

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.

PRACE INSTYTUTU IM. M. NENCKIEGO.

Stacja Hydrobiologiczna na Wigrach.

TRAVAUX DE L'INSTITUT M. NENCKI.

Station Hydrobiologique sur le lac Wigry.

№ 31. 1923.

JAN DEMBOWSKI.

Studja eksperymentalno-biologiczne nad larwą
chróścika *Molanna angustata* Curtis¹⁾.

(Experimentell - biologische Studien über die Larve
der Köcherfliege *Molanna*).

I. Budowa domku.

Domki *Molanna*, które znajdowałem w jeziorze Wigierskiem, w osnowie swej zawsze są zbudowane z piasku, z większym lub mniejszym dodatkiem innych materiałów podłoża, jak opercula i okruchy muszli ślimaków, kawałki drzewa lub kory drzewnej, niekiedy drobne kamyczki, wreszcie wszelkie odpadki roślinne i zwierzęce.

Niezależnie od jakości materiału budulcowego, kształt domku zachowuje swój charakterystyczny typ. W budowie jego możemy odróżnić trzy części składowe: rurkę, w której przebywa zwierzę, symetryczne skrzydła boczne, oraz daszek.

Rurka jest równomiernie i dość nieznacznie rozszerzona ku przodowi, zaś zwężona ku tyłowi. Jest ona jednocześnie nieco spłaszczona w kierunku grzbieto-brzusznym i jej przekrój poprzeczny w każdym punkcie długości przypomina kształtem leżącą poziomo cytrynę, do obu zaostrzonych biegunów której

¹⁾ Praca przedstawiona przez A. Lityńskiego na posiedzeniu III Wyzd. T. N. W. w dniu 18 października 1923 r.

przytwierdzone są nasady skrzydeł bocznych. Oś podłużna rurki nie stanowi linii prostej, lecz wygina się ku grzbietowi i rurka dotyka poziomego podłoża tylko swojemi obydwoma końcami. Stosunki te występują wyraźnie na załączonych rys. 1, 2, 3 i 4 tablicy. Szerokość przedniego otworu rurki jest znacznie większa, niż średnica poprzecznego przekroju zwierzęcia, tak że larwa może się obrócić przodem ku tyłowi, nie wychodząc z rurki. Tylny otwór rurki jest zwykle zwężony.

Przez całą długość rurki, do obu jej boków, przytwierdzone są skrzydła boczne, nasady których przebiegają równolegle do osi podłużnej rurki, są zatem również wygięte ku grzbietowi. Jak widać na przekroju poprzecznym (rys. 4), od strony grzbietowej ścianka rurki bezpośrednio przechodzi w skrzydła boczne. Natomiast od strony brzusznej granica jest wyraźna.

Na przednim końcu domku oba skrzydła łączą się ze sobą i z grzbietową ścianką rurki o kilka milimetrów przed jej przednim otworem, tworząc rodzaj wypukłego daszka, przykrywającego od góry wysuniętą z rurki przednią część ciała zwierzęcia. Oglądane od góry, skrzydła boczne stopniowo zwężają się ku tyłowi, zwykle kończąc się ukośnym względem podłużnej osi domku brzegiem (rys. 1 i 2). W ten sposób, od grzbietu, domek ma postać wypukłej ku górze, zaokrąglonej z przodu i zwężonej stopniowo ku tyłowi tarczy. Umieszczając domek na czemś płaskim, grzbietem do góry, można się przekonać, iż dotyka on podłoża tylko w dwóch punktach: tylnym i przednim końcami rurki, zaś brzeg skrzydeł i daszka na całym ich przebiegu jest uniesiony ku górze (rys. 3 i 4). W warunkach naturalnych, larwa *Molanna* żyje na podłożu miękkim, na piasku, zwykle z dodatkiem pewnej ilości detritu, ustępującego pod ciężarem ciała chróścika. Wówczas najniżej leżące boki daszka dotykają gruntu, uniesiony zaś na przodzie jego brzeg tworzy rodzaj okienka, przez które chróścik może widzieć, co się przed nim dzieje. Również nieszczelnie przylegają do gruntu brzegi obu skrzydeł bocznych, pozostawiając z obu stron ciała wąską szparę podłużną.

