w myśl poglądów Białaszewicza, ulegając łatwej oksydacji, nadaje specjalny charakter przemianie materji. Uzależniając gromadzenie zapasów takiego plastycznego tłuszczu od zdolności termoregulacyjnych, autor ten (1919 str. 102) wypowiada pogląd, że gady mogłyby wykazywać typ przemiany przejściowej.

T A B E L A II.

| № zwierzęcia
(№ de l'animal) | Kolejny dzień głodu
w chwili zabicia
(Jour de l'insanition à la fin
de l'expérience) | Żywa waga w dniu zabicia
(Poids de l'animal à la fin
de l'expérience) | Skład chemiczny ciała zwierząt
w % masy organicznej
(Composition chimique de corps
en % de substance organique) | | | Udział % w prze-
mianie
(% de participation au
metabolisme total) | |
|---------------------------------|---|---|--|------------------------|--|--|------------------------|
| | | | Białko
(Proteïne) | Tłuszcze
(Graisses) | Reszta
nieoznaczona
beazotowa
(Substances or-
ganiques non
azotées) | Białko
(Proteïne) | Tłuszcze
(Graisses) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 51 | 115,35 | 72,70 | 16,13 | 11,17 | 42,60 | 57,40 |
| 2 | 249 | 38,30 | 95,22 | 4,18 | 0,60 | 78,50 | 21,50 |

Poszukiwania moje, zestawione w pracy niniejszej, potwierdziły istnienie tego typu przejściowego. W typie tym u zaskrońców, a być może i u innych gadów, tłuszcze, nabierając roli łatwo rozkładalnego materiału, wpływają na znaczne ograniczenie rozpadu białka. Ilustruje to

tabela II. W kolumnie 4 i 5 podano zawartość białek i tłuszczów w ciele, obliczoną w procentach masy organicznej. Liczby kolumny 7 i 8 wyrażają ilość równocześnie spalonego białka i tłuszczów, obliczone z danych tabeli III i IX.

W powyższym ujęciu procesów głodowej przemiany materji pominęłam zjawisko linienia. Do wyjaśnienia istoty tego procesu brak mi na razie dostatecznego materiału doświadczalnego. Atoli fakt, że linienie występuje w rozmaitych stanach odżywiania, przemawia za głębszym związkiem procesu odnowy skóry z naturą zachodzących w ciele zaskrońców przemian katabolicznych.

Zestawienie wyników.

- 1°. Ruchy zaskrońców w temp. 25° C i w czasie od 130 do 150 dnia głodu mają charakter „wybuchowy“. Ilość faz ruchu na dobę waha się od 0—3. Długość fazy ruchu nie przekracza trzech godzin.
- 2°. Skład chemiczny zaskrońców zmienia się w czasie głodu tak, że % popiołu w substancji suchej po upływie około 150 — 250 dni głodu podwaja się, % azotu tylko słabemu ulega zwiększeniu, zaś % tłuszczów redukuje się do $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$.
- 3°. Zaskrońce nieliniejące we wczesnych stadjach głodu w temp. 25° C wykazują w produktach przemiany materji stosunek $C/N = 9,5 - 10,5$, zaś w stadjach późnego głodu — 4,58. Świadczy to o intensywniejszym rozpadzie związków bezazotowych niż azotowych we wczesnym głodzie.
- 4°. Stosunek CO_2/O_2 w temp. 25° C, obserwowany w porze letniej, tak we wczesnych, jak i późnym głodzie, nie ulega jednokierunkowej zmianie. Średnio-wartość współczynnika oddechowego w okresie letnim wynosi 0,71, zaś w okresie zimowym — 0,67.
- 5°. W czasie linienia wartość stosunku C/N ulega zmniejszeniu i w stwierdzonych przypadkach waha się od 5 do 3,6. Zmniejszenie się wartości tego stosunku jest wynikiem wzmożenia się rozpadu białka, związanego z budową skóry.

T A B E L A III.

Serja 1. Zwierzę (♀) schwytane 16.IV. Do dnia 25.IV pozostawało bez pokarmu w terarium pracowni.
 (Série 1. Animal (♀) saisi 16.IV. Il séjournait jusque 25.IV sans nourriture dans une cage de laboratoire).

t = 25° C

| № doświadczania
(№ d'expérience) | Kolejny dzień głodu
(Jour de l'inanition) | Data ukończenia doświad-
czenia (Date terminale de
l'expérience) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
azotée) | Czas trwania doświad-
czenia oddechowego
(Durée d'expérience
respiratoire) | Waga zwierzęcia w koi-
cu doświadczeni w g.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Ilości całkowite
(Quantités totales)
mg | | W 24 godzinach
(Pour 24 heures)
mg | | | C
N | 12 | 13 |
|-------------------------------------|--|--|---|---|---|---|------------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|--------|-------|----|
| | | | | | | C
z CO ₂ | N
Wydalin
(Desassi-
milé) | C
z CO ₂ | C
Wydalin
(Desassi-
milé) | N
Wydalin
(Desassi-
milé) | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 1 | 10-11 | 27.IV | 48 | 47½ | 157,70 | 326,7 | 39,0 | 178,6 | 20,8 | 19,5 | 9,43 | 0,131 | |
| 2 | 12-13 | 29.IV | 48 | 48 | 156,8 | 357,3 | 41,3 | 178,6 | 22,1 | 20,6 | 9,70 | 0,138 | |
| 3 | 14-15 | 1.V | 48 | 48 | 156,5 | 330,8 | 43,0 | 165,4 | 23,0 | 21,5 | 8,75 | 0,131 | |
| 4 | 16-17 | 3.V | 46 | 46 | 151,9 | 363,4 | 38,1 | 189,6 | 21,3 | 19,9 | 10,59 | 0,136 | |
| 5 | 18-19 | 5.V | 49 | 49 | 147,4 | 366,2 | 41,0 | 179,3 | 21,5 | 20,1 | 9,99 | 0,131 | |
| 6 | 20-22 | 8.V | 71 | 71 | 144,6 | 472,1 | 56,1 | 159,6 | 20,2 | 18,9 | 9,48 | 0,148 | |
| 7 | 23-24 | 10.V | 45 | 45 | 142,7 | 299,2 | 39,6 | 159,5 | 22,6 | 21,1 | 8,61 | 0,143 | |
| 8 | 25-26 | 12.V | 48½ | 46½ | 141,0 | 341,5 | 40,9 | 176,2 | 21,6 | 20,2 | 9,76 | 0,134 | |
| 9 | 27-29 | 15.V | 67½ | 66½ | 137,2 | 380,5 | 51,9 | 137,3 | 19,7 | 18,4 | 8,50 | 0,160 | |
| 10 | 30-31 | 17.V | 51½ | 51½ | 135,6 | 322,3 | 46,5 | 150,2 | 23,2 | 21,7 | 7,98 | 0,149 | |
| 11 | 32-33 | 19.V | 47 | 47 | 134,2 | 290,3 | 39,3 | 148,2 | 21,1 | 20,1 | 8,44 | 0,172 | |
| 12 | 34-35 | 21.V | 48½ | 48½ | 132,15 | 286,2 | 46,8 | 141,6 | 24,7 | 23,1 | 7,18 | 0,176 | |
| 13 | 36-37 | 23.V | 45 | 45 | 132,15 | 255,6 | 43,6 | 136,3 | 24,9 | 23,3 | 6,92 | 0,214 | |
| 14 | 38-39 | 25.V | 47½ | 47½ | 123,65 | 297,6 | 52,4 | 141,4 | 28,3 | 26,4 | 6,40 | 0,208 | |
| 15 | 40-41 | 27.V | 49 | 49 | 120,30 | 311,5 | 51,1 | 152,5 | 26,8 | 25,0 | 7,16 | 0,171 | |
| 16 | 42-43 | 29.V | 45 | 45 | 118,80 | 244,6 | 35,6 | 130,4 | 20,3 | 18,9 | 7,94 | 0,127 | |
| 17 | 44-46 | 1.V | 74 | 74 | 118,50 | 401,7 | 46,4 | 130,3 | 16,0 | 15,0 | 9,73 | 0,080 | |
| 18 | 47-51 | 6.V | 114½ | 114½ | 115,35 | 607,6 | 43,9 | 127,3 | 9,8 | 9,2 | 14,91 | | |

T A B E L A IV.

Serja 2. Zwierzę (♂) schwytane 29.V. Do dnia 10.VII pozostawało bez pokarmu w terarium pracowni.

(Série 2. Animal (♂) saisi 29.V. Il séjournait jusque 10.VIII sans nourriture dans une cage de laboratoire).

t = 25° C

| № doświadczenia
(№ d'expérience) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ilości całkowite
(Quantités totales) | | | W 24 godzinach
(Pour 24 heures) | | C | | N na 1 kg.
i 24 gr.
w g.
N pour 1 kg.
du corps
et pour
24 h. |
|-------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-------|---|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------------|-------------------------------------|--|
| | | | | | | | N
mg | CO ₂
cm ³ | O ₂
cm ³ | CO ₂ | O ₂ | C
z CO ₂ | C
Wydalini
(Desassi-
mité) | |
| 1 | 44 | 46 | 48½ | 46 | 19½ | 76,26 | 106,3 | 148,5 | 0,71 | 74,2 | 25,8 | 24,1 | 4,45 | 0,316 |
| 2 | 46 | 46 | 48½ | 46 | 19½ | 70,25 | 147,1 | 208,9 | 0,70 | 97,4 | 22,1 | 20,6 | 5,78 | 0,294 |
| 3 | 48 | 46 | 46 | 46 | 10½ | 67,63 | 56,0 | 78,0 | 0,71 | 68,8 | 17,5 | 16,3 | 6,71 | 0,242 |
| 4 | 50 | 46 | 46½ | 46½ | 20½ | 67,10 | 155,7 | 219,8 | 0,70 | 95,4 | 19,4 | 18,1 | 6,21 | 0,271 |
| 5 | 52 | 48½ | 48½ | 48½ | 8½ | 66,44 | 144,1 | 205,0 | 0,70 | 91,8 | 65,6 | 15,3 | 7,41 | 0,231 |
| | | | | | 20 | 66,44 | 140,6 | 199,4 | 0,70 | 97,4 | 16,4 | 15,3 | 7,41 | 0,231 |

T A B E L A V.

Serja 3. Zwierzę (♂) schwytane 20.IX. Do dnia 23.XI pozostawało bez pokarmu w terarium pracowni.

(Série 3. Animal (♂) saisi 20.IX. Il séjournait jusque 23.XI sans nourriture dans une cage de laboratoire).

t = 25° C

| № doświadczania
(№ d'expérience) | Kolejny dzień głodu
(Jour de l'inanition) | Data ukończenia do-
świadczenia do-
świadczenia (Date terminale de
l'expérience) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
azotée) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
respiratoire) | Waga zwierzęcia w kon-
cu doświadczania w g.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Ilości całkowite
(Quantités totales) | | | CO ₂ | | W 24 godzinach
(Pour 24 heures) | | | C
N | | N na 1 kg. i 24 g. w R.
de l'animal et pour
24 h. | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|---|--|---|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|----|---|----|----|----|
| | | | | | | N
mg | CO ₂
cm ³ | O ₂
cm ³ | CO ₂ | O ₂ | C
z CO ₂ | C
Wydalin
(Desassi-
milé) | N
Wydalin
(Desassi-
milé) | 11 | 12 | | 13 | 14 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 65-67 | 25.XI | 71 $\frac{1}{4}$ | 28 $\frac{1}{2}$ | 81,00 | 19,34 | 156,10 | 234,2 | 0,66 | 71,74 | 6,95 | 6,50 | 12,10 | 0,080 | | | | | |
| 2 | 68-69 | 27.XI | 46 $\frac{1}{2}$ | 21 | 81,25 | 14,16 | 156,10 | 229,1 | 0,68 | 96,05 | 7,80 | 7,30 | 14,22 | 0,089 | | | | | |
| 3 | 70-71 | 29.XI | 48 $\frac{1}{2}$ | 23 | 81,50 | — | 99,62 | 147,4 | 0,67 | 55,95 | — | — | — | — | | | | | |
| 4 | 72-73 | 1.XII | 45 $\frac{1}{2}$ | 23 | 82,13 | 15,69 | 123,60 | 185,7 | 0,66 | 59,39 | 8,84 | 8,27 | 9,45 | 0,100 | | | | | |
| 5 | 74-75 | 3.XII | 48 | 22 | 80,20 | 15,62 | 125,2 | 189,9 | 0,65 | 71,04 | 8,35 | 7,81 | 10,16 | 0,097 | | | | | |
| 6 | 76-77 | 5.XII | 50 $\frac{1}{2}$ | 39 $\frac{1}{4}$ | 80,58 | 14,34 | 128,4 | 192,3 | 0,66 | 42,34 | 7,49 | 7,00 | 7,12 | 0,086 | | | | | |
| 7 | 78-79 | 7.XII | 47 | 22 | 80,50 | 13,27 | 104,51 | 160,6 | 0,65 | 61,40 | 7,24 | 6,77 | 10,13 | 0,084 | | | | | |
| 8 | 80-81 | 9.XII | 47 $\frac{1}{2}$ | 22 | 80,05 | 12,36 | 111,98 | 174,4 | 0,64 | 63,07 | 6,67 | 6,24 | 11,17 | 0,077 | | | | | |

T A B E L A VI.

Serja 4. Zwierzę (♀) schwytyane 20.IX. Do dnia 28.XI pozostawało bez pokarmu w terarjum pracowni.
 (Série 4. Animal (♀) saisi 20.IX. Il séjournait jusque 28.XI sans nourriture dans une cage de laboratoire).
 t = 25° C

| № doświadczania
(№ d'expérience) | Kolejny dzień głodu
(Jour de l'inanition) | Data ukończenia do-
świadczenia
(Date terminale de
l'expérience) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
azotée) | Czas trwania doświad-
czenia oddechowego
(Durée d'expérience
respiratoire) | Waga zwierzęcia w kon-
cu doświadczania w g.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Ilości całkowite
(Quantités totales) | | | W 24 godzinach
(Pour 24 heures)
mg | | | C
N | |
|-------------------------------------|--|---|---|---|--|---|------------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------|
| | | | | | | N
mg | CO ₂
cm ³ | O ₂
cm ³ | CC ₂
O ₂ | C
z CO ₂ | C
Wydalin
(Desassi-
mité) | N
Wydalin
(Desassi-
mité) | 11 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | 72-73 | 30.XI | 53 ¹ / ₂ | 22 ¹ / ₂ | 86,95 | 18,4 | 160,3 | 216,7 | 0,73 | 92,1 | 8,8 | 8,3 | 12,20 |
| 2 | 74-75 | 2.XII | 45 ³ / ₄ | 23 | 90,18 | 17,3 | 130,6 | 217,1 | 0,60 | 73,3 | 9,7 | 9,1 | 9,14 |
| 3 | 76-77 | 4.XII | 50 ¹ / ₂ | 20 ¹ / ₂ | 90,00 | 22,6 | 122,9 | 160,1 | 0,76 | 77,4 | 11,5 | 10,7 | 8,27 |
| 4 | 78-79 | 6.XII | 46 ¹ / ₂ | 21 | 90,30 | 16,6 | 108,3 | 162,2 | 0,66 | 66,6 | 9,2 | 8,6 | 8,81 |
| 5 | 80-81 | 8.XII | 47 | 21 ¹ / ₂ | 90,65 | 20,5 | 122,1 | 183,5 | 0,66 | 73,3 | 11,2 | 10,5 | 8,06 |
| 6 | 82-83 | 10.XII | 47 ¹ / ₂ | 21 | 90,05 | 19,5 | 104,0 | 160,1 | 0,65 | 63,9 | 10,5 | 9,8 | 7,57 |

T A B E L A VII.

Serja 5. Zwierzę (♂) schwytane 9.X. Do dnia 15.I pozostawało bez pokarmu w terarjum pracowni.
(Série 5. Animal (♂) saisi 9.X. Il séjournait jusque 15.I sans nourriture dans une cage de laboratoire).
t = 25° C

| № doświadczania
(N° d'expérience) | Kolejny dzień głodu
(Jour de l'aniation) | Data ukończenia do-
świadczenia
(Date terminale de
l'expérience) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
azotée) | Czas trwania doświad-
czenia oddechowego
(Durée d'expérience
respiratoire) | Waga zwierzęcia w kon-
cu doświadczania w g.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Ilości całkowite
(Quantités totales) | | W 24 godzinach
(Pour 24 heures) | | | | C
N | 12 | 13 |
|--------------------------------------|---|---|---|---|--|---|---------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------|----|----|
| | | | | | | C
z CO ₂
mg | N
mg | C
z CO ₂ | C
Wydalini
(Desassi-
mité) | N
Wydalini
(Esassi-
mité) | C
Wydalini
(Desassi-
mité) | | | |
| 1 | 100 | 17.I | 31 | 26½ | 52,70 | 47,8 | 18,6 | 43,3 | 15,4 | 14,4 | 4,07 | 0,274 | | |
| 2 | 102 | 19.I | 39 | 15½ | 52,29 | 37,6 | 17,0 | 58,3 | 11,1 | 10,4 | 6,06 | 0,200 | | |
| 3 | 104 | 21.I | 53½ | 24 | 51,80 | 57,1 | 18,4 | 57,1 | 8,8 | 8,2 | 7,96 | 0,159 | | |
| 4 | 108 | 25.I | 87 | 19½ | 51,72 | 60,2 | 33,6 | 74,0 | 9,9 | 9,2 | 9,06 | 0,179 | | |
| 5 | 112 | 29.I | 103½ | 24½ | 51,22 | 89,5 | 41,6 | 97,9 | 10,2 | 9,6 | 10,16 | 0,180 | | |
| 6 | 118 | 4.II | 145½ | — | 49,33 | — | 59,1 | — | 10,4 | 9,7 | — | 0,197 | | |
| 7 | 120 | 6.II | 49 | 22½ | 48,81 | 57,6 | 34,3 | 56,4 | 17,9 | 16,8 | 4,43 | 0,323 | | |
| 8 | 123 | 9.II | 70 | 22½ | 47,57 | 49,6 | 50,5 | 52,9 | 18,5 | 17,3 | 4,12 | 0,364 | | |
| 9 | 125 | 11.II | 37 | 24 | 43,16 | 53,4 | 32,2 | 53,4 | 22,4 | 20,9 | 3,62 | 0,455 | | |
| 10 | 127 | 13.II | 48½ | 31 | 42,22 | 80,7 | 32,4 | 62,5 | 17,1 | 16,0 | 4,96 | 0,379 | | |
| 11 | 136 | 22.II | 215½ | 30 | 37,42 | 44,0 | 110,5 | 35,2 | 13,1 | 12,3 | 3,93 | 0,328 | | |
| 12 | 138 | 24.II | 45 | 21 | 36,61 | 50,0 | 28,8 | 57,2 | 16,4 | 15,3 | 4,79 | 0,419 | | |
| 13 | 140 | 26.II | 49 | 22½ | 35,99 | 55,9 | 26,8 | 59,0 | 14,0 | 13,1 | 5,00 | 0,365 | | |

T A B E L A VIII.

Serja 6. Zwierzę (♀) schwytano 9.X. Do dnia 15.I pozostawalo bez pokarmu w terarjum pracowni.
(Série 6. Animal (♀) saisi 9.X. Il séjournait jusque 15.I sans nourriture dans une cage de laboratoire).
t = 25°C

| № doświadczenia
(№ d'expérience) | Kolejny dzień głodu
(Jour de l'aniation) | Data ukończenia do-
świadczenia
(Date terminale de
l'expérience) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
azote) | Czas trwania doświad-
czenia oddechowego
(Durée d'expérience
respiratoire) | Waga zwierzęcia w kon-
cu doświadczenia w kg.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Ilości całkowite
(Quantités totales)
mg | | W 24 godzinach
(Pour 24 heures)
mg | | | | C
-
N | N na 1 kg.
! 24 g. w g.
(N pour 1 kg. du corps
de l'animal et pour
24 h.) |
|-------------------------------------|---|---|--|---|---|---|------------------------------------|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------|---|
| | | | | | | C
z CO ₂ | N
Wydalin
(Desassi-
milé) | C
z CO ₂ | C
Wydalin
(Desassi-
milé) | N
Wydalin
(Desassi-
milé) | C
z CO ₂ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 1 | 100 | 17.I | 31½ | 26½ | 68,55 | 53,4 | 21,7 | 48,4 | 17,6 | 16,5 | 3,99 | 0,241 | |
| 2 | 103 | 20.I | 63 | 24 | 67,87 | 51,5 | 22,6 | 51,5 | 9,2 | 8,6 | 7,05 | 0,126 | |
| 3 | 105 | 22.I | 48 | 23½ | 67,67 | 62,6 | 21,1 | 64,0 | 11,3 | 10,5 | 7,11 | 0,156 | |
| 4 | 107 | 24.I | 46 | 28 | 67,10 | 75,4 | 22,6 | 64,7 | 12,6 | 11,8 | 6,53 | 0,176 | |
| 5 | 110 | 27.I | 76½ | 24½ | 66,45 | 76,7 | 34,0 | 75,1 | 11,4 | 10,6 | 8,10 | 0,160 | |
| 6 | 116 | 2.II | 119½ | 27 | 63,20 | 71,8 | 65,1 | 63,8 | 13,9 | 13,0 | 5,95 | 0,206 | |
| 7 | 119 | 5.II | 77 | 24 | 60,31 | 71,7 | 46,0 | 71,7 | 15,3 | 14,3 | 6,06 | 0,238 | |
| 8 | 121 | 7.II | 47½ | 23½ | 58,98 | 82,2 | 33,5 | 83,9 | 18,1 | 16,9 | 6,02 | 0,287 | |
| 9 | 124 | 10.II | 68½ | 23½ | 57,12 | 78,9 | 65,8 | 80,5 | 24,6 | 23,0 | 4,56 | 0,403 | |
| 10 | 126 | 12.II | 43 | 25½ | 57,15 | 88,6 | 57,2 | 83,4 | 34,1 | 31,8 | 3,68 | 0,557 | |
| 11 | 128 | 14.II | 51½ | 29 | 56,25 | 97,1 | 62,9 | 80,3 | 31,3 | 29,3 | 4,15 | 0,521 | |
| 12 | 130 | 16.II | 53½ | 29½ | 49,72 | 64,5 | 51,0 | 52,4 | 24,5 | 22,9 | 3,36 | 0,460 | |
| 13 | 135 | 21.II | 118½ | 21 | 46,14 | 76,1 | 90,5 | 86,7 | 19,6 | 18,3 | 5,80 | 0,397 | |
| 14 | 137 | 23.II | 43½ | 25 | 45,18 | 48,3 | 30,2 | 46,3 | 17,8 | 16,6 | 3,85 | 0,368 | |
| 15 | 139 | 25.II | 52 | 24½ | 44,52 | 56,0 | 37,3 | 54,9 | 18,4 | 17,2 | 4,25 | 0,386 | |

T A B E L A IX.

Serja 7. Zwierzę (♂) schwymane 20.IX. Do dnia 22.IV pozostawało bez pokarmu w terarjum pracowni.

(Serie 7. Animal (♂) saisi 20.IX. Il séjournait jusque 22.IV sans nourriture dans une cage de laboratoire). t = 20° C

| № doświadczenia
(N° d'expérience) | Kolejny dzień głodu
(Jour de l'inanition) | Data ukończenia do-
świadczenia
(Date terminale de
l'expérience) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
azotée) | Czas trwania doświad-
czenia oddechowego
(Durée d'expérience
respiratoire) | Waga zwierzęcia w kon-
cu doświadczenia w g.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Ilości całkowite
(Quantités totales) | | | CO ₂
O ₂ | W 24 godzinach
(Pour 24 heures)
mg | | |
|--------------------------------------|--|---|---|---|--|---|------------------------------------|--|-----------------------------------|--|---|---|
| | | | | | | N
mg | CO ₂
cm ³ | O ₂
Obli-
czony
Calculé
cm ³ | | C
z CO ₂ | C
Wyda-
lin
(Desas-
similé) | N
Wyda-
lin
(Desas-
similé) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 216 | | | 18 | | | 27,4 | 38,2 | 0,71 | 19,81 | 8,04 | 7,5 |
| | 217 | 24.IV | 46½ | 23 | 48,40 | 0,71 | 44,5 | 58,7 | 0,75 | 24,98 | | |
| 2 | 218 | | | 21½ | | | 36,3 | 48,7 | 0,74 | 21,81 | | |
| | 219 | | | 26½ | | | 53,9 | 73,1 | 0,73 | 26,27 | 8,04 | 7,5 |
| | 220 | 27.IV | 71 | 19 | 46,75 | 36,11 | 52,3 | 66,7 | 0,78 | 35,56 | | |
| 3 | 221 | | | 22 | | | 38,4 | 51,8 | 0,74 | 22,55 | | |
| | 222 | | | 22½ | | | 37,0 | 50,0 | 0,74 | 21,22 | 5,97 | 5,3 |
| | 223 | 30.IV | 71½ | 23½ | 46,25 | 16,63 | — | — | — | — | | |
| 4 | 224 | | | 21½ | | | 38,4 | 51,8 | 0,74 | 23,07 | | |
| | 225 | | | 23½ | | | 44,4 | 62,7 | 0,70 | 24,41 | 3,84 | 3,5 |
| | 226 | 3.V | 70½ | 20 | 40,56 | 10,56 | 30,7 | 43,5 | 0,70 | 19,83 | | |
| 5 | 227 | | | 22½ | | | 41,3 | 56,4 | 0,73 | 23,71 | | |
| | 228 | | | 25 | | | 45,8 | 60,9 | 0,75 | 23,67 | 9,07 | 8,5 |
| | 229 | 6.V | 72 | 20½ | 43,77 | 25,46 | 37,7 | 49,4 | 0,76 | 23,83 | | |
| 6 | 230 | | | 19 | | | 26,2 | 40,3 | 0,65 | 17,84 | | |
| | 232 | 9.V | 71 | 50 | 43,15 | 24,99 | 82,5 | 116,8 | 0,70 | 21,31 | 9,03 | 8,5 |
| 7 | 233 | | | 19½ | | | 26,6 | 40,9 | 0,65 | 17,62 | | |
| | 234 | | | 22 | | | 33,0 | 44,1 | 0,74 | 19,38 | 4,96 | 4,6 |
| | 235 | 12.V | 70½ | 23½ | 42,75 | 13,64 | 37,8 | 46,0 | 0,82 | 20,78 | | |
| 8 | 236 | | | 19½ | | | 34,9 | 45,3 | 0,77 | 23,11 | | |
| | 237 | | | 23½ | | | 33,1 | 44,2 | 0,75 | 18,19 | 5,16 | 4,8 |
| | 238 | | | 22½ | | | 16,8 | 29,2 | 0,57 | 9,62 | | |
| | 241 | 18.V | 140½ | 68½ | 40,20 | 28,29 | 130,6 | 178,4 | 0,73 | 24,62 | | |
| 9 | 243 | | | 46 | | | — | — | — | — | | |
| | 245 | 22.V | 89½ | 40½ | 38,95 | 24,15 | 86,9 | 109,6 | 0,79 | 27,72 | | |
| 10 | 247 | 24.V | | 44½ | | | 69,1 | 98,2 | 0,70 | 20,02 | | |
| | 249 | 26.V | 98 | 41½ | 38,30 | 25,54 | 87,1 | 113,8 | 0,76 | 27,07 | 6,68 | 6,5 |

T A B E L A X.

Serja 8. Zwierzę (♂) schwytane 20.IX. Do dnia 28.V pozostawało bez pokarmu w terarjum pracowni.
 Serja 9. Zwierzę (♀) schwytane 20.IX. Do dnia 9.VI pozostawało bez pokarmu w terarjum pracowni.
 (Série 8. Animal (♂) saisi 20.IX. Il séjournait jusque 28.V sans nourriture dans une cage de laboratoire).
 (Série 9. Animal (♀) saisi 20.IX. Il séjournait jusque 9.VI sans nourriture dans une cage de laboratoire).

| № Serji
(№ Série) | C ^o | № doświadczenia
(№ d'expérience) | Kolejny dzień głodu
(Jour de l'inanition) | Data ukonczenia do-
świadczenia (Date terminale de
l'expérience) | Czas trwania doświad-
czenia azotowego
(Durée d'expérience
azotée) | Czas trwania doświad-
czenia oddechowego
(Durée d'expérience
respiratoire) | Waga zwierzęcia w kon-
cu doświadczenia w g.
(Poids de l'animal à la
fin de l'expérience) | Ilości całkowite
(Quantités totales) | | | CO ₂ | O ₂ | W 24 godzinach
(Pour 24 heures)
mg | | |
|----------------------|----------------|-------------------------------------|--|--|---|---|--|---|------------------------------------|---|----------------------|----------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | | | | N
mg | CO ₂
cm ³ | O ₂
Obliczony
(Calculé)
cm ³ | | | C
z CO ₂ | C
Wydalin
(Desassi-
mié) | N
Wydalin
(Desassi-
mié) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 8 | 20 | 1 | 255
258 | 4.VI | 141 | 54
66
47½ | 42,55 | 54,8 | 165,5
173,3
104,7 | 222,2
246,0
138,9 | 0,74
0,70
0,75 | 39,5
33,6
28,4 | 9,9 | 9,3 | |
| | 20 | 2 | 264
267 | 13.VI | 112½ | 63 | 38,78 | 36,9 | 132,8
180,9 | 180,9 | 0,73 | 27,2 | 8,4 | 7,8 | |
| 9 | 20 | 1 | 268
271 | 11.VI
14.VI | 119 | 46
70½ | 47,65 | 16,9 | 113,7
108,1 | 163,3
154,1 | 0,69
0,70 | 31,9
19,8 | 3,6 | 3,4 | |
| 9 | 25 | 2 | 276
277 | 19.VI
20.VI | 87 | 39½
28½ | 47,50 | 15,2 | 111,2
76,1 | 165,6
102,5 | 0,67
0,74 | 36,3
34,4 | 4,4 | 4,1 | |

PIŚMIENICTWO.

- Białaszewicz K. 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. *Prace Tow. Nauk. Warsz.* № 32. (Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique. *Travaux de la Société des Sciences de Varsovie.* № 32).
- Boussingault. 1850. Recherches sur la quantité d'amoniaque contenue dans l'urine. *Ann. chim. Phys.* III. Sér. 29.
- Hári P. 1909. Der respiratorische Gaswechsel der winterschlafenden Fledermaus. *Arch. f. ges. Physiol.* 130.
- Krehl L. und Soetbeer F. 1898. Wie gestaltet sich die Wärmeökonomie und der Gaswechsel poikilothermer Wirbeltiere unter dem Einflusse bacterieller Infection. *Arch. f. exper. Pathol.* 40.
- 1899. Untersuchungen über die Wärmeökonomie der poikilothermen Wirbelteire. *Arch. f. ges. Physiol.* 77.
- Kumagawa und Suto. 1907. Ein neues Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Fettes und der unverseifbaren Substanzen in tierischen Material nebst der Kritik einiger gebräuchlichen Methoden. *Biochem. Zeitschr.* 8.
- Langlois P. 1902. La régulation thermique des poikilothermes. *Journ. de physiol. et pathol.* 4.
- Lesser E. J. 1908. Chemische Prozesse bei Regenwürmer. I Hungerstoffwechsel. *Zeitschr. f. Biol.* 50.
- 1910. Chemische Prozesse bei Regenwürmer. IV. Der Gaswechsel der Regenwürmer in der Erholung nach vorausgegangener Anoxybiose. *Zeitschr. f. Biol.* 54.
- Lindvall V. 1881. Cytowany według Maly's Jahresber. 11.
- 1882—3. *Biol. Centralbl.* 2.
- Librachówna S. O przemianie głodowej u płazów. *Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im M. Nenckiego* 1, № 13.
- Maurel E. et de Rey-Pailhade 1900. Influence de surfaces sur les dépenses de l'organisme chez les animaux à température variable pendant l'hibernation. *Comt. Rend. de la Soc. de Biol.* 52.
- Manca G. 1901. Recherches chimiques sur les animaux à sang froid soumis à l'inanition. Part I et II. *Arch. ital. de Biol.* 35.
- Neumeister R. Bemerkungen über den Harn v. *Echidna aculeata*. *Zeitschr. f. Biol.* 36.
- Petenkoffer M. und Voit C. 1866. Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen. *Zeitschr. f. Biol.* 2.
- 1869. Respirationsversuche am Hunde bei Hunger und ausschlißlicher Fettzufuhr. *Zeitschr. f. Biol.* 5.
- Pembrey M. S. 1901. Observations upon the respiration and temperature of the marmot. *Journ. of. Physiol.* 27.
- 1901. The respiratory exchange during the deposition of fat. *Ibid.* 27.
- Pütter A. 1907. Der Stoffwechsel des Blutegels (*Hirudo medicinalis* L.). Teil. I. *Zeitschr. f. allg. Physiol.* 6.

- Pütter A. 1908. Der Stoffwechsel des Blutegels (*Hirudo medicinalis* L). Teil. II. Zeitschr. f. allg. Physiol. 7.
- Regnault H. V. et Reiset. I. 1849. Recherches chimique sur la respiration des animaux. Annal. de chimie et phisique 26.
- Rubner M. 1881. Über den Stoffverbrauch im hungernden Pflanzenfresser. Zeitschr. f. Biol. 17.
- Ružicka. 1916. Beschleunigung der Hautung durch Hunger. Arch. f. Entwicklungsmechanik der Organismen. 42.
- Schiff K. 1859. Zur Kenntnis des Schlidkrötenharns. Lieb. Ann. 111.
- Soetbeer F. Über die Körperwärme der poikilothermen Wirbelthiere. Arch. f. exper. Pathol. 40.
- Strauss E. 1904. Studien über die Albuminoide. Heidelberg.
- Vauquelin. 1823. Examen de excrements des serpents que l'on fait voir en ce moment à Paris. Ann. chim. phys. 21.
- Voit C. 1881. Physiologie der allgemeinen Stoffwechsel und der Ernährung. Hermann's Handbuch der Physiologie. Lipsk. 6.
- Voit E. 1901a. Über die Grösse des Energiebedarfes der Tiere im Hungerzustand. Zeitschr. f. Biol. 41.
- 1901b. Die Bedeutung der Körperfettes für die Eiweisszersetzung des hungernden Tieres. Zeitschr. f. Biol. 41.
- 1901c. Über die Ursache der Zunahme der Eiweisszersetzung während des Hungers. Zeitschr. f. Biol. 41.
- Weiland L. u. Riehl. 1907. Beobachtungen am winterschlafenden Murmeltier. Zeitschr. f. Biol. 49.
- Wesley-Mills F. 1886. Notes on the urine of tortoise. Journal of Physiol. 7.
-

Résumé.

L'auteur a étudié en premier lieu, le caractère du métabolisme chimique du serpent *Tropidonotus natrix* L pendant l'inanition.

Sous le rapport morphologique les reptiles forment un groupe intermédiaire entre les animaux à sang chaud et les animaux à sang froid. Il était donc à prévoir d'après les theories émises par Białaszewicz (1919) que le métabolisme de ces animaux aurait aussi un caractère intermédiaire entre le métabolisme des homéothermes et celui des poïkilothermes, qui diffèrent si complètement entre eux.

Les résultats des présentes recherches ont complètement confirmé cette supposition.

Le métabolisme des serpents se rapproche de celui des poïkilothermes, en ce que les principes azotés (protéines) prennent une part importante au métabolisme. Durant les premières périodes de l'inanition, les protéines constituent 40% du total des substances désassimilées (Tableau II).

Mais d'autre part, chez les poïkilothermes, la proportion des principes azotés et des graisses désassimilées reste constante pendant toute la durée de l'inanition et égale à la proportion de ces principes dans le corps. Il en est tout autrement chez les serpents, où les graisses se comportent comme chez les animaux homéothermes. Durant les premières périodes de l'inanition, le pourcent de graisses désassimilées dépasse de beaucoup le pourcent de graisses dans le corps: les graisses s'oxydent plus facilement que les protéines et protègent celles-ci contre une désagrégation trop intensive.

Dans les périodes plus avancées de l'inanition, lorsque les réserves de graisse sont épuisées, la participation des protéines au métabolisme augmente progressivement, comme chez les oiseaux et les mammifères. Vers la fin de l'inanition la protéine constitue environ 75% du total des substances désassimilées (Tableau II).

L'auteur a étudié en outre: les variations du quotient respiratoire durant les différentes phases de l'inanition; les changements du métabolisme provoqués par le mue; la mobilité

des serpents inaniés. Les résultats de ces recherches se laissent préciser comme suit:

1°. Après 130 à 150 jours de jeûne, à la température de 25° C, les mouvements des serpents ont un caractère éminemment intermittent.

Des phases de mouvement continu alternent avec des phases d'immobilité complète. Le nombre des phases du mouvement varie de 0 à 3 en 24 heures; la durée des phases de mouvement ne dépasse jamais 3 heures (Fig. 1, 2).

2°. La composition chimique du corps des serpents après 150 à 250 jours d'inanition change comme suit: le pourcent de cendres double (de 15 à 30%), le pourcent d'azote augmente quelque peu, et le pourcent de graisses diminue jusqu'à $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ de la teneur primitive (Tableau I).

3°. A la température de 25° C, le quotient C/N dans les produits de la désassimilation comporte 9,5 à 10,5 durant les premières périodes (Tableaux III, V, VI, VII, VIII) et descend jusqu'à 4,58 durant les dernières phases de l'inanition (Tableaux IX, X).

Les valeurs du quotient C/N confirment la prépondérance de la désassimilation des graisses sur la désassimilation des principes azotés au début de l'inanition.

4°. Le quotient respiratoire CO_2/O_2 pendant les mois d'été et à la température de 25° C ne change presque pas durant toute la durée de l'inanition. Il existe une petite différence entre les quotients respiratoires observés en hiver et en été dans la même température. En été la valeur moyenne du quotient respiratoire comporte 0,71 (Tableaux IV, IX, X) en hiver 0,67 (Tableaux V i VI).

5°. Durant le mue la valeur du quotient C/N diminue considérablement. Dans les cas observés ce quotient varie entre 3,6 et 5.

Cette diminution du quotient C/N est due à la désassimilation plus intensive des protéines, causée par la formation d'une nouvelle peau (Tableaux III, IV, VII, VIII).

Prace Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach Instytutu im. M. Nenckiego
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie)
Tom I (1922) № 3.

Travaux de la Station Hydrobiologique sur le lac Wigry
de l'Institut M. Nencki
(Société des Sciences de Varsovie)
Tome I (1922) № 3.

S. MINKIEWICZ

**Przyczynek do fauny Harpacticidae jezior Wigierskich.
Moraria duthiei Scott var. wigrensis nov. var. ¹⁾
(z 1 tablicą).
(Contribution à la connaissance de la faune des Har-
pacticides des lacs de Wigry).**

Gatunek, o którym mowa, znaleziony został przeze mnie podczas badań nad fauną rodziny Widłonogów—Harpacticidae z Wigier i jezior sąsiednich w sierpniu 1921 r.

W niedawno opublikowanej pracy, która wyszła w druku w „Sprawozdaniach Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach“. T. I, Nr. 1. Str. 45, p. t. „Gatunki rodziny Harpacticidae z jezior Wigierskich“, nazwałem go narazie „Moraria sp. nov.“²⁾ podając krótki opis. Po dokładniejszym jednak zbadaniu okazuje się, że jest to nieco zmieniona forma ciekawego i rzadkiego gatunku *Attheyella* (= *Canthocamptus*) *duthiei*, Scott, który ze względu na swe dotychczasowe nieliczne stanowiska (zasięgi) geograficzne zasługuje na szersze omówienie. *Attheyella duthiei* Scott, jak podaje w swej pracy z 1915 r. (5) ³⁾ Sven Ekman, „był znajduwany, jak dotychczas, tylko rzadko“. W 1902 znalazł go Lilljeborg (9) w Szwecji tylko w kilku większych jeziorach. Scott, który

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Towarzystwa Naukowego Warszawskiego w dniu 18 maja 1922 roku.

²⁾ Liczby w nawiasach odnoszą się do odpowiednich numerów literatury, przytoczonej na końcu niniejszego.

pierwszy opisał ten gatunek 1896 (13), wymienia go z paru małych jezior wysp Szkockich i z Loch Leven w Szkocji (14). W 1902 r. znajduje go Lilljeborg w materiałach faunistycznych, pochodzących z północnej Syberji (obok Jeniseja). W 1907 r. znalazł go Sars (11) obok Chrystjanji (jezioro Sognsvand—na głębokości 6 m.), wreszcie w 1915 r. podaje go Ekman (5) z dużego jeziora Vätter w Szwecji, gdzie złowiony został dwukrotnie na głębokości 3—5 i 13—14 metrów. W 1911 r. podał Brehm (1) *C. duthiei* Scott z jednego z jezior Grenlandji, powątpiewając jednak, czy istotnie chodzi o ten właśnie gatunek, wobec tego, że złowił tylko 1 okaz samca. Haberbosch w swej pracy o Grenlandji (8) cytuje *C. duthiei* Sc. pod nazwą *Moraria duthiei* Sc. ze znakiem zapytania i przypuszcza, że Brehm miał tu do czynienia z *Moraria schmeili*.

Ostatnie (1921 r.)—czwarte, zatem stanowisko *C. duthiei* Scott—na Wigrach jest najdalej na południe wysunięte.

Ze względów powyżej przytoczonych uważam za słuszną podać szczegółowy opis omawianego gatunku i w zakończeniu omówić pokrótce różnice w porównaniu z formami, dotychczas poznanymi, w celu uzasadnienia wyodrębnienia nowej odmiany.

Ogólna postać ciała stosunkowo wysmukła (jednak segmenty głowotułowia 1 i 2 nieco szersze od następujących); odwłok tylko w końcu nieco węższy (Rys. 2).

Kutikula (oskórek) poszczególnych segmentów (członków ciała) punkcikowana; punkcikowanie to na 1-y m segmentie głowotułowia (*cephalothorax*) jest b. gęste; na odwłoku zaś—rzadsze. Tarczki kutikularne segmentów głowotułowia (2—4) sięgają daleko na boki; ich naroża (na 2—4 segmentach) są z przodu zaokrąglone, z tyłu niewiele wydłużone. Segment 1-y głowotułowia wyciągnięty w szeroki, dość stromo ku dołowi zgięty długi dzióbek (rostrum), u podstawy oddzielony grubą lśniąca listewką kutikularną, złożoną z kilku części; brzeg *rostrum* prawie równościęty i gładki (Rys. 1).

Kutikula segmentów głowotułowia (z wyjątkiem 1-go) upstrzona delikatnymi kolcami, ułożonymi w przerywanych poprzecznych szeregach (3—4-ch na każdym segmentie) złożonych z mniej lub więcej krótkich rzędów—prostych, łukowatych lub schodzących się pod kątem (rzędy środkowe w 1-ym szeregu 3 i 4 segmentów). Kolce dolnych szeregów z brzegów

segmentu 4-go, a szczególnie 5-go, są znacznie większe, niż w innych szeregach tych i poprzednich segmentów. Wielkość tych drobnych kolców uwidocznia rysunek odwłoka (Rys. 2). Ornamentacja odwłoka jest o wiele bogatsza ¹⁾. U dołu 1—3 jego segmentów u obydwu płci i 4-go u samca biegnie po bokach szereg dużych kolców (u samca na segmentcie 1-ym ponad temi kolcami widnieje jeszcze po krótkim szeregu mniejszych kolców). Szeregi tych kolców na segmentach 2 i 3-im samicy oraz 2—4 samca idą w dalszym ciągu nieprzerwane po brzusznej stronie odwłoka, a na stronę grzbietową wchodzi (również i na 1-ym segmentcie u obydwu płci) tylko nielicznymi kolcami (nieco mniejszemi), w przerwie między którymi są b. drobne kolczyki, szczególnie w partji środkowej (Rys. 2).

Na ostatnim segmentcie odwłoka u obydwu płci leży z każdego boku, ponad umocowaniem widełek (*furca*), krótki szereg małych kolców, które wchodzi na obiedwie powierzchnie tego segmentu; na powierzchni brzusznej kolce są większe (z wyjątkiem małej przerwy środkowej z mniejszych kolców) i sięgają do środkowego wycięcia dolnej krawędzi tego segmentu, na grzbietowej—mniejsze i sięgają do brzegów pokrywki nadodbytowej (*operculum anale*) (Rys. 2).

Poza tem segmenty odwłoka u obydwu płci upstrzone są od grzbietu szeregami b. drobnych kolczyków, ułożonych w krótsze, proste lub łukowato wygięte rzędy; rzędy te sięgają i na boczne powierzchnie segmentów odwłoka; na stronie brzusznej kolczyków tych brak. Szczegóły układu wymienionych maleńkich kolców ilustruje Rysunek 2. U samca na segmentach 3, 4, 5-ym ilość i układ omawianych szeregów kolców jest taki sam, jak u samicy na segm—ach 2, 3 i 4-ym, i nieco odmienny na 1 i 2-im segmentach, odpowiadających 1-mu — samicy; różnice te są jednak nieznaczne. 1-y segment odwłoka samicy posiada w miejscu złączenia się z 2-ch samodzielnych segmentów grubą listewkę kutikularną, grubszą u brzegów, niż pośrodku (Rys. 2). Kutikularne utwory na brzusznej powierzchni tego segmentu—na t. zw. „polu genitalnem“ przedstawia rys. 3.

¹⁾ Pod ornamentacją, albo rzeźbą rozumieć należy szeregi różnego rodzaju kolców, ząbków lub włosków na powierzchni kutikuli segmentów ciała; pod uzbrojeniem—kolce i szczeci, odchodzące od członków odnóży.

Woreczek jajowy sięga prawie do końca 2-go segmentu (odwłoka) i zawiera ok. 15—20 niedużych jaj. 1 segment odwłoka samca posiada, jak wogóle, listewki (blaszki) genitalne, zaopatrzone tu w 3 gołe szczeci, z których środkowa — najdłuższa i sięga do końca 2-go segmentu, a 2 boczne — prawie jednakowej długości.

Pokrywka nadodbyłowa (operculum anale) (u obydwu płci jednakowa) jest duża, prawie trójkątna i wyciągnięta na wierzchołku w tępy ząbek; wołny jej brzeg jest gładki (Rys. 2).

Widelki (*furca*) jednakowe u obydwu płci — są szersze u podstawy i stopniowo zwężają się ku tyłowi; długość ich jest nieco większa, niż ostatniego segmentu odwłoka. Szczeci na zewnętrznych brzegach gałązek widełek są b. długie (Rys. 2). Długie szczeci szczytowe widełek są pierzaste: krótsza z nich — tylko jednostronnie (od zewnątrz), dłuższa — dwustronnie; boczne małe kolce zaczynają się na niej mniej więcej w połowie i są rzadkie; długości tych szczeci pozostają w stosunku 1 : 2.7; obok uczepek dłuższej odchodzi od wewnątrz cienka, krótka szczec.

Przez całą długość widełek na każdej ich gałązce biegnie listewka (kutikularna); u jej końca, od zewnątrz, umieszczone są „guziczkowate” (członkowane) szczeci, wznoszące się ku górze (Rys. 2)

1. para różków samicy jest ośmioczłonkowa, przez co gatunek nasz wyróżnia się, od innych, włączanych dotychczas do rodzaju *Moraria*, który charakteryzują różki samicy 7-członkowe. Na tej podstawie należałoby go zaliczyć do rodzaju *Canthocamptus*; jednak szereg cech, jak budowa widełek (długie szczeci boczne, umiejscowienie szczeci „guziczkowatych”, listewka), a szczególnie niżej przedstawiona budowa odnóży pływanych, zasadniczo (u samców) odmiennych, niż u rodzaju *Canthocamptus*, przemawiają za włączeniem go do rodzaju *Moraria*.

Podobne formy *Harpacticid*'ów o stanowisku systematycznym pośrednim między rodzajami *Canthocamptus* i *Moraria* były opisane już poprzednio, włączano je jednak do rodzaju *Canthocamptus*. Carl opisał w 1904 r. z jednej groty na Krymie gat. *Canthocamptus subterraneus* (2), który zdaniem autora „zajmuje pośrednie stanowisko pomiędzy rodzajami *Canthocamptus*

i *Ophiocamptus*“ (dawna nazwa rodzaju *Moraria*). W 1910 r. Graeter znalazł w grotach Jury i Szwarzwaldu podobną formę, którą opisał (6) pod nazwą *Canthocamptus varicus* i którą uważa za zbliżoną do gatunku *C. subterraneus*; ostatni autor zastanawia się nad tem, czy nie należałoby dla obydwu gatunków utworzyć oddzielnego rodzaju.

Niedawno Haberbosch (7) w podjętej próbie rewizji słodkowodnych *Harpacticidae*, w rozważaniach nad wymienionemi gatunkami i kilkoma innymi o podobnie mieszanych cechach i 8-ioczłonkowych rożkach (1-ej pary samicy), doszedł do wniosku, że należy je zaliczyć do rodzaju *Moraria*, jako formy tego rodzaju o 8-ioczłonkowych (u samic) pierwszych rożkach. Gatunki te są: *Canthocamptus subterraneus* Carl, *C. varicus* Graeter, *C. monticola* Menzel i *C. duthiei* Scott. Uważać je przeto należy, jako *Moraria subterranea* Carl i t. d. Gatunek Graeter'a—*Canthocamptus varicus* znalazł niedawno ponownie P. A. Chappuis w wodach podziemnych w okolicy Bazylei. Autor ten opisał go (1920) już pod nazwą *Moraria varica* Graeter (3), udowodniwszy na podstawie rozwoju *Nauplius*'ów, że poszczególne stadja tej larwy są zasadniczo różne od stadjów larw rodzaju *Canthocamptus* i prawie zupełnie podobne do stadjów larw rodz. *Moraria*.

Opisujemy gatunek *Canthocamptus (Attheyella) duthiei* Sc., pod nazwą *Moraria duthiei* Sc., podkreślając, jako cechy właściwe rodzajowi *Moraria*,—budowę widełek i odnóży pływanych samca.

Tworzenie nowego rodzaju dla wymienionych form nie ma podstaw o tyle, że olbrzymia większość cech ich budowy (odnóża, widełki i in.) leży w granicach właściwości charakterystycznych dla znanych dotychczas różnych gatunków rodzaju *Moraria*, a 8-członkowe rożki 1-ej pary u samicy, które uważano dotychczas jako cechę rodzajową *Canthocamptus*, i w obrębie tego rodzaju nie są cechą stałą, znany jest bowiem gatunek *C. wierzejskii* Mrázek o 1-ych rożkach samicy 7-ioczłonkowych, mimo że inne cechy organizacji są właściwe i typowe dla rodzaju *Canthocamptus*.

Wracając do opisu rożków 1-ej pary samicy, dodamy, że są one stosunkowo krótkie nie sięgają bowiem do końca

1-go segmentu głowotułowia, i szczeć czuciowa („kolbowata“) członka 4-go dochodzi zaledwie do końca 7-go członka.

Rożki 1-ej pary samca są typowe dla tego gatunku; jako charakterystyczny szczegół wymienić należy, że długi członek, leżący za rozszerzoną częścią środkową, posiada na swym brzegu dolnym 3 charakterystyczne listkowate wyrostki (szczeci zmysłowe?) (Rys. 4). 2. para rożków trójczłonkowa; gałązki boczne jednoczłonkowe, wąskie, zaopatrzone w 4 szczeci, z których jedna (osadzona najniżej) jednostronie pierzasta (Rys. 5), podobnie, jak u gat. *Moraria schmeili* van Douve (4).

Narządy pyszczkowe (kończyny przyustne), z wyjątkiem żuwaczek, zbudowane zasadniczo, jak w rodz. *Canthiocamptus*; żuwaczki (mandibulae) z kształtów swych prawie takie, jak u gatunku *M. schmeili*: członek podstawowy (1-szy) głaszczka (palpus mandibularis) wyciągnięty jest na bok w palcowaty wyrostek i zaopatrzony w szczoteczkę z delikatnych włosków; różnica zachodzi w ilości szczeci, których u naszego gatunku jest aż 6 (u *M. schmeili*—3): 1-na na członku podstawowym i 5—na 2-im—końcowym; z tych—4 na wierzchołku, a piąta—pierzasta—bliżej przegródki (Rys. 6).

Odnóza pływne są bardzo charakterystyczne (szczególnie u samca) i odróżniają ten gatunek od dotychczas opisanych z rodzaju *Moraria*.

Gałązki zewnętrzne 1—4 pary (exopodity) są u obydwu płci 3-członkowe, —wewnętrzne (endopodity) 2 członkowe.

1 para nóg jest jednakowa u obu płci; endopodity nieco dłuższe od exopoditów; 1-y ich członek, szerszy nieco od 2-go i pod względem długości prawie równy 2-m pierwszym członkom exopoditów, usadzony jest na swym brzegu zewnętrznym licznymi małymi kolcami; niedaleko końca, od wewnątrz podchodzi gruba, pierzasta szczeć; 2-gi członek, nieco od 1-go węższy, lecz prawie równy mu co do długości, posiada na swym końcu długą, nieco wygiętą szczeć, a obok niej—duży jednostronnie pierzasty wygięty na końcu kolec. Po stronie wewnętrznej tego członka umocowane są 2 szczeci—jedna większa pierzasta—bliżej środka i druga goła, krótsza—bliżej końca; od zewnątrz, jak i na 1-ym członku,—małe kolce. Exopodity są odchyłone od endopoditów i pierwszy ich członek jest wygięty;

od wewnątrz na ich członkach niema żadnych szczeci ani kolców. Szczegóły uzbrojenia ilustruje rysunek (Rys. 7).

2, 3 i 4 para nóg samicy są bardzo do siebie podobne. Exopodity prawie jednakowe; wyjątek stanowi jeno ex—it 2-j pary nóg, na którego członku 3-im od wewnątrz brak długiej szczeci, istniejącej w tem miejscu na exopoditach 3 i 4 pary nóg (Rys. 8).

Endopodity 2 i 4 pary nóg prawie takie same (Rys. 8); na endopodicie. 3 pary nóg—2 członek posiada zamiast 1-ej (jak na 2 i 4 parze)—2 długie szczeci od boku wewnętrznego.

5 para nóg samicy. Charakteryzują ją nadzwyczaj długie szczeci (pierzaste przeważnie). Pod względem swej długości (wzrastającej) szczeci leżą w następującym porządku: członek podstawowy (1-y, albo wewnętrzny) (licząc od zewnątrz): 6, 1, 5, 2, 4, 3; członek końcowy (2, albo zewnętrzny): 3, 1, 5, 2, 4. Szczegóły budowy i kształt obu członków ilustruje rysunek (Rys. 9).

U samca exopodity nóg 2—4 zasadniczo zbudowane tak samo, jak u samicy, i różnice widać tylko w kolcach, umocowanych od zewnątrz na 1-ym i 2-im członku; kolce te są u samca bardzo silnie rozwinięte, a na 2-im członku 2-ej i 3-ej pary nóg mają postać dużych wygiętych haków, gołych, a nie jednostronnie pierzastych, szczególnie na 2-im członku exopoditów 2-ej pary nóg (Rys. 10).

Endopodity tych samych par odnóży są zupełnie odmienne dla każdej pary i b. charakterystyczne dla tego gatunku.

Endopodity 2 pary nóg posiadają na 1-ym krótkim swym członku kleszczykowane wyrostki (kolce krótkie), pod którymi umocowany jest 2-i członek tej gałązki; od wewnątrz obok kleszczyków odchodzi spora szczec; członek 2-i posiada na swym końcu 2 jednostronnie pierzaste szczeci i w połowie boku wewnętrznego krótszą gołą szczec (Rys. 10).

Swoistą również budowę posiadają endopodity 3-ej pary nóg samca. Ich członek 2-gi—silnie skutikularyzowany, wyciągnięty jest w gruby palcowały kolec; w połowie długości tego członka odchodzą od górnej i dolnej jego powierzchni 2 szczeci: 1-a—goła (krótka) od strony dolnej i druga dłuższa—jednostronnie pierzasta—po stronie przeciwnej. Na członku 1-ym od wewnątrz, bliżej końca, odchodzi spory kolec (Rys. 11).

Endopodyty nóg 4-ej pary są nieco podobne do takichż u gat. *Moraria sarsi* Mrázek (10,12).

Ich członek 2-i posiada na końcu charakterystyczny słaberkowato wygięty kolec, obok którego umocowany jest krótki kolec zwykły; po stronie wewnętrznej tegoż członka odchodzą 3 różnej wielkości szczeci, z których górna—goła; na członku 1-ym u boku wewnętrznego, u dołu umocowana jest długa goła szczec. Gałązka zewnętrzna tej pary nóg jest odchylona na bok (rys. 12).

5 para nóg samca posiada na członku zewnętrznym (kończynowym) 5 stosunkowo dużych szczeci, z których środkowa jest najdłuższa; budowa i uzbrojenie tego członka są prawie takie same jak u *Moraria subterranea* Carl. Szczegóły budowy i uzbrojenia uwidocznia rysunek (Rys. 13).

Wymiary ciała *Moraria duthiei* Scott var. *wigrénsis* są w porównaniu ze znanymi gatunkami tego rodzaju naderby znaczne: samice (z workiem jajowym) dochodzą do 0.8 mm. długości bez szczeci widełek; samce—do 0.65 mm. dl. Trafiały się wyrosłe i niepełnowzrosłe okazy i nieco mniejsze: 0.65 (samica) i 0.6 (samiec). Największa ze znalezionych samic mierzyła 0,82 mm. Ubarwienie nie za życia czerwono-różowe od kuleczek tłuszczowych rozsianych w ciele.

Jak inne gatunki tego rodzaju, forma nasza pływa słabo, przeważnie zwinnie porusza się wśród drobnych cząstek mułu i detritusu. Kilkanaście okazów znaleziono wzdłuż brzegu Pd. Wigier (Wigierki) w miejscach płytkich, bez roślinności, na piaszczystym namule, oraz w zimnym przepływie Czarnej jeziora Wigierskiego ku Wigierkom. Na ostatnim stanowisku były złowione okazy duże.

W zakończeniu należy omówić różnice pomiędzy formami *M. duthiei* ze Szkocji i Skandynawji z jednej strony, oraz z formami z Polski—z drugiej. Postać ciała u wszystkich 3-ch form porównywalnych jest jednakowa, o ile nie brać pod uwagę niewielkiej różnicy w budowie dziobka (rostrum), który u formy węgierskiej jest na końcu równo ścięty (Rys. 1), a nie zaostroszony jak np. u formy szwedzkiej (Lilljeborg, 9).

Skulptura segmentów głowotułowia (cephalothorax) u formy naszej (zresztą jak i u form ze Skandynawji) jest różna o tyle, że brzegi tylne segmentów 2—5 są gładkie, gdy u

formy szkockiej—wycięte w tępe ząbki („serrulated”—Scott, 13, Pl. II, fig. 1.). Co do różnego typu kolców, jakie widać tuż nad tylnymi brzegami segmentów głowotułowia i odwłoka—o ile wnioskować można ze skąpych opisów Scott'a i Lilljeborg'a (13, 9) oraz załączonych do prac tych autorów rysunków—częściowo (odwłok) istnieje zgodność u porównywanych form pewne różnice widać w układzie i ilości szeregów drobnych bardzo kolców (Scott, l. c. Pl. II, fig. 13), których u formy naszej jest więcej (Rys. 2). Na rysunkach Sars'a (11) oraz w opisie i na rysunkach Lilljeborg'a (9) kolczyków tych nie zaznaczono. Również nigdzie niema mowy o kolcach i kolczykach na głowotułowiu. Płytką nadodbytowa jest b. zmienna, i u każdej z porównywanych form omawianego gatunku *Moraria* posiada inną budowę. U gatunku typowego (szkockiego) jest ona na swym wolnym brzegu łagodnie zaokrąglona i wyciągnięta pośrodku w duży ząbek. (Scott l. c. Pl. II, fig. 13). U form szwedzkiej i norweskiej kształt płytki nadodbytowej jest zasadniczo trójkątny, jednak trójkąt u formy norweskiej jest na wierzchołku lekko zaokrąglony (Sars, l. c. Pl. 133), gdy u szwedzkiej—wierzchołek jest ostry (Lilljeborg: „Operculum anale ...acutangulare“ Pl. III, Fig. 5 i 6). U formy polskiej płytka nadodbytowa z kształtu ogólnego jest podobna najbardziej do tejże u formy typowej, t. j. szkockiej, lecz ząbek środkowy jest tu zaznaczony słabiej (Rys. 2).

Budowa i uzbrojenie widełek u wszystkich form porównywanych są zasadniczo takie same. ¹⁾

Rożki (antennae) 1-ej pary u samicy są zasadniczo tak samo zbudowane u form porównywanych. (Rysunki tych rożków według Scott'a i Lilljeborg'a nie są zupełnie zgodne pod względem ilości szczeci na poszczególnych członkach (por. Scott, l. c. Pl. II, Fig. 2 i Lilljeborg, l. c. Pl. III, Fig. 7)

¹⁾ Rysunki z pracy Sars'a oraz odpisy, dotyczące *Canthocamptus* (*Attheyella*) *duthiei* Scott, z prac Scott'a i Lilljeborg'a, zarówno jak i kopje rysunków do tych prac, otrzymałem dzięki uprzejmości Sv. Ekman'a, C. van-Douwe'go oraz A. Lityńskiego, za co wymienionym panom składam na tem miejscu najuprzejmiejsze podziękowanie. W porównaniach odwołuję się do wymienionych odpisów oraz kopij rysunków.

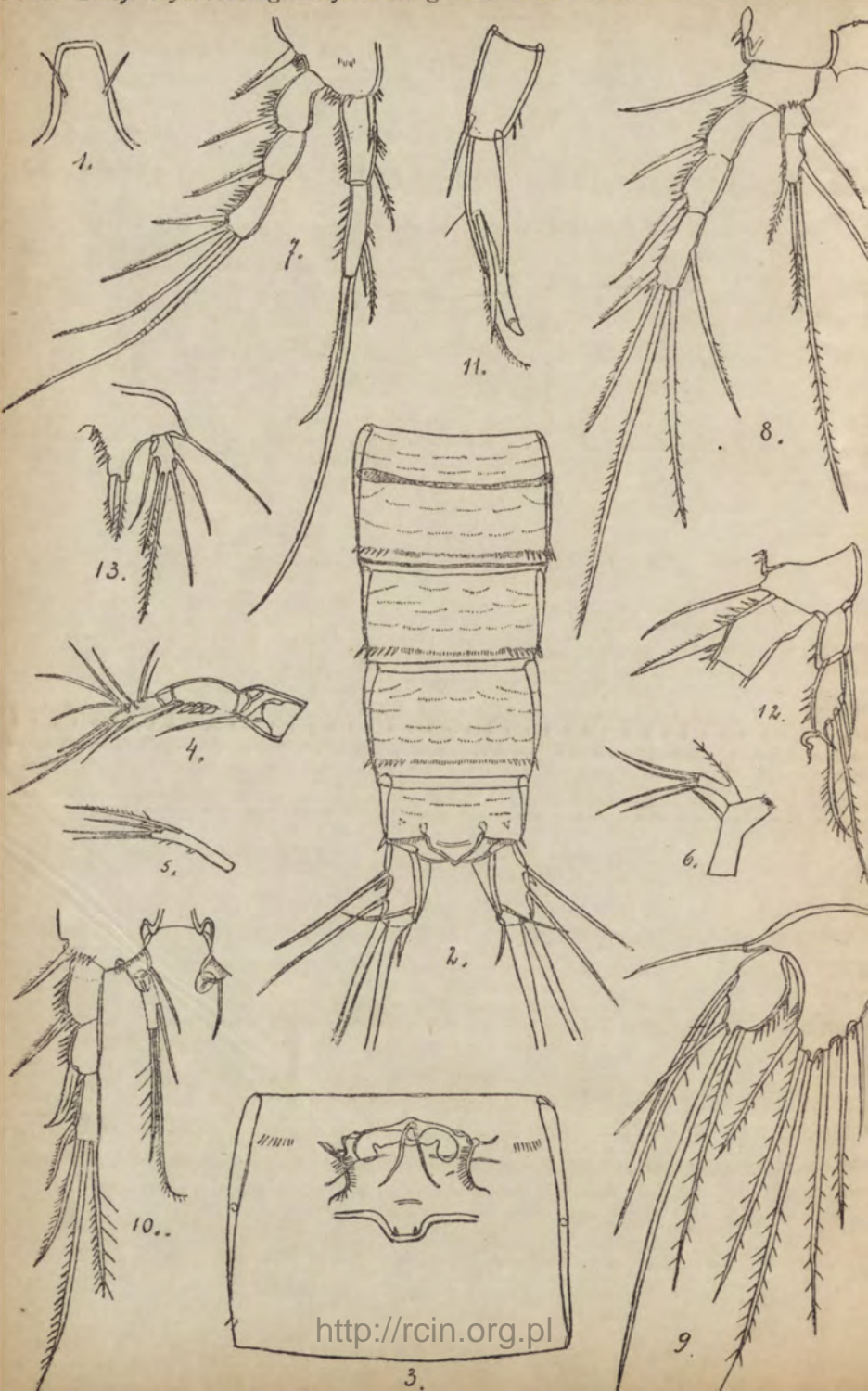
Co dotyczy budowy 1-ej pary rożków samca, to ani Scott ani Lilljeborg nie wchodzą w szczegóły ich budowy,—niemniej tych rożków również na tablicy Sars'a; wobec powyższego, trudno o porównanie i niewiadomo, czy formy powyższe posiadają na 3-im od końca członku owe trzy listkowate utwory, które widzimy u formy z Wigier (Rys. 4) i które uważam za charakterystyczne.

W budowie rożków 2-ej pary, jako też części pyszczkowych nie da się dostrzec u form porównywanych żadnych różnic istotniejszych. (Scott (13) w opisie rożków 2-ej pary mylnie uważa je za dwuczłonkowe).

Najważniejsze różnice dają się spostrzec w budowie odnóży pływanych, szczególnie u samców form porównywanych.

Odnóża pływne samicy. 1 para nóg jest u formy wigierskiej nieco różna, niż u typowej, i taka sama, jak u form skandynawskich; różnica polega na tem, że 2-i członek endopoditów posiada na swym końcu u formy wigierskiej tylko 2 szczeci (Rys. 7), gdy u typowej—aż 3. (Scott, l. 1. Pl. II fig. 7); natomiast u brzegu wewnętrznego tego członka niedaleko od końca, znajduje się u formy naszej (jak i u skandynawskich) mała szczec, której brak u formy szkockiej. Co dotyczy nóg 2-ej i 3-ej pary samicy, to u Scott'a znajdujemy tylko b. ogólnikowy ich opis; brak również rysunków tych odnóży, co nie pozwala na szczegółowsze porównania. Dokładne opisy nóg pływanych samicy istnieją w pracy Lilljeborg'a (9); Sars (11) podaje również rysunek 3-ej pary. Z porównań z opisami Lilljeborg'a i rysunkiem Sars'a widać, że istotnych różnic w budowie 2-ej i 3-ej nóg pływanych samicy niema; na 4-ej parze nóg kolec u boku wewnętrznego 2-go członka endopoditów jest u formy naszej (Rys. 8) (również, jak u norweskiej) dłuższy, niż u typowego gatunku (por. odp. rysunki cytowanych prac Scott'a i Sars'a).

5-ta para nóg samicy pod względem kształtów jest u porównywanych form jednakowa. Różnice występują jednak w długości odpowiednich szczeci na członku podstawowym (wewnętrznym). Podajemy poniżej szczeci tego członka w kolejnym porządku, licząc od zewnątrz nóg, według ich wzrastającej długości:



- 1) gatunek typowy (szkocki): 6, 5, 1, 4, 2, 3.
- 2) forma szwedzka: 6, 5, 2, 4, 1, 3.
- 3) „ norweska: 6, 5, 1, 2, 4, 3.
- 4) „ polska: 6, 1, 5, 2, 4, 3.

Różnice w długości tych samych szczeci widać nawet u form szwedzkiej i norweskiej.

Pozatem u formy z Wigier szczeć 6-ta na członku podstawowym (wewnętrznym) oraz 3-ia i 4-ta, na członku końcowym (wewnętrznym) są gładkie, gdy u formy szkockiej (również jak i u szwedzkiej) pierzaste. (Scott, l. c. Pl. II, Fig. 11; Lilljeborg, l. c. Pl. III, Fig. 9).

Odnóża pływne samca. 1-a para, jak u samicy. 2-a para nóg samca u form porównywanych jest prawie tak samo zbudowana. (Lilljeborg nie podał w tekście łacińskim opisu 1—4 pary nóg samca; jest tylko opis 5-ej pary oraz rysunek 3-ej). Różnice pewne występują w charakterystycznych dla tej pary nóg wyrostkach, znajdujących się na 1-ym członku endopoditów; wyrostki te u naszej formy tworzą rodzaj kleszczyków (Rys. 10); u formy typowej nazwano je wyrostkami zębowatymi („tooth-like processus”), na rysunkach zaś oddano jako zakrzywione niewielkie kolce (Scott, l. c. Pl. II, Fig. 9); na rysunku Sars'a (l. c. Pl. 133) są one prawie takież, jak u naszej formy, jeno o tępych, zaokrąglonych końcach. Oprócz tego wymiary stosunkowe endopoditów oraz długość i charakter upierzenia zewnętrznej szczeci wierzchołkowej 2-go członka tej gałązki są u naszej formy inne, niż u typowej (por. rysunki) i norweskiej.

3-ia para nóg samca u naszej formy ma zupełnie odmiennie zbudowane endopodity, niż u innych porównywanych form. U formy typowej 2-i członek tych gałązek zakończony jest dwoma jednakowej prawie długości zakrzywionymi kolcowatymi wyrostkami, obok zewnętrznego—odbiega pierzasta szczeć (Scott, l. c. Pl. II, Fig. 10); taką samą mn. w. budowę ma ten członek endopoditów u formy szwedzkiej (Lilljeborg, l. c. Pl. III, Fig. 10); u formy norweskiej brak od wewnątrz szczeci pierzastej (Sars., l. c. Pl. 133). U naszej formy zaś 2-i członek endopoditów zęża się ku końcowi w tępy, swoiście zakończony gruby kolec (pojedyńczy), z obydwu powierzchni którego (bliżej u boku wewnętrznego) w połowie długości członka

odchodzą 2 szczeci: krótsza gładka i dłuższa jednostronnie pięrzasta (Rys. 11).

Porównanie nóg 4-ej pary samca u wszystkich form jest utrudnione wobec braku opisów oraz rysunków tak u Scott'a, jak i u Lilljeborg'a. Posiadam jeno kopję z rysunku endopoditu tej nogi z tablicy Sars'a (l. c. Pl. 133). Kolce końcowe 2-go członka, które u formy wigierskiej mają b. charakterystyczny wygląd i położenie (Rys. 12), na rysunku Sars'a są przedstawione inaczej i mają do pewnego stopnia postać zwykłych, krótkich kolców.

Odnóża 5-ej pary u samca form porównywanych są prawie identyczne. Wymiary formy naszej są niewiele mniejsze, niż typowej, dochodzącej 0,9 mm. dł. (Scott. l. c.)

Wobec podkreślonych tu różnic, a mianowicie: odmiennego, niż u formy typowej, uzbrojenia segmentów głowotułowia (brak ząbków), innej budowy 1-ej pary nóg samicy, a szczególnie odmiennej budowy 3-ej pary nóg samca, wreszcie kształtu płytki nadodbytowej i in. cech pomniejszych, uważam za usprawiedliwione wyróżnienie formy naszej, jako odrębnej odmiany: *var. wigrensis var. nov.*

Sądzę, że formy skandynawskie, ze względu na brak ząbków na dolnych krawędziach segmentów 2—5 głowotułowia, inny kształt płytki nadodbytowej, tak różny od typu, oraz budowę 1-ej pary nóg samicy i inne znamiona drobniejsze, możnaby uznać również za odrębną odmianę, którą proponuję nazwać *var. scanica*.

LITERATURA.

- 1) Brehm V., Die Entomostraken der Danmark-Expedition. Medd. om. Grönland, vol. 45. 1911.
- 2) Carl I., Materialien zur Höhlenfauna der Krim. I. Aufsatz. Neue Höhlen-Crustaceen. Zool. Anz. Bd. XXVIII. 1904. S. 322.
- 3) Chappuis P. A., Die Fauna der unterirdischen Gewässer der Umgebung von Basel. Arch. f. Hydrob. u. Planktonk. Bd. XIV. H. 1 1920.
- 4) Van-Douwe C., Zur Kenntnis der Süßwasser-Harpacticiden Deutschlands. Zool. Jahrb. System. e. t. c. Bd. XVIII. 1903. S. 283.

5. Ekman Sv., Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. Intern. Rev. d. gesamt. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. VII 1915. S. 275.

6. Graeter E., Die Copepoden der unterirdischen Gewässer. Arch. f. Hydrob. u. Planktonk. Bd. VI. 1910. S. 1—48, 111—152.

7. Haberbosch P., Über Süßwasser-Harpacticiden. Ibid. Bd. XI 1916. S. 593.

8. Haberbosch P., Süßwasser-Entomostracen. Grönlands. Eine faunistische, oecologische u. tiergeographische Studie. Zeitschr. für Hydrologie, I. Jahrgang 1920. S. 136—184, 245—349.

9) Lilljeborg W., Synopsis specierum huc usque in aquis dulcibus Sueciae observatarum familiae Harpacticidarum. Kungl. Svenska Vet.—Akad. Handl. Bd. 36. 1902. S. 41.

10. Mrázek Al., Beitrag zur Harpacticidenfauna des Süßwassers. Zool. Jahrb. System. e. t. c. Bd. VII. 1893.

11. Sars G. O., An account of the Crustacea of Norway. Vol. V. Copepoda, Harpacticoidea, parts 17—18. Bergen 1907.

12. Schmeil O., Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden. II. Teil. Harpacticidae. Bibl. Zool. 15. 1893.

13. Scott Th. and A., On some new and rare British Crustacea. Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. VI. Vol. 18. 1896.

14. Scot Th., Some Observations on British Freshwater Harpacticids. Ibid. Ser. VII, Vol. 11, 1903.

OBJAŚNIENIE RYSUNKÓW. ¹⁾

- Rys. 1. dziobek (Rostrum) samca: × ok. 306 ²⁾.
- „ 2. odwłok samicy widziany od góry; × ok. 200.
- „ 3. 1 segment odwłoka samicy, widziany od strony brzusznej, z „polem genitalnym“.
- „ 4. końcowa część 1-go rożka samca.
- „ 5. gałązka boczna 2-go rożka samicy; × ok. 473.
- „ 6. głaszczek żuwaczki (palpus mandibularis) samicy; × ok. 338.
- „ 7. samica: 1 para nóg.
- „ 8. „ 4 para nóg.
- „ 9. „ 5 para nóg.
- „ 10. samiec: 2 para nóg; endopodit prawy cały, lewy—tylko 1 członek.
- „ 11. „ endopodit 3-ej pary nóg. × 473.
- „ 12. „ endopodit 4-ej pary nóg; 1 członek exopoditu; × 478.
- „ 13. „ 5 para nóg.

¹⁾ Wszystkie rysunki zostały wykonane aparatem rysunkowym Abbe'go przy użyciu mikroskopu C. Zeiss'a.

²⁾ Rysunki 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10 i 13 są powiększone ok. 306 razy.

Resumé.

S. MINKIEWICZ

Beitrag zur Kenntnis der Harpacticidenfauna des Wigrysees. *Moraria duthiei* Scott var. *wigrensensis* nov. var.

(Mit 1 Tafel).

Diese seltene *Moraria*art wurde von mir im Jahre 1922 im Wigrysee, während meines Aufenthalts in der Hydrobiologischen Station, gefunden und vorläufig unter dem Namen *Moraria* sp. nov.? in „Sprawozdania Stacji Hydrobiologicznej na Wigrych“, Tom I, Nr. 1. 1922, s. 45 unlängst beschrieben.

Aus der näheren Untersuchung und Vergleichung unserer Form mit diesbezüglichen Beschreibungen und Abbildungen von Scott (13), Lilljeborg (9) und Sars (11) ergab es sich aber, dass es sich hier um eine im grossen Grade veränderte Form von *Attheyella* (*Canthocamptus*) *duthiei* Scott handelt, die Haberbosch—in seiner Arbeit 1916 (7), worin er einigermaßen eine Revision des Systems der Unterf. *Canthocamptinae* vornimmt,—als *Moraria duthiei* Scott (zugleich mit einigen anderen, bis jetzt als *Canthocamptus* gehaltenen Arten mit achtgliedrigen 1-ten weiblichen Antennen) ganz richtig anführt.

Auf Grund der Beschaffenheit der Furka und der Schwimmfüsse (besonders beim Männchen) unterliegt es keinem Zweifel mehr, dass *Canthocamptus* (*Attheyella*) *duthiei* Scott zum Genus *Moraria* zugerechnet werden soll.

Es sei noch angegeben, dass P. A. Chappuis (— neuerlich (auf Grund der Entwicklung der Naupliusstadien) festgestellt hat, dass die Graetersche Art *Canthocamptus varicosa* auch mit achtgliedrigen 1-ten weiblichen Antennen, zum Genus *Moraria* angehöre.

Da unsere Form von *Moraria duthiei* Scott mehrere Abweichungen von dem Typus aufweist, halte ich sie für eine be-

1) Die Abschreibungen des Textes und die Kopien von Abbildungen aus den Arbeiten der obenerwähnten Autoren habe ich von den Herren Dr. Sv. Ekman, Dr. C. van-Douwe, und Dr. A. Lityński erhalten. Ich spreche Ihnen dafür meinen höflichsten Dank aus.

sondere Varietät, und es soll deswegen eine eingehende Vergleichung aller bis jetzt bekannten Formen dieser Art weiter unten durchgeführt werden.

Die allgemeine Körperform aller in Rede stehenden Formen (aus Schottland, Schweden, Norwegen und Polen) ist beinahe gleichartig ausgestaltet, jedoch ist das Rostrum bei unserer Form nicht zugespitzt (wie bei der schwedischen), sondern am Ende deutlich stumpf abgesetzt (Fig. 1). Die Hinterränder sämtlicher Cephalothoraxsegmente sind nicht ausgezackt (was auch für die skandinavischen Formen gilt), wie es gerade bei dem Typus an den 2—5 Segmenten der Fall ist (Scott, 13, Pl. II, Fig. 1)

Was die verschiedenen Dornenreihen, welche auf der Cuticula aller Körpersegmente (mit Ausnahme des 1-sten Cephalothoraxsegmentes) auftreten, betrifft, so bieten leider die Beschreibungen sowie die Abbildungen aller oben genannten Autoren kein genaueres Vergleichsmaterial dar.

Die Cuticula der Cephalothoraxsegmente 2.—5. ist bei unserer Form mit unterbrochenen Reihen minutöser Dornen (3 bis 4 auf jedem Segmente) beziert. Die Dörnchen der untersten Reihen an den beiden Seiten des 4-en und 5-en Segmentes sind grösser.

Die 1—3 Segmente des Weibchens und das 4-te des Männchens besitzen lateral, nicht weit vom Hinterrande eine Reihe grösserer Dornen, welche auf dem 2-en weiblichen und den 2—4 männlichen Segmenten über Ventralseite ununterbrochen verlaufen und mit einigen Dornen auch auf die Dorsalseite (wo sie ein wenig kleiner sind) übergreifen. Die genannten lateralen Dornenreihen des 1-en Segmentes in den beiden Geschlechtern übergreifen mit einigen Dornen auf die Dorsalseite dieses Segmentes. In der Lücke zwischen den obengenannten Dornen befindet sich eine Reihe kleinster Dörnchen (Fig. 2.)

Das letzte Abdominalsegment besitzt in beiden Geschlechtern lateral über der Ansatzstelle der Furka einen kurzen Kranz kleiner Dornen, welche auf die beiden Seiten des Segmentes übergreifen.

Ausserdem sind die sämtlichen Segmente des Abdomens in beiden Geschlechtern mit unterbrochenen Reihen minutöser Dörnchen beziert, wie dies aus der Abbildung 2 ersichtlich ist.

Die Analplatte ist veränderlich und fast bei allen Formen dieser Art verschieden gebaut.

Bei der typischen Form ist sie auf dem freien Rande gerundet und in der Mitte in einen stumpfen Zahn ausgezogen (Scott l. c. Pl. II, fig. 13). Die Formen von Schweden und von Norwegen besitzen im allgemeinen eine dreieckige Analplatte, die aber bei den ersteren runzlig, bei den letzteren zugespitzt ist (Lilljeborg, 9. Pl. III, Fig. 5, 6; Sars 11 Pl. 133). Die Wigryform hat auch eine ungefähr dreieckige Analplatte, deren Fortsatz (in der Mitte derselben) jedoch schwach ange deutet ist. (Fig 2).

Die Gestalt und Bedornung der Furka sind bei allen oben erwähnten Formen identisch.

I. Antennen des Weibchens sind bei unserer Form, wie auch bei allen anderen achtgliedrig. (Die Abbildungen dieser Antennen bei Scott (l. c. Pl. II, Fig. 2) und bei Lilljeborg (l. c. Pl. III, Fig. 7) stimmen betreffs ihrer Beborstung miteinander nicht ganz überein).

Auf der I. Antenne des Männchens fand ich bei unserer Form auf dem drittletzten Gliede 3 eigenthümliche blattförmige Fortsätze (Fig. 4), worüber in den Beschreibungen von Scott und Lilljeborg keine Angabe sich findet.

In dem Bau der II. Antenne sowie der Mandibel bemerkt man bei dem Typus und bei der Form aus Wigrysee eine grosse Uebereinstimmung.

Bedeutende Unterschiede weisen im Bau der Schwimmpfüsse, besonders beim Männchen, die genannten Formen an.

Weibchen. 1. Füsspaar. Auf dem Endgliede des erstenastes befinden sich bei unserer Form (wie auch bei den beiden skandinavischen) nur 2 grosse Borsten, bei dem Typus bemerkt man dagegen auf dieser Stelle noch eine—dritte Borste (Scott, l. c. Pl. II, fig. 7 und auch im Text.) Am Innenrande dieses Gliedes, nicht weit vom Ende desselben steht eine kleine unbefiederte Borste, welche bei der typischen Form fehlt.

Die Schwimmpfüsse des 2-en, 3-en und 4-en Paares sind bei allen diesen Formen fast gleich gebaut und bedornt. Einige Abweichungen zeigen aber die relativen Grössen der einzelnen erstenastglieder. Was das 5. Fusspaar anbetrifft, so findet man hier verschiedene Befiederung einzelner Borsten, so z. B. si

Bei unserer Form die 6-te Borste (von der Aussenseite der Fusses rechnend) sowie die 3-te und 4-te auf dem Endgliede glatt, bei der typischen Form sind sie hingegen befiedert (dasselbe gilt für die schwedischen Individuen dieser Art).

Die Anordnung der Borsten auf dem Basalgliede ist, ihrer zunehmenden Grösse nach, die folgende:

1. Typus: 6, 5, 1, 4, 2, 3.

2. Lilljeborg'sche Form: 6, 5, 2, 4, 1, 3.

3. Sars'sche Form: . . 6, 5, 1, 2, 4, 3.

4. Polnische Form: . . 6, 1, 5, 2, 4, 3.

Die Anordnung der Borsten des Endgliedes ist bei allen Formen gleichartig.

Schwimmfüsse des Männchens.

Das 1. Schwimmpfusspaar ist in beiden Geschlechtern identisch.

Die Füsse des 2. Paares sind bei allen genannten Formen im allgemeinen fast gleich gebaut. Einige Verschiedenheiten kommen in dem Bau der für das 1. Glied der Endopoditen typischen Fortsätze vor, welche bei unserer Form ein zangenförmiges, aus 2 Dornen bestehendes Gebilde darstellen (Fig. 10). Bei der typischen Form besitzen diese Fortsätze die Gestalt kleiner gekrümmten Dornen („tooth-like processus“, Scott, l. c.). Auf der Figur von Sars (l. c. Pl. 133) sind dagegen die Spitzen dieser Fortsätze abgerundet.

Die Endopoditen des 3-en Fusspaares haben bei der Wigryform eine sehr abweichende Gestalt. Das Endglied ist hier in einen dicken fingerförmigen stumpfen Dorn ausgezogen (Fig. 11), welcher auf der unteren und oberen Oberfläche (näher der inneren Seite) je eine Borste besitzt; die obere Borste eigenthümlich gekrümmt und einseitig befiedert, die andere, kürzere ist glatt. Bei den übrigen Formen dieser Art ist das 2-te Glied des Innenastes mit 2 fast gleichartigen hornförmigen, gekrümmten Fortsätzen beendet; neben dem inneren von denselben steht eine befiederte Borste, welche bei der Sars'schen Form fehlt. (Scott, l. c. Pl. II, Fig. 10; Lilljeborg, l. c. Pl. III, Fig. 10, u. Sars, l. c. Pl. 133).

Bei Scott und Lilljeborg finden wir keine Beschreibung und Abbildung des 4-en Fusspaares. Aus der Abbildung von Sars folgt, dass dieses Fusspaar bei der norwegischen

Form etwas anders als bei der Form aus Wigrysee gestaltet ist. Die eine von den Apikalborsten des Innenastendgliedes ist bei unserer Form ähnlich wie ein „Propfenzieher“ gekrümmt (Fig. 12.) und neben ihr befindet sich ein kleiner innenwärts gerichteter Dorn; an dieser Stelle findet man bei der Sars'schen Form 2' gewöhnliche kleine Dornen.

Im Bau des 5-en Fusspaares beim Männchen herrscht bei allen Formen eine grosse Uebereinstimmung.

Die Länge der Wigryform beträgt: Weibchen ca. 0.82 mm und Männchen ca. 0.65 mm. Die typische Form ist 0.9 mm lang (Weibchen?).

Die geographische Verbreitung von *Moraria duthiei* ist nach bisherigen Angaben folgende: kleine Seen der Shetlandinseln, Brough Loch und Loch Leven in Schottland (Scott), die grösseren Seen Ringsjön, Dagstorpssjön, Mälaren und bei Karesuando (Lilljeborg) sowie Vättern in Schweden (Ekman). In Norwegen fand sie Sars bei Christiania. Endlich wurde *M. duthiei* nach Lilljeborg in Jenissejgebiete (Sibirien) gefungen.¹⁾

Aus dieser Vergleichung aller bis jetzt bekannten Formen von *Moraria duthiei* Scott geht ganz deutlich hervor, dass sich die Form des Wigrysees durch so viele Abweichungen vom Typus (und zwar: durch das Fehlen der Zackung an den Cephalothoraxsegmenten, die Gestalt der Analklappe, den abweichenden Bau des 1-en Schwimmfusses bei dem Weibchen, einen anderen Bau des 3-en Fusspaares beim Männchen u. a.) unterscheidet, dass ich mich für berechtigt halte sie als eine besondere Varietät aufzufassen, welche ich *var. wigrensis* benenne.

Auch die skandinavischen Formen dieser Art haben eine in hohem Grade abweichende Gestalt (das Fehlen der Zackung an den Hinterrändern der 2.—5. Cephalothoraxsegmente, die dreieckige Analplatte, der Bau des 1-en Fusspaares beim Weibchen), dass ich auch diese Form in eine Varietät unter dem Namen *var. scanica* auszusondern vorschlage.

¹⁾ Der von Brehm (1) mit einem Fragezeichen angeführte Fund der *M. duthiei* in Grönland sollte sich nach Haberbosch (8) auf die Art *M. schmeili* beziehen.

Erklärung der Abbildungen: ¹⁾

- Fig. 1. Rostrum des Männchens. \times ca. 306 ²⁾.
 Fig. 2. Abdomen des Weibchens von der Oberseite gesehen. \times ca. 200.
 Fig. 3. 1. Segment des Weibchens mit den Cutikulargebilden des „Genitalfeldes“.
 Fig. 4. Endteil der 1. Antenne vom Männchen.
 Fig. 5. Nebenast der 2. Antenne vom Weibchen. \times ca. 473.
 Fig. 6. Palpus mandibularis vom Weibchen. \times ca. 338.
 Fig. 7. ♀ 1. Fusspaar.
 Fig. 8. „ 4. „
 Fig. 9. „ 5. „
 Fig. 10. ♂ 2. Fusspaar. Links—nur das 1. Glied des Endopodits.
 Fig. 11. „ Endopodit des 3. Fusspaares. \times ca. 473.
 Fig. 12. „ Endopodit des 4. Fusspaares und das 1. Glied des Exopodits. \times ca. 473.
 Fig. 13. „ 5. Fusspaar.

¹⁾ Alle Zeichnungen sind mit Hilfe des Abbeschen Zeichenapparates entworfen (Mikroskop von C. Zeiss).

²⁾ Die Abbildungen: 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10 u. 13 sind ca 306-fach vergrößert.

Drukarnia St. Milewskiego w Suwałkach.

<http://rcin.org.pl>

Prace Zakładu Biologii Ogólnej Instytutu im. M. Nenckiego.

(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).

Tom I (1922) № 6.

Travaux du Laboratoire de Biologie Générale de l'Institut M. Nencki.

(Société des Sciences de Varsovie).

Tome I (1922) № 6.

WIKTORJA STANISŁAWA DEMBOWSKA.

Wpływ światła barwnego na tempo mnożenia się *Paramaecium caudatum*¹⁾.

(Ueber den Einfluss des farbigen Lichtes auf die Teilungsgeschwindigkeit von *Paramaecium caudatum*.

Światło chromatyczne wpływa wybitnie na wiele procesów w organizmach. Wpływ ten jest prawdopodobnie natury chemicznej.

Że światło barwne może zmienić przebieg wielu reakcyj chemicznych, wiemy z szeregu przykładów, pomijając już przykład płytki fotograficznej. Triphenylfulgid, ciecz barwy pomarańczowej, pod wpływem promieni niebieskich staje się brunatną. Żółte promienie przywracają jej pierwotną barwę pomarańczową (Stobbe, 1908). β — czterochloro — α — ketonaphtalin pod wpływem promieni pozafioletowych przybiera barwę fioletową, zaś promienie żółto-zielone przywracają mu przezroczystość. Przytem, nie tylko promienie niebieskie, ale i promienie o większej długości fali mogą być chemicznie czynne. Nagel sądzi, iż maximum aktywności chemicznej przypada na promienie żółto-zielone.

Asymilacja CO₂ przez rośliny zielone bardzo zależy od jakości światła, chociaż kwestja jakości promieni optymalnych pozostaje sporną (Pfeffer, Reinke, Engelmann, Timiriazieff). Główny wierzchołek krzywej asymilacji leży w okolicy promieni żółto-czerwonych, istnieją jednak wskazówki, że krzywa

¹⁾ Rzecz przedstawiona przez Romualda Minkiewicza na posiedzeniu Wydziału III Tow. Nauk. Warsz. w dniu 18 Maja 1922 r.

ta może być dwuwierzchołkową. Natomiast wzrost i kształtowanie się roślin przebiegają najlepiej w promieniach o mniejszej długości fali (Wiesner, Sachs, Godlewski, Moebius). Nasiona *Veronica* kiełkują najlepiej w promieniach o większej długości fali, zaś w promieniach niebieskich kiełkowanie zostaje zupełnie wstrzymane. Ruchy fototropiczne roślin również pozostają pod wpływem różnych jakości padającego światła.