Struktura domku jest bardzo charakterystyczna. Zarówno ścianki rurki, jak skrzydła boczne lub daszek, wszędzie składają się z jednej tylko warstwy ziarenek, które nigdzie nie zachodzą na siebie. Ten ostatni szczegół dotyczy zresztą tylko ziarenek niewielkich. Większe kawałki, zwłaszcza płaskie, niekiedy przy-

krywają się wzajemnie (por. rys. 18). Zewnętrzna powierzchnia domku jest nierówna i chropowata, gdyż ziarenka mogą być bardzo różnej wielkości. Jednak od wewnątrz powierzchnia rurki jest zupełnie gładka.

Cała brzuszna ścianka rurki składa się z ziarenek drobniejszych i staranniej dobranych, niż inne części domku. Stosunki ilościowe widoczne są z tabelki I. Dla 10 domków naturalnych, znalezionych w jeziorze, wymierzyłem za pomocą mikrometru

TABELKA I.

Zestawienie przeciętnych wymiarów ziarenek w domkach naturalnych.

№	Wymiary domku			Wymiary ziarenek				W a h a n i a			
	Długość	Szerokość rurki		Strona grzbietowa		Strona brzuszna		Strona grzbietowa		Strona brzuszna	
		Przód	Tył	Przód	Tył	Przód	Tył	Przód	Tył	Przód	Tył
1	21.8	4.4	2.1	1.93	1.27	0.72	0.53	5.6	2.3	2.6	3.0
2	20.4	5.3	3.0	0.94	1.34	0.53	0.43	2.1	5.1	1.3	2.0
3	17.9	3.9	2.8	1.13	0.69	0.50	0.35	5.3	4.4	2.5	4.6
4	17.6	3.8	2.5	1.03	0.63	0.42	0.32	3.8	5.7	3.5	1.6
5	17.5	3.0	2.4	0.99	0.78	0.53	0.33	5.3	3.6	7.0	8.0
6	15.4	3.0	2.1	1.27	0.85	0.46	0.35	3.6	4.2	2.5	4.3
7	12.0	3.0	1.7	0.78	0.60	0.35	0.32	3.8	2.5	2.6	3.2
8	11.2	2.4	1.7	1.03	0.97	0.31	0.27	3.4	5.0	3.8	2.8
9	10.5	2.3	1.5	0.92	0.83	0.34	0.28	4.8	2.8	4.8	2.6
10	7.4	1.5	1.0	1.08	0.61	0.27	0.23	4.2	5.0	1.7	4.7
	Przeciętna . .			1.11	0.86	0.44	0.34	4.2	4.1	3.2	3.7

okularowego wielkość 10 ziarenek przedniej i tylnej części ścianki rurki od strony brzusznej i grzbietowej. Rubryka wymiarów ziarenek zawiera liczby, z których każda jest przeciętną z 10 ziarenek. W rubryce wahań podaję każdorazowo, ile razy największe z 10 ziarenek danego punktu domku jest większe od najmniejszego. Wszystkie wymiary podane są w milimetrach.

Z tabelki widzimy odrazu, że niezależnie od wielkości domku, strona brzuszna posiada ziarenka drobniejsze. Naogół, choć nie zawsze, wielkość ziarenek zarówno brzusznej, jak i grzbietowej strony ciała, spada od przodu ku tyłowi. Jak wskazują liczby przeciętne, wahania wielkości ziarenek większe są od grzbietu, niż od strony brzusznej, na tej ostatniej zatem są ziarenka staranniej dobrane. Pod tym względem zresztą stosunki są bardzo zmienne i skala wahań, przy zbliżonych rozmiarach samego domku, może być bardzo niejednakowa. Chróścik № 2 posiadał

od strony brzusznej bardzo jednostajnie dobrane ziarenka, chróścik zaś № 5 wykazał olbrzymie stosunkowo wahania. Wszystkie larwy pochodziły z jednego i tego samego miejsca jeziora, zostały zebrane na przestrzeni zaledwie kilku metrów kwadratowych. Materiał wszystkich domków jest ten sam. Pozostaje zatem przypisać zmienną skalę wahań zmiennej indywidualności larw. Postaram się później (str. 39) wyjaśnić, jak to pojmuję. Fakt zmienności nie uszedł uwagi *Wesenberg Lunda*, który wspomina o strukturze domku *Molanna*: „nicht immer ist die Mosaikarbeit gleich schön“ (№ 11 spisu literatury, str. 602).