U zwierząt rozwój barwika w znacznym stopniu zależy od światła chromatycznego (Flemming na larwach salamandry, Loeb na *Fundulus*, Steinach na mięczakach, Hertel na głowonogach, Minkiewicz, Keeble and Gamble na skorupiakach, Frisch na rybach, Poulton, Prizbram i Brecher na poczwarkach owadów i t. d.).

Według Loeba, promienie czerwone wstrzymują regenerację *Eudendrium*, niebieskie zaś jej sprzyjają.

Szereg prac podnosi istnienie wybitnego fototropizmu barwnego u wielu zwierząt (Bert, Loeb, zwłaszcza Minkiewicz). Światło barwne wpływa na psychikę człowieka i zwierząt. Promienie czerwone drażnią, zielone działają uspokajająco. Praca fizyczna prędzej męczy osobniki ślepe niż widzące, i ciekawem byłoby zbadać, jakie promienie odgrywają tu rolę.

Według Junga, na świetle fioletowym jaja ryb rozwijają się prędzej (53 dni) niż na zielonym (75 dni). Według Lerrède i Pautrier, promienie niebieskie przyspieszają rozwój jaj płazów, czemu zresztą przeczy Goggio¹⁾. Według Heleny Grein, jaja *Gadus virens*, umieszczone w padającym świetle monochromatycznym, rozwijają się najprędzej w promieniach zielonych, względnie czerwonych lub pomarańczowych, najwolniej zaś w niebieskich.

Wreszcie, powszechnie znany jest niszczący wpływ promieni pozafioletowych na ustroje żywe.

Kwestja więc jest niezwykle obszerna, lecz i bardzo mało zbadana.

W większości przypadków, wpływ barwnego światła daje się zauważyć tylko w obecności barwika; zwłaszcza przy tropizmach zwierząt obecność barwika, jako fotoreceptora, powszechnie uważana jest za niezbędną. O zdolnościach chromorecepcyjnych samej

¹⁾ Cytuję według Dubois.

protoplazmy wiemy bardzo mało, chociaż właśnie w protoplazmie należy szukać filogenetycznego źródła wszelkich reakcyj w organizmie.

Posiadam szereg obserwacyj, wykazujących istnienie „chromotropizmu“ u *Paramecium caudatum*; wyniki odnośnych doświadczeń podam w pracy następnej.

Praca niniejsza poświęcona jest działaniu światła barwnego na tempo podziałów. Zgóry można się było raczej spodziewać, że działanie światła różnej jakości na protoplazmę bezbarwną będzie bardzo nieznaczne. Dlatego też uciekłam się do tempa mnożenia się, gdyż w doświadczeniach takich wymoczki zostają poddane działaniu badanego czynnika przez dłuższy okres czasu. Gdyby z badań późniejszych miało się okazać, że reakcje organizmów bezbarwnych na światło chromatyczne różnią się od reakcyj ustrojów zabarwionych tylko ilościowo, rzuciłoby to pewne światło na filogenezę, a zwłaszcza fizjologję barwików fotoreceptyjnych. W dziedzinie działania światła na pierwotniaki bezbarwne znalazłam w literaturze zaledwie parę prac. Serrano Fatigati badał wpływ różnych promieni na rozwój i oddychanie wymoczków. Znalazł on, że produkcja CO₂ jest największa w promieniach fioletowych, najmniejsza zaś w zielonych. Również i na rozwój promienie fioletowe wpływają najbardziej dodatnio. Wspomniana praca nie zawiera żadnych wskazówek metodycznych i jest tylko bardzo krótkim komunikatem. Woodruff, wyniki którego przytaczam poniżej (str. 13) badał jedynie wpływ światła rozproszonego, względnie ciemności na podziały *Oxytricha*, nie stosował jednak promieni barwnych.

W pracy niniejszej uwzględniam przede wszystkim działanie odbitych promieni barwnych na tempo mnożenia się *Paramecium caudatum*.

M e t o d y k a .

Doświadczenia wykonałam w ciągu miesięcy zimowych i letnich roku 1919—20, oraz w ciągu października i listopada 1921 roku. Za obiekt służyły *Paramecia* różnego pochodzenia, bądź świeżo przyniesione ze stawów, bądź też od kilku miesięcy hodowane w pracowni.

Wymoczki karmiłam w jednej serji pożywką sianową (otrzymaną przez 5-cio minutowe gotowanie siana w wodzie wodocią-

gowej), w drugiej zaś zawiesziną skrobi. Dla sporządzenia tej zawiesziny, 0,2 gr. zwykłej mąki żytniej wsypywałam do próbki, dolewałam około 10 cm³ wody wodociągowej, silnie wstrząsałam w ciągu jednej minuty, potem wirowałam w ciągu 30 sekund. Po wirowaniu mieszanina pozostawała w epruwetce przez półtorej godziny, poczem subtelną zawiesziną skrobi z górnych części próbki służyła za pokarm dla wymoczków. Dla każdego doświadczenia zawieszinę taką sporządzałam nanowo.

Naogół *Paramaecia* w pożywce sianowej dzieli się szybciej niż w skrobi. Jednak skrobia posiada tę wielką zaletę, że jej zawieszina jest bezbarwna i nie zmienia barwy użytego w doświadczeniu podłoża, gdy tymczasem pożywka sianowa zawsze jest wyraźnie żółta.

Każde doświadczenie było wykonane z osobną czystą linią, otrzymaną po trzech podziałach jednego osobnika. Każdy z otrzymanych w ten sposób ośmiu jednakowych rasowo i wymiarowo osobników był umieszczany osobno w kločku szklanym (tak zw. Embryoschale) w pięciu kroplach pożywki sianowej, względnie zawiesziny skrobi. Kločki przykrywałam cienką i możliwie przezroczystą płytką szklaną i umieszczałam je na papierach barwnych, względnie w ciemności. Codziennie o tej samej godzinie dodawałam do każdego kločka po 5 kropli pożywki lub skrobi i po 6-ciu dniach (w kilku doświadczeniach później) liczyłam wymoczki w każdym kločku.

Należało uwzględnić możliwość różnego rozwoju bakteryj na rozmaitych podłożach barwnych, dzięki czemu wymoczki w poszczególnych próbach miałyby z biegiem dni niejednakową ilość pokarmu. Żeby usunąć ten zarzut, dawałam wymoczkom zawsze nadmiar pokarmu.

Początkowo postępowałam metodą *Woodruffa*, codziennie usuwając z kločka wszystkie wymoczki, prócz jednego i licząc po 6-ciu dniach ilość podziałów. Sposób ten jednak musiałam zarzucić, gdyż dawał zbyt niewyraźne wyniki. Obliczeń dokonywałam pod lupą o 10-ciokrotnem powiększeniu. Ciecz z wymoczkami wysysałam z kločka do pipetki włoskowatej, poczem umieszczałam drobne kropelki tej cieczy, niezawierające ponad 5 osobników, na szkiełko przedmiotowe i liczyłam wymoczki w każdej kropelce osobno. Dla sprawdzenia dokładności tej metody, kilka razy liczyłam tę samą porcję dwukrotnie. Na tysiąc wymoczków

różnica obu obliczeń nie przekraczała 5 osobników. Obliczenie tysiąca wymoczków zajmuje około 20 minut, więc obliczenie serji z 8 klocków trwa najwyżej 3 godziny. W ciągu tego czasu liczba wymoczków w poszczególnych klockach mogła się zwiększyć zaledwie o parę osobników. Dla wyeliminowania tego źródła błędów, obliczałam klocki w różnej kolejności.

Klocki stawiałam na barwnych papierach: czerwonym, niebieskim, żółtym, zielonym, fioletowym, czarnym i białym. Papiery: czerwony, niebieski i żółty posiadały jaskrawą, chromatycznie sprawdzoną barwę. Papier czarny (tapety tak zw. aksamitne) posiadał ziarnistą powierzchnię i wyjątkowo głęboką czarną barwę. Papier biały nie był chromatycznie sprawdzony, a wybrany na oko, tak samo papiery zielony i fioletowy nie miały barwy zupełnie czystej. Starłam się osłabić płynący ztąd zarzut, używając papierów zielonego i fioletowego o różnych odcieniach. Ponieważ wyniki były mimo to dość jednostajne, można było sądzić, że niewielka domieszka obcych promieni nie odgrywa poważniejszej roli. Wiemy zresztą z badań Strasburgera i Wiesnera nad *Botrydium*, że światło monochromatyczne, otrzymane z pryzmatu, ma ten sam efekt, co i niezupełnie czyste barwne światło, otrzymane przez filtr. Więc, zbyt staranne zapobieganie domieszkom jakichkolwiek obcych promieni może nie być niezbędne. Wszystkie użyte papiery miały powierzchnię matową.

Z wielu doświadczeń (Pouchet, Keeble i Gamble, Minkiewicz, Frisch, Przibram, Brecher) wiadomo, że światło odbite zupełnie inaczej działa na organizmy, niż światło monochromatyczne padające. W moich doświadczeniach stosowałam wyłącznie światło odbite, ustawiając klocki na papierze barwnym. Wymoczki otrzymywały jednakową ilość rozproszonego światła, padającego z góry i różnica pomiędzy poszczególnymi klockami polegała jedynie na tem, że każdy z nich był ponadto oświetlany z dołu promieniami, odbitemi od podłoża różnie zabarwionych.

Światło barwne, odbite od podłoża, stanowi niewielki procent ogólnej ilości światła, otrzymywanego przez wymoczki, wystarcza jednak dla wykazania wybitnych różnic. Przytem, w jednej serji wymoczki były poddawane działaniu światła dziennego, a więc z przerwą całonocną, co jeszcze zmniejsza różnice w bodźcach

objektywnych. W drugiej serji naświetlałam wymoczki bez przerwy, za pomocą żarówki 75-cio świecowej „Vertex“, ustawionej w odległości pół metra nad klocekami (w ciemni).

W każdej serji jeden klocek był umieszczany w ciemni, sporządzonej przez owijanie go czarnym papierem t. zw. fotograficznym. Dla możliwego wyrównania wszystkich innych warunków, klocek ten wstawiałam zawsze pomiędzy inne klocek serji. Mimo to klocek, owinięty czarnym papierem, posiadał zwykle temperaturę cieczy o $\frac{1}{2}$ —1 stopnia C wyższą, niż pozostałe. Okoliczność ta tem bardziej przemawia za wyraźnym wpływem światła na tempo mnożenia się, gdyż w ciemności liczba podziałów była prawie zawsze najmniejsza, pomimo dogodniejszych warunków ciepłoty.

Raz dziennie ciemność była przerywana na parę minut z powodu karmienia wymoczków.

Wykonałam także szereg doświadczeń kontrolnych: Na jednym i tym samym arkuszu papieru barwnego ustawiałam 8 klocek, każdy z jednym osobnikiem *Paramaecium*, pochodzącym z czystej linii. Doświadczenia miały na celu skontrolować, czy zaobserwowane różnice w tempie mnożenia się na różnych barwach istotnie zależą od barwnego podłoża, nie zaś od indywidualności wymoczków. Używając tego samego podłoża dla wszystkich prób, otrzymałam bardzo małe wahania (p. str. 17).

Wreszcie, dla usunięcia promieni pozafioletowych posługiwałam się metodą, podaną przez L. Brecher. Klocek owijałam z boków i z dołu grubym, nieprzezroczystym papierem barwnym, zaś zamiast pokrywki ustawiałam na nim niewielki krystalizator z płaskim dnem, zawierający warstwę 2 cm. grubości nasyconego roztworu siarczanu chinu z dodatkiem kilku kropli stężonego kwasu siarkowego. Otrzymany płyn posiadał piękną niebieską fluorescencję i światło dzienne, przechodzące przezeń, traciło bardzo znaczną część promieni pozafioletowych, co sprawdzałam za pomocą papieru fotograficznego. Klocek kontrolny był sporządzany dokładnie w ten sam sposób, z tą tylko różnicą, że krystalizator zawierał zamiast dwusiarczanu chininy odpowiednio grubą warstwę wody destylowanej.

Opis doświadczeń.

W tablicy I podaję wyniki 21 doświadczeń, wykonanych w różnym czasie, w różnych warunkach pokarmu, temperatury i intensywności oświetlenia, oraz na wymoczkach z różnych kultur. Wszystkie te doświadczenia były wykonane na świetle dziennem.

T A B L I C A I.

| № | Pożywka sianowa — Heuinfuston | | | | | | | | | | | Skrobia — Stärke | | | | | | Pz-
ciątna | | | | |
|------|-------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|------|------|-----|-----|
| | 1* | 2 | 3 | 4 | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* | 11* | 12 | 13 | 14* | 15 | 16 | 17 | | 18 | 19 | 20 | 21 |
| R | 1216 | 896 | 780 | 1008 | 400 | 545 | 372 | 90 | 80 | 1709 | 1865 | 128 | 73 | 508 | 40 | 61 | 51 | 82 | 94 | 192 | 60 | 488 |
| Z | 1546 | 4096 | 1984 | 1936 | 600 | 718 | 951 | 118 | 104 | 1932 | 1845 | 512 | 128 | 908 | 248 | 65 | 116 | 184 | 187 | 178 | 208 | 884 |
| Z | 1280 | 2560 | 1500 | 435 | 840 | 448 | 513 | 128 | 110 | 1804 | 2367 | 1024 | 87 | 478 | 100 | 63 | 41 | 69 | 100 | 128 | 32 | 672 |
| Z | 1024 | 768 | 280 | 288 | 392 | 501 | 698 | 56 | 42 | 1290 | 1604 | 32 | 64 | 606 | 60 | 70 | 32 | 60 | 85 | 48 | 52 | 383 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1836 | 1469 | — | — | 378 | — | — | 61 | 66 | 110 | 120 | — | — |
| 1408 | 3328 | 1920 | 898 | 952 | 679 | 918 | 110 | 64 | 1898 | 2135 | 235 | 256 | 98 | 851 | 64 | 109 | 71 | 98 | 105 | 106 | 64 | 768 |
| 704 | 1152 | 772 | 344 | 608 | 483 | 669 | 84 | 100 | 1621 | 1634 | 64 | 64 | 58 | 582 | 16 | 79 | 27 | 64 | 75 | 96 | 32 | 441 |
| Cie | 576 | 494 | 384 | 128 | 576 | 422 | 448 | 32 | 40 | 1333 | 1566 | 16 | 48 | 456 | 80 | 36 | 24 | 57 | 60 | 32 | 24 | 325 |
| C@C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MIn. | 18 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 20 | 17 | 21 | 15 | 14 | 19 | 19 | 14,5 | 15 | 15 | 11 | — | 14 | 14 | 15 | 15 | 11 | 11 |
| Max. | 23,5 | 24 | 24 | 23 | 23 | 23 | 25 | 19,5 | 19 | 25 | 25 | 20,5 | 25 | 21 | 19 | — | 18 | 18 | 19,5 | 19,5 | 19 | 19 |
| Σ | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Objaśnienie znaków: R = podłoże czerwone, Z = żółte, Z = zielone, N = niebieskie, F = fioletowe, Cz = czarne, B = białe, Cie = ciemność, t°C = temperatura według Celsusza; Σ oznacza liczbę doświadczeń, z których w kolumnie pionowej podane są przeciętne.

Pierwszy rząd poziomy tablicy zawiera numery kolejne doświadczeń. W pierwszej kolumnie pionowej literami oznaczone są barwy: R—czerwona, Ż—żółta, Z—zielona, N—niebieska, F—fioletowa, Cz—czarna, B—biała, Cie—ciemność. Rzędy oznaczone przez Minimum i Maximum zawierają przeciętną z 6-ciu dni temperaturę (minimalną, względnie maksymalną) otaczającego powietrza. Każda kolumna pionowa zawiera wyniki jednego doświadczenia, wykonanego dla wszystkich barw w zupełnie jednakowych warunkach.

Doświadczenia 15—21 dotyczą wymoczków, karmionych zawiesiną skrobi. Jak wspomniałam we wstępie, podziały na skrobi zachodzą nieco rzadziej. Naogół jednak wyniki, otrzymane na skrobi, nie różnią się od wyników, otrzymanych dla wymoczków, karmionych pożywką sianową.

Różnice bezwzględne pomiędzy liczbami poszczególnych doświadczeń należy przypisać różnicy warunków każdego z nich. Niektóre doświadczenia przypadały na dni pogodne, inne zaś na dżdżyste lub mgliste. Niektóre były wykonane na wiosnę i wczesną jesienią, kiedy dni są długie, inne zaś w zimie, kiedy dzień trwa zaledwie kilka godzin. Gwiazdki koło numerów odpowiadają tym doświadczeniom, w których wymoczki były w bardzo niedogodnych warunkach oświetlenia. Ostatni rząd poziomy, oznaczony przez Σ, wykazuje z ilu doświadczeń wzięte są liczby przeciętne w danej kolumnie pionowej.

Jak widać z tablicy, prawie we wszystkich doświadczeniach maksymalna liczba wymoczków przypada na podłoże żółte, niekiedy zaś na bliskie mu chromatycznie zielone. Najmniejsza ilość wymoczków najczęściej się spotyka w ciemności. Inne barwy mniej są charakterystyczne, prócz czarnej, która po żółtej zajmuje drugie miejsce.

W tablicy II zestawiałam te same wyniki. Lecz zamiast bezwzględnej liczby wymoczków dla każdej próby, podane są przeciętne liczby podziałów w ciągu tych samych sześciu dni. Rząd poziomy, oznaczony przez „wahania“, podaje w obrębie ilu podziałów zaszły wahania w poszczególnych klocek każdego doświadczenia. Tablica zawiera tylko liczby okrągłe, bez dziesiętnych.

Tablica II jest uzupełnieniem I-ej. Widać z niej wyraźnie, że w doświadczeniach, w których wymoczki otrzymały niedostateczną ilość światła (NN doświadczeń opatrzonych gwiazdkami) wahania są mniejsze.

TABLICA II.

| № | Pożywka sianowa — Heuinfusion | | | | | | | | | | | | Skrobia — Starke | | | | | | Prze-
cięcie | | | | |
|--------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|------------------|-----|----|----|----|----|-----------------|----|----|-----|--|
| | 1* | 2 | 3 | 4 | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* | 11* | 12 | 13 | 14* | 15 | 16 | 17 | 18 | | 19 | 20 | 21 | |
| R | 10 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 8 | 6 | 6 | 10 | 10 | 7 | 6 | 8 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 5 | 7,3 | |
| Ż | 10 | 12 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 6 | 6 | 10 | 10 | 9 | 7 | 9 | 7 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8,2 | |
| Z | 10 | 11 | 10 | 8 | 9 | 8 | 9 | 7 | 6 | 10 | 11 | 10 | 6 | 8 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 5 | 7,9 | |
| N | 10 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 5 | 5 | 10 | 10 | 5 | 6 | 9 | 5 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 7,0 | |
| F | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 10 | 10 | — | — | 8 | — | — | 5 | 6 | 6 | 6 | — | — | |
| Cz | 10 | 11 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 6 | 6 | 10 | 11 | 8 | 6 | 9 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7,9 | |
| B | 9 | 10 | 9 | 8 | 9 | 8 | 9 | 6 | 6 | 10 | 10 | 6 | 5 | 9 | 4 | 6 | 4 | 6 | 6 | 6 | 5 | 7,2 | |
| Cie | 9 | 8 | 8 | 7 | 9 | 8 | 8 | 5 | 5 | 10 | 10 | 4 | 5 | 8 | 6 | 5 | 4 | 6 | 5 | 5 | 4 | 6,6 | |
| Waha-
nia | 2 | 5 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 6 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | |

TABLICA III.

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Prze-
ciężna |
|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|-----------------|
| R | 238 | 300 | 323 | 452 | 298 | 500 | 347 | 281 | 294 | 337 |
| Ż | 194 | 574 | 555 | 1024 | 580 | 512 | 487 | 300 | 508 | 527 |
| Z | 244 | 464 | 207 | 500 | 244 | 128 | 162 | 115 | 161 | 247 |
| N | 252 | 392 | 210 | 128 | 310 | 128 | 120 | 69 | 111 | 191 |
| F | — | — | — | — | — | 340 | 248 | 230 | 308 | — |
| Cz | 226 | 634 | 430 | 552 | 175 | 480 | 323 | 344 | 390 | 395 |
| B | 257 | 711 | 148 | 338 | 400 | 132 | 171 | 385 | 546 | 343 |
| Cie | 123 | 209 | 116 | 110 | 180 | 100 | 180 | 90 | 184 | 144 |
| Min. | 19 | 16 | 19 | 19 | 21 | 15 | 15 | 19 | 19,5 | |
| Max. | 24 | 22 | 21 | 21 | 23 | 21 | 21 | 22,5 | 23 | |
| Σ | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

W tablicy III podaję wyniki 9-ciu doświadczeń, wykonanych przy nieustannem naświetlaniu elektrycznym (nieprzerywanem na noc). Wszystkie wycieczki karmiono tu pożywką sianową. Tablica ta potwierdza najzupełniej wnioski z tablicy I. Maksymalne liczby podziałów również przypadają na podłoże żółte, natomiast najmniej podziałów jest w ciemności.

Zaznaczam, że właśnie na świetle elektrycznym wycieczki, owinięte czarnym papierem (ciemność), miały zawsze temperaturę co najmniej o jeden stopień wyższą od innych. Skoro więc liczba wycieczek w ciemności jest mniejsza, musimy przypisać światłu wpływ pobudzający na tempo mnożenia się.

TABLICA IV.

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Prze-
ciężna |
|--------------|---|---|---|----|---|---|---|---|---|-----------------|
| R | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,9 |
| Ż | 7 | 9 | 9 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8,6 |
| Z | 7 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7,2 |
| N | 7 | 8 | 7 | 7 | 8 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6,9 |
| F | — | — | — | — | — | 8 | 7 | 7 | 8 | — |
| Cz | 7 | 9 | 8 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8,0 |
| B | 8 | 9 | 7 | 8 | 8 | 7 | 7 | 8 | 9 | 7,9 |
| Cie | 6 | 7 | 6 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6,4 |
| Waha-
nia | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | — |

Również i barwa czarna zachowuje swoje miejsce tuż po żółtej. Jednakże istnieją i pewne różnice, które podam poniżej, przy opisie działania poszczególnych barw.

Tablica IV jest skonstruowana dla światła elektrycznego na wzór tablicy II i nie nastęrcza żadnych nowych wniosków.

Rozpatrzę teraz kolejno działanie poszczególnych barw.

Podłoże żółte (Ż).

Żółte podłoże wyraźnie sprzyja podziałowi. Wpływ odbitych promieni żółtych zazwyczaj uwydatnia się dopiero po paru dniach. Po 24 godzinach od początku doświadczenia przewaga żółtego podłoża nad innymi jest zbyt nieznaczna, aby ją można było napewno zauważyć. Przeważnie wyraża się ona tylko w znaczniejszej wielkości ciała wymoczką w porównaniu z wymoczkami innych prób. Niekiedy w ciągu pierwszych dni, próba na żółtem podłożu pozostaje w tyle za innymi. Jednak w ostatecznym wyniku, po sześciu dniach, zwykle *Paramecia* tej próby były liczniejsze. Przytem wynik ten powtarzał się stale, niezależnie od źródła światła: zarówno na rozproszonem świetle dziennem jak i na świetle elektrycznem żółte podłoże wyprzedza inne pod względem dodatniego wpływu na tempo mnożenia się. Dla oka, używany w doświadczeniach żółty papier, przeniesiony ze światła dziennego na elektryczne nie zmienia swego odcienia; jego żółta barwa wydaje się tylko cokolwiek intensywniejszą. Z pośród siedmiu¹⁾ barw na 30 niezależnych od siebie doświadczeń, liczba wymoczków na żółtem podłożu zajmowała 19 razy pierwsze miejsce i ani razu nie była na ostatku (Patrz tabl. V). Niewątpliwie więc żółte podłoże przyspiesza podziały.

TABLICA V.

| L. p. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|----|----|---|----|----|----|----|
| R | 1 | 3 | 6 | 13 | 2 | 4 | 1 |
| Z | 19 | 5 | 2 | 3 | — | 1 | — |
| Z | 4 | 2 | 9 | 4 | 7 | 4 | — |
| N | — | 1 | 4 | 3 | 6 | 10 | 6 |
| Cz | 2 | 14 | 6 | 2 | 2 | — | 1 |
| B | 4 | 2 | 2 | 4 | 11 | 6 | 1 |
| Cie | — | — | 1 | 1 | 2 | 5 | 21 |

¹⁾ Ze względu na niewielką liczbę doświadczeń z podłożem fioletowem nie zostały one uwzględnione w tablicach V VI i VII, lecz omówione w tekście.

TABLICA VI.

| L. p. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|----|----|---|---|---|---|----|
| R | 1 | 1 | 5 | 8 | 2 | 3 | 1 |
| Z | 14 | 4 | — | 3 | — | — | — |
| Z | 4 | 2 | 7 | 3 | 3 | 2 | — |
| N | — | — | 3 | 2 | 5 | 8 | 3 |
| Cz | 2 | 13 | 3 | 2 | 1 | — | — |
| B | — | 1 | 2 | 3 | 9 | 5 | 1 |
| Cie | — | — | 1 | — | 1 | 3 | 16 |

TABLICA VII.

| L. p. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|---|---|---|----|---|---|---|
| R | — | 2 | 1 | 5 | — | 1 | — |
| Z | 5 | 1 | 2 | — | — | 1 | — |
| Z | — | — | 2 | 1 | 4 | 2 | — |
| N | — | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| Cz | — | 4 | 3 | — | 1 | — | 1 |
| B | 4 | 1 | — | 1 | 2 | 1 | — |
| Cie | — | — | — | 1. | 1 | 2 | 5 |

W tablicach V, VI i VII pierwszy rząd poziomy oznacza kolejne miejsca porządkowe co do liczby wymoczków w kločku (1 — największą, 7 — najmniejszą). Pierwsza kolumna pionowa oznacza barwy. W rzędach poziomych liczby wskazują, ile razy w danym szeregu doświadczeń dana barwa (co do liczby otrzymanych na niej po sześciu dniach wymoczków) zajmuje dane miejsce porządkowe. Np. (tabl. V) barwa czerwona 6 razy była trzecią z rzędu, 13 razy—czwartą, 2 razy—piątą i t. d. Tablica V zawiera sumaryczny wynik wszystkich 30 doświadczeń. Tablica VI zawiera osobno doświadczenia, wykonane na świetle dziennym, zaś tablica VII—tylko na elektrycznym.

Czarne podłoże (Cz).

Również sprzyja mnożeniu się, chociaż w nieco słabszym stopniu, niż podłoże żółte. Przypuszczałam początkowo, iż może tu odgrywać rolę wyższa t^0 cieczy z wymoczkami, spowodowana pochłanianiem promieni ciepłych przez czarny papier. Termometr nie wykazał jednak żadnej uchwytnej różnicy. Światło dzienne i światło elektryczne dały najzupełniej zgodne wyniki. Używany czarny papier, o powierzchni gruboziarnistej, nie wykazywał najmniejszej zmiany barwy przy przeniesieniu go ze światła dziennego na elektryczne. Papier posiadał bardzo głęboką czarną barwę, przypominającą aksamit. Na 30 doświadczeń, z pośród siedmiu barw, liczba wymoczków na czarnym podłożu zajmowała tylko dwa razy pierwsze miejsce, natomiast aż czternaście razy miejsce drugie i w jednym tylko doświadczeniu znalazła się na końcu, na świetle elektrycznym (Tabl. VI i Tabl. VII).

Ciemność (Cie).

W ogromnej większości doświadczeń wymoczek, hodowane w ciemności (klocek był owinięty czarnym papierem „fotograficznym“, pozatem pozostawał w tych samych warunkach co i inne), opóźniały swój podział i po sześciu dniach próba w ciemności zawierała najmniej osobników. Wynik ten powtarzał się stale, i mogę stwierdzić, iż zupełny brak światła jest szkodliwy dla mnożenia się *Paramecium*.

Zgadza się to poniekąd z doświadczeniami Woodruffa nad *Oxytricha*, chociaż badacz ten uważa wpływ światła za nieznaczny. W ciągu miesiąca, w stałych niezmiennych warunkach Woodruff otrzymał dla wymoczków, hodowanych na świetle, o 6 podziałów więcej, niż dla hodowanych w ciemności (*Oxytricha* dzieli się raz na dobę). Moje doświadczenia nie wykazują znaczniejszego działania światła na tempo mnożenia się, niż doświadczenia Woodruffa, opieram jednak swoje wnioski na znacznie obszerniejszym materiale. Z 30 doświadczeń, liczba wymoczków, hodowanych w ciemności, 21 razy zajmowała siódme miejsce. Nigdy ciemność nie zajmowała pierwszego lub drugiego miejsca. (Patrz tabl. V).

Czerwone podłoże (R).

Nie wywiera takiego wyraźnego wpływu na tempo mnożenia się, jak podłoża, omówione poprzednio. Jednak, ustawiając różne podłoża w porządku ich dodatniego wpływu na mnożenie się, znajdziemy dla czerwonej barwy wyrażne maximum na IV miejscu. (Tabl. V). Użyty w doświadczeniach czerwony papier, przeniesiony ze światła dziennego na elektryczne, dla oka nie zmienia swego odcienia. Widzimy też z porównania tablic VI i VII, że barwa czerwona zajmuje czwarte miejsce, zarówno na świetle dziennym jak i na elektrycznym.

Zielone podłoże (Z).

Wyniki, otrzymane na barwie zielonej, są mało wyraźne. Można sądzić, że dla mnożenia się *Paramecium* jest ona dość obojętna. Przy przeniesieniu na światło elektryczne, papier zielony na oko odbija znacznie więcej promieni żółtych. Mimo to, z tablicy VII nie widać, aby zastosowanie światła elektrycznego przesunęło działanie zielonej barwy w kierunku dodatnim.

Białe podłoże (B).

Na świetle dziennem, w 21 doświadczeniach białe podłoże, jak widać z tablicy VI, nie wywiera żadnego specjalnego wpływu na tempo mnożenia się wymoczków. Takie neutralne zachowanie się barwy białej dałoby się wytłumaczyć tem, że odbija ona wszystkie promienie, zarówno sprzyjające, jak i szkodliwe. Jak wykazały doświadczenia, które przytoczę poniżej, odbite promienie pozafioletowe wpływały ujemnie na mnożenie się. Skoro biały papier odbija promienie pozafioletowe obok żółtych, musi zachodzić rodzaj neutralizacji i wyniki stają się mało charakterystyczne. Na świetle elektrycznym, działanie barwy białej jest nieco inne: staje się ona raczej sprzyjającą. W czterech doświadczeniach liczba wymoczków, otrzymanych na białym papierze, zajęła nawet pierwsze miejsce. (Patrz tabl. VII). Używana przeze mnie lampa żarowa (75-świecewka firmy „Vertex“) w porównaniu ze światłem dziennem, daje więcej promieni żółtych, natomiast mniej niebieskich¹⁾ i pozafioletowych. Dla oka, biały papier na świetle elektrycznym żółcieje. Tem się prawdopodobnie tłumaczy nieco odmienne działanie białego podłoża na świetle elektrycznym. W tych więc warunkach papier biały może do pewnego stopnia zastąpić żółty. Rzeczywiście, w doświadczeniach №№ 1, 2, 8 i 9 tablicy III-ej, biała barwa zajmuje pierwsze miejsce, zaś barwa żółta stoi na drugim lub na trzecim. Nizka liczba dla barwy żółtej w doświadczeniu 1 mogła być przypadkową. W każdym razie, jak widać z tejże tablicy, podłoże żółte na świetle elektrycznym tylko przez białe może być zastąpione.

Niebieskie podłoże (N).

Jak widać z tablicy VI, podłoże niebieskie zajmuje wyraźnie szóste miejsce (8 razy) i ani razu nie było na pierwszym lub na drugim. Ponieważ ostatnie miejsce przypada na ciemność, możemy wnioskować, że podłoże niebieskie ze wszystkich podłoży barwnych wpływa najbardziej hamująco na tempo mnożenia się *Paramaecium*. Na świetle elektrycznym (tabl. VII) wyniki nie są tak wyraźne, prawdopo-

¹⁾ Znane jest to zresztą z kolorymetrycznych badań Ives'a, Voeg'e'go i innych nad żarówkami.

dobnie różnica zależy od większej przewagi promieni żółtych w świetle żarówki. Przy przeniesieniu niebieskiego papieru na światło elektryczne, barwa jego dla oka znacznie traci na intensywności, chociaż nie zmienia wyraźnie swego odcienia.

Fioletowe podłoże (F).

Użyte tylko w jedenastu doświadczeniach. Nie mając możliwości dostać papier fioletowy o chromatycznie dobrej barwie, nie mogłam się spodziewać miarodajnych wyników. Istotnie, jak widać z tablicy I, o tem podłożu nic stanowczego powiedzieć nie można. Jednak na świetle elektrycznym podłoże fioletowe dało takie same wyniki, co podłoże czerwone. Największa częstotliwość dla obu podłoży przypada na IV i V miejsce. Zgadza się z tem dobrze fakt, że papier fioletowy na świetle elektrycznym dla oka zupełnie się zmienia na ciemno-czerwony.

Jak widać z tablicy V, każda barwa posiada swoje maximum, przypadające na odrębne (z pośród siedmiu) miejsce. W stosunku do liczby otrzymanych wymoczków, barwy ustawiają się więc dość naturalnie w następujący szereg: Ż, Cz, Z, R, B, N, Cie, nie pokrywający się wcale, jak widzimy, z szeregiem świetlności tych podłoży, w którym B jest pierwszy, Ż i Z pośrodku, zaś R i Cz na końcu. Jedynie barwa fioletowa nie dała tymczasem wyników swoistych; jej działanie można uważać za zbliżone do działania barwy czerwonej.

Na świetle dziennym (tabl. VI), więc z nocną przerwą, mniej więcej ta sama kolejność zostaje zachowana, zaś na świetle elektrycznym całodobowym (tabl. VII) barwa biała, jak już wspomniano, wysuwa się niemal na pierwsze miejsce.

Doświadczenia kontrolne.

Dla stwierdzenia, iż wyniki przytoczone istotnie zależą od różnicy barw, nie zaś od jakichś ubocznych przypadkowych czynników, jak np.: różna indywidualność osobników czystej linii, niezupełne wyrównanie wszystkich drugorzędnych warunków doświadczenia i t. d., wykonałam dwie serje doświadczeń kontrolnych.

1) W pierwszej serji, przenosiłam wymocзки z podłoża sprzyjającego mnożeniu się na podłoże hamujące, co pociągnęło za sobą wyraźne zmniejszenie się podzielnosci. Odwrotne próby,

to jest z podłoża hamującego na sprzyjające, wykazały zwiększenie podzielności. Wykonanie tych prób było następujące: *Parmaecia* umieszczalam, jak zwykle, na rozmaitych barwnych podłożach. Po sześciu dniach obliczałam wymoczki w każdym klocku i po skonstatowaniu liczby maksymalnej, względnie minimalnej w danych dwu klockach, izolowałam z każdego z nich po jednym wymoczku, którego umieszczałam na dalsze 6 dni na podłożu odwrotnym (przeciwstawnym co do działania).

Np. w jednym doświadczeniu po sześciu dniach na żółtym podłożu było 718 wymoczków, na niebieskim zaś 54. Gdy przeniesiono jednego z wymoczków „żółtych“ na podłoże niebieskie, po dalszych sześciu dniach dał on 100 osobników, natomiast wymoczek z niebieskiego podłoża, przeniesiony na żółty papier, dał przez ten czas 141 osobników.

Odwracanie krzyżowe wpływów chromatycznych.

| | | | | |
|----|---|---------------------------------|---|--------------------|
| 1. | { | Żółte podłoże po 6 dniach — 718 | X | -----> 141 |
| | | Niebieskie „ „ „ „ — 54 | | po 6 d. -----> 100 |
| 2. | { | Żółte „ „ „ „ — 100 | X | -----> 194 |
| | | Niebieskie „ „ „ „ — 69 | | po 6 d. -----> 54 |
| 3. | { | Żółte „ „ „ „ — 308 | X | -----> 154 |
| | | Niebieskie „ „ „ „ — 111 | | po 6 d. -----> 90 |

W innym doświadczeniu, stosunek liczby wymoczków na podłożach żółtym i niebieskim był 100 do 69. Po odwróceniu krzyżowym stosunek żółtego i niebieskiego był 194 : 54. W trzecim doświadczeniu stosunek Ż : N był 308 : 111, po odwróceniu krzyżowym 154 : 90.

We wszystkich więc przypadkach mniejsza liczba wymoczków na podłożu niebieskim nie zależy od ich indywidualności ani od żadnych czynników ubocznych, ponieważ potomstwo tych samych osobników, przeniesione na podłoże sprzyjające, daje większą liczbę wymoczków. Stałe powtarzanie się tego wyniku wyklucza wszelką przypadkowość.

2) W drugiej serji doświadczeń kontrolnych, ustawiłam po 8 klocków na jednym i drugim samym podłożu.

Doświadczenie wykonano pozatem zupełnie tak samo, jak wszystkie poprzednie. Jeśli wyniki zależą od czynników przypadkowych, to wśród 8 prób, ustawionych na jednym i tym samym papierze barwnym, musiałyby zajść takie same wahania, jakie obserwowałam na różnych barwach. Wynik jednak otrzymano bardzo jednolity. Na żółtem podłożu po upływie sześciu dni, klocki zawierały 121, 120, 122, 154 osobniki. Na podłożu niebieskiem—113, 114, 116, 117. Po dalszych sześciu dniach, więc po 12 od początku doświadczenia, cztery inne klocki tej samej serji zawierały:

na żółtem: 1.507, 1.515, 1.533, 1.820.

na niebieskiem: 748, 788, 861, 902.

W innem doświadczeniu, po sześciu dniach klocki zawierały na białem podłożu: 110, 100, 111, 110,
w ciemności: 99, 99, 96, 97.

Po dalszych sześciu dniach cztery inne klocki tej samej serji zawierały:

na białem: 1.224, 1.279, 1.294, 1.543,

w ciemności: 748, 788, 861, 902.

Z doświadczeń tych wynika niewątpliwie, że właśnie barwa podłoża, a nie jakiegokolwiek inne warunki jest czynnikiem mierzalnym. Wahania w obrębie jednej barwy są stosunkowo nieznaczne.

Wpływ promieni pozafioletowych.

Sposób wykonywania odnośnych doświadczeń był już podany w części metodycznej. Klocki stawiałam zawsze po dwa, z których jeden był przykryty filtrem z dwusiarczanu chininy, drugi zaś takim samym filtrem z wody destylowanej. Klocki z boków i z dołu były otoczone papierem barwnym. Wynik podaję na tablicy VIII.

We wszystkich przypadkach liczba wymoczków, otrzymanych przy częściowem usunięciu promieni pozafioletowych, była zawsze znacznie wyższa, niż w doświadczeniach kontrolnych, w których promienie pozafioletowe miały swobodny dostęp do wymoczków. Promienie pozafioletowe są więc jednym z czynników hamujących mnożenie się. Wiadomo zresztą już oddawna, że promienie ultrafioletowe szkodliwie wpływają na

TABLICA VIII.

| L. p. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Prze-
ciętna |
|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------|-----|-----------------|
| Filtr z chininy
białe podłoże. | 122 | 138 | 128 | 226 | 187 | 220 | 776 | 785 | 322 |
| Filtr z H ₂ O dest.
białe podłoże. | 61 | 64 | 52 | 174 | 79 | 106 | 360 | 418 | 164 |
| Oświetlenie | Światło dzienne | | | | | | Światło
elektryczne | | |

organizmy żywe, co wynika chociażby z obszernych doświadczeń Hertel'a, a ostatnio Ursprung'a (1917) na roślinach (od okrzemek do najwyższych).

Co natomiast jest zastanowienia godne, to ujemny wpływ ciemności, w której wymoczki nie otrzymują przecież promieni pozafioletowych. Widocznie, pomimo szkodliwego działania tych promieni, światło dzienne lub elektryczne zawiera jakieś czynniki dodatnie. Każdy z klocków w moich poprzednich doświadczeniach otrzymywał dokładnie tę samą ilość i jakość światła padającego. Wobec zaś różnicy wyników na podłożach różnych barw, musimy przypisać wpływ rozstrzygający światłu odbitemu od podłoża. Jak wspomniałam na wstępie, fakt ten daje się wywnioskować z wielu prac. Naśluwa się przypuszczenie, że promienie, odbite od żółtego lub czarnego papieru nie dlatego sprzyjają mnożeniu się *Paramecium*, że zawierają stosunkowo mało promieni pozafioletowych, tylko dlatego, że zawierają ponadto jakiś sprzyjający czynnik pozytywny. Kiedy się otrzymuje czyste promienie pozafioletowe za pomocą pryzmatu kwarcowego, nie stwarza się przez to żadnego nowego rodzaju energii, tylko się odszczepia część padających promieni. Mimo to, promienie takie zabijają *Paramecium* w ciągu paru minut, podczas gdy to samo światło, nierozszczepione pryzmatem, wpływa korzystnie na tempo mnożenia się. Przypominam, że w ciemności podziałów jest mniej, niż na jakimkolwiek barwnym podłożu. Pozostaje przypuścić, że ujemny wpływ promieni pozafioletowych w zwykłym świetle zostaje zneutralizo-

wany przez inne promienie, działające dodatnio ¹⁾). W przyszłych badaniach mam zamiar przeprowadzić takie planowe neutralizowanie promieni pozafioletowych za pomocą innych promieni widma. Mam też zamiar pod wieloma względami uzupełnić braki dotychczasowych doświadczeń:

1. Jak przed chwilą wspomniałam, byłoby ciekawe przeprowadzić próby neutralizacji czystych promieni pozafioletowych przez różne promienie barwne.

2. Dla ścisłego odróżnienia fizjologicznego działania promieni odbitych a padających należy ustawić próby wymoczków *tylko* w promieniach padających, względnie odbitych. W szczególności, jeśli działanie to jest jednakowe, to próba na czarnym podłożu, otrzymująca wyłącznie promienie padające, znajdzie się w tych samych warunkach, co próba na białym podłożu, ale otrzymująca tylko światło odbite.

3. Po ustaleniu samego faktu zależności pomiędzy barwą podłoża, a tempem mnożenia się, przewiduję niezbędność analizy przyczynowej w kierunku wykrycia fizjologicznych i fizykochemicznych warunków, ulegających zmianom pod wpływem promieni barwnych, a powodujących większą lub mniejszą podzielność komórki. Mam tu na widoku ściśle zbadanie t^o, ilości i jakości pokarmu, wpływu jonów, stopnia kwaśności cieczy kultury i t. d.

4. Prócz tempa mnożenia się, należy uwzględnić zależność szeregu innych procesów fizjologicznych od barwy podłoża, jak np. stopień pobieralności pokarmu, szybkość ruchu, pulsacja wodniczków kurczliwych, tropizmy i t. d.

W n i o s k i .

Barwne podłoże wyraźnie wpływa na szybkość rozmnażania się *Paramaecium caudatum*.

1. Podłoża żółte i czarne sprzyjają podzielności wymoczków.

¹⁾ Schanz w swych doświadczeniach nad wzrostem roślin z usunięciem zupełnym promieni pozafioletowych (1918—1919), znajduje np. dla ogórków maximum wzrostu w żółtem i czerwonym świetle (padającym).

2. Podłoże niebieskie wywiera wpływ hamujący.

3. Najmniejsza liczba podziałów zachodzi w ciemności, czyli światło zawsze w mniejszym lub większym stopniu sprzyja podzielności.

4. Czynnikiem hamującym w promieniach świetlnych są przede wszystkim promienie pozafioletowe, usunięcie, których znacznie wzmacnia podzielność.

5. Ponieważ najmniejszą liczbę podziałów daje ciemność, zaś czyste promienie pozafioletowe zabijają wymoczki w ciągu paru minut, szkodliwy wpływ promieni pozafioletowych w zwykłym świetle mieszanym musi być neutralizowany przez inne promienie, pozytywnie sprzyjające mnożeniu się.

P i ś m i e n n i c t w o .

1. Bert P., 1878. Influence de la lumière sur les êtres vivants. Revue Scient., Vol. 21.
2. Dubois R., 1914. La vie et la lumière. Paris.
3. Engelmann T. W., 1883. Farbe und Assimilation. Bot. Ztg. Vol. 41.
4. Flemming W., 1897. Über den Einfluss des Lichtes auf die Pigmentierung der Salamanderlarven. Arch. mikr. Anat. Bd 48.
5. Frisch Karl v., 1911. Ueber den Farbensinn der Fische. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, XXI. 219.
6. Frisch Karl v., 1911. Beiträge zur Physiologie der Pigmentzellen in der Fischhaut. Pflügers Archiv CXXXVIII, 319.
7. Godlewski E. sr., 1889—1890. Anzeiger d. Akad. in Krakau.
8. Grein H., 1914. Einige Untersuchungen über den Einfluss verschieden gefärbten Lichts auf die Entwicklung von *Gadus virens*. Internationale Revue der ges. Hydrobiolog. und Hydrograph. Bd VI, Heft 4/5.
9. Hertel E., 1904. Ueber Beeinflussung des Organismus durch Licht, speziell durch die chemisch wirksamen Strahlen. Zeitschr. f. allg. Physiol. Vol. 4.

10. Jung E., 1878. Influence des différentes couleurs du spectre sur le développement des animaux. Arch. de zool. exp. et gén. t. VII.
11. Keeble F. and Gamble F. W., 1904. The Colour Physiology of the Higher Crustacea. Phil. Trans. Roy. Soc., London, Vol. 196 B.
12. Loeb J., 1896. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Organbildung bei Tieren. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd 63.
13. Loeb J., 1906. The Dynamics of Living Matter. New-York.
14. Mast S. O., 1911. Light and the Behavior of Organisms. New-York.
15. Minkiewicz R., 1908. Sur le chlorotropisme normal des Pagures. Comptes Rendus de l'Acad. Sc. Paris.
16. Minkiewicz R., 1908. L'apparition rythmique et les stades de passage de l'inversion expérimentale du chlorotropisme des Pagures. Comptes Rendus de l'Acad.
17. Minkiewicz R., 1907—8. Próba analizy instynktu metodą obiektywną. Przegląd filozoficzny, t. X i XI.
18. Minkiewicz R., 1912. Une expérience sur la nature du chromotropisme chez les Némertes. Comptes Rendus t. 155.
19. Minkiewicz R., 1913. Recherches sur la formation des habitudes, le sens des couleurs et la mémoire chez les Poissons. Annal. Inst. Océanogr.
20. Moebius, 1897. Beitr. z. Lehre von d. Fortpflanzung d. Gewächse. Jena.
21. Nagel W. A., 1901. Phototaxis, Photokinesis und Unterschiedsempfindlichkeit. Kritische Betrachtungen. Bot. Ztg., Vol. 59.
22. Pouchet G., 1872. Sur de l'influence de la lumière sur les larves des diptères privées d'organes extérieurs de la vision. Rev. et Mag. de Zool., 2 ser., t. 23.
23. Pfeffer W. Pflanzenphysiologie.
24. Poulton C. B., 1890. The colours of animals. London.
25. Przibram H. und Brecher L. Szereg prac w Arch. f. Entwmech. poczynając od roku 1918.

26. Reinke J., 1883. Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Sauerstoffausscheidung der Pflanzen, I Mitt. Bot. Ztg. Vol. 16.
27. Sachs J. v., 1864. Wirkungen farbigen Lichtes auf Pflanzen. Bot. Zgt., Bd. 22.
28. Stobbe H., 1908. Phototropieerscheinungen bei Fulgiden und anderen Stoffen. Liebig's Annalen der Chemie, Bd. 359.
29. Strasburger E., 1878. Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmosporen. Jena. Zeitschr., N.F. Bd. 12.
30. Steinach E., 1901. Studien über die Hautfärbung und über den Farbenwechsel der Cephalopoden. Pflügers Archiv. LXXXVII, 1.
31. Serrano Fatigati, 1879. Influence des divers couleurs sur le développement et la respiration des infusoires. Comptes Rendus t. LXXXIX.
32. Timiriazieff, 1903. Proc. Roy. Soc. B. 72. 424.
33. Wiesner J., 1893. Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. I Abhandlung. Orientierende Versuche über den Einfluss der sogenannten chemischen Lichtintensität auf den Gestaltungsprozess der Pflanzenorgane. Sb. d. Akad. Wiss. Wien. Bd. 102.
34. Woodruff, 1905. An experimental study on the life-history of Hypotrichous Infusoria. The Journal of Experim. Zoology. № 4. November 1905.

Zusammenfassung.

Die vorl. Schrift berichtet über den Einfluss verschiedener Qualitäten des reflektierten farbigen Lichtes auf die Teilungsgeschwindigkeit von *Paramecium caudatum*. Die Infusorien wurden einzeln in Embryoschalen, einige Tropfen Nährflüssigkeit enthaltend, untergebracht und auf farbiges Mattpapier aufgestellt. Auf die Weise erhielten sämtliche Proben die nämliche Menge bzw. dieselbe Qualität des fallenden Lichtes und nur die Unterlage war verschieden. Die Versuche wurden teilweise im gewöhnlichen Tageslichte (mit nächtlicher Unterbrechung) und teils im ununterbrochenen elektrischen Lichte (75 Kerzen) ausgeführt. Es kamen folgende Farben der Unterlage zur Verwendung: Rot, Gelb, Grün, Blau, Violett, Schwarz und Weiss. Ausserdem wurde stets eine Probe jeder Versuchsserie im Finstern, bei sonst gleichen Bedingungen aufgestellt. Nach 6 Tagen wurden die Infusorien jeder Probe genau gezählt.

Versuchsergebnisse sind in Tabellen zusammengestellt worden. In sämtlichen Tabellen bedeuten: R—Rot, Ż—Gelb, Z—Grün, N—Blau, F—Violett, Cz—Schwarz, B—Weiss und Cie—Finsternis.

Tabelle I enthält die jeweilige Anzahl der nach 6 Tage währender Bestrahlung erhaltener Individuen (Min. und Max. beziehen sich auf die Extremen der Tagestemperatur).

Tabelle II enthält, bei sonst gleicher Anordnung, die jeweilige Anzahl der binnen 6 Tagen durchgemachten Teilungen. Beide Tabellen beziehen sich auf das Tageslicht.

Tabellen III und IV geben dasselbe für das ununterbrochene elektrische Licht wieder.

In der Tabelle V geben die Zahlen an, wie oft in sämtlichen 30 Versuchsserien die gegebene farbige Unterlage, in Bezug auf die Quantität der Einwirkung, die gegebene Ordnungsstelle eingenommen hatte. Es ist aus derselben zu ersehen, dass z. B. die Rote Unterlage 1 Mal das beste Resultat lieferte, 3 Mal auf der zweiten, 13 Mal auf der vierten Stelle stand usw.

Die Tabellen VI und VII enthalten dieselbe Angaben, nur bezieht sich die Tabelle VI speziell auf das Tageslicht, die Tabelle VII dagegen—auf das elektrische Licht.

In der Tabelle VIII sind Versuche mit Ausschluss von ultravioletten Strahlen zusammengestellt worden.

Wie aus der Tabelle V ersichtlich, lassen sich sämtliche Farben des Untergrundes bezüglich ihrer fördernder bzw. hemmender Wirkung auf die Teilungsrate in eine natürliche Reihenfolge ordnen, und zwar lautet dieselbe: Gelb, Schwarz, Grün, Rot, Weiss, Blau und Finsternis. Die erhaltene Farbenreihe deckt sich auf keine Weise mit der Helligkeitsreihe und darum sind die Ergebnisse der Lichtqualität zuzuschreiben. Die reflektierten gelben Strahlen begünstigen somit am stärksten die Teilungen des Infusors. Jedoch wirken sämtliche sichtbare Strahlen fördernd, da bei völliger Lichtabwesenheit die Teilungsgeschwindigkeit sichtbar abnimmt.

Dass die erhaltenen Resultate wirklich durch Verschiedenheiten in der Bestrahlung und nicht etwa durch irgendwelche Nebenumstände bedingt sind, wird durch Kontrollversuche nachgewiesen. Nach 6-tägiger Bestrahlung wurden die Infusorien gezählt und nachdem die gelbe Unterlage, wie gewöhnlich, die grösste Anzahl gegeben hatte, wurde je ein Infusor von Gelb und Blau isaliert und auf verkehrter Unterlage auf weitere 6 Tage aufgestellt. Es erwies sich unabänderlich, dass dieselbe Individuen auf gelbem Papier stets mehr Teilungen durchmachten, als auf Blauem (s. 16). Werden mehrere Proben auf derselben Unterlage aufgestellt, ergeben sie stets sehr gleichmässige Resultate (Seite 17).

Wird das Licht durch eine Schicht Chininbisulfittlösung filtriert, so erhöht sich merklich die Anzahl der Teilungsschritte (Tabelle VIII). Es lässt sich daraus schliessen, dass die ultravioletten Strahlen im gewöhnlichen Lichte einen Hemmungsfaktor darstellen.

Wie bekannt, werden die Infusorien durch Einwirkung reiner ultravioletten Strahlen binnen weniger Minuten getötet. Nachdem diese Strahlen im gewöhnlichen Lichte reichlich enthalten sind, dieses Licht jedoch die Teilbarkeit der Infusorien wesentlich fördert, lässt sich vermuten, dass die schädliche Wirkung des Ultraviolett durch Beimischung anderer, positiv wirksamer Strahlen neutralisiert wird.

Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego

(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).

Tom I (1922) № 15.

Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut M. Nencki

(Société des Sciences de Varsovie).

Tome I (1922) № 15.

T. VIEWEGER.

O warunkach przyswajania białka w czasie restytucji pogłodowej u zwierząt zmiennoocieplnych.¹⁾

(Sur les conditions de l'assimilation des protéines chez les animaux
poïkilothermes pendant la période post-jeûnale).

Zagadnienia związane z przemianą materji i energii w okresie pogłódowym doczekały się licznych badań na przedstawicielach zwierząt stałocieplnych, zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym. Wystarczy wspomnieć prace Bischoffa, Voita, Pettenkofera, Rubnera i wielu innych. Natomiast na zwierzętach zmiennoocieplnych nieliczne wykonano w tym kierunku poszukiwania i, o ile w zakresie ich przemiany głodowej posiadamy szereg gruntownych badań, o tyle w dziedzinie przemiany w warunkach odżywiania napotyamy luźne fragmenty w pracach Elsas, Püttera, Białaszewicza.

Brak powyższy uniemożliwia wyprowadzenie wniosków o znaczeniu bardziej ogólnem w niektórych zasadniczych dla fizjologii odżywiania zagadnieniach. Do takich zagadnień zaliczyć można kwestje, związane z przyswajaniem białka w okresie pogłódowym, a więc stosunek przemiany białkowej w okresie przyrostu do przemiany w okresie głodowym, ustalenie zakresu wpływu pokarmu na przebieg procesów przyrostu-

¹⁾ Praca przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk Warsz. w dniu 26 października 1922 roku.

wych i rozpadowych w czasie odżywiania, wpływ przyrostu na dalszy rozwój procesów przyrostowych oraz udział masy ciała w przebiegu powyższych procesów.

W pracy niniejszej chodziło mi o wyjaśnienie niektórych z poruszonych wyżej zagadnień.

Jako przedmiot moich badań obrałem pijawkę lekarską, zwierzę o przemianie wybitnie białkowej i względnie jednolitym sposobie odżywiania, którego przemiana głodowa została bliżej poznana dzięki pracom Püttera ('07, '08), a zwłaszcza Białaszewicza ('15, '19). Pijawka nadawała się do moich doświadczeń i ze względu na to, że zdolna jest wykazać daleko posuniętą redukcję ciała w czasie głodu oraz pobierać stosunkowo znaczne ilości pokarmu, przewyższające wielokrotnie wagę ciała. Dzięki temu działanie pokarmu daje się obserwować w przeciągu dłuższego czasu, przyczem stopniowo zachodzi przejście od okresu obfitego odżywiania i intensywnego przyrostu do okresu równowagi i wreszcie powoli wzmagającego się głodu.

Ten typ odżywiania, w którym okresy obfitego pobierania pokarmu i intensywnej przemiany materji i energii ustępują miejsca okresom mniej lub więcej długotrwałego głodu, jest do pewnego stopnia wspólny, w warunkach normalnego bytowania, znacznej liczbie zwierząt zmiennocieplnych. Różni się on w pewnej mierze od sposobu odżywiania większości zwierząt stałocieplnych, u których warunki organizacji i konieczność utrzymania stosunkowo wysokiej stopy przemiany w związku z zachowaniem stałej temperatury ciała wymagają raczej stałego i ograniczonego dopływu pokarmu.

Metodyka.

W doświadczeniach moich używałem wyłącznie pijawek uprzednio przeze mnie głodzonych w celu możliwego zapobieżenia krzyżowaniu się różnorodnych warunków odżywiania, a co zatem idzie, i przemiany u osobników, wchodzących w skład jednej serji doświadczeń.

Jak wynika z badań Białaszewicza ('19), w okresie głodowym następuje u tych zwierząt ujednostajnienie składu ciała oraz przemiany, zarówno pod względem udziału poszczególnych składników organicznych w ogólnej przemianie, jak i pod względem natężenia przemiany materji i energii.

Pijawka lekarska przechowuje w przeciągu dłuższego czasu ślady krwi w przewodzie pokarmowym, dlatego też, aczkolwiek nabywałem wyłącznie zwierzęta „niekarmione“, pozostawały one w przeciągu kilku miesięcy pod obserwacją w warunkach głodowych. Ponadto przed użyciem sprawdzałem zawartość jelita pewnej ilości osobników z danej hodowli. Posługiwałem się pijawkami tylko z tych hodowli, w których nie wykazywały one w przeciągu dłuższego czasu krwi w przewodzie pokarmowym i co do których miałem zatem pewność, że warunki całkowitego głodu zostały osiągnięte.

Karmiłem pijawki krwią królika. Aczkolwiek można je karmić sztucznie, np. krwią odwłóknioną, naśladując warunki naturalne (Lö h n e r '15), lub też drogą iniekcji wprost do przewodu pokarmowego, jednakże stosowałem sposób karmienia najbardziej naturalny, przystawiając je w probówkach do powierzchni ciała królika. Używałem probówek ze względu na wydzielanie przez pijawki płynu w okresie ssania (Pütter '07). Różnica wagi początkowej i po pobraniu pokarmu odpowiadała ilości krwi pobranej. Ta ostatnia wielkość służyła mi głównie dla orientacji przy wyborze zwierząt, wchodzących w skład jednej serji, pod względem ilości pobranego pokarmu.

Po nakarmieniu, poszczególne pijawki umieszczałem w naczynkach otwartych, zawierających około 30—50 cm³ wody. Wodę zlewałem co 2—3 dni do butelek z dodaniem kwasu siarkowego. W tych warunkach azot wydalinyowy daje się zbierać w przeciągu dłuższego czasu bez strat.

Wartość przyrostu azotu w ciele pijawki określałem z różnicy między zawartością początkową azotu w zwierzętach głodzonych i końcową po upływie okresu odżywiania zwierząt karmionych.

W celu określenia zawartości początkowej azotu w ciele zwierząt podległych doświadczeniu, oznaczałem ilość azotu w pijawkach-kontrolach, pochodzących z tej samej hodowli głodowej, co i pijawki karmione. Ustalałem w ten sposób zawartość procentową azotu w ciele. Mając wagę początkową ciała, obliczałem całkowitą ilość początkową azotu w ciele pijawek, użytych do doświadczenia. W końcu okresu odżywiania oznaczałem zawartość azotu pijawek karmionych w następujący

sposób. Pijawki umieszczałem w 10% alkoholu; w tych warunkach tracą one samorzutnie znaczną ilość krwi, pozostałej w przewodzie pokarmowym. Resztę krwi usuwałem, przepłukując (przy pomocy szprycy) kilkakrotnie przewód pokarmowy izotonicznym (0,3%) roztworem soli kuchennej aż do zaniku śladów krwi w popłuczynach.

Powyższa operacja związana jest (z powodu nastrzykiwania i usuwania płynu) z jednoczesną utratą pewnej ilości śluzu z powierzchni ciała i przewodu pokarmowego. Jednakże doświadczenia kontrolne, w których poddawałem podobnemu przepłukiwaniu przewodu pokarmowego pijawki głodzone (nie zawierające krwi w jelicie) i oznaczałem oddzielnie zawartość azotu w ciele zwierząt i w popłuczynach, wykazały, że straty azotu są w tych warunkach bardzo nieznaczne i wahają się w granicach 1% ogólnej ilości azotu. Wykazuje to następujące zestawienie, gdzie kolejno zaznaczyłem wagę ciała, zawartość azotu w ciele, w popłuczynach i procent azotu popłuczyn (strat):

| | | | |
|-------|----------|---------|------|
| 0.5 g | 11.45 mg | 0.15 mg | 1.3% |
| 0.3 " | 7,11 " | 0.09 " | 1.2% |
| 0.2 " | 4.93 " | 0.05 " | 1.0% |

Po usunięciu krwi z pijawek karmionych oznaczałem końcową zawartość azotu ciała. Oddzielnie w popłuczynach przewodu pokarmowego określałem zawartość azotu krwi pozostałej.

Różnica między końcową (ustaloną drogą spalania zwierzęcia karmionego) i początkową ilością azotu (wyliczoną na podstawie wagi i procentowej zawartości azotu w pijawkach głodzonych) odpowiadała ilości azotu związków przyswojonych. Ponieważ w tych warunkach wyliczona wartość przyrostu azotu pozostawała w zależności od zawartości procentowej azotu, ustalonej dla pijawek przed karmieniem, to musimy omówić wielkość błędu popełnianego na tej drodze. Porównanie zawartości azotu w ciele pijawek, pochodzących z różnych hodowli wykazuje dosyć znaczne różnice procentowe. Trudno ustalić przyczynę tych różnic. Przypuszczalnie nie są one związane z przebiegiem głodu. Być może zależą od wieku zwierząt, od poprzednich warunków odżywiania, poczęści od stanu uwodnienia tkanek (aczkolwiek występują również przy obliczaniu procentu azotu w odniesieniu do wagi substancji su-

czej ciała). Największe różnice stwierdzałem dla zwierząt, różniących się bardzo znacznie wielkością ciała. Z tego względu w doświadczeniach nad wpływem masy ciała na procesy przyswajania stosowałem większą ilość pijawek kontrolnych.

Przy użyciu pijawek z jednej hodowli, trzymanyh przez dłuższy czas w identycznych warunkach głodu, występujące odchylenia indywidualne w procentowej zawartości azotu nie przewyższają na ogół 10%.

Suma azotu wydaliny łącznie z azotem krwi pozostałej w przewodzie pokarmowym i azotem przyrostu dawała mi ilość azotu w pobranym pokarmie. Powyższa wartość zastępowała mi miarę wagową krwi, z konieczności mniej dokładnie odpowiadającą zawartości białka pokarmowego ¹⁾).

Dla oznaczania azotu w ciele pijawek i w wydalinach posługiwałem się początkowo zmodyfikowaną metodą Pilcha (Pregl '17) z zastosowaniem płynów $\frac{1}{10}$ normalnych. Następnie jednak stosowałem (również i przy oznaczaniu azotu krwi) zwykłą metodę Kjeldahla, spalając substancję z siarczanem potasu, miedzi i glukozą i stosując płyny $\frac{1}{25}$ normalne oraz czerwień metylową, jako indykator. Zazwyczaj wykonywałem dwa równoległe oznaczenia. W tych warunkach dokładność oznaczeń odpowiadała około 0,02 mg N.

PRZEMIANA BIAŁKOWA W OKRESIE PRZYROSTOWYM.

Udział białka w przyroście azotowym.

Pierwszem zadaniem, jakie się nasuwało w moich badaniach nad przyswajaniem białka w ustroju zmiennocieplnym, była konieczność wysświetlenia, czy i w jakiej postaci i stopniu białko pokarmowe zostaje przyswojone przez organizm pijawki.

Kwestja przyrostu białkowego nie doczekała się dotychczas należytego uwzględnienia nawet w badaniach nad zwierzętami ciepłokrwistymi. Możemy stwierdzić podobnie, jak to czyni Abderhalden ('21), że kwestja bilansu azotowego organizmu traktowana była ogólnie, jako zagadnienie bilansu białkowego,

¹⁾ Zawartość procentowa azotu we krwi królika wynosi około 2.5%.

tak że identyfikowano zatrzymywanie związków azotowych przez ustrój zwierzęcy, t. zw. przyrost azotowy, z przyrostem białkowym organizmu. Powyższy sposób postępowania wynikał w znacznym stopniu z ogólnie dominującego znaczenia, jakie pośród połączeń azotowych ustroju posiadają ciała białkowe, jako składnik, i ze względu na jego udział w przebiegu procesów życiowych, aczkolwiek pogląd ten nie był oparty dostatecznie na doświadczalnie stwierdzonych podstawach.

Jednakże pewne spostrzeżenia nad zachowaniem się azotu przyrostowego na początku okresu głodowego po uprzednim obfitem odżywianiu pokarmem białkowym, zarówno jak i specyficzny wpływ znacznego uwodnienia tkanek na przemianę azotową (Voit '67, '81, Abderhalden '07, '09) wywoływały niejednokrotnie wątpliwości, czy w przypadku pobierania w nadmiarze pokarmu białkowego zachodzi rzeczywiste przyswajanie przez ustrój białka w tych rozmiarach, jak na to wskazuje przyrost azotu w ciele. Wątpliwości powyższe wydają się tembardziej słuszne, jeżeli uwzględnimy obecność w organizmie zwierzęcym większych ilości połączeń azotowych niebiałkowych („substancje wyciągowe“), zarówno jak i stałe występowanie azotu niebiałkowego („pozostałość azotowa“) we krwi, gdzie stanowi on nieznaczny, lecz ilościowo uchwytany ułamek azotu całkowitego. Wartość powyższego ułamka zależna jest przytem jak to stwierdzili Pringle ('08), Feigl ('19), Constantino ('13), Bang ('15, '16) i inni, od całego szeregu czynników, między innymi, od warunków odżywiania.

W celu rozstrzygnięcia powyższej kwestji postanowiłem stwierdzić, czy stosunek wzajemny składników azotowych białkowych i niebiałkowych podlega zmianie w okresie odżywiania. Pozwalałoby to jednocześnie ustalić, w jakim stopniu białko bierze udział w przyroście azotowym ciała.

W tym celu wykonałem serje doświadczeń, w których oznaczałem zawartość azotu białkowego i niebiałkowego w zwierzętach głodzonych i po okresie odżywiania. Azot białkowy oznaczałem metodą ścinania przez ogrzewanie w obecności kwasu octowego i kwaśnego fosforanu potasu (Richter-Quitner '19), głównie jednak — metodą koagulacji alkoholem wrzącym, w sposób zbliżony do podanego przez Herzfelda ('20).

Pijawki zalewałem wrzącym absolutnym alkoholem etylowym, który utrzymywałem w temperaturze wrzenia w przeciągu 15', poczem, stwardniałe wskutek obezwodnienia i ścinania się białka, pijawki rozcierałem w moździerz. Po roztarciu umieszczałem je w zlewkach we wrzącym alkoholu (z dodaniem chlorku sodu) do dwóch godzin, zmieniając alkohol parokrotnie. Następnie alkohol zastępowałem eterem wrzącym. Wreszcie przeprowadzałem przez alkohol do wody wrzącej, zmieniając ją kilkakrotnie w ciągu godziny. Po przesączeniu oznaczałem zawartość azotu w przesączu i w koagulacie.

TABELA I.

Zawartość azotu białkowego i niebiałkowego w pijawkach-kontrolach serji I.

| № kontroli
№ de la sangsue-contrôle | ZAWARTOŚĆ AZOTU W CIELE
TENEUR DU CORPS EN AZOTE | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|-----------------|--|--|---|--|
| | Waga zwierzęcia
Poids de la sangsue | Zawartość azotu
białkowego | Azote protéique | Procent azotu białkowego w ogólnej ilości azotu
Pourcent d'azote protéique dans l'azote total | Zawartość azotu niebiałkowego
Azote non-protéique | Procent azotu niebiałkowego w ogólnej ilości azotu
Pourcent d'azote non-protéique dans l'azote total | Całkowita zawartość azotu w ciele
Quantité totale d'azote dans le corps |
| | g | mg | ‰ | mg | ‰ | mg | ‰ |
| I | 0.36 | 6.96 | 78.6 | 1.89 | 21.4 | 8.85 | 2.46 |
| II | 0.56 | 11.67 | 80.9 | 2.77 | 19.1 | 14.44 | 2.58 |
| III | 0.61 | 11.51 | 80.3 | 2.83 | 19.7 | 14.34 | 2.35 |
| Przecięt.
Moyenne | — | — | 79.9 | — | 20.1 | — | 2.46 |

TABLEAU I. Sangsues-contrôles de la I série. Teneur en azote protéique et non-protéique.

W serji I (Tabela I) poddałem analizie trzy pijawki głodzone; wykazały one przeciętną zawartość azotu białkowego 79.9 i niebiałkowego 20.1₀¹⁾, wyrażoną w procentach azotu całkowitego.

¹⁾ Otrzymana przeze mnie przeciętna zawartość białka koagulującego w pijawkach głodzonych odbiega dość znacznie od liczby, podanej przez Białaszewicza (57.7% — '15). Jeżeli uwzględnimy jednak że przy długotrwałej ekstrakcji, jaką powyższy autor stosował, część białka podlegała hydrolizie i uwzględnimy w rachubie powstałe prawdopodobnie na tej drodze albumozy, to otrzymamy liczbę 78.4% zbliżoną do mojej.

Jednocześnie sześć pijawek z tejże hodowli głodowej nakarmiłem krwią królika, przyczem pobrały one od 0.5 do 2.9 gramów krwi. W pijawkach 1—2 po osiemnastu, zaś w pijawkach 3—6 po dwudziestu dwóch dniach od daty nakarmienia (po usunięciu resztek krwi z przewodu pokarmowego), oznaczyłem azot białkowy i niebiałkowy, przyczem znalazłem przeciętną zawartość azotu białkowego 79.5 i niebiałkowego 20.5% (Tabela II). Przyrost azotu w ciele wynosił w tymże czasie od 40 do 67% początkowej ilości azotu.

TABELA II.

Zawartość i przyrost azotu białkowego w pijawkach karmionych serji I. Ilość krwi pobranej wynosiła od 0.5 do 2.9 g. Czas trwania doświadczenia dla № 1—2 dni 18, 3—6 dni 22. Temperatura 25°.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga początkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | | | | Pocz. zawart. azotu
Quantité initiale d'azote | | | | Końcowa zawartość azotu
Quantité finale d'azote | | | | Przyrost azotu
Augmentation d'azote | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|----------------------------------|------|-------|--|---|------|-------|--|--|------|----|--|---|-------|------|-------|-------|------|------|-------|------|----|------|----|
| | g | Azot białkowy
Azote protéique | | mg | mg | Azot niebiałkowy
Azote non-protéique | | mg | % | Azot białkowy
Azote protéique | | mg | % | Azot niebiałkowy
Azote non-protéique | | mg | % | | | | | | | | |
| | | Całkowity azot
Azote total | | | | Całkowity azot
Azote total | | | | Całkowity przyrost
azotu
D'azote total | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.35 | 6.88 | 1.73 | 8.61 | 9.74 | 81.0 | 2.29 | 12.03 | 2.86 | 42 | 3.42 | 40 | 2 | 0.42 | 8.25 | 2.08 | 10.33 | 11.58 | 73.9 | 4.10 | 15.68 | 3.33 | 40 | 5.35 | 53 |
| 3 | 0.50 | 9.83 | 2.47 | 12.30 | 16.87 | 82.3 | 3.62 | 20.49 | 7.04 | 72 | 8.19 | 67 | 4 | 0.60 | 11.79 | 2.97 | 14.76 | 18.12 | 81.8 | 4.04 | 22.16 | 6.33 | 54 | 7.40 | 50 |
| 5 | 0.60 | 11.79 | 2.97 | 14.76 | 18.65 | 79.2 | 4.89 | 23.54 | 6.86 | 58 | 8.78 | 59 | 6 | 0.70 | 13.76 | 3.46 | 17.22 | 19.36 | 78.7 | 5.23 | 24.59 | 5.60 | 41 | 7.37 | 43 |

TABLEAU II. I-re série. Sangsues alimentées. Quantité et augmentation d'azote protéique et non-protéique dans le corps. Quantité de sang ingéré: 0.5 à 2.9 g par animal. Durée de l'expérience: 18 jours pour les № 1—2, 22 jours pour les № 3—6. Température 25°.

Z porównania danych tabeli I i II możemy wyprowadzić wnioski, że w okresie obfitego odżywiania i intensywnego przyrostu azotu ciała ustosunkowanie w organizmie azotu białkowego i niebiałkowego nie podlega wyraźnej zmianie. Powyższe wskazuje jednak na to, że związki azotowe (białkowe) krwi podlegają faktycznemu przyswojeniu przez organizm, wchodząc integralnie w skład tegoż. Pozwala nam to jednocześnie iden-

tyfikować w ustalonych granicach przemianę i przyrost azotowy organizmu z przyrostem białkowym.

Wpływ ilości pokarmu.

Ustalenie charakteru związków azotowych, przyswojonych w okresie odżywiania, pozwala nam przystąpić do omówienia przemiany białkowej w tym okresie.

Zagadnieniem, które wysuwa się na pierwszy plan, jest ustalenie stosunku natężenia przemiany białkowej w okresie głodowym do przemiany pogłodowej.

W okresie głodowym, jaki poprzedzał moje doświadczenia, przebieg procesów rozpadowych zależny jest u pijawki w stałych warunkach zewnętrznych od jednego czynnika, mianowicie masy aktualnej ciała. Ze względu na jednostajny rozpad poszczególnych składników ciała, wielkość przemiany białkowej pozostaje w stosunku prostym do ilości białka w organizmie, które stanowi u pijawki około $\frac{9}{10}$ substancji organicznej ciała. U zwierząt stałocieplnych, jak stwierdził Rubner ('02), daje się zauważyć w czasie głodu też sama wzmiankowana wyżej zależność ogólnej przemiany energii od masy ciała (a zwłaszcza od ilości białka). Natomiast wskutek znacznej zmienności w procentowej zawartości poszczególnych składników ciała oraz rozlicznych funkcji dynamicznych, jakie spełnia podówczas drobina białkowa, zależność przemiany białkowej od ilości białka w organizmie w znacznym stopniu jest zamaskowana.

Bezwzględne natężenie rozpadu białka u pijawki odpowiada w temperaturze 25° ilości azotu wydalinowego od 0,15 do 0,19 mg na dobę i gram wagi żywej (Białaszewicz '19). Przyjmując przeciętną zawartość azotu w ciele pijawek głodzonych 23.2 mg na 1 g ciała, otrzymamy 0.6—0.8 mg azotu wydalinowego na 100 mg azotu uorganizowanego.

Wprowadzenie krwi — pokarmu w 97% białkowego — powoduje wzmożenie ogólnej przemiany w porównaniu do przemiany organizmu głodzonego, zwiększenie natężenia procesów rozpadowych, oraz, po przekroczeniu pewnego minimum pokarmu, wystąpienie przyrostu białka w organizmie.

Należało ustalić zależność pomiędzy ilością wprowadzonego białka pokarmowego a intensywnością procesów rozpadowych i przyrostowych w organizmie.

W tym celu wykonałem szereg doświadczeń, w których jeden czynnik, a mianowicie ilość pobranego pokarmu, był zmienny. W każdej serji używałem pijawek, pochodzących z tej samej hodowli głodowej, możliwie starannie dobranych pod względem wagi. Pozwalałem im pobierać różne ilości krwi. Ilość pobranego pokarmu była oznaczona wagowo, następnie zaś w końcu doświadczenia oznaczałem ściśle w sposób wyżej podanej ilość azotu, będącą, wobec nieznacznej zawartości azotu niebiałkowego we krwi, miarą ilości białka pokarmowego. Rezultaty powyższych seryj (II, III, IV, V) zestawilem w tabelach III—VIII. Z wyjątkiem serji V (tabela VIII), przeprowadzonej w temperaturze 20°, wszystkie pozostałe wykonane były w temperaturze 25°.

Zanim jednak przystąpimy do rozpatrzenia powyższych danych pozostaje do omówienia pewna trudność, wynikająca ze skomplikowanej natury wydalin pijawki, w skład których poza związkami azotowymi, będącymi rezultatem daleko posuniętego rozpadu cząsteczki białka, wchodzi również substancja śluzowata o małym stopniu odbudowy, o znacznej zawartości energetycznej i której umieszczenie w rubryce azotu rozpadowego może nasuwać pewne wątpliwości. W bilansie azotowym głodowym powyższa frakcja azotowa stanowi około 9%. Wydawało się rzeczą możliwą, że w okresie intensywnego odżywiania i restytucji po głodowej procesy przebudowy oskórka i udział azotu substancji śluzowatej niepomiernie wzrastają, zmieniając znacznie wartość frakcyj azotu rozpadowego. Jednakże doświadczenie przeczy temu. W serji doświadczeń, sporządzonej w tym celu, zastosowałem trzy pijawki, które pobrały od 0.5 do 1.3 g krwi. Zebrane w przeciągu 20-dniowego okresu odżywiania wydaliny przesączono i oddzielnie oznaczono azot w wydalinach rozpuszczalnych w wodzie i w pozostałości stałej. Rezultaty serji zestawilem poniżej, gdzie zaznaczyłem kolejno wagę początkową ciała, ilość pobranej krwi, azot wydalin rozpuszczalnych, azot substancji śluzowatej oraz % azotu śluzu w ogólnej ilości azotu wydalinowego:

| | | | | | |
|--------|--------|--------|---------|------|--------|
| 0.39 g | 0.50 g | 3.5 mg | 0.15 mg | 4.1% | } 4.2% |
| 0.40 „ | 1.16 „ | 7.97 „ | 0.51 „ | 6.0% | |
| 0.36 „ | 1.30 „ | 8.03 „ | 0.21 „ | 2.5% | |

Z zestawienia powyższego widzimy, że azot substancji śluzowatej stanowi nieznaczny ułamek ogólnej ilości azotu wydalinowego i nie może zaważyć na biegu naszych rozważań.

Przystępując obecnie do rozpatrzenia danych, dotyczących się wpływu pokarmu (tabele III-VIII), możemy zauważyć wybitną zależność przemiany białkowej od ilości wprowadzonego pokarmu. Zestawienie ilości azotu wydaliny, otrzymanej dla pijawek w okresie odżywiania, z ilością azotu wydaliny w okresie głodu, wahającą się w wyżej podanych granicach, wskazuje na bardzo znaczne wzmoczenie rozpadu białka.

TABELA III.

Zawartość azotu w pijawkach-kontrolach seryj II, III, V i IX.

| № kontroli | Waga zwierzęcia | Zawartość azotu w ciele | Procentowa zawartość azotu | Przeciętna procentowa zawartość azotu |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| № de la sangsue-contrôle | Poids de la sangsue | Quantité d'azote dans le corps | Pourcent d'azote | Moyenne du pourcent d'azote |
| | g | mg | % | % |
| IV | 0.23 | 5.36 | 2.33 | 2.24 |
| V | 0.28 | 5.87 | 2.10 | |
| VI | 0.29 | 6.61 | 2.28 | |

TABLEAU III. Teneur en azote des sangsues-contrôles de la série II, III, V et IX.

W jednostkach bezwzględnych rozpad białka (serja II-a, tabela IV) w okresie 13-dniowym odpowiadał od 3.71 do 5.06 mg azotu wydaliny na 100 mg azotu ciała¹⁾ i na dobę. Stopień wzmoczenia rozpadu białka w odniesieniu do wyższej stopy głodowej (0.8 mg na 100 mg N ciała) waha się w granicach od 180—600% w zależności od ilości pobranego pokarmu.

Naogół możemy stwierdzić wprost proporcjonalną zależność pomiędzy ilością białka pokarmowego a natężeniem procesów rozpadowych białka. Aczkolwiek przy porównywaniu ilości azotu wydaliny w odniesieniu do jednakowych ilości białka pokarmowego widać, że względna produkcja azotu w wydalinach zmniejsza się ze wzrostem ilości pokarmu. Wchodzi tutaj w grę widocznie czynnik hamujący, którego działanie występuje również i w przebiegu przyrostu białka.

¹⁾ W odniesieniu do średniej arytmetycznej zawartości początkowej i końcowej azotu w ciele.

Podobnie wyraźny wpływ ilości białka pokarmowego daje się stwierdzić przy porównaniu wartości azotu związków przyswojonych w ciągu tegoż czasu. W rozpatrywanych doświadczeniach przyrost azotu wynosił od 20 do 157% w odniesieniu do zawartości początkowej azotu. W tych rozmiarach zatem miał miejsce przyrost białka w organizmie, a prawdopodobnie i przyrost masy żywej.

TABELA IV.

Wpływ ilości pokarmu. Serje II-a i II-b. Zbliżona waga ciała pijawek—różne ilości krwi pobranej. Czas trwania serji II-a dni 13, serji II-b dni 26.

S E R J A II-a.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga początkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | | Ilość azotu krwi pobranej
Quantité d'azote du sang ingéré | | Zawartość początkowa azotu
w ciele
Azote initial du corps | | Zawartość końcowa azotu w ciele
Azote final du corps | | Przyrost azotu
Azote assimilé | | Procent przyrostu azotu
Azote assimilé en pourcent de
l'azote initial | | Azot wydalini
Azote des produits de la désassi-
milation | | Procent azotu przyswojonego
w ogólnym bilansie azotowym
Partie pation de l'azote assimilé
au métabolisme azoté total | | Azot wydalini w odniesieniu do
100 mg azotu ciała i 24 godz.
Azote désassimilé par rapport
au 100 mg d'azote du corps et
pour 24 h. | |
|---------------------------------|---|-------|--|-------|---|----|---|----|----------------------------------|----|---|----|--|---|---|----|---|--|
| | g | mg | mg | mg | mg | mg | mg | mg | mg | mg | % | mg | mg | % | mg | mg | | |
| 7 | 0.32 | 25.72 | 7.17 | 10.93 | 3.76 | 53 | 4.37 | 46 | 3.71 | | | | | | | | | |
| 8 | 0.29 | 37.29 | 6.50 | 11.40 | 4.90 | 75 | 5.38 | 48 | 4.62 | | | | | | | | | |
| 9 | 0.31 | 46.38 | 6.94 | 12.08 | 5.14 | 74 | 6.25 | 45 | 5.06 | | | | | | | | | |

S E R J A II-b

| | | | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|-------|-----|-------|----|------|
| 10 | 0.29 | 28.79 | 6.50 | 12.83 | 6.33 | 97 | 7.61 | 45 | 3.03 |
| 11 | 0.28 | 35.48 | 6.27 | 14.62 | 8.35 | 133 | 9.83 | 46 | 3.62 |
| 12 | 0.30 | 51.03 | 6.72 | 17.30 | 10.58 | 157 | 11.84 | 47 | 3.79 |

TABLEAU IV. Influence de la quantité de sang ingéré sur la vitesse d'assimilation des substances protéiques. Série II-a et II-b. Animaux à peu près de même poids — nourris avec des quantités de sang différentes. Durée de la période d'alimentation pour la série II-a — 13, série II-b — 26 jours.

Naogół możemy powiedzieć, że szybkość przyrostu białka pozostaje w stosunku względnie prostej zależności od ilości białka pokarmowego.

Poza tą prostą zależnością daje się zauważyć pewne stałe zmniejszanie się względnych wartości przyrostu w odniesieniu do

jednostki azotu pokarmowego. Być może, że wchodzi tutaj w grę ograniczające działanie masy białka przyswojonego na dalszy przyrost, możliwe jest jednak również działanie innych przyczyn.

TABELA V.

Wpływ ilości pokarmu. Serja III. Zbliżona waga ciała pijawek — różne ilości krwi pobranej. Czas trwania serji dni 20.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga początkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | Ilość azotu krwi pobranej
Quantité d'azote du sang ingéré | Zawartość początkowa azotu w ciele
Azote initial du corps | Zawartość końcowa azotu w ciele
Azote final du corps | Przyrost azotu
Azote assimilé | Procent przyrostu azotu
Azote assimilé en pourcent de l'azote initial |
|---------------------------------|---|--|--|---|----------------------------------|--|
| | mg | mg | mg | mg | mg | % |
| 13 | 0.49 | 16 | 10.98 | 13.39 | 2.41 | 22 |
| 14 | 0.52 | 37 | 11.65 | 15.35 | 3.70 | 32 |
| 15 | 0.50 | 63 | 11.20 | 18.39 | 7.19 | 64 |
| 16 | 0.52 | 98 | 11.65 | 20.91 | 9.26 | 80 |

TABLEAU V. Influence de la quantité de sang ingéré sur la vitesse d'assimilation des substances protéiques. Série III. Animaux à peu près de même poids—nourris avec des quantités de sang différentes. Durée de la période d'alimentation 20 jours.

Z powyższego przeglądu widzimy, że ilość wprowadzonego do przewodu pokarmowego białka zdaje się (po pominięciu narazie innych czynników) decydować o intensywności przemiany białkowej przyrostowej i rozpadowej w okresie odżywiania.

Jednakże przy rozpatrywaniu danych powyższych musimy uwzględnić działanie czynnika pozornie stałego, a mianowicie—czasu. Zobaczymy następnie, że szybkość przyrostu zmienia się z biegiem czasu; jest to zrozumiałe, ponieważ w warunkach rozpatrywanych okres przyrostu, równowagi azotowej i głodu występują jako kolejne fazy, przez jakie przechodzi organizm w miarę zużywania pokarmu, zgromadzonego w jelicie. Porównanie zatem zależności procesów przyrostowych i rozpadowych białka od ilości dostarczonej staje się możliwe w odpowiadających sobie okresach opisywanego cyklu. W tym celu stosowaliśmy okres odżywiania 13—20 dniowy, t. j. okres czasu, w ciągu którego wzmożenie przebiegu przyrostu i rozpadu biegnie mniej więcej równolegle w warunkach optymalnego wyzyskania białka dla celów przyrostowych w obecności znacznych ilości pokarmu w jelicie. Wydaje się jednak (zasadniczo) możliwe, że czy to wskutek niejednakowych absolutnych ilości pokarmu lub innych

przyczyn, jak np. niejednakowego zagęszczenia krwi w jelicie i t. p., przebieg samego cyklu przy różnych dawkach jest tak odmienny, że wyłącza możliwość porównania.

W celu usunięcia wątpliwości zastosowałem w serjach II i IV (tabele IV i VII) dwa okresy odżywiania: w serji II-ej 13- (s. II-a) i 26-dniowy (s. II-b), w serji IV-ej 20- (IV-a) i 40-dniowy (IV-b). Pijawki, wchodzące w skład podseryj *a* i *b*, były prawie jednakowej wagi i pobrały zbliżone ilości krwi, tworzyły zatem serje równoległe pijawek, karmionych różnemi ilościami białka i o różnej długości okresach odżywiania. Zwierzęta pobrały (zwłaszcza w serji II) znaczne stosunkowo ilości pokarmu, przewyższające pod względem ilości azotu od 1.4 do 7.6 razy zawartość azotu w ciele i wykazywały w przewodzie pokarmowym w chwili zabicia w serji II-b (po dniach 26) bardzo znaczne ilości azotu krwi od 15 do 29 mg — dużo mniejsze ilości w serji IV-b (po dniach 40) — od 2—12 mg.

TABELA VI.

Zawartość azotu w pijawkach-kontrolach serji IV.

| № kontroli | Waga zwierzęcia | Zawartość azotu w ciele | Procentowa zawartość azotu | Przeciętna procentowa zawartość azotu |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| № de la sangsue-contrôle | Poids de la sangsue | Quantité d'azote dans le corps | Pourcent d'azote | Moyenne du pourcent d'azote |
| | g | mg | % | % |
| VII | 0.25 | 6.36 | 2.54 | 2.47 |
| VIII | 0.30 | 7.32 | 2.44 | |
| IX | 0.31 | 7.50 | 2.42 | |

TABLEAU VI. Teneur en azote des sangsues-contrôles de la série IV.

Z zestawienia rezultatów wynika, że podnoszona wyżej zależność prosta pomiędzy natężeniem przemiany białkowej, a ilością białka pokarmowego utrzymuje się naogół w przeciągu dłuższego czasu — zarówno pod względem natężenia procesów przyrostowych, jak i rozpadowych. Wskazuje to na ogólne podobieństwo cykli przyrostowych przy niejednakowych dawkach pokarmu.

Z porównania danych tabel IV i VII ponadto możemy wprowadzić wniosek, który uwzględnimy następnie, a mianowicie, że w ciągu następujących po sobie półokresów (od 13 do 26 i od 20 do 40 dni) odżywiania, zarówno absolutne, jak i procentowe ¹⁾ wartości azotu przyswojonego, jak i wydalinowego zmniejszają się.

¹⁾ W odniesieniu do ogólnej ilości azotu w ciele.

Z powyższych zestawień wyprowadzamy narazie wnioski, że o ile w okresie głodowym masa aktualna ciała (ilość białka uorganizowanego), o tyle w okresie odżywiania przedewszystkiem ilość białka pokarmowego określają rozmiary przemiany białkowej i to zarówno przyrostowej, jak i rozpadowej.

TABELA VII.

Wpływ ilości pokarmu. Serje IV-a i IV-b. Zbliżona waga ciała pijawek—różne ilości krwi pobranej. Czas trwania serji IV-a dni 20, IV-b dni 40.

S E R J A IV-a.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga roczatkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | Ilość azotu krwi pobranej
Quantité d'azote du sang ingéré | Zawartość początkowa azotu w ciecie
Azote initial du corps | Zawartość końcowa azotu w ciecie
Azote final du corps | Przyrost azotu
Azote assimilé | Procent przyrostu azotu
Azote assimilé en pourcentage de l'azote initial | Azot wydalin
Azote des produits de la désassimilation | Procent azotu przyswojonego w ogólnym bilansie azotowym
Participation de l'azote assimilé au métabolisme azoté total |
|---------------------------------|---|--|---|--|----------------------------------|---|--|---|
| | os | mg | mg | mg | mg | % | mg | % |
| 17 | 0.30 | 12.16 | 7.41 | 8.96 | 1.55 | 21 | 5.39 | 22 |
| 18 | 0.30 | 22.29 | 7.41 | 11.04 | 3.63 | 49 | 7.18 | 34 |
| 19 | 0.29 | 27.22 | 7.16 | 11.35 | 4.19 | 59 | 6.68 | 39 |
| 20 | 0.31 | 32.63 | 7.66 | 12.59 | 4.93 | 64 | 9.02 | 35 |

S E R J A IV-b.

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|------|-----|-------|----|
| 21 | 0.28 | 9.50 | 6.92 | 9.29 | 2.37 | 34 | 4.94 | 32 |
| 22 | 0.31 | 25.46 | 7.66 | 13.92 | 6.26 | 82 | 9.61 | 39 |
| 23 | 0.30 | 27.49 | 7.41 | 16.03 | 8.62 | 116 | 10.94 | 44 |
| 24 | 0.30 | 33.78 | 7.41 | 16.76 | 9.35 | 126 | 12.56 | 43 |

TABLEAU VII. Influence de la quantité de sang ingéré sur la vitesse d'assimilation des substances protéiques. Série IV-a et IV-b. Animaux à peu près de même poids—nourris avec des quantités de sang différentes. Durée de la période d'alimentation pour la série IV-a 20, série IV-b 40 jours.