Odnośnie sposobu spajania ziarenek podaje tenże autor, iż w ściance rurki ziarenka są złączone za pomocą gęstej sieci nitek, wyściełających rurkę od wewnątrz, zaś w okolicach daszku po prostu scementowane brunatną masą klejącą, nie zaś spójone przędzą. „Das Tier hat die klebende Masse an den Seiten der Körner angebracht, und als sie noch zäh war, ein neues Steinchen eingefügt“ (ibid. str. 602). Sądzę, iż wspomniany badacz obserwował tylko domki piaskowe, na których przebieg nici jest mało wyraźny. Do przędzy, sklejującej ziarenka, przylepiają się niezmiernie drobne cząsteczki detritu roślinnego, co razem istotnie robi wrażenie jednostajnego brunatnego kitu. Nici można jednak uwydatnić, zmuszając chróścika podanym poniżej sposobem do budowania domku z tłuczonej porcelany i zabarwiając go pikrokarminem. Przy górnym oświetleniu, intensywnie czerwone nici odbijają wówczas bardzo wyraźnie od białego tła. Na sporządzonych w ten sposób preparatach mogłem stwierdzić, że zgodnie z obserwacją *Wesenberg Lunda*, ścianka rurki, zwłaszcza jej część brzuszna, od wewnątrz wytapetowana jest gęstą siatką pogmatwanych nici, nie tylko łączących ziarenka pomiędzy sobą, ale także i pokrywających całą ich powierzchnię (rys. 7). Rurkę *Molanna* można uważać za futerał z gęstej przędzy, do którego od zewnątrz przymocowane są ziarenka. Ale ziarenka, wchodzące w skład daszka, również sklezione są wyłącznie za pomocą przędzy. Tu nici służą tylko do spajania i przytwierdzane są w pobliżu brzegów sąsiadujących ze sobą odłamków porcelany (rys. 6). Drobne szparki, pozostałe pomiędzy składowymi częściami domku, są przy tem powleczone szeregiem krzyżujących się mostków. Przebieg nici jest zawily, z układu ich można jednak sądzić, iż każde dwa sąsiednie kawałki złą-

czone są jedną ciągłą nicią, wielokrotnie przymocowaną do obu ziarenek. Jak wykazał Lucas i jak to doskonale widać na preparatach, stosownie do podwójnego otworu gruczołów przędnych, każda nić jest podwójna. Oba składniki nici często są prawie zlane ze sobą, nieraz jednak są od siebie odległe o kilka grubości nici, zawsze przebiegając dość ściśle równolegle. Grubość nici ulega znacznym wahaniom i nie udało mi się wykryć tu jakiegokolwiek prawidłowości. Wydzielina gruczołu przędnego prawdopodobnie nie odrazu krzepnie w wodzie, pozostając lepka przez czas jakiś. W ten sposób możnaby wytłumaczyć fakt częstego zlewania się sąsiednich nici po kilka w jednorodną masę, co sprawia wrażenie rozgałęzień.

Jak to oddawna już wiadomo dla innych chróścików, larwy *Molanna* można zmusić do budowania domku niemal z każdego dowolnego materiału. Warunkiem jest tylko, aby materiał ten był nierozpuszczalny w wodzie, oraz aby był dostatecznie rozdrobniony. Chróścik wywiązuje się ze swego zadania, nawet jeśli podany mu materiał, pod względem swoich własności fizycznych, bardzo się różni od wszystkiego, z czym się mógł zetknąć w przyrodzie. W szczególności używałem piasku bardzo drobnego (ziarenka poniżej 0.3 mm.), tłuczonych skorup jajowych, okruchów cegły, tłuczonej porcelany, kawałeczków cienkiego drutu żelaznego (grubości 0.12 mm.), blaszek fotoksyliny tak cienkich, że aż dających barwy tężowe, wreszcie kawałków papieru różnej wielkości i formy. We wszystkich przypadkach został zbudowany domek o typowym wyglądzie ogólnym, aczkolwiek chróścik w niektórych szczegółach musiał zmodyfikować sposób budowania, dostosowując go do jakości materiału.

Proces budowania, opisany w głównych zarysach przez Marshalla i Vorhiesę dla larwy *Platyphylax*, również o domku piaskowym, jest naogół stosowany i przez *Molanna*, choć zachodzą tu pewne odchylenia. Aby obserwować działalność chróścika, należy go wyjąć z domku, co się da łatwo skutecznie przez ostrożne wypchnięcie zwierzątka tępą igłą, wprowadzoną przez tylny otwór rurki. Chróścik zostaje następnie umieszczony w niewielkim krystalizatorce na odpowiednim podłożu. Jeśli naczynie zawiera kilka osobników, pozbawionych domków, to larwy, brodząc po dnie, napadają na siebie wzajem i przez długi czas przeszkadzają sobie w robocie. W przeciwieństwie do obserwacji

Marshalla i Vorhiesa nad larwami *Platyphylax*, które przy tem nigdy nie robiły sobie krzywdy, *Molanna* okazały się bardziej drapieżne i jeśli tylko larwy były różnej wielkości, to regularnie większe pożerały mniejsze, zostawiając tylko głowę i dwa przednie pierścienie tułowia. O ile chróściki są w domkach, to nawet przy znacznej liczbie osobników na niewielkiej przestrzeni, nie widziałem, aby sobie szkodziły. Możliwe jednak, że larwy *Molanna* postępują, jak wiele innych chróścików, które przegryzają z boku domki mniejszych od siebie osobników i pożerają ich mieszkańców (p. Miall, 6, str. 242).

W praktyce najdogodniejsze się okazały tłuczone skorupy jajowe, które różnicowałem za pomocą dwu sитеk żelaznych, otrzymując ziarenka od 0.3 do 2 mm. średnicy. Jeśli dno naczyńia jest pokryte warstwą ziarenek paru milimetrów grubości, to chróścik rozpoczyna budowę od tego, iż się zakopuje. Odnóża przednie i środkowe energicznie odgarniają ziarenka ku tyłowi, larwa schyla głowę tak znacznie, że jej czoło (clypeus) przylega do dna, potem tułów, normalnie wygięty ku górze, wygina się jeszcze bardziej w kształcie podkowy i, stopniowo pograżając się w ziarenkach, chróścik w końcu leży na grzbiecie, zwracając głowę i tylną część odwłoku ku górze. Przy cienkiej warstwie ziarenek, grzbiet wówczas bezpośrednio przylega do szkła. Stan taki bywa osiągnięty po bardzo różnym czasie. Niekiedy chróściki całemi godzinami brodzą po dnie, próbując kopać w różnych punktach, ale porzucając robotę i puszczając się w dalszą wędrówkę. Niekiedy zaś, już po upływie paru minut zwierzę znikło pod ziarenkami. Lecz skoro larwa już zaczęła się zakopywać, potrzebuje zaledwie paru minut czasu, aby się pograżyć całkowicie.

W tem położeniu *Molanna* wykonywa szybkie ruchy głową, odnóżami i odwłokiem. Odwłok, wyginając się ku górze, popycha leżące w wygięciu ciała kawałki ku częściom paszczowym, odnóża przednie i środkowe nieustannie podają ziarenka ku głowie. Wreszcie głowa podnosi się i opuszcza, zwraca się na prawo i lewo, wciąż dotykając ziarenek wargą dolną, na której się mieszczą otwory obydwu gruczołów przednich. Już po kilku chwilach można widzieć, iż cienka przędma larwy skleila znaczną liczbę ziarenek w bezładną grudkę, leżącą w wygięciu ciała zwierzęcia i często większą od niego samego. Spojenie ziarenek

jest bardzo luźne, tak że podnosząc grudkę igłą preparacyjną z wody, nie unikniemy jej rozerwania na kilka części. Najczęściej grudka ta, którą będę nazywał grudką pierwotną, jest niewielka i zawiera tyle mniej więcej ziarenek, ile potrzeba na zbudowanie około połowy domku.