Jeżeli uwzględnimy, że w doświadczeniach moich pijawki były uprzednio głodzone w przeciągu dłuższego czasu, przyczem zachodziła daleko posunięta redukcja ciała, to możemy również stwierdzić, że szybkość powrotu do normy przedgłodowej (ew. czas restytucji) pozostaje w stosunku prostym (ew. odwrotnym) do ilości białka dostarczonego.

Porównanie powyższych rezultatów z wynikami badań na zwierzętach stałocieplnych napotyka pewne trudności. Pomi-

jam pozorną trudność, jaką stanowić może długotrwałość samego okresu odżywiania. U zwierząt stałocieplnych mięsożernych pobieranie pokarmu zachodzi zazwyczaj w dawkach częstych, nie przekraczających normalnie możliwości trawiennych, ograniczonych w wąskim zakresie czasu. Zabezpiecza to zachowanie przemiany na pewnej wysokości oraz względne, przy istnieniu rezerw pokarmowych, ujednostajnienie ilościowe i jakościowe metabolizmu. Jednocześnie w tych warunkach jest możliwe traktowanie zamkniętego bilansu 24-godzinnego. Jednakże już u niektórych zwierząt roślinożernych następują duże trudności i wątpliwości w traktowaniu bilansu azotowego w powyższy sposób, w związku z bardziej długotrwałym procesem trawienia i resorpcji.

Trudność bardziej istotną przy rozpatrywaniu zależności szybkości przemiany przyrostowej od ilości białka dostarczonego napotykamy w stronie jakościowej przemiany. Pokarm, jaki stosowaliśmy w danym przypadku, był natury prawie wyłącznie białkowej (około 97%), oraz sama przemiana w okresie odżywiania posiada u pijawki charakter prawie wyłącznie białkowy. U zwierząt stałocieplnych pokarm wyjątkowo posiada charakter tak wybitnie białkowy, zaś przyswajanie białka przebiega nieco inaczej przy pokarmie czysto białkowym, niż przy pokarmie mieszanym. Zarówno w jednym, jak i w drugim przypadku szybkość przyrostu wogóle (związków azotowych i bezazotowych), traktowana z punktu widzenia wartości energetycznej, pozostaje w stosunku prostym, po pokryciu zapotrzebowania głodowego, do nadmiaru pokarmu (Rubner '85, Kellner '16). Co się tyczy przyrostu białkowego, to przy pokarmie czysto białkowym pozostaje on w zależności prostej od ilości białka dostarczonego i intensywności przemiany białkowej. Naogół jednak w tym przypadku przyrosty białka są bardzo ograniczone co do wielkości i w czasie (Bischoff i Voit '60, Voit '73, '81, Rubner '02, '08). Pod tym względem zachodzi wybitna różnica z ustrojem zmiennocieplnym (pijawka), gdzie zdolność syntezy białka w podobnych warunkach przewyższa szybkość przyrostu białka nawet we wczesnych stadiach wzrostowych zwierząt ssących.

W przypadku pokarmu mieszanego o różnej procentowo zawartości białka, jak wynika z badań Bischoffa ('60), C. i E.

Voita ('67,'69,'95), Rubnera ('02,'08) i wielu innych, warunki optymalne przyrostu białka nie są osiągnięte w razie pokarmu o wysokim procencie białka; przeciwnie, dodanie większych ilości związków bezazotowych ułatwia w wysokim stopniu przyswajanie białka, nawet przy stosowaniu absolutnie mniejszych dawek. Powodem tego jest, jak wiadomo, większa energetycznie wydajność bezazotowców (zwłaszcza tłuszczów), które w danym przypadku przejmują w ustroju rolę dynamiczną, związaną z przemianą zachowawczą, zarówno jak z przyrostową. Jednakże dla pokarmów o niskiej procentowo zawartości białka (poza tem w izoenergetycznych dawkach) szybkość przyswajania białka zwiększa się wraz z jego zawartością (Rubner '08).

Podobnych wyników należy również oczekiwać przy podawaniu pokarmu mieszanego o stałym składzie w różnych dawkach. Nie inaczej stosunki powyższe przedstawiają się i dla organizmu w okresie wzrostu, gdzie zwiększenie dawki białka prowadzi do zwiększenia szybkości przyrostu (Ruotsalainen '21).

Powyższa zależność szybkości przyswajania białka od natężenia ogólnej przemiany białkowej jest zatem zjawiskiem ogólnem, którego źródła upatrywać można w ogólnej zależności przemiany przyrostowej organizmu lub jego składowych części od stężenia pokarmu. Jak wynika np. z badań Rubnera ('06a), a poczęści i moich ('18, J. i T. Viewegerowie '21) nad rozwojem hodowli mikroorganizmów, szybkość przyrostu substancji organicznej pozostaje w prostej zależności od stężenia związków azotowych w pożywce¹⁾. W warunkach zatem, w których zdolności trawienne i organizacyjne nie ograniczają możliwości wyzyskania pokarmu i warunki optymalne nie zostały przekroczone, szybkość syntezy białka pozostaje w zależności prostej od ogólnej przemiany białkowej, ewentualnie—od zawartości połączeń azotowych w środowisku.

Zaznaczona wyżej zależność względnie prosta pomiędzy natężeniem procesów rozpadowych a ilością pokarmu z jednej—i podobna zależność pomiędzy szybkością przyswajania a ilością białka pokarmowego z drugiej strony, pozwala oczekiwać istnienia stosunku stałego pomiędzy wielkością przyrostów azotowych

¹⁾ Powyższa kwestja jednak, jak i zagadnienie przyrostu pogłodo-
wego wogóle domaga się nowych i uzupełniających badań.

w organizmie a ilością azotu w wydalinach. Rachunek potwierdza powyższe oczekiwania.

TABELA VIII.

Wpływ ilości pokarmu. Serja V. Zbliżona waga ciała — różne ilości krwi pobranej. Czas trwania serji dni 20. Temperatura 20°.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga początkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | | Ilość azotu krwi pobranej
Quantité d'azote du sang ingéré | | Zawartość początkowa azotu w ciele
Azote initial du corps | | Zawartość końcowa azotu w ciele
Azote final du corps | | Przyrost azotu
Azote assimilé | | Procent przyrostu azotu
Azote assimilé en pourcent de l'azote initial | | Azot wydalin
Azote des produits de la désassimilation | | Procent azotu przyswojonego w ogólnym bilansie azotowym
Participation de l'azote assimilé au métabolisme azoté total | |
|---------------------------------|---|-------|--|-------|--|-----|---|----|----------------------------------|---|--|---|--|---|---|--|
| | g | mg | mg | mg | mg | mg | mg | g | mg | g | mg | g | mg | g | | |
| 25 | 0.21 | 7.03 | 4.70 | 6.47 | 1.77 | 38 | 2.46 | 42 | | | | | | | | |
| 26 | 0.20 | 28.70 | 4.48 | 10.51 | 6.03 | 135 | 6.87 | 47 | | | | | | | | |
| 27 | 0.22 | 31.48 | 4.93 | 11.20 | 6.27 | 127 | 7.63 | 45 | | | | | | | | |
| 28 | 0.21 | 40.44 | 4.70 | 11.55 | 6.85 | 146 | 7.43 | 48 | | | | | | | | |

TABLEAU VIII. Influence de la quantité de sang ingéré sur la vitesse d'assimilation des substances protéiques. Série V. Animaux à peu près de même poids — nourris avec des quantités de sang différentes. Durée de la période d'alimentation 20 jours. Température 20°.

W tabelach IV, VII i VIII zaznaczyłem w kolumnie obok azotu wydalinowego procentowy udział azotu przyswojonego w ogólnej przemianie azotowej. Liczbę powyższą nazwiemy współczynnikiem wyzyskania białka dla celów przyrostowych lub też krócej współczynnikiem przyrostowym. Z zestawienia danych seryj II, IV i V (dla serji III brak azotu wydalinowego) widzimy, że w granicach czasu, odpowiadających warunkom optymalnym wzrostu, współczynnik przyrostowy posiada wartość względnie stałą i waha się około 41. Pewne większe odchylenie ujemne daje się zauważyć w serji IV dla pijawek, które pobrały mniejsze ilości krwi, jednakże nie jest wyłączone, że okres czasu był nieco za długi wobec niewielkich stosunkowo dawek pokarmu; przemawiałyby za tem małe ilości azotu krwi, pozostałej w jelicie. Najwyższa wartość współczynnika przyrostowego dosięga w danych doświadczeniach 48.

Wiemy, że Rubner ('08b) w rozważaniach swych nad wzrostem zwierząt ssących ustalił wartość hypotetyczną współczynnika „ekonomicznego“ wyzyskania pokarmu w okresie pierwszego

podwojenia wagi na 33⁰/₆ wartości energetycznej ogólnej przemiany w tym okresie. Opierając się przytem na swych badaniach ('06), przeprowadzonych na innych typach organizacji, skłonny jest traktować powyższą wartość jako optymalną, a zatem prawdopodobnie ogólnie osiągalną w okresie wzrostowym organizmu. Nie wdając się w roztrząsanie uzasadnienia wartości współczynnika, podanego przez Rubnera, możemy zauważyć, że powyższe przypisywanie mu znaczenia bardziej ogólnego nie wydaje się uzasadnione w zastosowaniu zwłaszcza do zwierząt zmienno cieplnych, a to ze względu na ich niską w porównaniu do stałocieplnych przemianę zachowawczą. Z badań Farkasa ('04), i Tanga ('18) wynika, że wartość powyższego współczynnika przyrostowego wynosi w czasie rozwoju jedwabnika około 60.

Ponieważ białko stanowi dominujący pod względem energetycznym materiał odżywczy pijawki i wzmożenie rozpadu białka biegnie równolegle do wzmożenia ogólnej przemiany materji i energii w okresie odżywiania (Białaszewicz '19), możemy, opierając się na naszych danych, w przybliżeniu porównać wartość otrzymaną przez nas dla współczynnika wyzyskania białka w celach przyrostowych z danymi powyższych autorów. Jeżeli uwzględnimy w tabelach IV, VII i VIII wartości współczynnika, odpowiadające przyrostom conajmniej podwajającym początkową ilość białka w organizmie, to otrzymamy przeciętną 45,6, przewyższającą znacznie najwyższe, podane przez Rubnera, liczby dla zwierząt stałocieplnych w najwcześniejszych ich stadiach rozwoju pozapłodowego.

Jak zobaczymy zresztą następnie, wartość omawianego współczynnika zależna jest od bezwzględnej masy ciała i dla pijawek mniejszych możemy się spodziewać w ciągu długich okresów czasu i przy znacznych stosunkowo przyrostach białka jeszcze większego wyzyskania pokarmu dla celów syntezy. Możemy nadmienić, że powyższa wartość współczynnika przewyższa zarówno przeciętną, jak i najwyższą wartość, otrzymaną przez Wellmanna ('21) w okresie intensywnego karmienia i przyrostu wagi u prosiąt. Wysoki udział przyrostu białka w ogólnej przemianie u pijawki zasługuje na uwagę i z tego względu, że w danym przypadku, jak mówiliśmy, białko jest źródłem nie tylko materjalnym, ale i energie-

tycznym, zabezpieczającym przyrost. Pod tym względem zdaje się zachodzić podobieństwo do syntezy materiału w okresie wzrostowym zwierząt zmiennocieplnych (Białaszewicz i Mincówna '21). Natomiast różnica jest znaczna z ustrojem stałocieplnym, gdzie powyższą rolę dynamiczną spełniają głównie bezazotowce.

Względna stałość współczynnika przyrostowego u pijawek, zbliżonych pod względem wielkości, możemy interpretować w następujący sposób. Azot wydaliny, będący miarą natężenia rozpadu cząsteczki białka, jest składową jednocześnie różnorodnych co do znaczenia procesów w okresie odżywiania. Wchodzi tu w grę przemiana zachowawcza w rozmiarach wskazanych przez przemianę głodową, związana częściowo ze stopniowym zużyciem podłoża uorganizowanego; następnie — wzmożenie przemiany w związku z pobraniem pokarmu i „pracą“ trawienną. Wartość tej ostatniej, sądząc z prac Zuntza ('83, '00), Rubnera ('02), Conhheima ('06), Benedicta ('13) i in. nad zwierzętami stałocieplnymi, zarówno jak i Elsas ('13) nad ustrojem zmiennocieplnym, stanowi naogół niewielki procent przemiany zachowawczej. Wreszcie występuje zapotrzebowanie materialne i energetyczne w związku z budową materiału przyswojonego. To ostatnie zagadnienie sprecyzowane zostało przez Tangla ('02, '04, '18) jako problemat stałości w różnych grupach zwierzęcych zapotrzebowania energetycznego na cele wzrostowe i związanej z tym organizacji. Wyodrębnienie powyższej wielkości z całości kształtu przemiany wobec jej różnorodnej natury napotyka w danym przypadku zbyt poważne trudności. Wobec względnie niewysokiej przemiany zachowawczej w ustroju zmiennocieplnym powyższa zależność uzewnętrznia się w współczynniku przyrostowym. Względna stałość powyższego przemawia w wysokim stopniu za ścisłym związkiem pomiędzy procesami przyswajania i zużycia białka, pośrednio zatem za poglądem Tangla w ramach rozpatrywanego typu zwierząt.

Z drugiej strony pozostaje niewyjaśniona całkowicie, podobnie jak i w okresach wzrostowych wogóle, kwestja wyboru i zużytkowania w celach syntezy pewnych ogniw azotowych białka, przeróbki i usunięcia pozostałych — kwestja, związana ściśle ze zdolnościami organizmu do przetwarzania i syntezy cząsteczki białkowej. Wartość współczynnika przyrostowego pozostaje w ścisłej zależności od powyższej zdolności ustroju.

Wpływ masy ciała na przemianę białkową.

W czasie głodu zawartość absolutna białka w ciele pijawki jest czynnikiem, określającym wartość przemiany białkowej. Nasuwa się pytanie, jaką rolę odgrywa powyższy czynnik w okresie odżywiania w przemianie białkowej zarówno przyrostowej, jak i rozpadowej.

Musimy jednak przytem zauważyć, że ilość białka w ciele pijawek głodzonych jest wskaźnikiem dwóch odrębnych czynników, po pierwsze, stopnia redukcji głodowej, powtóre, wieku lub też stadium wzrostowego.

U zwierząt o wyższym stopniu organizacji i mniej jednolitym sposobie odżywiania głód z konieczności musi prowadzić do różnic w zawartości nie tylko absolutnej lecz i procentowej białka. U pijawek, jak to wynika z badań Białaszewicza (19), zgodnych z moimi analizami, dotyczącymi zawartości azotu w ciele pijawek oraz substancji suchej, głód nie wywiera wyraźnego wpływu w tym kierunku. Jest to skutkiem równomiernego zaniku organicznych składników ciała. W warunkach głodu masa ciała jest wykładnikiem absolutnej zawartości azotu w ciele i w pewnej mierze stopnia wygłodzenia.

TABELA IX.

Zawartość azotu w pijawkach-kontrolach serji VI.

| № kontroli | Waga zwierzęcia | Zawartość azotu w ciele | Procentowa zawartość azotu | Przeciętna procentowa zawartość azotu |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| № de la sangsue-contrôle | Poids de la sangsue | Quantité d'azote dans le corps | Pourcent d'azote | Moyenne du pourcent d'azote |
| | g | mg | % | % |
| X | 0.74 | 15.68 | 2.12 | 2.13 |
| XI | 1.39 | 29.65 | 2.13 | |

TABLEAU IV. Teneur en azote des sangsues-contrôles de la série VI.

Po drugie — masa ciała i zawartość absolutna azotu w ciele jest wskaźnikiem stopnia wzrostu. U zwierząt stałocieplnych o wyraźnie ograniczonym zakresie wzrostu powyższe dwa czynniki dadzą się oddzielić; inaczej natomiast jest w danym przypadku, gdzie wobec braku ściśle określonych znamion zakończenia wzrostu powyższe kategorie nie dają się wyodrębnić.

W doświadczeniach, o których poniżej mowa, używałem pijawek o wadze od 0.2 do 2 g, głodzonych jak zwykle w przeciągu

kilku miesięcy. W każdej serji starałem się stosować jednakowe ilości krwi pobranej, aczkolwiek napotykało to znaczne trudności i nie zawsze dało się ściśle przeprowadzić. Rezultaty seryj zestawilem w tabelach IX — XV.

TABELA X.

Wpływ masy ciała. Serja VI. Zbliżone ilości krwi pobranej — różna waga ciała zwierząt. Czas trwania serji dni 22.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga początkowa
zwierzęcia
Poids initial de la
sangsue | Ilość azotu krwi
pobranej
Quantité d'azote
du sang ingéré | Zawartość począt-
kowa azotu
w ciele
Azote initial du
corps | Zawartość końco-
wa azotu w ciele
Azote final du
corps | Przyrost azotu
Azote assimilé | Procent przyrostu
azotu
Azote assimilé en
pourcent de
l'azote initial | Azot wydalini
Azote des produits
de la désassi-
milation |
|---------------------------------|---|--|---|---|----------------------------------|---|---|
| | g | | | | | | |
| 29 | 0.32 | 34.41 | 6.82 | 16.34 | 9.52 | 140 | 6.50 |
| 30 | 0.62 | 38.— | 13.21 | 20.23 | 7.02 | 53 | — |
| 31 | 0.71 | 43.24 | 15.12 | 21.45 | 6.33 | 42 | 9.86 |
| 32 | 0.73 | 31.90 | 15.55 | 21.50 | 5.95 | 38 | 7.87 |
| 33 | 0.94 | 52.76 | 20.02 | 20.34 | 0.32 | 1.6 | 9.29 |
| 34 | 1.79 | 62.42 | 38.13 | 38.27 | 0.14 | 0.4 | 15.80 |

TABLEAU X. Influence de la grandeur du corps. Série VI. Quantités de sang ingéré à peu près égales — poids du corps différents. Durée de la période d'alimentation 22 jours.

Z powyższych tabel możemy wnioskować, że wpływ masy ciała uwidocznia się zwłaszcza w kierunku przemiany przyrostowej.

Wyniki naogół nie są tak zgodne, jak w doświadczeniach nad wpływem ilości pokarmu, być może wskutek omawianych już niejednorodnych warunków eksperymentalnych. Wyraźnie jednakże daje się zauważyć, że absolutne przyrosty białka u zwierząt o różnej wielkości zmniejszają się wraz ze wzrostem masy ciała. Różnice w ilościach azotu przyzwojonego nie są coprawda znaczne u zwierząt niezbyt różniących się pod względem wagi, lecz zaznaczają się wyraźnie dla zwierząt kilka razy większych. O ile uwzględnimy wartości procentowe przyrostu azotowego w odniesieniu do początkowej jego zawartości w ciele, to stwierdzamy stałe, regularne zmniejszanie się przyrostów względnych wraz ze wzrostem absolutnej ilości białka w organizmie.

TABELA XI.
Zawartość azotu w pijawkach-kontrolach serji VII i VIII.

| № kontroli
№ de la sangsue-contrôle | Waga zwierzęcia
Poids de la sangsue | Zawartość azotu w ciele
Quantité d'azote dans le corps | Procentowa zawartość azotu
Pourcent d'azote | Przeciętna procentowa zawartość azotu
Moyenne du pourcent d'azote |
|--|--|---|--|--|
| | g | mg | % | % |
| XII | 0.37 | 8.96 | 2.42 | 2.35 |
| XIII | 0.59 | 13.36 | 2.26 | |
| XIV | 0.61 | 13.75 | 2.25 | |
| XV | 0.65 | 14.89 | 2.29 | |
| XVI | 0.84 | 20.87 | 2.48 | |
| XVII | 0.93 | 21.97 | 2.36 | |
| XVIII | 0.93 | 22.40 | 2.41 | |

TABLEAU XI. Teneur en azote des sangsues-contrôles de la série VII et VIII.

TABELA XII.

Wpływ masy ciała. Serja VII. Zbliżone ilości krwi pobranej — różna waga ciała zwierząt. Czas trwania serji dni 24.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga początkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | Ilość azotu krwi pobranej
Quantité d'azote du sang ingéré | Zawartość początkowa azotu w ciele
Azote initial du corps | Zawartość końcowa azotu w ciele
Azote final du corps | Przyrost azotu
Azote assimilé | Procent przyrostu azotu
Azote assimilé en pourcent de l'azote initial | Azot wydalin
Azote des produits de la désassimilation | Procent azotu przyswojonego w ogólnym bilansie azotowym
Participation de l'azote assimilé au métabolisme azoté total |
|---------------------------------|---|--|--|---|----------------------------------|--|--|---|
| | g | mg | mg | mg | mg | % | mg | % |
| 35 | 0.20 | 27.38 | 4.70 | 9.47 | 4.77 | 101 | 6.84 | 41 |
| 36 | 0.20 | 27.04 | 4.70 | 9.22 | 4.52 | 96 | 5.59 | 45 |
| 37 | 0.22 | 32.77 | 5.17 | 9.77 | 4.60 | 89 | 7.26 | 39 |
| 38 | 0.38 | 27.03 | 8.93 | 12.99 | 4.06 | 45 | 6.94 | 37 |
| 39 | 0.57 | 26.86 | 13.40 | 17.26 | 3.86 | 29 | 7.26 | 35 |
| 40 | 0.60 | 28.80 | 14.10 | 17.37 | 3.27 | 23 | 6.61 | 33 |
| 41 | 0.62 | 29.99 | 14.57 | 17.64 | 3.07 | 21 | 8.42 | 27 |
| 42 | 0.83 | 24.— | 19.50 | 20.77 | 1.27 | 7 | — | — |
| 43 | 0.94 | 27.— | 22.09 | 21.76 | — | — | — | — |
| 44 | 0.97 | 28.60 | 22.80 | 24.68 | 1.88 | 8 | 8.63 | 18 |

TABLEAU XII. Influence de la grandeur du corps. Série VII. Quantités de sang ingéré à peu près égales — poids du corps différents. Durée de la période d'alimentation 24 jours.

Szybkość zatem, z jaką zachodzi przyrost białka ew. restytucja pogłódowa, pozostaje w stosunku odwrotnym do wielkości ciała i zawartości białka w organizmie lub też w stosunku prostym do stopnia wygłodzenia. Pod tym względem wyniki powyższe

zgodne są z rezultatami, otrzymanymi dla zwierząt stałocieplnych. Z prac Bischoffa i Voita ('60), Voita ('81), Rubnera ('02, '08) i innych wynika, że szybkość przyrostu białkowego lub też zdolność organizmu do przyswajania białka pokarmowego wzrasta wraz ze stopniem uprzedniego wygłodzenia i wzrostem strat azotowych. Powyższe rezultaty dotyczą zwierząt stałocieplnych dorosłych, gdyż brak nam ścisłych danych porównawczych, dotyczących zdolności przyrostowych zwierząt głodzonych w różnych okresach wzrostu. Należy jednak przypuszczać, że przy porównaniu przyrostów zwierząt różnego wieku uprzednio głodzonych względna zdolność przyswajania białka będzie się zwiększać w stosunku odwrotnym do wieku. Do podobnego przypuszczenia skłaniają doświadczenia Mendla i obserwacje Arona ('13), który stwierdził, że w czasie częściowego głodu u zwierząt młodocianych zachodzą zjawiska związane z redukcją głodową jednych, wzrostu innych organów, co wskazuje na pewną niezależność procesów wzrostowych od przyrostu masy ogólnej ciała. W okresie odżywiania prawdopodobnie proces restytucji pogłodowej i wzrostu będą równocześnie, sumując się w ogólnym bilansie materji przyswojonej. Musimy jednocześnie jednak zauważyć, że szybkość przyrostu pogłodowego przewyższać może znacznie zdolność wzrostową organizmu (Rubner '08a).

TABELA XIII.

Wpływ masy ciała. Serja VIII. Zbliżone ilości krwi pobranej — różna waga ciała zwierząt. Czas trwania serji dni 20. Temperatura 20°.

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Waga początkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | | Ilość azotu krwi pobranej
Quantité d'azote du sang ingéré | | Zawartość początkowa azotu w ciele
Azote initial du corps | | Zawartość końcowa azotu w ciele
Azote final du corps | | Przyrost azotu
Azote assimilé | | Procent przyrostu azotu
Azote assimilé en pourcent de l'azote initial | | Azot wydaliny
Azote des produits de la désassimilation | | Procent azotu przyswojonego w ogólnym bilansie azotowym
Participation de l'azote assimilé au métabolisme azoté total | |
|---------------------------------|---|-------|--|-------|--|-----|---|----|----------------------------------|---|--|---|---|--|---|--|
| | g | mg | mg | mg | mg | mg | mg | g | mg | % | mg | % | | | | |
| 45 | 0.20 | 40.44 | 4.70 | 11.55 | 6.85 | 146 | 7.43 | 48 | | | | | | | | |
| 46 | 0.54 | 38.09 | 12.69 | 18.44 | 5.75 | 45 | 8.90 | 39 | | | | | | | | |
| 47 | 1.47 | 49.45 | 34.54 | 40.05 | 5.51 | 16 | 12.57 | 30 | | | | | | | | |

TABLEAU XIII Influence de la grandeur du corps. Série VIII. Quantités de sang ingéré à peu près égales — poids du corps différents
Durée de la période d'alimentation 20 jours. Température 20°

Co się tyczy znaczenia masy dla przebiegu procesów rozpadowych w okresie odżywiania, to widzimy z przeglądu tabel, że masa ciała wywiera niewielki wpływ na absolutną wartość powyższych procesów. Daje się zauważyć naogół nieznaczny wzrost ilości azotu wydalinowego w miarę zwiększania się masy ciała (tabela XIII). W związku ze zmniejszającymi się przyrostami azotu i zwiększającym się rozpadem białka pozostaje stałe zmniejszanie się współczynnika przyrostowego. Zmiany te wahają się w niewielkich granicach dla zwierząt mało różniących się pod względem wagi, co pozostaje w zgodzie z rezultatami, otrzymanymi poprzednio dla zwierząt o jednakowej wadze, karmionych różnymi ilościami pokarmu. Natomiast dla zwierząt bardzo różniących się wielkością (kilkakrotnie) różnice te występują bardzo wyraźnie.

Powstaje obecnie pytanie, jakiego rodzaju jest omawiany wpływ masy ciała na przebieg procesów przyswajania białka. Ograniczę się do rozpatrzenia jednej strony zagadnienia. Zdaniem Bischoffa i Voita ('60), Voita ('81) przyczyny osiągnięcia stanu równowagi białkowej w okresie pogłodowym należy upatrywać między innymi we wzroście masy ciała i odpowiednim zwiększeniu zużycia białka na cele, związane z funkcjonowaniem organizmu. Zwiększanie masy prowadziłoby do ustalenia równowagi drogą zwiększenia wartości przemiany rozpadowej białka. Rubner ('02), opierając się na własnych badaniach, przeciwstawia się powyższemu pogładowi. Wyniki, otrzymane przeze mnie, nie wskazują również na słuszność powyższej interpretacji, aczkolwiek w odmienny sposób, aniżeli wyniki, otrzymane przez powyższego autora. Poprzednio zauważyliśmy niewielki stosunkowo wpływ masy ciała na absolutną wartość azotu wydalinowego w okresie odżywiania. W odniesieniu procentowym natomiast do ilości białka w organizmie ilość azotu wydalinowego szybko się zmniejsza, wraz ze zmniejszaniem się procentu przyrostu białkowego. Przeczy to powyższemu przypuszczeniu. U zwierząt, u których wraz z ograniczeniem przyrostu białkowego idzie w parze niemożność zatrzymania białka w ustroju, pociąga to za sobą niepomiaralny wzrost przemiany azotowej rozpadowej. Ma to miejsce jednakże nie wskutek wzmożenia autodestrukcji białka uorganizowanego, lecz raczej skutkiem ograniczonych zdolności wzrostowych (Rubner '08). U pijawki sto-

pniove zużycie białka pokarmowego zawartego w jelicie zabezpiecza powolny, mniej lub więcej długotrwały przyrost oraz przemianę zachowawczą w ciągu długiego okresu czasu.

Poprzednio zaznaczyłem, że azot wydalinowy w okresie odżywiania jest wykładnikiem procesów rozpadowych różnorodnej natury, wśród których możemy bliżej uwzględnić rozpad białka, związany z przemianą zachowawczą oraz przemianą przyrostową. O ilebyśmy w ogólnym zużyciu białka uwzględnili przemianę białkową zachowawczą w rozmiarach głodowych, to wówczas względna wartość nadwyżki procesów rozpadowych białka zmienia się równoległe do przyrostów względnych.

Zachowanie się azotu wydalinowego w powyższych doświadczeniach daje się interpretować przypuszczalnie w następujący sposób. W miarę wzrostu masy zwiększa się zapotrzebowanie białka na cele przemiany zachowawczej, natomiast, wskutek mniejszych zdolności organizmu przyswajania białka, zmniejsza się zużycie białka na cele przemiany przyrostowej.

Stałe zmniejszanie się procentu azotu wydalinowego (w stosunku do zawartości azotu w ciele) wraz z zmniejszaniem się procentowych przyrostów białka przemawia za powyższym ścisłym związkiem ogólnej przemiany białkowej z przebiegiem procesów przyswajania. Natomiast względnie niewielkie różnice w absolutnych ilościach azotu wydalinowego wskazują na to, że nie zwiększenie natężenia procesów rozpadowych, a zmniejszona zdolność ustroju do gromadzenia białka jest przyczyną różnicy w szybkości przyrostu białka.

Zmiany w przemianie białkowej w czasie odżywiania.

Po ustaleniu zarówno wpływu ilości pokarmu, jak i masy ciała na przemianę białkową pozostał nam do omówienia przebieg procesów przyrostowych i rozpadowych w czasie po nakarmieniu.

W celu wyświetlenia powyższej zależności od czasu, wykonałem kilka seryj doświadczeń, w których używałem pijawek o mniej więcej jednakowej wadze. Zwierzęta pobrały naogół zbliżone ilości pokarmu, aczkolwiek w poszczególnych serjach, przy stosowaniu większych ilości zwierząt, z konieczności wy-

stępują dosyć znaczne wahania indywidualne. W odstępach czasu kilkudniowych lub kilkunastodniowych pojedyncze osobniki poddawałem analizie. Wyniki seryj IX, X i XI podałem w tabelach XIV—XVIII. Ze względu na długotrwały proces zużycia pokarmu, zebranie wszystkich wydaliny napotykało na znaczne trudności, co tłumaczy odpowiednie braki w tabelach XVI i XVIII.

TABELA XIV.

Zależność od czasu. Serja IX. Zbliżone wagi ciała zwierząt i ilości krwi pobranej — różne czasy.

| № zwierzęcia
N° de la sangsue | Ilość dni ubiegłych od narkozowania
Nombre de jours de la période d'alimentation | Waga początkowa zwierzęcia
Poids initial de la sangsue | Ilość azotu krwi pobranej
Quantité d'azote du sang ingéré | Zawartość początkowa azotu w ciele
Azote initial du corps | Zawartość końcowa azotu w ciele
Azote final du corps | Przyrost azotu
Azote assimilé | Procent przyrostu azotu
Azote assimilé en pourcentage de l'azote initial | Azot wydaliny
Azote des produits de la désassimilation | Procent azotu przyswojonego w ogólnym bilansie azotowym
Participation de l'azote assimilé au métabolisme azoté total |
|----------------------------------|---|---|--|--|---|----------------------------------|---|---|---|
| | | g | mg | mg | mg | mg | % | mg | % |
| 48 | 6 | 0.38 | 54.07 | 8.51 | 10.22 | 1.71 | 20 | 2.70 | 39 |
| 49 | 12 | 0.37 | 37.18 | 8.29 | 11.87 | 3.58 | 43 | 5.60 | 39 |
| 50 | 18 | 0.41 | 38.00 | 9.18 | 15.09 | 5.91 | 64 | 7.80 | 43 |
| 51 | 24 | 0.38 | 41.89 | 8.51 | 15.15 | 6.64 | 78 | 10.56 | 39 |
| 52 | 36 | 0.39 | 41.17 | 8.74 | 16.59 | 7.85 | 90 | 14.30 | 35 |

TABLEAU XIV. Influence de la durée de la période d'alimentation. Série IX. Poids des animaux et quantités de sang ingéré à peu près égaux — durées de l'alimentation différentes.

W tabeli XVIII podałem wyniki długotrwałej serji XI. Z danych tych możemy w ogólnych zarysach zaznaczyć się z przebiegiem przemiany białkowej od chwili pobrania pokarmu do chwili wystąpienia głodu całkowitego. Początkowy etap owego 242-dniowego okresu czasu charakteryzuje się szybkim przyrostem białka, poczem tempo przyrostu azotowego zmniejsza się, ustala się okres równowagi białkowej, w którym występują wahania, natury prawdopodobnie indywidualnej, wreszcie — zachodzi przewaga procesów rozpadowych nad syntezą białka, — okres głodu, którego początkowy etap rozwija się w obecności znacznej ilości pokarmu w jelicie.

Dane zwłaszcza tabeli XIV pozwalają rozejrzeć się bliżej w przemianie białkowej w okresie przyrostu azotowego. Z po-

wyższego zestawienia stwierdzamy, że absolutne wartości przyrostów białka w odniesieniu do jednakowych okresów czasu mogą początkowo wzrastać (okres 6—14-dniowy), następnie zaś zmniejszają się. Względne wartości przyrostów białkowych, t. j. wartości przyrostów w odniesieniu do aktualnej zawartości białka w organizmie, stale zmniejszają się. Za podstawę przytem wyliczeń przyjmowałem średnią arytmetyczną początkowej i końcowej ilości azotu w ciele.

W podobny sposób zdaje się zachodzić przebieg restytucji pogłodowej zarówno u innych zwierząt zmiennocieplnych (Morgulis '11), jak i przebieg procesów przyrostowych, zwłaszcza przyrostu białka, w okresie pogłodowym u zwierząt stałocieplnych (Voit, Rubner '02). Aczkolwiek brak dostatecznej ilości danych nie pozwala nam ustalić ściśle charakteru przebiegu procesów przyrostowych w zależności od czasu, jednakże możemy stwierdzić, że naogół przypomina on przebieg wzrostu, związane go zasadniczo z przyrostem białka na większą skalę u organizmów zarówno jedno- (Jennings '08), jak i wielokomórkowych (Minot, Friedenthal '09, '14). Powyższy przebieg zachodzi zgoła odmiennie, aniżeli rozwój organizmów w hodowli przy nadmiarze pokarmu, gdzie przyrosty masy żywej zachodzą w stałym postępie geometrycznym względem wartości poprzednich (J. i T. Viewegerowie '18).

Ogólne podobieństwo cyklu wzrostowego i przyrostu pogłodowego białka możemy przypisać częściowo temu, że w naszych doświadczeniach posługiwaliśmy się zwierzętami, które wogóle znajdowały się w stanie wzrostu. Powyżej omawialiśmy trudności praktyczne, związane z wyodrębnieniem powyższego czynnika (wieku). Jednakże wydaje mi się również słuszne, że pomiędzy procesami przyrostu białka w okresie pogłodowym a przyswajaniem białka w okresie wzrostowym nie można upatrywać różnicy zasadniczej¹⁾. Wobec ograniczonych zdolności organizmu zwierzęcego do gromadzenia

¹⁾ Trudno się zgodzić w całej rozciągłości z poglądem wypowiedzianym m. in. przez Rubnera ('08a), że w okresie wzrostu zachodzi rozbudowa nowych elementów komórkowych, zaś w okresie restytucji pogłodowej rozrost istniejących. Badania Morgulisa ('11) i in. stwierdzają, nawet u zwierząt o wysokiej stosunkowo organizacji, wybitny udział procesów

białka zapasowego w tych rozmiarach, jak to ma miejsce dla pewnych kategorii tłuszczów i węglowodanów u zwierząt stałocieplnych, możemy przypuszczać raczej, że zjawiska przyrostu białka w okresach pogłodowym i rozwojowym, poza pewną niezależnością związaną z niejednorodnym przebiegiem procesów morfologicznych, w znacznym stopniu się pokrywają. Zwłaszcza dotyczy się to ustroju zmiennocieplnego, gdzie zarówno ze względu na większe rozmiary jak i bardziej równomierną redukcję ciała w czasie głodu, przebieg restrykcji pogłódowej i wzrostu muszą posiadać wiele cech wspólnych. Przytem u organizmów o typie odżywiania pijawki okresy uwstecznienia głodowego i restrykcji późniejszej wzajemnie będą następowały, wskutek czego i przebieg wzrostu nie zachodzi równomiernie, a raczej składać się musi z szeregu cykli o coraz węższej skali przyrostów masy żywej.

TABELA XV.

Zawartość azotu w pijawkach-kontrolach serji X.

| № kontroli | Waga zwierzęcia | Zawartość azotu w ciele | Procentowa zawartość azotu | Przeciętna procentowa zawartość azotu |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| № de la sangsue-contrôle | Poids de la sangsue | Quantité d'azote dans le corps | Pourcent d'azote | Moyenne du pourcent d'azote |
| | g | mg | % | % |
| XIX | 0.33 | 8.63 | 2.62 | 2.55 |
| XX | 0.22 | 5.46 | 2.48 | |

TABLEAU XV. Teneur en azote des sangsues-contrôles de la série X.

Równoległe do zmian w szybkości przyswajania białka w okresie odżywiania zachodzą zmiany w przebiegu procesów rozpadowych. Obserwujemy stałe zmniejszanie się ilości azotu wydalinowego (w odniesieniu do jednakowych okresów czasu). Zwłaszcza dotyczy się to wartości procentowych w stosunku do całkowitej ilości azotu w ustroju. Powyższe zmniejszanie się azotu wydalinowego towarzyszy zatem zmniejszaniu się przyrostów białka. Współczynnik wyzyskania przyrostowego posiada w tym okresie intensywnego wzrostu war-

plasmotwórczych w okresie pogłodowym. Opinia Rubnera ('08a), że przemiana wzrostowa nie wykazuje zależności od ogólnej przemiany, podczas gdy takowa zależność ścisła istnieje dla przemiany przyrostowej, nie jest uzasadniona. Doświadczenia Ruotsalainen ('21) przeczą temu, o ile idzie o przyrost białka.

tość mniej więcej stałą. Nieco niższa wartość powyższego współczynnika występuje w początkowym 6-dniowym okresie odżywiania. Następnie osiąga on wartość optymalną w ciągu 12—40 dni¹⁾, niewielkie wykazując zmiany. W czasie, gdy organizm dochodzi do stanu równowagi białkowej, współczynnik przyrostowy zaczyna się szybko zmniejszać.

TABELA XVI.

Zależność od czasu. Serja X. Zbliżone wagi ciała zwierząt i ilości krwi pobranej (przeciętnie 1.64 g = ok. 41 mg azotu).

| № zwierzęcia
№ de la sangsue | Ilość dni ubiegłych od
nakarmienia
Nombre de jours de la
période d'alimentation | Waga początkowa
zwierzęcia
Poids initial de la
sangsue | Zawartość początkowa
azotu w ciele
Azote initial du corps | Zawartość końcowa
azotu w ciele
Azote final du corps | Przyrost azotu
Azote assimilé | Procent przyrostu
azotu
Azote assimilé en pour-
cent de l'azote initial | Azot wydalny
Azote des produits
de la désassimilation |
|---------------------------------|--|---|---|--|----------------------------------|--|---|
| | | g | mg | mg | mg | % | mg |
| 53 | 6 | 0.31 | 7.90 | 9.04 | 1.14 | 14 | 2.54 |
| 54 | 14 | 0.30 | 7.65 | 12.95 | 5.30 | 69 | 6.18 |
| 55 | 22 | 0.32 | 8.16 | 16.33 | 8.17 | 100 | — |
| 56 | 30 | 0.32 | 8.16 | — | — | — | 9.18 |
| 57 | 40 | 0.31 | 7.90 | 15.93 | 8.03 | 102 | 16.70 |
| 58 | 50 | 0.28 | 7.14 | 15.73 | 8.59 | 120 | — |
| 59 | 64 | 0.31 | 7.90 | 17.16 | 9.26 | 117 | — |
| 60 | 78 | 0.28 | 7.14 | 17.17 | 10.03 | 140 | — |
| 61 | 100 | 0.27 | 6.89 | 16.71 | 9.82 | 143 | — |
| 62 | 145 | 0.29 | 7.40 | 13.76 | 6.36 | 86 | — |

TABLEAU XVI. Influence de la durée de la période d'alimentation. Série X. Poids des animaux et quantités de sang ingéré (en moyen 1.64 g = environ 41 mg d'azote) à peu près égaux—durées de l'alimentation différentes.

Opierając się na poprzednio otrzymanych wynikach, podobny przebieg zmian w natężeniu procesów przyswajania i rozpadu białka w czasie okresu odżywiania tłomaczyć możemy w następujący sposób.

W warunkach głodu natężenie przemiany białkowej zależne jest w pierwszym rzędzie od masy ciała, ewentualnie od ilości białka uorganizowanego. Jest to czynnik, który posiada w powyższych warunkach dwojakie znaczenie, po pierwsze, jako główne

¹⁾ Naturalnie przy ustalaniu się optymalnej wartości wchodzi w grę bezwzględna waga zwierząt.

źródło energii, po drugie, jako podłoże labilne, które samorzutnie podlega destrukcji. W tych warunkach ustala się prawdopodobnie ścisła równowaga pomiędzy plazmą, rezerwą białkową oraz produktami rozpadu cząsteczki białkowej.

TABELA XVII.
Zawartość azotu w pijawkach-kontrolach serji XI.

| № kontroli | Waga zwierzęcia | Zawartość azotu w ciele | Procentowa zawartość azotu | Przeciętna procentowa zawartość azotu |
|--------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| № de la sangsue-contrôle | Poids de la sangsue | Quantité d'azote dans le corps | Pourcent d'azote | Moyenne du pourcent d'azote |
| | g | mg | % | % |
| XXI | 0.43 | 9.85 | 2.29 | 2 20 |
| XXII | 0.44 | 10.01 | 2.27 | |
| XXIII | 0.47 | 9.86 | 2.10 | |
| XXIV | 0.47 | 10.15 | 2.16 | |

TABLEAU XVII. Teneur en azote des sangsues-contrôles de la série XI.

TABELA XVIII.
Zależność od czasu. Serja XI. Zbliżone wagi ciała zwierząt i ilości krwi pobranej (przeciętnie 1.1 g.=ok. 28 mg N).

| № zwierzęcia | Waga początkowa zwierzęcia | Zawartość początkowa azotu w ciele | Zawartość końcowa azotu w ciele | Przyrost azotu | Procent przyrostu azotu | Azot wydaliny | Procent azotu przyswojonego w ogólnym bilansie azotowym | Azot krwi pozostajej | |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------|--|--|---------------------------|-------|
| № de la sangsue | Poids initial de la sangsue | Azote initial du corps | Azote final du corps | Azote assimilé | Pourcent de l'azote initial | Azote des produits de la désassimilation | Participation de l'azote assimilé au métabolisme azoté total | Azote du sang non resorbé | |
| Ilość dni ubiegłych od narkarnienia | g | mg | mg | mg | % | mg | % | mg | |
| 63 | 12 | 0.37 | 8.14 | 11.04 | 2.90 | 36 | 5.68 | 34 | 15.46 |
| 64 | 23 | 0.37 | 8.14 | 13.44 | 5.30 | 65 | 9.66 | 35 | 12.71 |
| 65 | 36 | 0.42 | 9.24 | 16.86 | 7.62 | 82 | 13.41 | 36 | 13.88 |
| 66 | 44 | 0.40 | 8.80 | 15.22 | 6.42 | 73 | 12.32 | 34 | 10.31 |
| 67 | 54 | 0.40 | 8.80 | 14.40 | 5.60 | 64 | 13.61 | 30 | 10.25 |
| 68 | 60 | 0.40 | 8.80 | — | — | — | 14.41 | — | 8.24 |
| 69 | 68 | 0.41 | 9.02 | 17.69 | 8.67 | 96 | 16.54 | 34 | 9.76 |
| 70 | 79 | 0.40 | 8.80 | 15.79 | 6.99 | — | 17.43 | 29 | 7.45 |
| 71 | 115 | 0.38 | 8.36 | 14.44 | 6.08 | — | — | — | 7.62 |
| 72 | 145 | 0.38 | 8.36 | 12.58 | 4.22 | — | — | — | 4.40 |
| 73 | 184 | 0.39 | 8.58 | 11.07 | 2.49 | — | — | — | 1.76 |
| 74 | 202 | 0.38 | 8.36 | 10.42 | 2.06 | — | — | — | 0.40 |
| 75 | 224 | 0.37 | 8.14 | 8.94 | 0.80 | — | — | — | — |
| 76 | 242 | 0.39 | 8.58 | 9.11 | 0.53 | — | — | — | — |

TABLEAU XVIII Influence de la durée de la période d'alimentation. Série XI. Poids des animaux et quantités de sang ingéré (en moyen 1.1 g.=environ 28 mg d'azote) à peu près égaux — durées de l'alimentation différentes.

Z chwilą wprowadzenia pokarmu równowaga powyższa podlega zachwianiu wskutek pojawienia się z zewnątrz w nadmiarze produktów odbudowy białka pokarmowego i zachodzą odwrotne do okresu głodowego procesy syntezy. Jednocześnie rolę dynamiczną białka z okresu głodu przejmuje białko pokarmowe. Zużycie białka uorganizowanego spada obecnie do minimum, poniżej zapotrzebowania głodowego („Abnutzungsquote“ Rubnera '08). Natomiast wzrasta wogóle rozpad białka (pokarmowego) w związku z rozlicznymi funkcjami, jakie ono podówczas spełnia w ustroju.