Grudka pierwotna nie należy do właściwej budowy. Służy ona jedynie za punkt oparcia. Chróścik rozpoczyna budowę domku, leżąc na grzbiecie pod zebraną masą odłamków, szczelnie przylegając do niej od dołu brzusznią stroną swego ciała i trzymając się jej obydwoma haczykami odwłoku. Przy wytwarzaniu grudki pierwotnej, ziarenka były popychane i chwywane ruchami odwłoku i odnóży bez widocznego porządku, po kilka naraz. Układ ich jest widoczny na rys. 5. Teraz zaś rozpoczyna się praca systematyczna. Ziarenka są chwywane za pomocą dwu przednich par odnóży, lub szczęk, gdy idzie o ziarenka mniejsze, zawsze po jednym, i staranniej, przy pomocy większej ilości przędzy, doklejane do innych. Chróścik buduje teraz rurkę, leżącą poziomo i przymocowaną swym przyszłym tylnym końcem do grudki pierwotnej, jako jej bezpośredni ciąg dalszy.

Nadzwyczaj ciekawe jest zachowanie się chróścika przy wyborze ziarenek. Skorupy jajowe są płaskie i zwierzątko zawsze układa je na płasko, nigdy sztorcem. Wprawdzie często można widzieć na zbudowanej już rurce kilka nieprawidłowo sterczących odłamków, dotykając ich jednak igłą preparacyjną, można się przekonać, iż nie należą one do właściwej budowli, tylko dostały się tam przypadkowo. Chwytając ziarenka, chróścik nieraz natrafi na takie, które przedtem jeszcze było przyklejone niemi do grudki pierwotnej. Ziarenko to zostanie wmurowane lege artis, ale pociągnie za sobą parę innych, na które larwa nie zwraca uwagi. Te dodatkowe ziarenka odpadną później same przy ruchach zwierzęcia.

Chróścik w każdym momencie budowania ma niełatwe zadanie złączenia krawędziami dwu płaskich odłamków, aby stanowiły one jedną płaszczyznę, nie zachodząc na siebie wzajem i tworząc konstrukcję sztywną. Zadanie to zostaje rozwiązane w ten sposób, iż larwa, trzymając odłamek czterema przednimi odnóżami, przyciska go szczelnie do innych, poczem dotyka wargą dolną kolejno brzegów trzymanego kawałka i kawałków sąsiednich, już umocowanych. Wydzielina gruczołów przednich

tworzy przytem podobiznę zygzakowatego szwu (rys. 6). Krawędzie sąsiadujących z sobą odłamków zwykle niezupełnie dokładnie pasują do siebie, ale jak to można widzieć na rys. 15 i 16, każde ziarenko dotyka innych conajmniej w trzech punktach, co gwarantuje sztywność całej budowli.

Dobór ziarenek przy budowaniu domku musi odpowiadać określonym wymaganiom. Przy zachowaniu sztywności konstrukcji, krawędzie odłamków sąsiednich powinny jaknajszczelniej do siebie pasować, zostawiając możliwie małe okienka, przytem musi być zachowana typowa forma rurki z jej wygięciem, wreszcie ziarenka strony brzusznej rurki muszą być drobniejsze. Rzecz jasna, iż w każdym poszczególnym stadium budowania chróścik musi dokonać wyboru ziarenka odpowiedniego z pośród wielkiej masy najróżnorodniejszych odłamków, leżących dookoła. Zachowanie się zwierzęcia najzupełniej potwierdza ten wniosek. Chróścik wysuwa ciało naprzód, trzymając się haczykami odwłoku grudki pierwotnej, i szybko przebiera kończynami wśród ziarenek. Jedno z nich zostało pochwycone. Odnóża obracają go w płaszczyźnie odłamka, szczęki zaś dotykają krawędzi ze wszystkich stron. Sądziłem pierwotnie, iż chróścik powleka krawędź masą klejącą, jak to przypuszczał *Wesenberg Lund*. Jednak odbierając chróścikowi w tym momencie odłamek i zabarwiając go pikrokarminem, nigdy nie dostrzegłem na nim żadnych nici. Może idzie tu o oczyszczenie krawędzi. Po chwili kawałek jest wyraźnie rzucony. Odnóża zaprzestają swych ruchów, rozsuwają się i kawałek pada na dno, poczem larwa zwraca się w inną stronę, przebierając pomiędzy ziarenkami i chwytając inny kawałek, który zostanie poddany tym samym manipulacjom. Po odrzuceniu kilku kawałków, niekiedy 5 lub 6, wreszcie jeden zostaje zatrzymany. Larwa cofa się, trzymając odłamek w 4 przednich odnóżach, poczem zaczyna się przymierzanie. Odłamek zostaje przyłożony do jakiegoś punktu brzegu budującej się rurki, obrócony kilkakrotnie, przeniesiony w inne miejsce, znów obrócony, co się może powtórzyć 3—4 razy w różnych punktach brzegu, wreszcie chróścik przytrzymuje go nieruchomo i zaczyna się „szycie“. Gdy „szew“ został zrobiony i kawałek unieruchomiony, *Molanna* w ten sam sposób wybiera inny odłamek i t. d. Obserwując przez lupę ruchy zwierzęcia, często bardzo udawało