Z poprzednich doświadczeń wynika, że przebieg powyższych procesów rozpadu i syntezy pozostaje w zależności prostej od ilości dostarczonego pokarmu. Nasuwa to konieczność przyjęcia w początkowych fazach odżywiania regulowania szybkości trawienia pokarmu. Zjawisko powyższe regulacji szybkości spożycia pokarmu w zależności od jego ilości — zdaje się być ogólne dla wszystkich stopni organizacji ustroju zwierzęcego i w naturę powyższego wchodzić nie będziemy. Z pracy Białasze-wicza ('19) wynika, że wprowadzenie krwi do przewodu pokarmowego pijawki wywołuje w pierwszych kilku dniach niepomiarne wzmożone, aczkolwiek pozostające w zależności od ilości pokarmu, zużycie białka. Jest to okres prawdopodobnie niedoskonałej początkowej regulacji, wywołanej działaniem podniety mechanicznej i chemicznej na organizm długotrwale głodzony. W związku z tem pozostaje nieco niższa początkowa wartość współczynnika przyrostowego. Wkrótce jednakże zachodzi unormowanie zużycia białka w zależności od zapotrzebowania, przy-czem początkowa szybkość usuwania z organizmu produktów odbudowy białka wpływa na szybkość użytkowania zapasu białka z przewodu pokarmowego. Ustala się podówczas stan równowagi pomiędzy zawartością związków azotowych niebiałkowych w organizmie, zawartością ich w komórkach jelita z jednej strony, a zawartością produktów trawienia białka w jelicie z drugiej strony. Na istnienie podobnej zależności wskazuje stopniowy i równomierny przebieg procesów trawienia i resorpcji u przedstawicieli innych grup zwierzęcych (Kugler '19).

Szybkość przyswajania białka pozostawać będzie zatem w zależności od pierwotnego nasycenia tkanek produktami jego rozpadu, powtórę od zdolności syntezowania tychże przez

ustrój. Ta ostatnia zmniejsza się wraz ze wzrostem ilości białka uorganizowanego. Przyczyny powyższego wpływu hamującego nie można, jak to poprzednio zaznaczaliśmy, upatrywać we wzroście autodestrukcji białka uorganizowanego, gdyż zwiększenie ilości azotu wydalinyowego nie biegnie współmiernie z przyrostem masy, przeciwnie, w odniesieniu procentowym do wagi ciała zużycie białka stale się zmniejsza. Wchodzi tu w grę raczej zmniejszone powinowactwo tkanek do białka w związku z postępowaniem organizacji.

Powyższa zależność prosta pomiędzy intensywnością ogólnej przemiany białkowej a szybkością przyswajania białka i odwrotna — pomiędzy szybkością przyrostu a zawartością białka w organizmie, występuje u pijawki z całą wyrazistością. U zwierząt stałocieplnych wskutek ochronnej działalności tłuszczów i niemożności ustroju — poza niewielką rezerwą białkową (Voit '81, Rubner '08) — przechowywania białka, ewentualnie jego łańcuchów azotowych, powyższe stosunki nie występują tak wyraźnie.

Wraz ze zmniejszaniem się przyrostów białka u pijawki, zmniejsza się rozpad białka na cele, związane z syntezą i organizacją materiału pokarmowego. Natomiast wzrasta absolutne zapotrzebowanie białka na cele przemiany zachowawczej wraz ze wzrostem zwierząt. U zwierząt stałocieplnych, ze względu na wysoką wartość zachowawczej przemiany materji i energii i jej rolę dominującą w ogólnej przemianie okresu wzrostowego, wartość współczynnika przyrostowego szybko się zmniejsza, wraz ze wzrostem masy ciała. Zmniejsza się podobnie szybko u zwierząt stałocieplnych przy stosowaniu pokarmu o jednolitej zawartości białka wyzyskanie tegoż dla celów przyrostowych (Soxhlet '78, Fingerling '08, Ostertag '08). W danym przypadku ustroju zmiennocieplnego z powodu niewysokiej stopy przemiany zachowawczej w okresie głodu w porównaniu z przemianą w okresie intensywnego wzrostu współczynnik przyrostowy niewielkie stosunkowo wykazują zmiany. Zmniejsza się dopiero wyraźnie z chwilą, gdy organizm zbliża się do okresu równowagi azotowej.

Powyższy okres równowagi rozpoczyna się przy znacznej (około 30% początkowej) zawartości białka w jelicie i ustępuje długotrwałemu okresowi głodu częściowego. Ten ostatni stanowi etap przejściowy do głodu całkowitego. Brak kompletu wydaliny

z powyższego okresu głodu, zarówno jak i rozbieżność w ilości krwi pobranej u niektórych osobników, nie pozwalają mi sprecyzować warunków przejścia z okresu głodu częściowego do całkowitego. Natomiast możemy stwierdzić, że już w okresie ustalania się równowagi białkowej ilość azotu wydalinowego (w odniesieniu do 100 mg azotu ciała i 24 godz.) szybko się zmniejsza, opadając z pierwotnej, kilkakrotnie przewyższającej normę głodową, stopy do rozmiarów niewiele się różniących od głodowych (tabela XVIII po dniach 68). To samo ma miejsce w okresie głodu częściowego, kiedy wartość stopy rozpadowej białka osiąga prawdopodobnie stopniowo rozmiary głodowe. Współrzędne zmniejszanie się wartości przyrostów azotowych ciała i zawartości krwi w przewodzie pokarmowym wskazuje na stopniowe przejmowanie przez białko organizmu funkcyj dynamicznych, spełnianych w okresie odżywiania przez białko pokarmowe.

W Y N I K I.

1. W okresie odżywiania, w czasie intensywnego przyrostu azotu w ciele, stosunek ilości azotu białkowego i niebiałkowego nie podlega zmianie tak, że procentowo przyrost białka i azotu może być identyfikowany.

2. Natężenie procesów rozpadowych i przyrostowych białka pozostaje w okresie odżywiania w zależności prostej od ilości białka pokarmowego.

3. Udział azotu przyswojonego w ogólnej przemianie azotowej lub też współczynnik przyrostowy białka posiada wartość względnie stałą dla zwierząt jednej wagi. Dla pijawek o wadze 0.2—0.3 g wartość powyższego współczynnika w okresie podwojenia ilości azotu wynosi około 46.

4. U zwierząt różnej wielkości, karmionych jednakowymi ilościami białka, szybkość przyswajania białka zmniejsza się w miarę wzrostu wagi. Jednocześnie wzrasta rozpad białka, jednakże nie w tym stopniu co masa ciała — czyli, że względne natężenie ogólnej przemiany białkowej zmniejsza się. Równolegle obniża się wartość współczynnika przyrostowego.

5. W czasie okresu odżywiania szybkość przyswajania białka stopniowo się zmniejsza. Zmniejsza się jednocześnie względne natężenie procesów rozpadowych. Powyższe zmiany

biegną równolegle do zmniejszania się zawartości krwi w przewodzie pokarmowym i do wzrostu masy ciała. W końcu okresu wzrostowego zużycie białka zbliża się do normy głodowej.

6. W okresie szybkiego przyrostu wartość współczynnika przyrostowego wykazuje niewielkie stosunkowo zmiany.

PIŚMIENNICTWO.

- Aron H. 1913. Biochemie des Wachstums des Menschen und der höheren Tiere. Oppenheimer: Handb. d. Biochem. Ergänzb. d. Abderhalden E. u. Bloch B. 1907. Untersuchungen über den Eiweissstoffwechsel, ausgeführt an einem Alkaptonuriker. Zeitschr. f. physiol. Chem. 53.
- Abderhalden E. 1909. Studien über den Eiweissstoffwechsel. Ibid. 59.
- Abderhalden E. 1921. Lehrbuch der physiologischen Chemie. II Berlin.
- Bang Y. 1915. Untersuchungen über den Reststickstoff des Blutes. I—V Mitteil. Bioch. Zeitschr. 72.
- Bang Y. 1916. Über Resorption und Assimilation von Eiweiss und Aminosäuren. Ibid. 74.
- Białaszewicz K. 1915. O wyzyskaniu energetycznym białka u pijawek w stanie głodu. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. 8. (Über den Nutzeffekt der beim hungernden Blutegel zerfallenden stickstoffhaltigen Körpersubstanz. Comptes Rendus de la Société des Sciences de Varsovie. 8).
- Białaszewicz K. 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. I. Głód i odżywianie u pijawek. Prace Tow. Nauk. Warsz. 32. (Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique. I. L'inanition et la nutrition chez les Hirudinées. Travaux de la Société des Sciences de Varsovie. 32).
- Białaszewicz K. i Mincówna M. 1921. O przemianie tłuszczowej i azotowej we wczesnym rozwoju żaby. Prace Zakł. Fizjol. Instyt. Nenckiego 1. (Sur le métabolisme des principes gras et azotés aux premiers stades du développement de la grenouille Trav. du labor. de Physiol. de l'Institut Nencki 1)
- Bischoff T. u. Voit C. 1860. Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. Leipzig.
- Benedict F. a. Pratt J. 1913. The metabolism after meat feeding of dog in which pancreatic external secretion was absent. Journ. of Biol. Chem. 15.

- Cohnheim O. 1906. Der Energieaufwand der Verdauungsarbeit. Arch. f. Hyg. 57.
- Constantino A. 1913. II. Der durch Formol titrierbare Aminosäurereststickstoff in den Blutkörperchen und im Serum des Blutes von hungernden und ernährten Tieren. Bioch. Zeitschr. 55.
- Constantino A. 1921. Untersuchungen über den Aminosäuregehalt des Plasmas und der Blutkörperchen nach I. Bang. Ibid. 117.
- Camerer W. 1896. Der Stoffwechsel des Kindes. Tübingen.
- Elsas B. 1913. Der Einfluss der Nahrungszufuhr auf den Gaswechsel des Kaltblüters. Zeitschr. f. Biol. 62.
- Farkas K. 1903. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. III. Über den Energieumsatz des Seidespinner während der Entwicklung im Ei. Arch. f. ges. Physiol. 98.
- Fingerling G. 1908. Beiträge zur Physiologie der Ernährung wachsender Tiere. Landwirtschaft. Versuchs-Station. 68.
- Friedenthal H. 1909. Das Wachstum der Körpergewichte des Menschen und anderen Säugetiere in verschiedenen Lebensaltern. Zeitschr. f. allg. Physiol. 9.
- Friedenthal H. 1914. Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums. Berlin.
- Hári P. u. Kriwuscha A. 1918. Weitere Beiträge zum Stoff- und Energieumsatz der Vögel. Bioch. Zeitschr. 88.
- Herzfeld E. u. Klinger R. 1920. Beiträge zur Chemie der Eiwisskörper. Biochem. Zeitschr. 102.
- Jennings H. 1908. Heredity, variation and evolution in Protozoa. Proceed. of the Amer. Philos. Soc. 47.
- Kugler R. 1919. Beiträge zur Verdauung und Resorption des Eiweisses. Zeitschr. f. Biolog. 69.
- Kellner O. 1916. Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere VII. Aufl. Berlin.
- Löhner L. 1915. Über künstliche Fütterung und Verdauungsversuche mit Blutegeln. Biolog. Centralbl. 35.
- Mering u. Zuntz N. 1877. 1883. In wiefern beeinflusst Nahrungszufuhr die tierischen Oxydationsprozesse Arch. f. ges. Physiol. 15. 32.
- Morgulis S. 1911. Studies of Inanition in its bearing upon the problem of growth. Arch. f. Entw. Mech. 32.
- Ostertag u. Zuntz. 1908. Untersuchungen über die Milchsekretion und die Ernährung der Ferkel. Landwirtschaft. Jahrb. 37.
- Pettenkofer M. u. Voit C. 1873. Über die Zersetzungs Vorgänge im Thierkörper bei Fütterung mit Fleisch. Zeitschr. f. Biol. 7.
- Pflüger E. 1893. Über einige Gesetze des Eiweissstoffwechsel. Arch. f. ges. Physiol. 54.
- Pregl F. 1917. Die quantitative organische Mikroanalyse. Berlin.
- Pringle H. u. Cramer W. 1908. On the assimilation of protein introduced enterally. Journ. of Physiol. 37.

- Pütter A. 1907. 1908. Der Stoffwechsel des Blutegels (*Hirudo medicinalis* L.). I. II. Zeitschr. f. allg. Physiol. **6**, **7**.
- Richter-Quittner M. 1919. Zur Methodik der chemischen Blutanalyse. Kritik der Enteiweissungsmethoden. Bioch. Zeitschr. **95**.
- Robertson B. 1907. 1908. On the normal Rate of Growth of an Individual. Arch. f. Entw. Mech. **25**, **26**.
- Rubner M. 1883. Die Vertretungswerte der hauptsächlichsten organischen Nahrungsstoffe im Tierkörper. Zeitschr. f. Biol. **19**.
- Rubner M. 1885. Beiträge zur Lehre vom Kraftwechsel. I. Der Einfluss abundanter Kost auf die Wärmebildung. Sitzungsber. d. mat.-phys. Clas. bayr. Akad. d. Wissensch. **15**.
- Rubner M. 1902. Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Leipzig.
- Rubner M. 1906. Energieumsatz im Leben einiger Spaltpilze. Arch. f. Hyg. **57**.
- Rubner M. 1906a. Die Beziehungen zwischen Bakterienwachstum und Konzentration der Nahrung. Ibid.
- Rubner M. 1908. Theorie der Ernährung nach Vollendung des Wachstums. Ibid. **66**.
- Rubner M. 1908a. Ernährungsvorgänge beim Wachstum des Kindes. Ibid.
- Rubner M. 1908b. Das Wachstumsproblem und die Lebensdauer des Menschen und einiger Säugetiere vom energetischen Standpunkt aus betrachtet. Ibid.
- Ruotsalainen A. 1921. Zur Kenntnis des Eiweissansatzes beim Kinde. Skand. Arch. f. Physiol. **41**.
- Soxhlet F. 1878. Bericht üb. Arb. d. landw.-chem. Versuchsstat. in Wien. **1**.
- Slowtzoff B. 1909. Über den Gaswechsel der Insekten und dessen Beziehung zur Temperatur der Luft. Bioch. Zeitschr. **19**.
- Sznerówna E. 1921. O przyswajaniu i rozpadzie białka w rozwoju kureczęcia. Prace Zakł. Fizjol. Instyt. Nenckiego. I. (Recherches sur l'assimilation et la désassimilation des protéines pendant le développement du poulet. Trav. du Labor. de Physiol. de l'Institut Nencki I).
- Tangl F. 1902. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. I. Entwicklungsarbeit im Vogelei. Arch. f. d. ges. Physiol. **93**.
- Tangl F. 1903. Beiträge zur Energetik der Organismen. II. Über den Verbrauch an chemischer Energie während der Entwicklung von Bakterienkulturen. Ibid. **98**.
- Tangl F. 1918. Über die Gültigkeit des Rubnerschen Wachstumsgesetzes in verschiedenen Tierklassen. Bioch. Zeitschr. **89**.
- Terroine E. et Wurmser R. 1922. Le rendement énergétique dans la croissance de l'*Aspergillus niger*. Comp. Rend. Acad. des Sc. **174**.
- Voit C. 1867. Der Eiweissumsatz bei Ernährung mit reinem Fleisch. Zeitschr. f. Biol. **3**.

- Voit C. 1869. Über den Eiweissumsatz bei Zufuhr von Eiweiss und Fett und über die Bedeutung des Fettes für die Ernährung. *Ibid.* 5.
- Voit C. 1881. Physiologie des allgemeinen Stoffwechsels und der Ernährung. *Herrmann's. Handb. d. Physiol.* 6.
- Voit E. u. Korkunoff A. 1895. Über die geringste zur Erhaltung des Stickstoffgleichgewichts nöthige Menge von Eiweiss. *Zeitschr. f. Biol.* 32.
- Vieweger T. 1918. Badanie czynników rozwoju kultur *Colpidium colpoda* Ehrbg. II. Zależność rozwoju wymoczków od rozwoju bakteryj. *Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.* 11. (*Recherches sur les causes du développement des cultures du Colpidium colpoda Ehrbg. II. Les rapports entre le développement des bactéries et des infusoires. Comptes Rend. Société d. Sciences de Varsovie.* 11).
- Viewegerowa J. i Vieweger T. 1921. III. Wpływ ilości pokarmu i głód. *Prace Zakł. Fizjol. Instyt. Nenckiego* 1. (*III. L'influence de la quantité de la nourriture et du jeûne. Trav. du Laborat. de Physiol. de l'Institut Nencki.* 1).
- Wellmann O. 1921. Über den Stoff- u. Energieumsatz junger Ferkel auf Grund von Fütterungsversuchen, verbunden mit der Zerlegung ganzer Ferkelkörper. *Bioch. Zeitschr.* 117.
- Zuntz N. 1900. Über die Bedeutung der verschiedenen Nährstoffe als Erzeuger der Muskelkraft. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 83.

R é s u m é.

Tandis que le métabolisme protéique des animaux homoïthermes a été souvent étudié, le problème des échanges protéiques des animaux poïkilothermes est à peine abordé. Le but des recherches présentes est de faire connaître les facteurs qui régulent l'assimilation des protéines chez les animaux à sang froid. Mes recherches ont porté sur la sangsue médicale, animal dont le métabolisme d'inanition est assez bien connu grâce aux travaux de Pütter ('07, '08) et de Białaszewicz ('15, '19). Les sangsues se prêtent bien à ce genre de recherches à cause du caractère éminemment protéique de leur métabolisme et à cause de leur genre d'alimentation; leur aliment ordinaire, le sang, étant presque exclusivement de nature protéique.

Les sangsues devant servir aux expériences étaient préalablement soumises à un jeûne de plusieurs mois. On les nourrissait ensuite avec du sang de lapin, après quoi elles étaient placées dans des bocalux contenant de 30 à 50 cm³ d'eau. On changeait cette eau tout les 2 ou 3 jours et on la recueillait soigneusement pour la détermination de l'azote des produits de la désassimilation.

La quantité d'azote assimilé a été calculée par la différence entre la quantité initiale et la quantité finale d'azote dans le corps des animaux. Pour déterminer la quantité initiale d'azote j'analysais des animaux contrôles inaniés, provenant de la même culture que les sangsues, qui furent ensuite alimentées.

En me basant sur le poids du corps des animaux devant servir aux expériences et sur le pourcent moyen d'azote dans le corps (sangsues-contrôles), je calculais ensuite leur teneur en azote. Comme on voit sur les tableaux (v. le texte polonais) le pourcent d'azote varie assez notablement dans les différentes cultures, mais chez les animaux du même lot les variations ne dépassent guère 10% de l'azote total.

Pour déterminer la quantité finale d'azote, j'analysais les animaux à la fin de la période d'alimentation, après avoir soigneusement éloigné les restes de sang que contenait le tube digestif. La quantité d'azote du sang non résorbé, trouvé dans l'intestin, a été aussi déterminée. L'azote assimilé, plus l'azote du sang non résorbé et l'azote des produits de la désassimilation donnaient pour chaque animal la quantité d'azote ingérée avec le sang.

Pour les dosages d'azote je me suis servi de la méthode de Kjeldahl, en employant des solutions d'acide et de soude caustique $\frac{1}{25}$ normales.

Les expériences, sauf les cas marqués aux tableaux, ont été exécutées à la température constante de 25°.

Le premier problème à résoudre au cours de mes recherches fut celui de la relation entre l'assimilation de l'azote et l'assimilation des protéines. Jusqu'à présent les bilans protéique et azoté ont été identifiés c. à. d. d'après la quantité d'azote retenu par l'organisme on calculait les protéines assimilées.

Cependant cette identification manquait de fondement expérimental. C'est pourquoi je déterminais l'azote protéique et non-

protéique dans les sangsues inaniées (tableau I) et les sangsues alimentées (tableau II). Pour la séparation des protéines je me suis servi surtout de la méthode de coagulation par l'alcool bouillant.

Les résultats des analyses démontrent que le rapport entre l'azote protéique et non-protéique du corps ne change pas durant la période de vive assimilation. Il s'en suit qu'on peut identifier le pourcent d'accroissement de l'azote et des protéines mais on ne peut pas le faire pour les quantités absolues de l'azote assimilé, et de l'azote des protéines assimilées.

Le second point à étudier fut le rapport entre le métabolisme protéique durant l'inanition et durant la période d'alimentation.

Białaszewicz (19) a démontré que le rapport entre la quantité de protéines du corps et la quantité d'azote désassimilé reste constant durant l'inanition. A la température de 25°, la désassimilation se traduit par une production de 0.6 à 0.8 mg d'azote par 100 mg d'azote du corps et pour 24 h.

C'est donc la masse actuelle du corps qui, durant la période d'inanition, règle la vitesse de la désassimilation.

Pendant la période d'alimentation, la vitesse de la désassimilation augmente considérablement (de 180 à 600%) en comparaison avec la période de jeûne.

Il existe durant cette période une dépendance directe entre la vitesse de l'assimilation et de la désassimilation et la quantité d'azote ingéré avec le sang.

Dans les expériences qui ont été exécutées dans le but d'élucider ce rapport les poids des animaux étaient à peu près les mêmes et la durée de la période d'alimentation était la même pour tous les animaux d'une même série (tableaux III—VIII). Il résulte de ces expériences, que c'est la quantité d'azote des protéines ingérées, qui règle l'intensité du métabolisme protéique et de l'assimilation des protéines. Ce fait constaté pour les sangsues, semble avoir une portée générale. Il est l'expression du rapport entre l'intensité de l'assimilation et la concentration des principes azotés dans le milieu nutritif.

Dans les expériences, dont nous parlons maintenant, le rapport entre l'azote assimilé et l'azote désassimilé reste à peu près le même. Ce fait peut s'expliquer par l'accroissement considérable de la quantité de protéines du corps durant la période

d'alimentation. Il est probable que, durant cette période, la grande partie des protéines désassimilées sert de source d'énergie aux procès d'assimilation. De là une dépendance directe entre la quantité d'azote assimilé et d'azote désassimilé. Pendant la première période d'assimilation au cours de laquelle la quantité de protéines du corps se dédouble, le coefficient d'utilisation (le pourcent d'azote assimilé dans le métabolisme azoté total) des protéines comporte environ 46, nombre beaucoup plus élevé, que ceux donnés par Rubner ('08) et Wellmann ('21). Cette valeur assez élevée du coefficient d'utilisation est remarquable, vu le caractère presque exclusivement protéique du métabolisme de la sangsue. Sous ce rapport il existe une différence notable avec les animaux homoïothermes chez lesquels une vive et durable assimilation des protéines a lieu seulement au cas d'une alimentation plus ou moins riche en principes non azotés (grasses).

Le troisième problème que j'ai étudié est celui de l'influence de la masse actuelle du corps sur le métabolisme protéique chez les sangsues. Il résulte des recherches de Białasiewicz ('19) que la teneur (%) du corps des sangsues en protéines ne change guère pendant la période d'inanition: les poids du corps et les quantités absolues de protéines contenues sont des grandeurs qui restent en relation directe entre elles. Dans les expériences qui suivent je nourrissais les sangsues de poids différents avec des quantités de sang à peu près égales. Comme il résulte des tableaux IX—XIII, la quantité d'azote assimilé, rapportée à la quantité initiale d'azote dans le corps, diminue en raison inverse du poids des animaux. En ceci les résultats de mes recherches sont concordants avec ceux obtenus pour les animaux homoïothermes, chez lesquels la vitesse de l'assimilation des protéines change en raison directe du degré de l'inanition, et en raison inverse de la quantité de protéines du corps.

La quantité d'azote des produits de la désassimilation augmente avec le poids du corps, mais pas à un degré qui puisse expliquer la diminution de la vitesse de l'assimilation. La vitesse relative de la désassimilation (c. à d. la quantité d'azote désassimilé par rapport à 100 mg d'azote du corps et pour 24 h.) diminue avec la diminution de la vitesse de l'assimilation. Ceci démontre l'étroite liaison qui existe entre

la désassimilation et l'assimilation des protéines dans le cas étudié.

En dernier lieu j'ai étudié le parcours de l'assimilation durant les diverses étapes de la période d'alimentation. Dans ce but j'ai fait une série d'expériences, au cours desquelles des sangsues de même poids, nourries avec des quantités de sang à peu près égales, étaient tuées dans des délais de quelques jours, afin de servir aux déterminations de l'azote assimilé.

Comme le montrent les tableaux XIV—XVIII la vitesse de l'assimilation diminue avec le temps. Le parcours des changements de la vitesse d'assimilation ressemble au parcours de la restitution post-jeûnale chez les autres animaux poïkilothermes et homoïothermes et aussi au parcours de l'accroissement de la matière organisée durant la période de développement des animaux.

L'analyse des faits relatés dans ce travail démontre que les facteurs suivants déterminent le parcours de l'assimilation:

1) la diminution progressive de l'intensité du métabolisme protéique restant en rapport direct avec la diminution progressive de la quantité d'aliment contenu dans le tube digestif;

2) l'augmentation de la quantité des protéines dans le corps.

Pendant la période de vive assimilation le coefficient d'utilisation ne change presque pas. Ceci est en rapport direct avec la grande valeur des échanges protéiques pendant la synthèse de la matière organisée, en comparaison avec le métabolisme d'entretien. Sur ce point nous trouvons une différence notable entre les sangsues et les animaux homoïothermes. Chez ces derniers, la grande intensité du métabolisme d'entretien cause une diminution rapide du coefficient d'utilisation des protéines durant la période de restitution, de même que durant la période de développement.

Prace Zakładu Biologii Ogólnej Instytutu im. M. Nenckiego
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).
Tom I (1922) № 8.

Travaux du Laboratoire de Biologie Générale de l'Institut M. Nencki
(Société des Sciences de Varsovie).
Tome I (1922) № 8.

JAN DEMBOWSKI.

Obserwacje nad ruchem *Paramecium caudatum* w kroplach różnego kształtu geometrycznego¹⁾.

(Untersuchungen über die Bewegung von *Paramecium caudatum*
in Tropfen verschiedener geometrischer Gestalt).

Problemat.

W kropli wody, na szkiełku przedmiotowym, *Paramecia* pływają we wszystkich możliwych kierunkach, nie wykazując jakiegokolwiek regularności ruchu. Droga poszczególnego osobnika nie da się zupełnie przewidzieć. Wymoczek płynie prosto, nagle zatrzymuje się w środku kropli, cofa się tyłem, zawraca o kilkadziesiąt stopni, znowu płynie prosto, aby za chwilę raz jeszcze nagle zmienić kierunek ruchu lub też odbić się od brzegu kropli. Co powoduje te raptowne zmiany kierunku?

Odpowiedź nasuwa się sama przez się. Musimy bowiem uwzględnić t. zw. fizykę kropli, czyli bardzo skomplikowany i zmienny z każdą sekundą kompleks warunków fizyko-chemicznych, panujący w kropli wody. Niejednakowa grubość kropli w poszczególnych punktach, nierówny obwód, nierównomierne

¹⁾ Praca, zgłoszona przez R. Minkiewicza na posiedzenie Wydziału III-go T. N. W. w dniu 25 października 1922.

parowanie, prądy dyfuzyjne, zmiany ciśnienia osmotycznego, napięcia powierzchniowego, temperatury, obecność w wodzie drobnych zawieszonych ciałek, które mogą być tropicznie czynne i t. d., wszystko to stwarza prawdziwy chaos warunków, odbiciem którego jest chaotyczny ruch wymoczków. Szereg tropizmów i znana wrażliwość *Paramecium* na najmniejsze zmiany środowiska dają na powyższe pytanie dostateczną odpowiedź.

A jednak odpowiedź ta nie jest zadawalająca. Im większą różnorodność warunków odnajdziemy w kropli wody, tem bardziej stanie się jasne, iż wcale nie te warunki są odpowiedzialne za zmiany kierunku. W rzeczywistości bowiem, ruchy *Paramecium* bynajmniej nie są nieobliczalne. Przeciwnie, w pewnych warunkach mogą one być tak prawidłowe, że je można ze znacznem przybliżeniem przepowiedzieć. Gdyby szereg tropizmów, wywołanych przez zmienne otoczenie, był jedyną przyczyną zwrotów i zmian, wymoczek wogóle nie potrafiłby pływać po liniach prostych, co jest dla niego tak charakterystyczne. Przy założonej różnorodności warunków i bodźców, droga *Paramecium* musiałaby być tak samo fantastyczna, jak droga kawałek kamfory na powierzchni wody. Pomimo swego ruchu chaotycznego, wymoczeki, świeżo umieszczone w paru kroplach wody, nie pływają grupami, tylko pojedynczo. Gdyby warunki zewnętrzne nadawały kierunek ruchowi, to dwa osobniki, płynące w jednym i tym samym kierunku, tuż obok siebie, musiałyby wspólnie wykonywać wszystkie zwroty. Tymczasem w punkcie A jeden osobnik zawraca nalewo, drugi zaś płynie dalej w poprzednim kierunku i w punkcie B zawraca naprawo. Skoro były obok siebie, odległe zaledwie o szerokość ciała wymoczeki, trudno przypuścić, aby odmienne na nie oddziaływały warunki. Zwłaszcza, że takie właśnie zachowanie się *Paramecium* jest regułą. Co jednak najważniejsze, chaotyczny ruch wymoczków jest zjawiskiem przejściowem, trwającym zaledwie przez kilka minut. Po upływie tego czasu *Paramecia* zaczynają pływać prawie wyłącznie wzdłuż obwodu kropli, tworząc ruchomy pierścień, od którego zaledwie parę osobników odrywa się co chwila, aby przepłynąć kropłą wpoprzek i znowu się przyłączyć do innych. Nieregularność warunków fizykochemicznych w kropli trwa nadal, ale ruchy *Paramecium* stały się prawidłowe, co zdaje się wskazywać na ich niezależność

od ustawicznych zmian środowiska „Fizyka kropli“ istnieje napewno, jednak nie udowodniono, aby natężenie wspomnianych zmian było dostateczne dla wywołania ruchów tropicznych.

Praca niniejsza jest próbą rozwiązania następujących zagadnień: Na czym polega prawidłowość ruchów wymoczka? Od jakich przyczyn lub warunków zależy zmiana w charakterze zachowania się *Paramaecium* po kilkuminutowym pobycie w kropli? Jakie przyczyny lub warunki powodują zmiany kierunku ruchu? W szczególności, czy teoria tropizmów wystarcza dla wytłumaczenia ruchów *Paramaecium*?

Metodyka.

Aby utrzymać możliwą równomierność warunków w kropli, obserwowałem *Paramaecia* w wanienkach różnego kształtu, o ściankach prostopadłych i płaskiej powierzchni cieczy. Chodziło mi o otrzymanie warstewki cieczy, wszędzie jednakowo grubej. Wanienki takie wycinałem w warstewce parafiny, około 1 mm. grubości, nalanej na szkiełko przedmiotowe. Stosowałem wanienki rozmaitego kształtu: koliste, kwadratowe, trójkątne, pięciokątne i t. d. Wymiary wanienek podam przy opisie poszczególnych obserwacji, zaznaczę tylko, iż zawsze głębokość wanienki wynosiła $\frac{3}{4}$ —1 mm. Najwięcej prób dokonałem w wanienkach kolistych o średnicy 7 mm. W większości doświadczeń wanienki przez cały czas obserwacji pozostawały otwarte. Ponieważ parafina może trochę rozpuszczać się w wodzie i oddziaływać chemicznie na *Paramaecia*, co pogmatwałoby wyniki, ważniejsze doświadczenia powtórzyłem w płaskich krystalizatorkach szklanych, sporządzonych przez zatopienie na płasko rurki szklanej, obcięcie i zeszlifowanie jej brzegów. Krystalizazorki o wymiarach $7 \times 1\frac{1}{4}$ mm. przyklejałem następnie do szkiełek przedmiotowych.

Dalsze szczegóły metodyki, jako zbyt różnorodne, podam przy opisie poszczególnych doświadczeń.

Znacznej części obserwacji dokonałem na wymoczkach pojedynczych, których drogę notowałem dokładnie za pomocą kamery rysunkowej, ściśle naśladując wszystkie zwroty. Obiektyw № 1 i okular № I Leitza dają odpowiednie dla podanych wymiarów wanienek powiększenie. W innych przypadkach obserwowałem ruchy większej liczby osobników naraz. Wówczas mogłem tylko rejestrować ogólny charakter zachowania się. Wymoczki brałem zawsze z obfitych, dobrze prosperujących kultur.

I. Ruch prawidłowy.

Doświadczenie 1. Jeden z wymoczków, osiadłych nieruchomo na ściance naczynia z kulturą w pobliżu powierzchni, zatem znajdujących się w optymalnych warunkach oddychania i pobierania pokarmu, został przeniesiony do wanienki kolistej o 7 mm. średnicy. Aby uniknąć zmiany środowiska i nie komplikować niepotrzebnie warunków doświadczenia, wanienkę przemylem przedtem bardzo dokładnie cieczą, wziętą z tej samej kultury, poczem ją napełniłem po brzegi tą samą cieczą, uważając aby powierzchnia cieczy była płaska. Od chwili wessania *Paramaecium* do pipetki do chwili rozpoczęcia obserwacji mogło upłynąć około 5 sekund. Ruchy wymocзка w ciągu pierwszych 2½ minut ilustruje wykres 1.

Na wszystkich wykresach \times oznacza początek obserwacji, liczby zaś na obwodzie—kolejne zetknięcia wymocзка ze ścianką wanienek.

Wykres 1 wykazuje wszystkie charakterystyczne szczegóły zachowania się początkowego. Wymoczek kilkakrotnie zatrzymał się zdala od ścianki, cofając się tyłem, lub wykonywując znaczne zwroty. W pobliżu ścianki, ale z nim jeszcze nastąpiło zderzenie, *Paramaecium* zwykle się szybko cofa, płynąc tyłem parę długości ciała, poczem zawraca w miejscu o znaczny kąt. Wymoczek reaguje na bliskości ścianki, której jeszcze nie dotknął. Droga *Paramaecium* często jest krzywolinjowa. Jeśli zaszło zetknięcie się ze ścianką, to bardzo często odbicie następuje w kierunku, który nazywam ujemnym.

Wyjaśnię znaczenie terminów, któremi się będę dalej posługiwał. Kątem padania, przez analogję ze światłem, nazywam kąt pomiędzy kierunkiem ruchu *Paramaecium* bezpośrednio przed zderzeniem, a pionem do ścianki w punkcie zetknięcia. W waniencie kolistej pionem tym będzie odpowiedni promień koła. Kąt odbicia jest zawarty pomiędzy tym pionem, a drogą wymocзка bezpośrednio po odbiciu się od ścianki. Kąt odbicia jest dodatni, jeśli pion do ścianki w punkcie zetknięcia leży pomiędzy kierunkiem ruchu przed zderzeniem, a kierunkiem ruchu po odbiciu. Jeśli oba te kierunki leżą po jednej stronie pionu, to kąt odbicia jest ujemny.

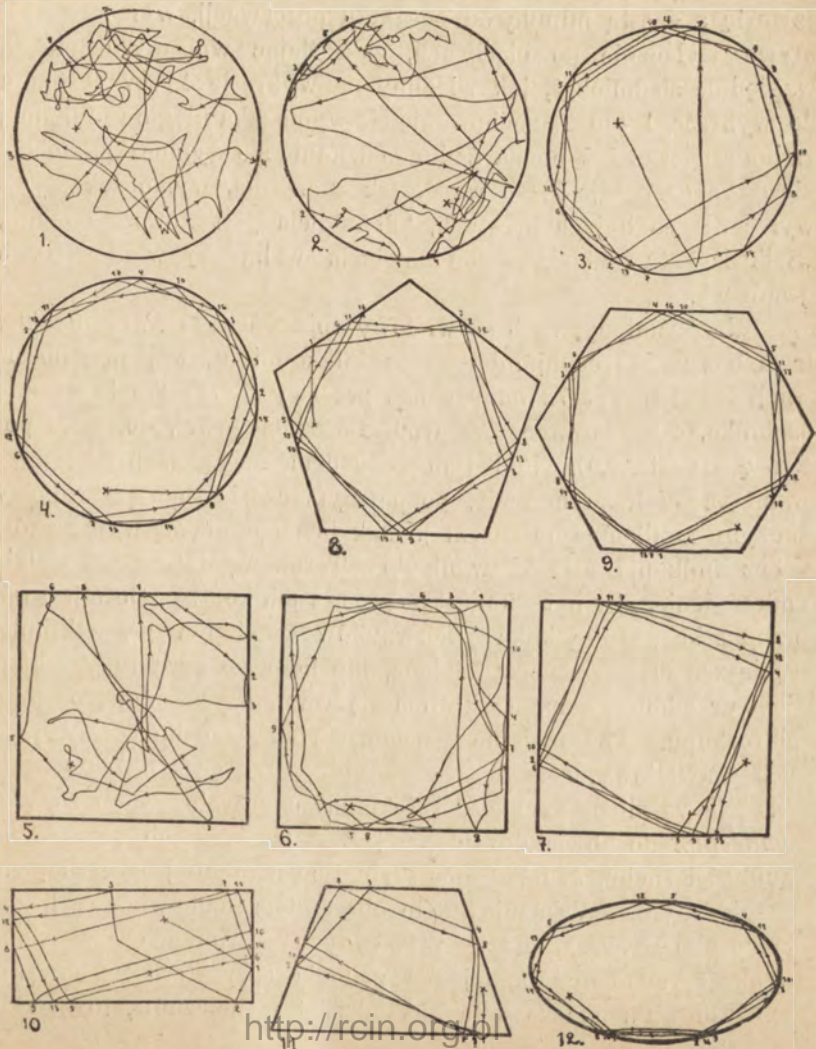
Wykres 2, dotyczący innego osobnika, obserwowanego w tych samych warunkach w ciągu 2 minut, wykazuje te same

stosunki. Ruch był szybszy, czem się prawdopodobnie tłumaczy większa nieco liczba zetknięć ze ścianką. Zresztą występują tu te same zwroty w środku kropli, cofania się, odbicia w kierunku ujemnym oraz ruch przeważający po liniach krzywych.

TABLICA I.

Droga pojedynczych wymoczków w wanienkach różnego kształtu. Każdy wykres odpowiada obserwacji 1—2 minut. Wykresy 2, 3 i 4 podają drogę tego samego osobnika w ciągu trzech kolejnych okresów dwuminutowych.

To samo dotyczy wykresów 5, 6 i 7.



W ciągu następnych dwóch minut charakter zachowania się tego samego osobnika ulega pewnej zmianie, jak widzimy na wykresie 3, podającym drogę wycoczka z wykresu 2 pomiędzy drugą a czwartą minutą od początku obserwacji. Po kilku wahaniciach, droga staje się coraz bardziej prawidłowa i zbliża się stopniowo do wpisanego wieloboku. Należy podnieść znacznie większą liczbę zderzeń za ścianką wanienki (15 zamiast 7 poprzedniego wykresu) oraz brak cofań się i odbić ujemnych.

W ciągu jeszcze dalszych dwóch minut, zatem pomiędzy czwartą a szóstą minutą od początku obserwacji, wycoczek już pływa wyłącznie po cięciwach, zakreślając wpisany ośmiokąt, względnie siedmiokąt, jak widzimy na wykresie 4. W stosunku do wykresu 1 lub 2, zachowania się wycoczka uległo radykalnej zmianie. Teraz już niema żadnego cofania się wycoczka, zmiana kierunku następuje tylko na skutek zderzenia, wycoczek pływa wyłącznie po liniach prostych, kąt odbicia jest zawsze dodatni, wielkość kąta padania i kąta odbicia waha się w niewielkich granicach.

Raz ustalony, ruch prawidłowy pojedynczego *Paramecium* trwa bez zmian conajmniej przez kilka minut, w jednej obserwacji trwał nawet 72 minuty bez przerwy (dotyczyło to zresztą osobnika, obserwowanego w wodzie wodociągowej, do czego powrócę na str. 30). Pod tym względem mogą zachodzić duże wahania. W każdym razie, po pewnym czasie ruch prawidłowy zaczyna zanikać, tym razem jednak bez cofania się wycoczków i bez unikania ścianki wanienki. Teraz wystarcza niewielkie podrażnienie, aby natychmiast powrócił ruch kołowy. Dość jest np. przepuścić pipetką kilka pęcherzyków powietrza przez kroplę, zamieszać ciecz pałeczką szklaną, lub uderzyć parę razy szkiełkiem przedmiotowym, na którym się wanienka znajduje, o stolik mikroskopu. Podrażnienie wzmagą szybkość ruchu i przywraca ruch prawidłowy.

Niewątpliwie szybkość i dokładność przystosowania się *Paramecium* do obwodu wanienki jest w jakiś sposób zależna od szybkości ruchu. Jednak sama szybkość ruchu nie jest warunkiem dostatecznym. Wskazują na to obserwacje nad większą liczbą wycoczków naraz, gdzie w pewnych warunkach wzmożona szybkość ruchu bynajmniej nie zmienia charakteru zachowania się. Jeśli wanienka zawiera kilkadziesiąt wycoczków, to zwykle

ruch kołowy nie występuje samorzutnie. Na początku występują wyraźnie znane już cofania się i odbicia w kierunku ujemnym, ale już po 1—2 minutach *Paramecia* przestają unikać ścianki i ich droga staje się szeregiem nieprawidłowych linii łamanych, ze zwrotami po zderzeniu ze ścianką. Mimo to ruch pozostaje nieprawidłowy, gdyż brak tu regularności w kątach padania i odbicia. Jeśli jednak po upływie trzech minut podrażnić *Paramecia* jednym z podanych sposobów, to natychmiast wzmagają się szybkość ruchu, wymoczki jakby rozskakują się ku peryferji kropli i rozpoczynają ruch kołowy w dwu przeciwległych kierunkach. Jeśli zaś to samo podrażnienie zastosować na początku obserwacji, czyli zaraz po przeniesieniu wymoczków z kultury do waniénki, to następuje wprawdzie takie same zwiększenie szybkości ruchu, ale ogólny charakter pływania pozostaje bez zmiany i droga każdego wymoczka nadal przypomina wykres 1 lub 2. Trzeba trzyminutowego pobytu wymoczków w kropli, aby podrażnienie natychmiast wywołało ruch prawidłowy. Dlatego też powiedziałem powyżej, iż szybkość ruchu nie jest jeszcze warunkiem do statecznym i sama przez się nie wywołuje ruchu kołowego.

Doświadczenia tego typu wykonywałem setki razy i zawsze wynik ich był niezawodny. Każdy wymoczek, po pewnym czasie, podrażniony lub niepodrażniony, wykonywa ruch prawidłowy.

Nadmienię jeszcze, iż podrażnienie, zwiększając szybkość ruchu, jednocześnie powoduje pływanie *Paramecium* po liniach prostych. Jeśli wymoczki były w waniénce przez 3 minuty i uległy podrażnieniu, to otrzymuje się wrażenie „rozskakiwania się“ gdyż każdy wymoczek, płynąc prosto, musi uderzyć o ściankę. Jednocześnie zmienił się stosunek wymoczków do ścianki. Osobniki, które dotknęły ścianki, odbijają się od niej pod dużym kątem i nie powracają już ku środkowi kropli. Więc ruch prawidłowy polega przede wszystkim na zwiększeniu kątów odbicia.

Podobnie jak ruch kołowy pojedynczego osobnika ustaje po pewnym czasie, tak i ruch prawidłowy w waniénce, zawierającej kilkadziesiąt wymoczków, nie trwa ponad 3 do 5 minut. Później regularność zaczyna się zacierać, głównie dzięki zmniejszeniu kątów odbicia, co powoduje częstszy powrót wymoczków ku środkowym punktom waniénki. Jednak tym razem charakter ruchu bardzo się różni od ruchu początkowego. Brak tu przede wszystkim cofania się wymoczków i unikania ścianki, przeważnie brak

odbić ujemnych i pływania po liniach krzywych. Przedewszystkiem zaś, w tym okresie wszelkie podrażnienie odrazu wywołuje ruch kołowy, co nie było możliwe na początku obserwacji.

Streszczając się, możemy powiedzieć, iż wymoczek pojedynczy łatwiej i trwalej przystosowuje się do obwodu wanienki kołowej, niż wymoczek, wzięte w większej liczbie. Ale po trzyminutowym pobycie w kropli i podrażnieniu, każdy wymoczek niezawodnie będzie wykonywał ruch prawidłowy. Nie widziałem nigdy, aby ta reguła się nie sprawdziła.

Doświadczenie 2. Ruchy *Paramecium* obserwowałem w waniencie kwadratowej o długości boku kwadratu 6·2 mm. Pole takiego kwadratu jest mniej więcej równe polu koła o średnicy 7 mm., zatem użyta w tem doświadczeniu wanienka zawierała tyle samo cieczy, co wanienka z doświadczenia 1. Poza kształtem wanienki, wszystkie inne warunki obserwacji pozostały bez zmiany. Typowe zachowanie się wymoczka w ciągu kolejnych trzech okresów dwuminutowych podają wykresy 5, 6 i 7, dotyczące jednego i tego samego osobnika. Droga *Paramecium* w kwadracie, w ciągu pierwszych dwóch minut (wykres 5) odpowiada co do swego charakteru drodze wykresu 1 lub 2. Te same ruchy krzywolinjowe, zatrzymania w środku kropli, cofania się, unikanie ścianek, odbicia ujemne oraz brak regularności w kątach padania i odbicia. Na wykresie 6, t. j. pomiędzy drugą a czwartą minutą obserwacji, droga stopniowo nabiera cech prawidłowości. Jest kilka początkowych nieregularnych ruchów, później zaś wymoczek stopniowo zaczyna coraz częściej się stykać ze ściankami wanienki, zakreślając figurę, która przypomina trochę nierówny kwadrat. Poczynając od zderzenia 4, wszystkie następne kąty odbicia są dodatnie.

Wreszcie na wykresie 7 (pomiędzy 4 a 6 minutą obserwacji) widzimy typowy ruch prawidłowy, w którym *Paramecium* zakreśla figurę, podobną do obwodu wanienki. Wynik ten jest równie niezawodny, jak przystosowanie się wymoczka do obwodu koła. W waniencie kwadratowej, po upływie 3—4 minut, każdy wymoczek, podrażniony lub niepodrażniony, zakreśla ukośnie wpisany kwadrat,

Doświadczenie 3. Zachowanie się *Paramecium* w pięcio kącie foremnym o długości boku 5 mm. odpowiada tym samym regułom, jak to wykazuje wykres 8. W tym i w następnych wy-

kresach podają drogę wymoczka już po przystosowaniu się, czyli conajmniej po 3 minutach od początku obserwacji. Zachowanie się początkowe we wszystkich wanienkach pozostaje takie same.

Jak widać z wykresu 8, w pięciokącie zostaje zakreślona figura, podobna do obwodu.

Doświadczenie 4. W waniencie sześciokątnej, foremnej, o długości boku sześciokąta 4·5 mm., *Paramaecium* zakreśla sześciokąt. Wykres 9.

Doświadczenie 5. W wydłużonym prostokącie o bokach 7 i 3·2 mm. *Paramaecium* zakreśla figurę prostokątną. Na wykresie 10, poczynając od trzeciego zderzenia się ze ścianką, wymoczek wypisuje szereg dość nieprawidłowych prostokątów, wpisanych ukośnie w obwód wanienki. Pomiędzy drugim a trzecim zderzeniem, kierunek drogi z niewiadomych powodów uległ naglej zmianie. Przez analogję możemy przypuścić, iż gdyby tego załamania drogi nie było, *Paramaecium* zakreśliłby szereg prostokątów w innym kierunku, jak to już rozpoczął.

Doświadczenie 6. W trapezie o wysokości 4·2 mm. i bokach równoległych 7·5 i 4·5 mm. *Paramaecium* zakreśla ukośnie wpisany trapez. Wykres 11.

Doświadczenie 7. W elipsie o osiach 7·6 i 3·5 mm., zostaje zakreślony wielokąt wpisany. Wykres 12.

Doświadczenie 8. Droga wymoczka w trójkącie foremnym o boku 2·4 mm, ulega nieco odmiennej prawidłowości. Obserwacja jest utrudniona przez tę okoliczność, iż w większości przypadków wymoczek po szeregu odbić dostaje się w głąb jednego z kątów i tam zatrzymuje się na chwilę. Ponieważ dotyka wówczas ciałem obu boków kąta naraz, odbicie nie może być tak prawidłowe. W innych przypadkach, jak np. na wykresie 13 (str. 15), prawidłowość ruchu polega na zakreśleniu przez wymoczek szeregu ósemek.

Ze wszystkich podanych wykresów wylania się wnioszek ogólny, że we wspomnianych już wanienkach, prócz trójkątnej, *Paramaecium* zakreśla figurę, podobną do obwodu.

Każdy z opisanych już wykresów jest rzeczywistą drogą wymoczka, zakreśloną za pomocą aparatu rysunkowego. Mimo to, z kilku względów wykresy należy uważać za szematyzowane. Dotyczy to przede wszystkim kształtu wanienki, który w praktyce nigdy nie może być tak prawidłowy. Następnie w kilku przypadkach musiałem trochę przesuwac linje, aby uniknac po-

gmatawania drogi oraz rysowania jednych linii na drugich. Dość często droga wymoczka w danym odcinku waniénki powtarza się z całą dokładnością. Wreszcie, z jednej jeszcze strony mógłby mnie spotkać zarzut. Wybrałem mianowicie do reprodukcji wykresy najbardziej prawidłowe, uważając je za typ zachowania się *Paramaecium*. W rzeczywistości ruch tak regularny daje się zauważyć przeważnie tylko w pewnych warunkach specjalnych, które omówię później (p. str. 24), i w ciągu krótkiego okresu czasu. Często bardzo prawidłowość jest przybliżona, jak np. na wykresie 14 (str. 15) gdzie tylko ogólny charakter ruchu pozostaje zachowany. Jednak opisany przed chwilą ruch prawidłowy *Paramaecium* uważam za typ, gdyż każdego wymoczka można zmusić do pływania w ten sposób, chociażby przez kilkanaście tylko sekund i ponieważ tylko podana prawidłowość drogi w pewnych warunkach powtarza się u wszystkich osobników bez wyjątku. Chociaż prawidłowość przybliżona jest zjawiskiem najczęstszym, pozostaje jednym z najważniejszych zadań mojej pracy odnalezienie tego, co chaotyczne ruchy poszczególnych osobników mają wspólnego.

Głębsze wejrzenie w prawidłowość ruchów *Paramaecium* stanie się możliwe dopiero po bliższej analizie kątów padania i odbicia. Aby stwierdzić, że właśnie prawidłowość opisana jest typem zachowania się wymoczka, dokonałem takiej analizy na wykresach o prawidłowości przybliżonej, spodziewając się, że z zestawienia liczb można będzie otrzymać pewien typ, który odpowie wymaganiom prawidłowości naszych wykresów. Tym razem wykresy nie były więc wybierane, tylko sporządzone kolejno dla wymoczków, które przebywały w waniencie w przeciągu 3—5 minut.

W tabelce I zestawiam wielkości kątów padania i odbicia (w stopniach) dla ośmiu wymoczków, obserwowanych w wanienkach ośmiu różnych kształtów w przeciągu $1\frac{1}{2}$ —2 minut. *Paramaecia* tej serji obserwacji nie były podrażniane.

Pierwsza kolumna pionowa, oznaczona L.p., zawiera kolejne zderzenia wymoczka ze ścianką waniénki. Odpowiadające sobie kąty padania i odbicia dla każdej figury są umieszczone obok siebie. Np. w kole wymoczek zetknął się po raz pierwszy ze ścianką pod kątem 68° , odbił się pod kątem 66° , następnie zetknął się po raz drugi pod kątem 74° i t. d.

TABELKA I.

Zestawienie kątów padania i odbicia dla ośmiu figur geometrycznych.

| L p. | Koło | | Kwadrat | | Trójkąt | | 6-kąt | | 5-kąt | | Trapez | | Prostokąt | | Elipsa | |
|------------|------|------|---------|------|---------|------|-------|------|-------|------|--------|------|-----------|------|--------|------|
| | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. |
| 1 | 68 | 66 | 21 | 63 | 17 | 78 | 30 | 70 | 42 | 68 | 0 | 58 | 20 | 70 | 62 | 79 |
| 2 | 74 | 62 | 50 | 62 | 5 | 33 | 55 | 60 | 46 | 69 | 0 | 73 | 32 | 65 | 70 | 67 |
| 3 | 58 | 61 | 34 | 67 | 13 | 21 | 18 | 75 | 40 | 60 | 4 | 73 | 0 | 65 | 57 | 50 |
| 4 | 62 | 69 | 26 | 60 | 32 | 61 | 32 | 67 | 24 | 63 | 52 | 74 | 0 | 53 | 63 | 78 |
| 5 | 69 | 55 | 20 | 75 | 0 | 13 | 60 | 62 | 0 | 43 | 11 | 57 | 30 | 86 | 81 | 85 |
| 6 | 65 | 74 | 35 | 62 | 58 | 69 | 39 | 75 | 56 | 65 | 16 | 73 | 14 | 70 | 57 | 83 |
| 7 | 65 | 72 | 36 | 75 | 4 | 51 | 66 | 68 | 40 | 64 | 31 | 60 | 21 | 64 | 49 | 82 |
| 8 | 70 | 88 | 60 | 33 | 30 | 48 | 49 | 60 | 34 | 65 | 47 | 62 | 22 | 77 | 72 | 67 |
| 9 | 62 | 63 | 50 | 52 | 10 | 58 | 52 | 36 | 44 | 80 | 11 | 54 | 24 | 63 | 62 | 76 |
| 10 | 65 | 67 | 32 | 60 | 0 | 70 | 55 | 76 | 47 | 65 | — | — | 0 | 90 | 44 | 67 |
| 11 | 62 | 73 | 0 | 75 | 22 | 46 | 40 | 70 | 50 | 68 | — | — | 28 | 82 | 60 | 67 |
| 12 | 6 | 75 | 30 | 72 | 30 | 66 | 50 | 84 | 44 | 68 | — | — | 0 | 67 | 75 | 80 |
| 13 | — | — | 21 | 63 | — | — | 56 | 76 | 45 | 72 | — | — | 25 | 77 | 53 | 67 |
| 14 | — | — | — | — | — | — | 54 | 76 | 25 | 63 | — | — | — | — | 49 | 77 |
| 15 | — | — | — | — | — | — | — | — | 32 | 68 | — | — | — | — | 70 | 72 |
| 16 | — | — | — | — | — | — | — | — | 53 | 82 | — | — | — | — | — | — |
| Przeciętna | 66 | 79 | 32 | 63 | 18 | 51 | 47 | 68 | 39 | 66 | 24 | 65 | 17 | 71 | 62 | 78 |
| Stosunek . | 0.84 | | 0.51 | | 0.35 | | 0.69 | | 0.59 | | 0.37 | | 0.24 | | 0.85 | |

Z tabelki wynika, iż kąty padania, jak i kąty odbicia mogą się wahać od 0° do 90° , czyli mogą przybierać wszelkie możliwe wielkości. Przy zastosowanym tu sposobie oznaczania kątów, nie mogą one oczywiście przekroczyć 90° . Jedyna prawidłowość, widoczna już na pierwszy rzut oka, polega na tem, że przeciętny kąt odbicia zawsze jest większy od kąta padania.

Prawidłowość wynika dopiero z zestawienia częstotliwości kątów różnych kategorii jak w tabelce II. Kąt 90° podzieliłem na 9 kolejnych kategorii 10-stopniowych i obliczyłem, na zasadzie tabelki I, ile razy każda kategoria kątów się powtarza. Obliczenia dokonałem dla wszystkich ośmiu figur razem, ale osobno dla kątów padania i dla kątów odbicia.

TABELKA II.

Częstotliwość różnych kątów padania i odbicia dla ośmiu figur razem.

| K a t y | 0—10° | 10—20° | 20—30° | 30—40° | 40—50° | 50—60° | 60—70° | 70—80° | 80—90° |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Pad. | 13 | 7 | 13 | 16 | 15 | 17 | 16 | 6 | 1 |
| Odb. | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | 45 | 30 | 11 |

Dla kątów padania tabelka II wykazuje dość równomierny rozkład częstotliwości na wszystkie kategorie kątów, prócz ostatniej. Jeśli na osi odciętych odłożymy kategorie kątów, zaś na osi rzędnych ich częstotliwość, to krzywa dla kątów padania będzie przebiegała mniej więcej równoległe do osi x. Dowodzi to, że wszystkie kategorie kątów padania jednakowo są prawdopodobne, czyli, że wielkość kąta padania jest dowolna.

Zupełnie odmienny wynik otrzymamy dla kątów odbicia. Tu krzywa dla kątów, zawartych pomiędzy 60° a 80° nagle skacze w górę. We wszystkich figurach bardzo przeważają kąty odbicia od 60° do 80° . Nasuwa się przypuszczenie, iż prawidłowość ruchu *Paramaecium* polega na stałości kąta odbicia.

W tym przypadku staje się jednak niezrozumiałe, dlaczego wymoczek zakreśla figurę, podobną do obwodu wanienki. Jeśli kąt padania jest dowolny, to droga nie może być prawidłowa. Przy stałości kąta odbicia, tylko pierwszy kąt padania może być dowolny, wszystkie zaś następne zależą od kąta odbicia i kształtu figury. Dlatego też raczej należy się spodziewać, iż dowolność kąta padania otrzymaliśmy jedynie dzięki obliczaniu tych kątów dla wszystkich figur razem. Dla każdej zaś poszczególnej figury kąt padania będzie posiadał swoje własne maximum częstotliwości.

W celu sprawdzenia słuszności tego wniosku, wykonałem dwie serje obserwacyj. Oznaczyłem drogę *Paramaecium* w kilku wanienkach kolistych i w kilku kwadratowych. Przytem wielkość wanienek każdej serji była niejednakowa, aby się jednocześnie upewnić, że właśnie kształt wanienki, nie zaś jej wymiary rozstrzygają o wyniku. Średnica wanienek kolistych wahała się od 4 do 8 mm., długości boku wanienek kwadratowych od 3—6 mm. Wanienki jeszcze większe nie mieszczą się już w polu widzenia mikroskopu.

Wyniki pomiarów kątów padania i odbicia zestawiam w tabelkach III i IV. Obie tabelki bardzo dobrze potwierdzają wypowiedziane przed chwilą przypuszczenie. Kąty padania wahały się: dla koła w granicach 15° — 82° przy bardzo wyraźnej największej częstotliwości dla kątów pomiędzy 60° a 70° , dla kwadratu zaś w granicach 0° — 59° przy maximum częstotliwości dla kątów pomiędzy 30° a 40° . Stosunki te ilustruje tabelka V, skonstruowana na wzór tabelki II.

TABELKA III.

Kąty padania i odbicia w wanienkach kolistych.

| L. p. | 4 mm. | | 5 mm. | | 6 mm. | | 7 mm. | | 7 mm. | | 8 mm. | |
|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. |
| 1 | 65 | 85 | 71 | 71 | 63 | 67 | 66 | 68 | 70 | 64 | 67 | 67 |
| 2 | 67 | 76 | 63 | 73 | 70 | 84 | 70 | 78 | 67 | 65 | 72 | 64 |
| 3 | 65 | 78 | 64 | 60 | 50 | 75 | 70 | 76 | 66 | 57 | 65 | 82 |
| 4 | 75 | 76 | 55 | 61 | 60 | 68 | 64 | 72 | 70 | 90 | 73 | 85 |
| 5 | 76 | 80 | 66 | 72 | 66 | 65 | 70 | 71 | 76 | 55 | 65 | 64 |
| 6 | 76 | 85 | 68 | 63 | 61 | 72 | 65 | 87 | 66 | 76 | 66 | 81 |
| 7 | 62 | 71 | 70 | 64 | 66 | 55 | 63 | 71 | 63 | 73 | 53 | 72 |
| 8 | 60 | 76 | 54 | 66 | 52 | 76 | 60 | 75 | 68 | 43 | 73 | 74 |
| 9 | 75 | 71 | 62 | 70 | 63 | 78 | 80 | 80 | 75 | 67 | 58 | 64 |
| 10 | — | — | 50 | 82 | 76 | 65 | 73 | 62 | — | — | 54 | 75 |
| 11 | — | — | 65 | 70 | 68 | 63 | 72 | 73 | — | — | 67 | 52 |
| 12 | — | — | 30 | 47 | 64 | 80 | 67 | 75 | — | — | 67 | 58 |
| 13 | — | — | 45 | 82 | 74 | 52 | 70 | 82 | — | — | 60 | 70 |
| 14 | — | — | 56 | 63 | 45 | 76 | 70 | 81 | — | — | 82 | 67 |
| 15 | — | — | 71 | 63 | 15 | 66 | — | — | — | — | 65 | 65 |
| 16 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 60 | 65 |
| 17 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 64 | 76 |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 65 | 68 |
| 19 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 72 | 80 |
| Przeciętna. | 69 | 78 | 59 | 67 | 60 | 69 | 68 | 75 | 69 | 66 | 66 | 70 |
| Stosunek | 0.87 | | 0.88 | | 0.87 | | 0.91 | | 1.04 | | 0.94 | |

TABELKA IV.

Kąty padania i odbicia w wanienkach kwadratowych.

| L. p. | 6 mm. | | 6 mm. | | 3 mm. | | 4 mm. | | 5 mm. | | 6 mm. | |
|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. | pad. | odb. |
| 1 | 26 | 60 | 44 | 78 | 44 | 52 | 37 | 62 | 33 | 68 | 21 | 85 |
| 2 | 30 | 85 | 7 | 79 | 38 | 59 | 40 | 51 | 29 | 64 | 35 | 77 |
| 3 | 28 | 77 | 14 | 71 | 27 | 67 | 52 | 60 | 38 | 62 | 38 | 78 |
| 4 | 30 | 77 | 23 | 80 | 41 | 61 | 32 | 64 | 42 | 47 | 32 | 83 |
| 5 | 22 | 73 | 38 | 62 | 22 | 70 | 14 | 73 | 44 | 68 | 21 | 73 |
| 6 | 38 | 72 | 34 | 47 | 31 | 57 | 33 | 57 | 34 | 60 | 40 | 76 |
| 7 | 31 | 71 | 18 | 73 | 35 | 73 | 41 | 60 | 35 | 71 | 31 | 73 |
| 8 | 31 | 85 | 38 | 77 | 29 | 80 | 22 | 64 | 43 | 49 | 36 | 90 |
| 9 | — | — | 50 | 80 | 35 | 63 | 43 | 70 | 55 | 69 | 24 | 77 |
| 10 | — | — | 7 | 88 | 44 | 61 | 59 | 58 | 14 | 50 | 32 | 76 |
| 11 | — | — | 42 | 76 | — | — | — | — | 38 | 64 | 21 | 84 |
| 12 | — | — | 20 | 80 | — | — | — | — | 32 | 62 | 40 | 81 |
| 13 | — | — | 40 | 85 | — | — | — | — | 20 | 75 | — | — |
| 14 | — | — | 0 | 75 | — | — | — | — | 33 | 61 | — | — |
| 15 | — | — | — | — | — | — | — | — | 21 | 69 | — | — |
| Przeciętna. | 30 | 75 | 27 | 75 | 35 | 64 | 37 | 62 | 34 | 63 | 31 | 79 |
| Stosunek | 0.40 | | 0.36 | | 0.55 | | 0.59 | | 0.54 | | 0.39 | |

TABELKA V.

Częstotliwość różnych kątów padania i odbicia dla kwadratu i koła.

| | | 0—10° | 10—20° | 20—30° | 30—40° | 40—50° | 50—60° | 60—70° | 70—80° | 80—90° |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Koło. | { pad. | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 10 | 40 | 25 | 2 |
| | { odb. | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 26 | 31 | 16 |
| Kwadrat | { pad. | 3 | 4 | 16 | 28 | 14 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| | { odb. | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 21 | 25 | 13 |

Dla kątów odbicia raz jeszcze największa częstotliwość przypada na kąty pomiędzy 60 a 80°. Liczby przeciętne tabelek III i IV również wykazują stałość kątów padania dla każdej figury, niezależnie od jej wielkości, aczkolwiek kąty padania w kole są dwukrotnie większe od kątów padania w kwadracie.

W związku z tabelką I, gdzie kąt odbicia był stały w granicach 20° przy dowolności kąta padania, raz jeszcze wynika, że:

1) kąt odbicia *Paramaecium* w granicach 20° jest wielkością stałą, niezależną od kąta padania, kształtu lub wielkości figury.

2) Kąt padania jest uwarunkowany wielkością kąta odbicia i kształtem figury.

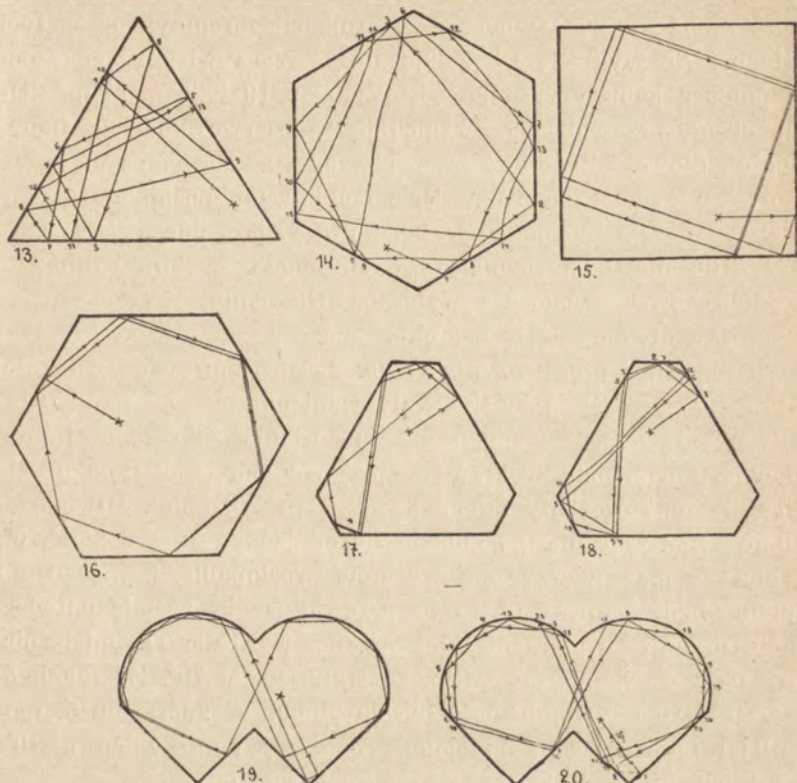
Wynik ten pozostaje słuszny niezależnie od wielkości figury. Nie tylko w wanienkach od 4 do 8 mm. średnicy, ale nawet w większej ilości wody na szkiełku zegarkowem, gdzie średnica pola, zajętego przez ciecz wynosi około 6 cm., wymoczki wykonywują ruch prawidłowy, zakreślając dość regularnie figurę ośmiokątną. Ilustruje to wykres 4. Kąt wewnętrzny ośmiokąta foremego wynosi 135°, czyli jego połowa, odpowiadająca w idealnym przypadku kątowi padania względnie odbicia, wynosi 67½°. Zgadza się to bardzo dobrze z maximum częstotliwości dla kątów odbicia od 60 do 80°. Ponieważ ponadto, jak widzimy z liczb przeciętnych tabelek I, III i IV, kąt odbicia zawsze jest większy od kąta padania, z dużym stopniem prawdopodobieństwa możemy przyjąć, iż w przypadku *typowym*, stały kąt odbicia wynosi około 70°.

Jeśli wniosek ten jest słuszny i prawidłowość ruchu istotnie polega na stałości kąta odbicia, wynoszącego 70°, to powinniśmy potrafić przepowiedzieć teoretycznie drogę wymoczka w waniencie każdego, dowolnego kształtu. Co się tyczy podobieństwa drogi wy-

moczka do obwodu wanienki, to w figurach symetrycznych podobieństwo to wynika z prostych rozważań geometrycznych, o ile kąt odbicia jest wielkością stałą.

TABLICA 2.

Wykresy 15, 16, 17 i 19 podają teoretyczną drogę *Paramecium*. Wszystkie kąty odbicia wynoszą 70° . Wykresy 13, 14, 18 i 20 podają drogę zaobserwowaną za pomocą kamery rysunkowej.



Wykresy 15 i 16 podają drogę teoretyczną wymoczką w kwadracie i sześciokącie. Dla skonstruowania takiego wykresu obieramy dowolny punkt na jednym z boków obwodu i kierunek ogólny ruchu (zgodnie lub niezgodnie ze strzałką zegara). Te dane determinują już całkowitą drogę wymoczką w wanience danego kształtu. Z obranego punktu przeprowadzamy w obranym kierunku prostą pod kątem 20° do ścianki. Otrzymamy kąt odbicia, równy 70° . Przeprowadzona prosta przetnie następną

ściankę w pewnym punkcie, w którym znowu zbudujemy kąt odbicia 70° i t. d. Postępując tak samo od ścianki do ścianki, otrzymamy teoretyczną drogę wymoczką. Porównanie wykresów 15 i 16 z wykresami 7 i 9 wskazuje, iż droga teoretyczna bardzo niewiele różni się od rzeczywistej.

Ciekawem było sprawdzić słuszność reguły dla figur, w których ruchy *Paramaecium* nie były jeszcze obserwowane, a które odbiegają nieco od przyjętych dotąd szematów. Wykres 17 podaje teoretyczną drogę wymoczką w trójkącie foremnym o ściętych kątach. Na wykresie 18 podają drogę rzeczywistą, zaznaczoną za pomocą kamery rysunkowej. Wykresy 19 i 20 podobnie podają drogę przewidzianą, względnie zaobserwowaną dla figury nieprawidłowej. Zgodność przewidywania z doświadczeniem jest istotnie dość znaczna. Oczywiście moglibyśmy postąpić i odwrotnie: wyznaczyć na papierze jakąkolwiek dowolną drogę i wykreślić dla niej odpowiednią formę wanienki, w której droga ta zostałaby przez wymoczką wypisana. Dla pomysłowości eksperymentatora otwiera się tu szerokie pole.

Charakter drogi *Paramaecium* bardzo zależy od wielkości kątów figury. Jeśli wszystkie kąty wanienki są większe od 70° — stałego kąta odbicia wymoczką — to zostanie zakreślona figura, podobna do obwodu. Skrajnym przypadkiem tego typu będzie ten, gdy niektóre kąty figury wynoszą po 70° . Jak łatwo uzasadnić geometrycznie, po odbiciu się od jednego boku kąta 70° , wymoczek musi zderzyć się z drugim prostopadle, t. j. jego kąt padania będzie równy 0° . I to przewidywanie zostaje potwierdzone przez doświadczenie, jak np. na wykresie 11, gdzie oba kąty po bokach podstawy trapezu wynoszą po 70° . Zderzenie 5, 9, 2, 6, i 10 są istotnie dość bliskie pionu. W zderzeniu 5, najbardziej odbiegającym od pionu, różnica wynosi zaledwie 10° , w innych zderzeniach nie przekracza paru stopni.

Jeśli niektóre kąty figury są mniejsze od 70° , to odbicie nastąpi w kierunku wierzchołka kąta i wymoczek, po szeregu odbić, dostanie się w głąb kąta, gdzie może zajść tigmotropiczne przymocowanie się do ścianki. Rozumiemy teraz, dlaczego zachowanie się wymoczką w trójkącie foremnym ulega odmiennej prawidłowości. Bowiem trójkąt tem się różni od wszystkich innych wspomnianych już figur, że jego kąty są mniejsze od stałego kąta odbicia *Paramaecium*.

Zgodność wszystkich niemal szczegółów przewidywania z doświadczeniem jest możliwa tylko w tym przypadku, jeśli wniosek poprzedni jest słuszny. Wobec tego raz jeszcze powtórzę twierdzenie, że kąt odbicia *Paramecium* przy ruchu prawidłowym jest wielkością stałą i wynosi około 70° .

Nie dotąd nie mówiłem o samym mechanizmie odbijania się *Paramecium* od ścianki. Gdy wymoczki przestały już unikać ścianki i droga ich zostaje przerywana szeregiem odbić, po każdym zderzeniu następuje szczelne zetknięcie całego boku ciała wymoczka ze ścianką. Przytem należy odróżnić dwa przypadki. Jeśli wymoczek uderza o ściankę pod kątem, bliskim 90° (kąt padania 0°), wówczas przez $\frac{1}{2}$ —1 sekundę zostaje nieruchomy, dotykając ścianki przednim końcem. Ustaje również ruch obrotowy. Potem dopiero *Paramecium* dotyka ścianki całym bokiem ciała (rys. 21-a) i następuje odbicie, t. j. przedni koniec ciała odchyła się od ścianki o 20° , podczas gdy tylny jeszcze jej

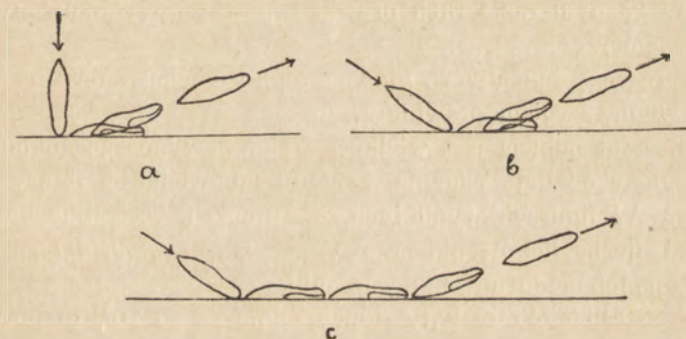


Fig. 21. Schemat mechanizmu odbicia.

dotyka i *Paramecium* odrywa się od ścianki. W drugim przypadku, gdy kąt padania jest większy, niema tej przerwy w ruchu, tylko tak samo następuje zetknięcie boku ciała wymoczka ze ścianką, odchylenie przedniego końca o 20° i odbicie (rys. 21 b.) Przy ruchu powolniejszym, wymoczek może przesunąć się wzdłuż ścianki o parę długości ciała, dotykając jej rzęskami i potem dopiero się odbija (rys. 21 c.). W tym ostatnim przypadku można widzieć wyraźnie, iż *Paramecium* zawsze jest zwrócony do ścianki peristomem, rzęskami którego posługuje się jak nóżkami.

Czy przy natychmiastowych odbiciach peristom również jest zwrócony w stronę ścianki, tego nie mogę twierdzić napewno. Gdyby tak jednak było, mielibyśmy proste wyjaśnienie dla stałości kąta odbicia. Jak wynika z opisów Jenningsa, rzęski peristomu są silniejsze od innych i w zwykłym ruchu powodują ciągle odchylenie przedniego końca ciała w stronę aboralną w stosunku do kierunku ruchu. Odchylenie to jest ustawicznie korygowane przez ruch obrotowy. Po zetknięciu peristomu ze ścianką, ustaje na chwilę ruch obrotowy i przewaga rzęsek peristomalnych powoduje odchylenie przedniego końca o 20° od ścianki. Z chwilą oderwania się od ścianki, natychmiast rozpoczyna się ruch obrotowy, dzięki czemu droga znowu przechodzi w linię prostą. W niektórych przypadkach widziałem *Paramaecia*, osiadłe na ściankach i nieruchome w ciągu kilku minut. Nie przeszkadza to, iż po oderwaniu się następuje odbicie pod typowym kątem 70° . Stałość kąta odbicia byłaby więc ilościowym wyrazem dla przewagi rzęsek peristomalnych nad rzęskami strony przeciwnej.

W każdym razie ruch prawidłowy jest uwarunkowany mechanizmem rzęsek.

Streszczę raz jeszcze główne reguły zachowania się *Paramaecium* przy ruchu prawidłowym.

1. Kąt odbicia jest wielkością stałą, wynosząca około 70° i nie zależy od kąta padania, kształtu lub wielkości figury.
2. W figurach wypukłych, w których wszystkie kąty są $\geq 70^{\circ}$ i liczba boków nie przewyższa 8, *Paramaecium* zakreśla figurę, podobną do obwodu wanienki
3. Jeśli niektóre kąty figury wynoszą po 70° , to po odbiciu od jednego boku takiego kąta, wymoczek uderza o drugi prostopadle (kąt padania = 0°).
4. Jeśli niektóre kąty figury są mniejsze od 70° , to po pewnej liczbie odbić *Paramaecium* dostaje się w głąb jednego z nich i może tigmotropicznie przytwierdzić się do ścianek.
5. Tylko pierwszy kąt padania jest wielkością przypadkową. Wszystkie następne są funkcją stałego kąta odbicia i kształtu figury.
6. Jeśli figura ma więcej, niż 8 boków, to *Paramaecium* zakreśla w niej ośmiokąt, niezależnie od liczby boków.
7. Na zasadzie tych zależności droga *Paramaecium* w każdej dowolnej figurze może być przewidziana teoretycznie.

Z powyższego wynika, iż jedynym bodźcem zewnętrznym, nadającym kierunek *Paramaecium* przy ruchu prawidłowym, jest zetknięcie się ze ścianką wanienki. Gdyby istniały inne jeszcze bodźce, to teoretyczne przewidzenie drogi wymoczka nie byłoby możliwe.

W końcu, jedna jeszcze uwaga w kwestji terminologii. Dla wszystkich tropizmów pierwotniaków znamy dwie formy zasadnicze: tropizm dodatni i ujemny. Będzie, jak sądzę, najzupełniej zgodne z pojęciem i definicją tropizmu, jako ruchu kierunkowego, wywołanego przez kierunkowy bodziec, jeśli odniesiemy opisany ruch prawidłowy *Paramaecium* do kategorii *tigmotropizmu ujemnego*. Pod wpływem bodźca, jakim jest zderzenie się ze ścianką, ruch zmienia swój kierunek.

II. Ruch nieprawidłowy.

Wszystkie rozważone już zależności są bezpośrednią konsekwencją stałości kąta odbicia, która z kolei jest uwarunkowana mechanizmem rzęsek.

Znacznie ciekawszy jest ten fakt, że *Paramaecia* w większości przypadków trzeba *zmuszać* do ruchu prawidłowego. Stałość kąta padania i automatyzm ruchów tłumaczą zaledwie drobną cząstkę zachowania się wymoczka. Postawione na wstępie pytania nadal pozostają bez odpowiedzi. Dlaczego wymoczek w pewnych tylko warunkach zmienia charakter pływania? Dlaczego ruch nie zawsze jest prawidłowy?

Musimy oczywiście odrzucić przypuszczenie, aby *Paramaecium* mógł się aktywnie przystosować do koła lub kwadratu, aby się nauczył rozpoznawać kształt figury. Wymoczek inaczej pływa w kole, niż w kwadracie lub trójkącie, ale różnica dotyczy tylko kształtu drogi. Zachowanie się wymoczka, charakter jego reagowania na ściankę zawsze pozostaje ten sam.

Proste doświadczenie rozstrzyga kwestję ostatecznie. Wymoczki, umieszczone w wanienkach: kwadratowej, podłużnej, sześciokątnej, lub też zupełnie nieprawidłowej, po trzech minutach rozpoczynają ruch prawidłowy. Jeśli teraz przesadzić *Paramaecia* z jakiegokolwiek wanienki do koła, to natychmiast, bez żadnych wahań, rozpoczyna się typowy ruch kołowy, jak na wykresie 4. Jeśli wymoczek przystosował się do kwadratu, to w każdej figurze odrazu będzie wykonywał ruch prawidłowy. *Para-*

maecium nie przystosowuje się do jakiegokolwiek kształtu, tylko się przystosowuje do stałości kąta odbicia. Prawdliwość drogi jest już tylko konsekwencją geometryczną. W ruchu prawidłowym *Paramaecium* staje się automatem, poruszającym przez niezmienny mechanizm rzęsek. Ale czy jest nim na początku, w fazie ruchu nieprawidłowego?

Fakt początkowego cofania się wymoczka od ścianki, zanim jeszcze nastąpiło zderzenie, nasuwa naturalne przypuszczenie, iż ścianka oddziaływa na wymoczki tropicznie. Być może jej materiał trochę rozpuszcza się w wodzie, lub też poprostu mogą panować w pobliżu ścianki odmienne stosunki fizyko-chemiczne. Cofanie się wymoczka byłoby zatem chemotropizmem ujemnym. Po pewnym czasie ciecz w waniencie może ulec przemieszananiu i stosunki się wyrównają. Wobec naturalności tego przypuszczenia, poświęciłem mu dużo uwagi. Następujące doświadczenia wyjaśniają kwestję.

1. Obserwacje, poczynione w wanienkach parafinowych, powtórzyłem w wanienkach szklanych. Nie wpłynęło to wcale na wynik. W krystalizatorce szklanej o wymiarach 7×1 mm. *Paramaecia* zupełnie tak samo cofają się od ścianki tyłem, zanim nastąpiło zderzenie i tak samo po upływie 3 minut ich zachowanie się ulega zmianie. Przytem brzeg kropli w waniencie szklanej tworzy menisk wklęsły, zaś w parafinowej—menisk wypukły, co nie wpływa wcale na charakter ruchu. Gdyby ścianka oddziaływała na wymoczki chemotropicznie, to jej wpływ powinienby posiadać swoje maximum w czasie. W każdym razie na początku byłby słabszy. Tymczasem właśnie na początku występują gwałtowne cofania się wymoczków, ustające zupełnie po 2—3 minutach. Jeśli do wanienki nalać cieczy z kultury i pozostawić ją przez 5 minut, w spoczynku, lub też przez cały czas mieszając pałeczką szklaną, zaś później dopiero wpuścić wymoczki, to wynik i tym razem pozostaje ten sam: cofanie się w ciągu 1—2 minut i ruch prawidłowy po upływie 3 minut. Teraz wszelka nierównomierność stosunków fizyko-chemicznych, ulegających wyrównaniu po 3 minutach, została wyrównana zawczasu. W kropli płaskiej na szkiełku przedmiotowym, bez żadnej wanienki, zauważymy dokładnie to samo zachowanie się *Paramaecium*, choć brak teraz ścianki, która mogłaby być tropicznie czynną. To samo da się powiedzieć o wymoczkach w większej

ilości cieczy na szkiełku zegarkowym. Wszystkie te odmiany doświadczenia mają jedną tylko cechę wspólną: obecność jakiegoś brzegu, stanowiącego przeszkodę dla ruchu. Ale własności fizyko-chemiczne tego brzegu są najzupełniej różne.

2. Jak powiedziałem powyżej, *Paramecia*, trzymane w przeciągu 4 minut w waniencie dowolnego kształtu i następnie przesadzone do koła, przystosowują się odrazu. W tym przypadku wymoczki mają do czynienia z tą samą ścianką, co i w doświadczeniach poprzednich, i z temi samymi fizyko-chemicznymi możliwościami. Jednak ich zachowanie się jest odmienne. Dlatego, powiemy, że wymoczki już przedtem były w waniencie innego kształtu. Innymi słowy, same wymoczki uległy jakiejś zmianie, a zatem w nich samych należy szukać przyczyn, powodujących zmianę w zachowaniu się. Jeśli wymoczki już się przystosowały do jakiegokolwiek figury, to można je wielokrotnie przenosić, mieszać lub wstrząsać, a zawsze natychmiast rozpoczną one ruch prawidłowy. Obecność tropicznie czynnej ścianki w niczem się nie uzewnętrznia.

3. Jeśli *Paramecia* ostrożnie odwirować do wody wodociągowej i po paru minutach umieścić w waniencie kolistej, to odrazu rozpoczyna się ruch prawidłowy. Ruch ten występuje nawet wówczas, jeśli wanienkę przedtem przemyć cieczą kultury. Tym razem w pobliżu ścianki napewno się znajduje pas cieczy o odmiennych własnościach fizyko-chemicznych, niż reszta kropli. Jednak tigmotropizm ujemny okazuje się silniejszy od chemotropizmu i wymoczki wykonywują nadal ruch kołowy.

4. Wymoczki, świeżo wzięte z kultury, zatem dające najwyraźniejsze cofania się od ścianek wanienki, są stosunkowo mało wrażliwe na podniety chemiczne. Jennings podaje, iż wyraźne figury chemotropiczne można otrzymać tylko na wymoczkach, gruntownie przewietrzonych. Mogłem się wielokrotnie przekonać, iż te same roztwory różnych soli zupełnie odmienną wywołują reakcję, zależnie od tego, czy *Paramecia* były wietrzone. Około 3 cm³ kultury z wymoczkami umieszczałem na szkiełku zegarkowym i w ciągu jednej minuty przepuszczałem przez ciecz pęcherzyki powietrza z pipetki. Następnie postępowałem metodą Jenningsa, wpuszczając kroplę roztworu pod szkiełko, przykrywając wymoczki. Roztwory CH₃COOH (1/50%), K₂Cr₂O₇ (1/1000), FeCl₃ już po upływie jednej minuty wywołują

bardzo wyraźne skupienia chemotropiczne, roztwór KOH daje wyraźną reakcję ujemną. Te same roztwory nie dają żadnej, lub prawie żadnej reakcji, o ile chodzi o *Paramaecia*, świeżo wzięte z kultury. Wymoczek przepływa przez kroplę roztworu, nie wykazując żadnej reakcji.

Wszystkie te doświadczenia dowodzą, iż ścianka wanienki nie oddziaływała na wymoczki chemotropicznie. Raczej jej obecność jest odczuwana, jako obecność czegoś obcego, stanowiącego przeszkodę dla ruchu. *Paramaecium* rozporządza dostatecznymi środkami, aby i w tych warunkach rozpoznać obecność ścianki z pewnej odległości. Płynąc w kierunku ścianki, wymoczek może np. pchać przed sobą falę wodną, która odbija się od ścianki i powracając, podrażnia jego aparat ruchowy. Lub też prąd wody wywołany działalnością rzęsek peristomalnych, w pobliżu ścianki może zmienić swój charakter i zawiadomić wymoczek o bliskiej przeszkodzie. Nic nie przesądzam o słuszności tych hipotez, ale wobec braku podniet chemicznych ze strony ścianki, musimy się zwrócić do tego typu rozumowania. Dodam jeszcze, że *Paramaecia* w kulturze zachowują się podobnie względem przeszkód ruchu. Umieszczając cieniutką rurkę szklaną w naczyniu z kulturą, mogłem obserwować bardzo wyraźne cofania się.

Nie jest więc rzeczą prawdopodobną, aby charakter zachowania się *Paramaecium* przy ruchu nieprawidłowym zależał od chemotropizmu. Przynajmniej nie posiadamy na to żadnych dowodów. Niewątpliwie każdy zwrot i każde cofnięcie się jest reakcją lokalną i musi posiadać lokalną przyczynę, jednak ogólny charakter zachowania się wymoczków musi zależeć od jakichś przyczyn ogólnych, od jakichś zmian, którym ulega kropla w przeciągu 3 minut. Przyczyny lokalne zawsze pozostaną przypadkowe, zaś ruch *Paramaecium*, po kilku minutach, przestaje być przypadkowy, tylko podlega ścisłej prawidłowości.

Pod jednym względem ogólne własności kropli z czasem muszą ulec zmianie: muszą się zmienić stosunki tlenowe. Jak wiemy z prac L. Gutmanówny (1915), R. Błędowskiego (1915) i J. Zweibauma (1915 i 16), w obfitej i dobrze odżywianej kulturze wymoczków niema zupełnie tlenu. Wymoczki zadawałają się nieznaną ilością tlenu, jaką znajdują w odległości 5-8 mm. od powierzchni cieczy, gdzie większość wymoczków zwykle osiada nieruchomo na ściankach, Tlen prze-

siąka z góry i widocznie w tej właśnie głębokości tworzy się jego optymalne stężenie. Jeśli takie siedzące wymoczki przenieść do otwartej kropli o głębokości zaledwie 1 mm., to na skutek znacznego zwiększenia stosunkowego powierzchni cieczy, stykającej się z powietrzem, następuje szybka dyfuzja tlenu. Możliwe, iż w ciągu 3 minut kropla będzie zawierała tyle tlenu, iż *Paramecia* zmieniają charakter ruchu. Następujące doświadczenia dowodzą zależności ruchów *Paramecium* od stosunków tlenowych:

1. Jeśli wymoczki natychmiast po przeniesieniu z kultury do wanienki okrągłej zamknąć szkiełkiem przykrywkowym, uważając aby nie było pod nim pęcherzyków powietrza, to ruch nieprawidłowy i cofanie się od ścianki trwa dłużej, niż w kropli otwartej. Nawet po 4 minutach można widzieć osobniki, cofające się tyłem od ścianki, co się nigdy nie zdarza w kropli otwartej. Oczywiście metoda tego doświadczenia jest nader prymitywna, gdyż przy samem przenoszeniu wymoczków stosunki tlenowe mogły ulec zmianie. Ciekawe jest jednak zachowanie się wymoczków po zdjęciu szkiełka przykrywkowego. Jeśli po trzech minutach wanienkę otworzyć i wymoczki podrażnić, to zostaje jedynie wzmożona na chwilę szybkość ruchu. Ruch nadal pozostaje nieprawidłowy i trzeba dalszych trzech minut, aby to samo podrażnienie wywołało ruch kołowy. *Paramecia*, po trzyminutowym pobycie w kropli zamkniętej, zachowują się tak samo, jak wymoczki, świeżo wzięte z kultury. Znaczący nie fakt przeniesienia do wanienki i nie obecność ścianki, tylko właśnie stosunki tlenowe są odpowiedzialne za zmianę w zachowaniu się. Zaznaczam wszakże, że po utworzeniu kropli nie było już cofania się od ścianki. Pozatem ruch nosił ten sam charakter, co ruch w kropli otwartej na początku obserwacji.

2. *Paramecia* z kultury, poddane silnej aeracji w ciągu 30—40 sekund, przez mieszanie lub przepuszczanie pęcherzyków powietrza, od razu wykonywują ruch prawidłowy.

3. W kilku cm³ kultury, umieszczonej na szkiełku zegarkowym otwartym, po upływie 3 minut zwykle bez wszelkiego podrażnienia następuje ruch kołowy. Ruch ten nastąpi już po 1 $\frac{1}{2}$ —2 minutach, jeśli porcję wymoczków rozcieńczyć wodą wodociągową. Natomiast ruch pozostaje nieprawidłowy przez kilka minut, pomimo silnych podrażnień, jeśli taką samą porcję wymoczków rozcieńczyć wodą, świeżo przegotowaną. Jednak i w tym przypadku po 8—10 minutach zaczyna się ruch prawidłowy.