mi się przewidzieć, w jakim położeniu trzymane w odnóżach ziarenko zostanie doklejone do innych. Larwa nie jest idealnym murarzem i nieraz odłamek możnaby umieścić racjonalniej, niż ona to czyni, ale w większości przypadków człowiek, mając do rozporządzenia ten sam materiał, nie zrobiłby tego lepiej. Co zostaje dobierane przy chwytaniu ziarenek, czy ich wielkość, czy też kształt, kwestję tę postaram się wyświetlić później (str. 14).

Przez cały czas budowania rurki, chróścik coraz to się obraca dookoła swej osi podłużnej, doklejając ziarenka jednako na grzbietowej, jak na brzusznej lub bocznych ściankach rurki. Wkrótce też rurka, łącznie z grudką pierwotną, staje się dłuższa od ciała zwierzęcia. Po osiągnięciu pewnej wielkości rurki, budowa jej strony brzusznej ulega przerwaniu, natomiast postępuje dalej strona grzbietowa, jednocześnie zaś rurka ulega nieznacznemu rozszerzeniu na przodzie. Ta faza procesu budowania uwidoczniła jest na rys. 5, na którym widzimy grudkę pierwotną, odznaczającą się nieprawidłowym układem ziarenek, wykończoną rurkę, oraz średnią część przyszłego daszka.

Teraz następuje moment charakterystyczny. Nie ukazując się wcale nazewnątrz rurki, larwa się odwraca przodem ku tyłowi. Jak już wspominałem, rurka jest o tyle szeroka, że mieści w sobie larwę, złożoną podwójnie. Po odwróceniu, głowa zwierzęcia przylega do dna rurki, zamkniętej od tyłu grudką pierwotną. Przytrzymując odnóżami ściankę rurki, chróścik chwytając szczękami jedno z ziarenek, wchodzących w jej skład, i podnosząc głowę, oddziera go od innych. W ten sam sposób zostaje oderwane parę ziarenek sąsiednich, poczem, wsuwając szczęki w utworzoną szparę, zwierzę systematycznie odrywa grudkę pierwotną wraz z jednym lub dwoma rzędami ziarenek, stanowiących nasadę rurki, od reszty budowli. Po kilku chwilach bezużyteczna już grudka pierwotna odpada, pozostawiając szeroki otwór w tylnym końcu rurki i chróścik ponownie się odwraca, zajmując położenie normalne.

Obecnie w budowaniu następuje przerwa, trwająca nieraz dni kilka. O ile jako materiał użyte zostały blaszki fotoksyliny, przezroczysta rurka pozwala zaobserwować zachowanie się chróścika. Myślałem początkowo, iż larwa zużywa tę przerwę na

ostateczne wytapetowanie domku od wewnątrz. Jednak chróścik pozostaje nieruchomy i nie powraca do tego, co już zostało zrobione. Dopiero po dłuższym czasie robota rozpoczyna się na nowo, postępując bardzo powoli. Do rurki zostają doklejone stopniowo skrzydła boczne, budowa których postępuje od przodu ku tyłowi i odbywa się według opisanego już szematu. Chróścik wysuwa się z rurki, trzymając się haczykami odwłoku przedzą, wyścielającej rurkę od wewnątrz, wygina ciało w bok i ku tyłowi i dokleja ziarenka z obu stron. Budowa obu skrzydeł postępuje równomiernie. W przeważnej liczbie przypadków skrzydła nie są dobudowane do końca, zwłaszcza w tylnej części rurki. Często się zdarza, że daszek i skrzydła są zbudowane normalnie na przodzie, ale skrzydła bardzo raptownie zwężają się ku tyłowi i tylna część rurki jest ich całkowicie pozbawiona (por. rys. 11). Myślę, iż przyczyna tej niezupełności budowy jest poniekąd natury mechanicznej. Podczas budowania chróścik nigdy całkowicie nie opuszcza rurki, pozostając przymocowany do jej wnętrza czepnymi haczykami odwłoku. Aby osiągnąć tyłu domku, chróścik musi się całkowicie przegiąć ku tyłowi, wyciągając jednocześnie ciało do maximum. Widziałem niejednokrotnie, jak tej sztuki dokazywał, ale był zmuszony przytem trzymać się odnóżami powierzchni rurki, gdyż w przeciwnym razie elastyczność ciała pociągała go ku przodowi. Pozycja więc jest dla budowania bardzo niewygodna i chróścik posiada inne sposoby, aby domek uzupełnić. Na zasadzie faktów, podanych poniżej, można przypuszczać, iż raczej dobudowuje on domek ku przodowi i odrywa tylną część obecnie nadmiernie długiej rurki.