4. Pojedynczy wymoczek, przesadzony do kropli wody wodociągowej, odrazu przystosowuje się do obwodu.

5. Dla odróżnienia roli podrażnienia od roli utlenienia cieczy, wykonałem kilka doświadczeń kontrolnych. Próbówkę szklaną z płaskim dnem, o wymiarach 1—4 cm., napełniłem kulturą wymoczków i szczelnie zamknąłem korkiem, bez pęcherzyków powietrza. Przez korek, do samego dna próbówki, przechodziła cienka rurka szklana, o średnicy 1 mm., zatopiona i zgięta na końcu pod kątem prostym. Obracając, podnosząc i opuszczając tę rurkę, można gruntownie przemieszać całą zawartość próbówki, nie wpuszczając do niej powietrza. W takim naczynku pozostawiłem *Paramaecia* przez 3 godziny. Początkowo wymoczki zebrały się geotropicznie w górnych warstwach cieczy, po 3 godzinach jednak rozproszyły się po całej próbówce. Oznacza to, iż tlen cieczy został zużyty. Wówczas w ciągu 3 minut bez przerwy gruntownie mieszałem kulturę, poczem otworzyłem próbówkę i przeniósłem porcję wymoczków do wanienki kolistej. Pomimo podrażnienia, ruch wymoczków był nieprawidłowy i niezem się nie różnił od zwykłego ruchu, jaki już wielokrotnie opisywałem dla wymoczków, świeżo przeniesionych z kultury. Po upływie dalszych trzech minut to samo podrażnienie odrazu wywołuje ruch kołowy. Więc i pod tym względem *Paramaecia* nie różniły się od poprzednich. Dla kontroli służyło takie same naczynko z wymoczkami, zamknięte korkiem przez trzy godziny. Gdy naczynko zostało otworzone i potem dopiero zawartość jego wymieszana tą samą pałeczką, w ten sam sposób i również przez 3 minuty, wówczas wymoczki przesadzone do wanienki kolistej odrazu dały ruch prawidłowy. Wobec zupełnej równości wszystkich innych warunków pozostaje wniosek, iż nie podrażnienie, tylko utlenienie cieczy jest warunkiem niezbędnym dla wywołania ruchu prawidłowego. Podrażnienie zwiększa szybkość ruchu i prowadzi do powstania ruchu prawidłowego, jednak tylko o tyle, o ile wymoczki mają dosyć tlenu. Dlatego też podrażnienie na początku wszystkich prób było bezskuteczne, zaś po 3 minutach wywoływało ruch prawidłowy.

Warunki w jakich się otrzymuje ruch najbardziej prawidłowy, możemy teraz sprecyzować. Najbardziej regularne kąty odbicia da wymoczek pojedynczy, przeniesiony do wody o dużej zawartości tlenu, po kilkominutowym pobycie w waniencie i podrażnieniu.

Zależność ruchu prawidłowego wymoczków od tlenu tłumaczy wiele szczegółów zachowania się *Paramaecium*. Przejście z warunków kultury do środowiska o dużej zawartości tlenu odrazu wywołuje ruch prawidłowy, gdyż wobec małych wymiarów wymocзка, przenikanie tlenu do jego ciała odbywa się bardzo szybko. Widzimy to na pojedynczych osobnikach, przesadzonych do wody wodociągowej. Jeśli różnica zawartości tlenu nie jest tak znaczna, to trzeba pewnego czasu, aby tlen się zdążył przedostać w dostatecznej ilości do ciała *Paramaecium*. Widzimy też, że jeśli umieścić w wanience ciecz z kultury i dopiero po 3 minutach wpuścić do niej wymocзка, to ruch prawidłowy nie występuje odrazu. Zawartość tlenu w kropli, po trzyminutowym pobycie na powietrzu, jest taka sama, wszystko jedno czy kropla ta zawierała pojedynczego wymocзка, czy nie. A jednak wymoczek, który był w kropli od początku doświadczenia, przystosowuje się do obwodu o trzy minuty wcześniej, niż wymoczek świeżo przesadzony. Środowisko jest to samo, ale wynik różny gdyż w tym drugim przypadku tlen nie zdążył tak prędko przesiąknąć do protoplazmy. Ruch kołowy wymoczków trwa przez kilka minut, później zaś ustaje. Ponieważ wymocзки pływały tylko po peryferji kropli, więc została zachwiana równowaga tlenowa: na obwodzie zebrało się więcej dwutlenku węgla i ruch stał się nieprawidłowy. Powracając do środkowych części kropli, *Paramaecia* znajdują tam nieco więcej tlenu, ale różnica może być zbyt mała, aby wywołać ponownie ruch prawidłowy. Jednak wymocзки stoją na granicy ruchu prawidłowego, co wynika z tego, iż brak teraz cofań się od ścianki oraz iż każde podrażnienie wywoła odrazu ruch kołowy. Jeśli *Paramaecia* pozostawić przez czas dłuższy w wanience kolistej, to po 3 minutach nastąpi okres prawidłowego ruchu, po dalszych 5 minutach ruch ponownie stanie się nieprawidłowy, zaś po 10–15 minutach wymocзки najczęściej osiadną w jakimś punkcie kropli, przymocowując się tigmotropicznie do dna i ścianek. Jeśli teraz kroplę zamieszać, to proces przystosowywania się rozpocznie się od początku. Wymocзки nanowo będą się cofały od ścianki i dopiero po 3 minutach i podrażnieniu nastąpi ruch kołowy. Wynik ten jest bardzo typowy i podobne okresy można obserwować na tych samych wymoczkach kilka razy z rzędu. Gdy *Paramaecia* osiadły nieruchomo w jednym punkcie kropli, wytworzyły dokoła siebie zonę

o znacznej zawartości CO₂ i niewielkiej stosunkowo zawartości tlenu. Warunki stały się podobne do tych, jakie panowały w kulturze, dlatego też i zachowanie się wymoczków będzie podobne. *Paramaecia* z powierzchniowych warstw naczynia prędeż się przystosowują do obwodu kropli. Wymocзки z dna potrzebują na to 4—5 minut.

Słowem, cały szereg faktów da się dość dobrze uzgodnić z faktem istnienia związku pomiędzy ruchem prawidłowym, a stosunkami tlenowemi. Zdobyliśmy więc odpowiedź na postawione na wstępie pytanie: od jakich przyczyn lub warunków zależy zmiana w charakterze ruchów? Niewątpliwie sprawy oddechowe grają pierwszorzędną rolę w powstawaniu ruchu prawidłowego. W każdym razie zyskujemy przez nie możliwość sprowadzenia zachowania się *Paramaecium* do warunków zewnętrznych.

III. Interpretacja wyników.

Podczas ruchu nieprawidłowego, bez żadnych widomych przyczyn zachodzą nagle zmiany kierunku. Podnosiłem już przed chwilą, iż każdy poszczególny zwrot jest reakcją lokalną i z wszelką pewnością musi posiadać jakikolwiek lokalny powód. Tymczasem stosunki tlenowe lub atlenowe stanowią tylko tło ogólne, na którym odbywają się zjawiska ruchu prawidłowego, względnie nieprawidłowego. Innemi słowy, obecność tlenu może być tylko jednym z warunków umożliwiających ten lub ów charakter ruchu, ale nie jest bezpośrednią przyczyną każdego poszczególnego zwrotu. W przypadku ruchu prawidłowego, przyczyną dodatkową jest stykanie się wymocзка ze ścianką. Samo w sobie zetknięcie nie jest dostateczne dla wywołania ruchu prawidłowego, ale staje się dostateczne w środowisku tlenowem. W przypadku ruchu nieprawidłowego, przyczyna efektywna zwrotów pozostaje niewykryta.

Przypuścimy jednak, że i w tym drugim przypadku udało się odnaleźć szereg bodźców, które we wszystkich szczegółach nadają kierunek ruchowi. Czy przez to zachowanie się *Paramaecium* będzie wytłumaczone?

Jest rzeczą powszechnie dziś uznaną, iż w psychice człowieka żadna myśl, ani żaden stan psychiczny nie może powstać bez jakiegokolwiek wrażenia zmysłowego. Obecność bodźca zewnętrznego jest niezbędnym składnikiem wszelkiego zachowania się.

Ale zarzuconoby nam jednostronność, gdybyśmy chcieli tłumaczyć w ten sposób czyny i działania człowieka. Bowiem poza bodźcami, kierują nimi jeszcze pewne motywy. Zwrócę uwagę na to, iż motyw jakiegoś postępuku nie jest żadną metafizyką. Przeciwnie, znając warunki życia człowieka, możemy odnaleźć motyw każdego działania najzupełniej obiektywnie, drogą obserwacji lub eksperymentu. O ile poznamy dokładnie warunki życia danego osobnika, będziemy wiedzieli także, dlaczego np. osobnik ten codziennie skręca w pewną ulicę naprawo. Sprowadzenie każdego poszczególnego zwrotu do jakiegoś bodźca zewnętrznego będzie tłumaczeniem słusznym, ale nie wyjaśniającym zachowania się osobnika w całości.

Odnosnie zwierząt musimy zastosować ten sam probierz, gdyż wymaga tego jednolitość myślenia naukowego. Dlatego też odnalezienie jakiegoś bodźca, pod wpływem którego organizm działa, będzie rozwiązaniem tylko części zagadnienia. Bowiem bodziec działa nie w próżnię, tylko na organizm i dopiero wszechstronne poznanie organizmu może wyjaśnić istotę reakcji. Teleologiczne ujęcie świata, być może błędne filozoficznie, posiada tę wielką zaletę, iż często jest doskonałą hipotezą heurystyczną, zwłaszcza jeśli sformułujemy je w ten sposób, iż wszelkie działanie organizmu musi posiadać swój sens z punktu widzenia warunków jego życia.

W literaturze zoopsychologicznej oddawna już praktykuje się jedna dziwna metoda. Opisując zachowanie się zwierzęcia, autorowie ultra-mechaniści, dla których organizm jest tylko zlepkiem różnych tropizmów i reakcyj, na każdym kroku posługują się terminami psychologicznymi. Mówi się o „odróżnianiu“, „wyborze“, „odczuwaniu“, „decyzji“, „nauczaniu się“, zwierzęta bywają „głodne“ lub „nasycone“. Przytem terminy te są zawsze przytaczane w cudzysłowie, jakby na znak, iż autor zdaje sobie sprawę z ich nienaukowości i używa ich jedynie dla skrócenia opisu. W ten sposób unika się zarzutu „naiwności“ ze strony psychologów fachowców, którzy każdej chwili gotowi są wystąpić z introspekcją, świadomością i wnioskiem przez analogję. Gdyby się okazało kiedyś, że zwierzęta posiadają jakąś psychikę, powołano by się na to, iż przecie terminy psychologiczne były używane. Gdyby istnienia psychiki zwierzęcej nie udało się wykazać, usłyszelibyśmy zapewne, że przecie terminy odnośne były

przytaczane w cudzysłowie. Na jakiś pogląd trzeba się jednak zdecydować. Skoro nawet ultra - mechanisci nie mogą się obejść bez terminów psychologicznych, jest to chyba najlepszym dowodem, iż pojęcia odnośne są potrzebne. Nawet narażając się na zarzut nienaukowości, pozwolę sobie twierdzić, iż zbyt często przeceniamy nasze środki poznawcze. Człowiek, wraz z całą jego psychiką, jest takim samym objektem badania, jak wymoczek i jeśli odnośnie człowieka bez żadnych zastrzeżeń mówimy o przeżyciach i motywach, choć możemy o nich sądzić jedynie przez analogję, nie widzę powodu, dla którego inną do zwierząt mielibyśmy przykładać miarkę.

Dla wejścia w motyw (bez cudzysłowu) ruchów *Paramaecium*, musimy się zwrócić do czynnika, nazbyt mało uwzględnianego w literaturze eksperymentalnej, do normalnych warunków jego życia. W przyrodzie *Paramaecium* żyje w zbiornikach wody stojącej, trzymając się blisko powierzchni. Stężenie tlenu w jego zwykłym otoczeniu jest znaczne, dużo większe od tego, jakie wymoczek ma w kulturach laboratoryjnych. Wymoczek pływa, poszukując pokarmu, i wówczas jest unoszony całą siłą rzęsek, które biją wodę z dokładnością automatu. Jak wiemy już z poprzednich doświadczeń, w tych warunkach *Paramaecium* wykonywa ruch prawidłowy, ze stałymi kątami odbicia i wtedy właśnie jest najbardziej wrażliwy na podniety chemiczne.

Jony wodorowe w pewnym stężeniu oddziałują na wymoczka tropicznie dodatnio. Ma to swój sens życiowy, gdyż jony wodorowe powstają w większej ilości przy wszelkiem gniciu lub butwieniu, a jednocześnie gnicie jest zawsze związane z obfitym rozwojem bakteryj, stanowiących główne, może nawet wyłączne pożywienie *Paramaecium*. Wymoczek płynie w kierunku, który go zbliża do pewnego stężenia jonów wodorowych, gdyż w ich środowisku znajdzie pokarm obfity. Przyczyną zmiany w kierunku jego ruchu jest podnieta chemiczna, motywem zaś zaspokojenie głodu.

W pobliżu bakteryj wymoczek musi zmienić charakter swego zachowania się. Gdyby nadal wykonywał ruch prawidłowy i pływał po linjach prostych, to wkrótce miałby zonę bakterjalną i oddaliłby się od źródła pokarmu. Spójrzmy na nasze wykresy. Ruch prawidłowy *Paramaecium*, przy którym zostaje zakreślona figura, podobna do obwodu wanienki, ma to do sie-

bie, iż gdybyśmy usunęli jeden z boków którejkolwiek figury, wymoczek po kilku odbiciach wypłynąłby nazewnątrz. To samo spotkałoby wymoczek, który się dostał do gęstwiny gnijących roślin podwodnych, gdyby ruch jego nadal pozostał prawidłowy. Dlatego też w pobliżu bakteryj *Paramecium* zmieni sposób pływania. Jak wskazuje doświadczenie, w tych warunkach wymoczek będzie pływał wolno, przeważnie po liniach krzywych, będzie się często cofał i zmieniał kierunek ruchu. Najpospoliciej zaś osiadł na jakimś przedmiocie podwodnym i wówczas będzie mógł rozwinąć całą energję swoich rzęsek peristomalnych, których główna rola polega na sprowadzaniu bakteryj do otworu pobierczego. Jak wiadomo, wymoczki, osiadłe na ścianie naczynia, zawsze są przepelnione pokarmem.

Środowisko, w którym się wymoczek obecnie znajduje, odznacza się obecnością jonów wodorowych, dwutlenku węgla, produktów rozpadu i przemiany. Jednocześnie zaś zawiera niewiele tlenu. W doświadczeniu gatunku *Paramecium*, wszystkie te warunki zawsze występowały razem z obecnością bakteryj. W procesie ewolucyjnym mogło zajść trwałe skojarzenie obecności pokarmu z warunkami, w jakich pokarm ten jest pobierany i obecnie wystarczy podziałać na wymoczek jednym z tych warunków, aby wywołać ruchy, prowadzące do pochłaniania bakteryj. Dlatego też *Paramecium* zmienia charakter swego ruchu, gdy się dostanie w warunki atlenowe. Boddźcem może być zmniejszona ilość tlenu, obecność dwutlenku węgla, jonów wodorowych i t.d., motywem zaś działania będzie zaspokojenie głodu.

Jeśli środowisko uległo zmianie, zmniejszyła się ilość bakteryj i wzrosła zawartość tlenu, to wymoczek się odrywa od przedmiotu, na którym osiadł nieruchomo i płynie w poszukiwaniu nowego pokarmu. Ruch jego staje się prawidłowy i po szeregu odbić *Paramecium* wydostaje się z gęstwiny.

Skreślona tu próba interpretacji zachowania się wymoczka w warunkach eksperymentu jest tylko błędym szkicem. Z pewnością pozostaje jeszcze do odnalezienia szereg bodźców i nie mniej liczny szereg różnorodnych motywów działania. Jednak i w tej nawet postaci pogląd nasz nosi wszelkie cechy hipotezy realnej, gdyż pozwala jednoczyć niezwiązane za sobą napozór fakty, a zarazem i cechy hipotezy heurystycznej, ponieważ po-

la désassimilation et l'assimilation des protéines dans le cas étudié.

En dernier lieu j'ai étudié le parcours de l'assimilation durant les diverses étapes de la période d'alimentation. Dans ce but j'ai fait une série d'expériences, au cours desquelles des sangsues de même poids, nourries avec des quantités de sang à peu près égales, étaient tuées dans des délais de quelques jours, afin de servir aux déterminations de l'azote assimilé.

Comme le montrent les tableaux XIV—XVIII la vitesse de l'assimilation diminue avec le temps. Le parcours des changements de la vitesse d'assimilation ressemble au parcours de la restitution post-jeûnale chez les autres animaux poïkilothermes et homoïothermes et aussi au parcours de l'accroissement de la matière organisée durant la période de développement des animaux.

L'analyse des faits relatés dans ce travail démontre que les facteurs suivants déterminent le parcours de l'assimilation:

1) la diminution progressive de l'intensité du métabolisme protéique restant en rapport direct avec la diminution progressive de la quantité d'aliment contenu dans le tube digestif;

2) l'augmentation de la quantité des protéines dans le corps.

Pendant la période de vive assimilation le coefficient d'utilisation ne change presque pas. Ceci est en rapport direct avec la grande valeur des échanges protéiques pendant la synthèse de la matière organisée, en comparaison avec le métabolisme d'entretien. Sur ce point nous trouvons une différence notable entre les sangsues et les animaux homoïothermes. Chez ces derniers, la grande intensité du métabolisme d'entretien cause une diminution rapide du coefficient d'utilisation des protéines durant la période de restitution, de même que durant la période de développement.

zwala fakty przewidywać i we wszystkich szczegółach jest dostępny dla eksperymentalnego sprawdzenia.

Możemy przewidzieć np., iż *Paramaecium* głodzony prędzej i trwalej przystosuje się do obwodu kropli, niż osobnik napełniony pokarmem. Z tej samej kultury wziętem dwie jednakowe porcje wymoczków, z których jedną głodziłem przez 3 godziny w wodzie wodociągowej, drugą zaś pozostawiłem w środowisku kultury, obie w jednakowych szkiełkach zegarkowych. Po trzech godzinach umieściłem próbki wymoczków w dwóch jednakowych wanienkach kolistych. Wymoczki głodzone natychmiast rozpoczęły ruch kołowy, wymoczki drugiej próby—dopiero po dwóch minutach i podrażnieniu. Ruch kołowy pierwszych trwał przez kilkanaście minut bez przerwy, ruch drugich zaledwie przez 3—4 minuty. Podany powyżej przypadek długiego trwania ruchu prawidłowego u wymocзка pojedynczego (72 minuty) dotyczył właśnie wymocзка głodzonego.

Możemy przewidzieć, iż dodanie słabego kwasu do wanienki, w której *Paramaecia* wykonywują ruch prawidłowy, natychmiast zmieni charakter ruchu. Istotnie, dodanie jednej kropli kwasu octowego w stężeniu $\frac{1}{50}\%$, zatem w tem samym stężeniu, które wywołuje wyraźny tropizm dodatni, odrazu zmienia ruch prawidłowy na typowe cofanie się, odbicia ujemne i pływanie po liniach krzywych. Natomiast dodanie kropli wody, lub też kropli roztworu NaCl nie wywołuje żadnych zmian.

Paramaecium głodzony, wykonywujący w waniencie ruch prawidłowy, odrazu zmienia jego charakter, jeśli do wanienki dodamy kroplę środowiska kultury, lub też kroplę pożywki sianowej.

Jeszcze cały ogrom problematów zawiera w sobie zachowanie się *Paramaecium*, ale do ich rozwiązania dojdziemy tylko przez gruntowne i wszechstronne poznanie jego życia. Bowiem tylko w tym razie potrafimy w każdym poszczególnym przypadku wskazać na motywy jego działania.

Wnioski.

1. W wanienkach różnego kształtu *Paramecia* przez pierwsze 3 minuty wykonywują ruch nieprawidłowy, który się charakteryzuje: częstym pływaniami po liniach krzywych, cofaniem się i pływaniami tyłem, zwrotami w środku kropli, odbiciami od ścianek w kierunku ujemnym oraz brakiem prawidłowości w kątach padania i odbicia, lub konfiguracji drogi.

2. Po upływie 3 minut ruch staje się prawidłowy. *Paramecium* pływa wyłącznie po liniach prostych, zmiana kierunku następuje tylko po zderzeniu ze ścianką wanienki, w figurach wypukłych zostaje zakreślona droga, podobna geometrycznie do obwodu wanienki.

3. Istota ruchu prawidłowego polega na stałości kąta odbicia, niezależnego od kąta padania, od kształtu lub wielkości kropli i wynoszącego około 70° .

4. Droga wymoczka w kropli dowolnego kształtu może być przewidziana teoretycznie.

5. Przejście ruchu nieprawidłowego w prawidłowy zależy od stosunków tlenowych. Przy dostatecznym stężeniu tlenu *Paramecium* wykonywa ruch prawidłowy.

6. Odnalezienie bodźca zewnętrznego, od którego zależy charakter ruchu wymoczka, tłumaczy zaledwie część zachowania się, gdyż oprócz bodźca musimy jeszcze wskazać na motywy działania.

7. Motywy działania *Paramecium* mogą być poznane tylko w związku z gruntownym poznaniem normalnych warunków jego życia.

Najważniejszym motywem wymoczka jest zaspokojenie głodu. Przypuszczenie to dobrze tłumaczy dużo faktów eksperymentalnych i pozwala na ich przewidywanie.

Zusammenfassung.

In der vorl. Arbeit wird die Frage nach der Existenz sowie den Bedingungen einer regelmässigen Bewegung von *Paramecium* erörtert und zugleich eine Deutung gewonnener Tatsachen auf Grund der normalen Lebensbedingungen des Infusors versucht. Die Bahn einzelner Infusorien wurde in kleinen flachen Gefässen verschiedener Gestalt (3 bis 8 mm. Durchmesser bei 1 mm. Tiefe) beobachtet und mittels einer Zeichenkamera reproduziert.

Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego

(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).

Tom I (1922) № 16.

Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut M. Nencki

(Société des Sciences de Varsovie).

Tome I (1922) № 16.

MIECZYŚLAW BOGUCKI.

Dalsze badania nad dzieworództwem sztucznym.

(Nouvelles recherches sur la parthénogénèse expérimentale).

Badania niniejsze, jak i lat poprzednich, prowadziłem na jajach żaby płowej (*Rana fusca*).

Samice schwymane w momencie kopulacji, w czasie od 14 do 21 marca trzymane były po oddzieleniu od samców na lodzie. W tych warunkach jaja samie przez czas dłuższy zachowują zdolność do rozwoju. J. Loeb¹⁾ podaje, że jaja żab, trzymany przez dwie doby w laboratorium, albo nie dochodzą po nakłuciu do stadium kijanki, albo też wyklute kijanki bardzo wczesnie zdychają. Prawdopodobnie podkreślony przez J. Loeba zanik zdolności jaj do rozwoju stoi w związku z temperaturą, która w warunkach laboratoryjnych jest o wiele wyższa, niż temperatura wody zbiorników naturalnych. Jaja żab, trzymany w pokojowej temperaturze, rzeczywiście bardzo prędko „przejrzewają“. Można jednak skutecznie przeciwdziałać temu „przejrzewaniu“, trzymając samice na lodzie. Dzięki tej ostrożności żaby schwymane w połowie marca, mogłem używać do doświadczeń do połowy kwietnia. Kijanki otrzymane z końcowych doświadczeń, wykonanych koło połowy kwietnia, nie wyróżniały się mniejszą żywotnością, niż kijanki z początkowych doświadczeń.

¹⁾ Jacques Loeb 1921 Further observations on the producing of parthenogenetic frogs. The Journal of General Physiology. Vol. III.

W związku ze wzmiankowaną pracą Loeba muszę zrobić jeszcze uwagę, tycającą się skuteczności zwilżania jaj krwią przed ich nakłuciem. Z prac Bataillona¹⁾, Herlanta, a także i moich wynika, że samo nakłucie jaja żaby nie wystarcza, aby rozwój jego miał przebieg normalny. Jeśli jednak zwilżamy jaja krwią przed ich nakłuciem, to znaczny odsetek jaj rozwija się normalnie. Loeb podkreśla, że zwilżanie jaj krwią uważa za zbędne, że samo nakłucie jaj wystarcza, aby wywołać ich rozwój. Jako dowód przytacza Loeb, że w doświadczeniach z 1921 r. pomimo stosowania samego tylko nakłuwania jaj otrzymał z nich pewną liczbę kijanek, z których około 20 przeobraziło się. Zdaniem moim, powyższe twierdzenie Loeba jest niesłuszne. Nie uwzględnia on bowiem tego, że wyjmując jaja z samicy przez rozcięcie ścian brzucha i jajowodu, jak to właśnie czynił Loeb, mimowoli zwilżał krwią używane do swych doświadczeń jaja. Wszyscy autorowie, którzy zgodnie stwierdzili, że zwilżenie jaj krwią jest konieczne dla normalnego ich rozwoju, stosowali inną metodę wydobywania jaj. Metoda ta polegała na wyciskaniu jaj z samicy. W ten sposób unika się zetknięcia ich z krwią. Rozstrzygnięcie pytania co do udziału krwinek w partenogenezie traumatycznej może być dokonane tylko w tym przypadku, gdy do doświadczeń używamy jaj wydobytych z samicy przez wyciskanie ich, jak to czynił Bataillon, Herlant i inni.

W poprzednich swych doświadczeniach²⁾ stwierdziłem: 1^o że aktywność regulujących rozwój substancyj, zawartych w krwinkach żaby, zanika pod wpływem działania temperatury 55^o C w ciągu 30' i 2^o, że plemniki żaby w tych samych warunkach również tracą zdolność regulowania procesów rozwojowych: zwil-

¹⁾ Bataillon E. 1916. Nouvelle contribution à l'analyse expérimentale de la fécondation par la parthénogénèse. Annales de l'Institut Pasteur, 30.

Bataillon E. 1919. Analyse de l'activation chez les Batraciens. Annales des Sciences Naturelles, Zoologie, 10-e série.

Herlant M. 1917. Le mécanisme de la parthénogénèse expérimentale. Bull. sc. de la France et de la Belgique. 7-e série, 1.

²⁾ Bogucki M. 1921. Przyczynek do analizy dzieworództwa traumatycznego. Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego. 1. Nr. 6.

żenie jaj ogrzewaną spermą i nakłuwanie ich nie wywołuje normalnego ich rozwoju.

Z faktów tych wynika, że substancje, których wprowadzenie do jaja jest niezbędne dla prawidłowego przebiegu rozwoju, zachowują się pod wpływem temperatury jednakowo, niezależnie od tego, czy pochodzą one z plemników, czy też z krwinek żaby. Ta ich własność nasuwa przypuszczenie, że są one natury enzymycznej.

Przypuszczenie to usprawiedliwione jest również wynikami badań innych autorów. J a c o b y ¹⁾ znalazł w plemnikach jeżowca (*Arbacia pustulosa*) enzym, który rozszczepia glicylotryptofan. Enzym ten nie występuje w niezapłodnionych jajach *Arbacia*, pojawia się natomiast w rozwijających się jajach i to zarówno takich, które zostały zapłodnione, jak i takich, które pobudzono do rozwoju dzieworodnego metodą L o e b a. Dowód pośredni co do obecności enzymów proteolitycznych w rozwijającym się jaju żaby dają nam badania Białaszewicza i Mincówny ²⁾. Autorowie ci stwierdzili, że w okresie zarodkowym żaby występuje bardzo intensywny rozpad substancyj białkowych, które w tym okresie są głównym źródłem energii rozwijającego się organizmu. Z faktów powyższych wynikałoby, że występowanie enzymów (proteolitycznych) w jaju jest zjawiskiem integralnie związanym z procesem rozwoju, a może nawet warunkującym rozwój.

Czy występujące w zarodku enzymy istnieją już w komórce jajowej i plemnik wnosi tylko czynnik aktywujący, czy też enzymy te są dostarczane przez plemniki—pozostawałoby to kwestią otwartą.

Jakiegokolwiek jednak natury byłby ów czynnik regulujący rozwój jaja, musi on, oczywiście, znajdować się w rozwijającym się zapłodnionem jaju.

W pracy niniejszej chodziło mi o stwierdzenie, czy ów czynnik można przenieść z rozwijającego się zarodku do niezapłodnionego jaja i pobudzić je do rozwoju partenogenetycznego.

¹⁾ J a c o b y M. 1910. Über das Verhalten der Sperma- und Eienzyme bei der Befruchtung und ersten Entwicklung. Bioch. Zeitschr. 26.

²⁾ Białaszewicz L. i Mincówna M. 1919. O przemianie tłuszczowej i azotowej we wczesnym rozwoju żaby. Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego 1. Nr. 11.

W tym celu używałem do zwilżania jaj przed ich nakłuciem rozgniecione zarodki żaby w stadjum blastuli lub gastruli.

Wyniki tych doświadczeń zostawione są w tabeli I.

Średni odsetek jaj, które rozwijały się pod wpływem powyższego zabiegu wynosił 64%. Jaja tych samych żab nakłuwane na sucho brózdkowały w 50% przypadków, zaś zwilżane przed nakłuciem krwią—w 64% przypadków.

Ażeby zdać sobie w pełni sprawę z różnicy w rozwoju tych trzech kategorii jaj, należy zwrócić uwagę na jakościową stronę zjawiska. Z tabel II, III i IV wynika, że rozwój jaj, które były zwilżane przed nakłuciem miazgą zarodków, był o wiele prawidłowszy, niż rozwój jaj kłutych na sucho. W tej ostatniej kategorii doświadczeń liczba jaj brózdkujących w sposób prawidłowy wynosiła średnio około 2%, które dochodziły do stadjum mniej lub więcej normalnej moruli. W doświadczeniach zaś, w których jaja zwilżane były miazgą zarodków, odsetek otrzymanych morul wynosił przeszło 20%. Odsetek morul otrzymanych z trzeciej kategorii doświadczeń, w których jaja przed nakłuciem zwilżane były krwią, nie był niższy, niż przy stosowaniu miazgi zarodków, jednakże w dalszych stadjach rozwoju ginęła olbrzymia większość rozwijających się zarodków przy objawach najrozmaitszych anomalij. Z liczby około 100 kijanek zaledwie jedna przeobraziła się. Natomiast z 1969 jaj zwilżanych przed nakłuciem miazgą zarodków wykuło się 120 kijanek, z których 10 uległo całkowitemu przeobrażeniu.

Zarodki używane do zwilżania jaj otrzymałem z zapłodnienia sztucznego w ten sposób, że zwilżałem jaja zawiesiną spermy i po 15' zalewałem je destylowaną wodą, w której plemniki żyją znacznie krócej, niż w wodzie zwykłej.

Na trzeci dzień po zapłodnieniu wyluskiwałem zarodki z galarety i używałem je do zwilżania jaj. Dla przekonania się, czy plemniki, użyte do zapłodnienia sztucznego, zachowują jeszcze po 2 dniach zdolność zapłodnienia, wykonałem kilka doświadczeń, w których zwilżałem jaja przed ich nakłuciem spermą, trzymaną przez dwa dni w wodzie zwykłej. Tabela II podaje wyniki tych doświadczeń. Wskazują one, że w tych warunkach plemniki żaby tracą zdolność zapładniania. Zarówno bowiem pod względem ilościowym (37% zaczyna brózdkować, liczba morul stanowi 1%), jak i jakościowym rozwój jaj w tych warunkach przebiega gorzej,

niż rozwój jaj kłutych na sucho (51% zaczyna brózdtkować, liczba morul wynosi 2%).

Jeżeli więc weźmiemy pod uwagę, że przy zapładnianiu sztucznym zalewałem jaja wodą destylowaną, to możemy mieć pewność, że nadliczbowe plemniki, o ile nawet weszły w kontakt z jajem zwilżanem miazgą zarodka, nie mogły wywrzeć wpływu na rozwój nakłuwanych jaj.

Z powyższych doświadczeń wypływa wniosek, że substancje, umożliwiające normalny rozwój, mogą być przeniesione z zarodka do niezapłodnionego jaja i wywołują normalny jego rozwój.

W związku z powyższymi wynikami stoi pytanie, czy owe substancje istnieją już w jaju niezapłodnionem, czy też pojawiają się dopiero w czasie rozwoju jaja.

Pytanie to znajduje odpowiedź w serji doświadczeń, w których przed nakłuciem zwilżałem jaja miazgą niezapłodnionych jaj (tabela III).

Odpowiedź jest negatywna: niezapłodnione jaja nie zawierają substancyj regulujących rozwój nakłutego jaja. Zarówno odsetek jaj brózdtkujących (43%), jak i odsetek morul (1%), otrzymanych w tych doświadczeniach, jest niższy, niż w doświadczeniach, w których jaja tych samych żab były nakłuwane na sucho (60% brózdtkuje, liczba morul wynosiła 2%).

W ostatniej wreszcie serji doświadczeń usiłowałem stwierdzić, czy owa zdolność do regulowania procesów rozwojowych nakłutego jaja, właściwa zarodkowi żaby w stadium blastuli, ewentualnie gastruli jest zależna od stadium rozwojowego zarodka t. j., od ilości blastomerów, z których jest on złożony.

W tym celu porównywałem rozwój jaj, zwilżanych przed nakłuciem zarodkami w stadium 2 blastomerów, z rozwojem jaj tych samych żab, zwilżanych bądź zarodkami w stadium gastruli, bądź też krwią i wreszcie kłutych na sucho (patrz Tab. IV).

Doświadczenia ostatnie wskazują, że zwilżanie jaj miazgą zarodków późniejszych (gastrula) daje wprawdzie niewiele większy odsetek (65%) brózdtkowaniu, niż zwilżanie jaj zarodkami wczesnymi w stadium 2 blastomerów (50%), ale zato liczba otrzymanych morul w pierwszym przypadku stanowi 29%, gdy w drugim przypadku tylko 1%, t. j. tyleż, co i po kłuciu ich na sucho.

Wyniki tych doświadczeń dowodzą, że zdolność do regulowania procesów rozwojowych nakłutego jaja

TABELA III.

| Data | Czas od pocz4tku doswiadczenia | | (Temps écoulé depuis le commen- | | Temperatura | | Jaja kłute na suchu (Oeufs piqués à sec) | | | | | | | | | | Jaja kłute po zwilżeniu krwi4 (Oeufs piqués préalablement mouillés avec du sang) | | | | | | | | | | Jaja kłute po zwilżeniu miazg4 gastruli (Oeufs piqués préalablement mouillés avec de gastrulas broyées) | | | | | | | | | | Jaja kłute po zwilżeniu miazg4 niezaplodnionego jaja (Oeufs piqués préalablement mouillés avec d'oeufs vierges broyées) | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---------------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|---|--|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|---|--|---|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | (Date) | (Temps écoulé depuis le commen- | (Temperatura) | (Temperatura) | Liczba jaj w doswiad- | (Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj brodkuj4-
cych (Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj brodkuj4cych (% d'oeufs en segmentation) | Liczba morli (Nombre de morles) | % morli (% de morles) | Liczba jaj w doswiad- | (Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj brodkuj4-
cych (Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj brodkuj4cych (% d'oeufs en segmentation) | Liczba morli (Nombre de morles) | % morli (% de morles) | Liczba jaj w doswiad- | (Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj brodkuj4-
cych (Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj brodkuj4cych (% d'oeufs en segmentation) | Liczba morli (Nombre de morles) | % morli (% de morles) | Liczba jaj w doswiad- | (Nombre d'oeufs dans l'expérience) | Liczba jaj brodkuj4-
cych (Nombre d'oeufs en segmentation) | % jaj brodkuj4cych (% d'oeufs en segmentation) | Liczba morli (Nombre de morles) | % morli (% de morles) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 13.IV | 7 | 20° | 63 | 67 | 53 | 79 | 27 | 40 | 67 | 60 | 90 | 3 | 4 | 42 | 20 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 20 | 48 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | " | " | " | 42 | 79 | 77 | 97 | 27 | 34 | 59 | 56 | 95 | 8 | 14 | 55 | 39 | 71 | 2 | 4 | 2 | 4 | 55 | 39 | 71 | 2 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 39 | 14 " | 6 | " | 70 | 57 | 40 | 70 | 20 | 35 | 78 | 45 | 58 | 17 | 22 | 136 | 49 | 36 | 1 | 1 | 0 | 0 | 136 | 49 | 36 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | " | " | " | 65 | 65 | 49 | 75 | 19 | 29 | 84 | 68 | 81 | 39 | 46 | 81 | 26 | 32 | 5 | 5 | 0 | 0 | 81 | 26 | 32 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suma (Total) | ... | ... | ... | 240 | 268 | 219 | — | 93 | — | 268 | 229 | — | 82% | 93 | — | 314 | 134 | — | — | 2 | — | 314 | 134 | — | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Srednia (Moyenne) | ... | ... | ... | — | — | — | 82% | — | — | — | — | 82% | — | — | — | — | — | — | 80% | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

T A B E L A I V.

| № doświadczenia
(№ de l'expérience) | Data
(Date) | Czas od początku doświadczenia
(Temps écoulé depuis le commen-
cement de l'expérience) | Temperatura | Jaja klute na suchu
(Oeufs piqués à sec) | | | | | | | Jaja klute po zwiżeniu krwi-
ni (Oeufs piqués préalablement
mouillés avec du sang) | | | | | | | Jaja klute po zwiżeniu miążga
gastruli (Oeufs piqués, préalablement
mouillés avec des gastrulas
broyés) | | | | | | | Jaja klute po zwiżeniu miążga
2-u blastomerów
(Oeufs piqués, préalablement
mouillés avec des embryons de
2 blastomères broyés) | | | | | | |
|--|----------------|--|-------------|---|---|--|------------------------------------|---------------------------|---|---|--|------------------------------------|---------------------------|---|---|--|------------------------------------|--|---|---|--|------------------------------------|---------------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | Liçba jaj w doświad-
czeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liçba jaj brodkuj-
cych
(Nombre d'oeufs en
segmentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmen-
tation) | Liçba morul
(Nombre de morules) | % morul
(% de morules) | Liçba jaj w doświad-
czeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liçba jaj brodkuj-
cych
(Nombre d'oeufs en
segmentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmen-
tation) | Liçba morul
(Nombre de morules) | % morul
(% de morules) | Liçba jaj w doświad-
czeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liçba jaj brodkuj-
cych
(Nombre d'oeufs en
segmentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmen-
tation) | Liçba morul
(Nombre de morules) | % morul
(% de morules) | Liçba jaj w doświad-
czeniu
(Nombre d'oeufs dans
l'expérience) | Liçba jaj brodkuj-
cych
(Nombre d'oeufs en
segmentation) | % jaj brodkujacych
(% d'oeufs en segmen-
tation) | Liçba morul
(Nombre de morules) | % morul
(% de morules) | | | | | | | | |
| 24 | 7.IV | 20 | 10° | 108 | 59 | 55 | 1 | 1 | 84 | 34 | 40 | 51 | 64 | 1519 | 87 | 60 | 69 | 1 | 1 | 87 | 60 | 69 | 1 | 1 | | | | | | | |
| 25 | " | " | " | 78 | 24 | 31 | 1 | 1 | 77 | 50 | 65 | 46 | 2736 | 55 | 21 | 38 | 2 | 4 | 55 | 21 | 38 | 2 | 4 | | | | | | | | |
| 26 | " | " | " | 119 | 80 | 67 | 1 | 2 | 112 | 61 | 54 | 57 | 2732 | 91 | 42 | 46 | 0 | 0 | 91 | 42 | 46 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 29 | " | " | " | 60 | 17 | 28 | 1 | 2 | 60 | 13 | 22 | 46 | 2531 | 83 | 23 | 28 | 0 | 0 | 83 | 23 | 28 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 30 | " | " | " | 66 | 50 | 76 | 0 | 0 | 90 | 37 | 41 | 61 | 2330 | 85 | 54 | 63 | 2 | 2 | 85 | 54 | 63 | 2 | 2 | | | | | | | | |
| Suma ... | | | | 431 | 230 | — | 4 | — | 423 | 195 | — | 261 | 117 | 401 | 200 | — | — | — | 401 | 200 | — | 5 | — | | | | | | | | |
| Total ... | | | | — | — | 53% | — | — | — | — | 46% | — | — | — | — | — | 66% | — | — | — | — | 50% | — | | | | | | | | |
| Srednia ... | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | | |
| Moyenne ... | | | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | | | | | | | | |

występuje wyraźnie dopiero w zarodkach wielokomórkowych.

Ponadto doświadczenia te są jednym jeszcze dowodem, że przy zwilżaniu jaj miazgą zarodków, rozwijających się w wodzie destylowanej przez 4 godziny, nadmiar użytych do zapłodnienia plemników niema wpływu na rozwój nakłutych następnie jaj. Tem mniej przeto można przypuszczać, by jaja rozwijające się pod wpływem zwilżania miazgą starszych zarodków, zawdzięczały swój rozwój kontaktowi z obumarłymi plemnikami.

Przypuszczając na podstawie przytoczonych na początku pracy przesłanek, że czynnikiem wyzwalającym normalny rozwój nakłutego jaja mogą być enzymy, zastosowałem do kilku seryj doświadczeń dostępne mi podówczas preparaty:

1^o Pepsinum Solubile (Witte, Rostock),

2^o Pancreatinum purum absol. (Rhenania, Aachen).

3^o Podpuszczka (Brunnengräber, Rostock).

Roztworami tych preparatów zwilżałem jaja przed nakłuciem. Rezultaty powyższego postępowania przy użyciu słabych roztworów (0,25 g. na 20 cm³ wody) ani pod względem ilościowym ani jakościowym nie były lepsze, niż po stosowaniu kłucia jaj na sucho. Przy użyciu zaś roztworów silniejszych (0,5 g. na 2—4 cm³ wody) były zdecydowanie gorsze.

Wyniki te pomimo ich negatywności nie obalają, oczywiście, koncepcji, która w procesie zapłodnienia przypisuje fermentom wprowadzonym do jaja (ewentualnie fermentom krwinek w przypadku dzieworódtwa traumatycznego) rolę dominującą. Mogą to być bowiem fermenty o charakterze wybitnie specyficznym.

Wyniki podane wskazują tylko, że używane w opisanych doświadczeniach preparaty fermentów nie wywierają żadnego wpływu na proces aktywowania jaj niezapłodnionych.

Streszczając wyniki przytoczonych doświadczeń, stwierdzam co następuje:

1^o Zarodki żaby w stadjum blastuli i gastruli zawierają substancje, posiadające zdolność regulowania rozwoju nakłutych jaj.

Właściwości tej nie mają jaja niezapłodnione, ani zarodki wczesne w stadjum 2 blastomerów.

2° Wprowadzenie do jajka żaby używanych przeze mnie preparatów enzymatycznych (pankreatyna, pepsyna, podpuszczka) w roztworach słabych nie wywiera żadnego wpływu na rozwój nakłutych jaj, bądź też działa szkodliwie, jeśli stosujemy te preparaty w roztworach silniejszych.

Uważam za swój miły obowiązek podziękować na tem miejscu panu Kuczkowskiemu za pomoc w wykonaniu doświadczeń.

R É S U M É.

Dans un précédent travail, l'auteur avait constaté ce qui suit: 1^o les corpuscules sanguins de la grenouille contiennent un facteur capable de régler le développement de l'oeuf piqué de la grenouille et ce facteur devient inactif, lorsque le sang est soumis pendant 30' à une température de 55°; 2^o les spermatozoïdes de la grenouille soumis à cette température perdent aussi le pouvoir de régler le développement de l'oeuf piqué. Ainsi des oeufs humectés avec du sperme chauffé à 55° pendant 30' et piqués ensuite donnent la même proportion d'oeufs segmentés que les oeufs piqués à sec.

Ces faits semblent indiquer qu'il s'agit ici d'un facteur de nature enzymatique. En conséquence l'auteur a étudié l'action de quelques enzymes sur le développement des oeufs non fécondés. Il employa notamment des préparations de la pepsine, de la pancréatine et du labferment, ces préparations étant à sa disposition. Les résultats obtenus ont été tout à fait négatifs. Les oeufs humectés avant la piquure avec des solutions faibles (0.25 g. dans 20 cm³ d'eau) de ces préparations et les oeufs piqués à sec ont donné la même proportion d'oeufs segmentés. Des solutions plus concentrées, avaient une influence nuisible sur les oeufs.

Abstraction faite de la nature du facteur en question, il semblait probable que ce facteur serait contenu dans les embryons de la grenouille, et qu'en conséquence, dans des conditions d'expériences convenables, les embryons pourraient provoquer le développement parthénogénétique des oeufs de grenouille. Pour vérifier cette supposition, l'auteur procéda comme suit: des embryons de grenouille (gastrula ou blastula) provenant d'oeufs normale-

ment fécondés furent soigneusement broyés, et la masse semiliquide ainsi obtenue servit à humecter les oeufs non fécondés avant la piqure.

Les résultats obtenus par cette méthode furent les suivants: 1^o les oeufs humectés avec les embryons broyés (gastrula ou blastula) et ensuite piqués donnèrent en moyenne plus de 20% de morules; 2^o les oeufs piqués à sec donnèrent 1—2% de morules; les oeufs humectés avec du sang avant la piqure donnèrent en moyenne 20% de morules.

En outre: 1^o sur 2165 oeufs humectés avec les embryons broyés on obtint 120 têtards, dont 10 subirent une métamorphose complète; 2^o sur 2319 oeufs piqués à sec on obtint à peine, quelques têtards, dont pas un seul ne se métamorphosa; sur 2480 oeufs humectés avec du sang on obtint 100 têtards dont un seul se métamorphosa.

Il s'agissait encore de contrôler l'influence des oeufs non fécondés broyés sur le développement parthénogénétique, et de déterminer à quel stade du développement les embryons acquièrent le pouvoir de régler le développement parthénogénétique des oeufs piqués. Dans ce but avant de piquer les oeufs on les humecta: 1^o avec des oeufs non fécondés broyés; 2^o avec des embryons broyés au stade de 2 blastomères, et provenant d'oeufs fécondés.

Les résultats de ces deux séries d'expériences furent négatifs: dans les deux cas la proportion d'oeufs segmentés et de morules obtenus fut la même pour les oeufs humectés avant la piqure et pour les oeufs piqués à sec.

Il s'en suit que les embryons de grenouille dans les stades plus avancés de leur développement (blastula et gastrula) contiennent le facteur indispensable au développement de l'oeuf piqué, tandis que les embryons de 2 blastomères et les oeufs non fécondés en sont dépourvus.