Powstaje pytanie, dlaczegoż więc domki naturalne zawsze posiadają skrzydła, dobudowane do końca? Okoliczność ta wiąże się z problematem zwiększania się domku wraz ze wzrostem ciała. Wesenberg Lund podaje dla *Goëra* (11 str. 587), iż tylna część domku dorosłej larwy odpowiada całemu domkowi larwy młodej, czyli w miarę wzrostu, larwa dobudowuje tylko odpowiednio domek ku przodowi. Jak możemy się przekonać z tabelki I, *Molanna* postępuje raczej jak wiele innych chróścików, nie tylko dobudowując ku przodowi, ale i odrywając część tylną. Wielkość ziarenek brzusznej ścianki rurki spada dość regularnie wraz ze spadkiem długości domku. Im młodsza jest larwa, tem drobniejszych ziarenek używa do budowy rurki. Otóż ziarenka

tylnej części brzusznej ścianki rurki chróścika № 1 są prawie dwukrotnie większe od ziarenek przodu chróścika № 10. Nie może zatem być mowy, aby tylne części domków wszystkich larw sobie wzajemnie odpowiadały, jak musiałyby być, gdyby pogląd *Wesenberg* *Lunda* był słuszny i odnośnie *Molanna*. Widzimy zresztą, iż szerokość tylnego końca rurki spada mniej więcej proporcjonalnie do spadku długości domku. Stosunki ilościowe, dotyczące wielkości ziarenek, najzupełniej przemawiają za tem, iż w miarę wzrostu larwy, tylna część rurki zostaje oderwana. We wszystkich domkach, przeciętna średnica ziarenek jest prostą funkcją średnicy rurki w odpowiednim punkcie. Tył rurki larwy № 2 ma 3 mm średnicy przy przeciętnej wielkości ziarenek 0.43 mm. Tę samą średnicę 3 mm posiadają przody rurek larw №№ 5, 6 i 7, przy odpowiednich wielkościach ziarenek 0.53, 0.46 i 0.35, co daje przeciętnie 0.45 mm. Liczba ta jest najzupełniej zgodna z poprzednią i domek № 2 jest jakby przedłużeniem ku przodowi domków №№ 5, 6 i 7. Podobnie domek № 5 ma tył rurki o 2.4 mm średnicy przy wielkości ziarenek 0.33, domek zaś № 8 ma przód o tej samej średnicy 2.4 mm i przeciętna wielkość ziarenek wynosi 0.31. Chróścik № 9: tył rurki 1.5 mm, ziarenka 0.28, № 10 przód rurki również 1.5 i ziarenka 0.27. Więc istotnie wyniki zgodnie przemawiają za tem, iż chróścik odrywa tylną część domku w miarę wzrostu.

W tym przypadku rozumiemy, dlaczego domki naturalne chróścików posiadają skrzydła, dochodzące aż do tyłu rurki, pomimo niedogodnej pozycji zwierzęcia przy ich budowaniu. Jak wyglądają domki *Molanna* zupełnie młodych, nie wiem, ale skłonny jestem przypuścić, iż posiadają one skrzydła niezupełnie doprowadzone do tylnego końca. Tak przynajmniej wyglądają domki, mające długość 5—6 mm. Później chróścik dobudowuje domek ku przodowi, konstruując jednocześnie skrzydła boczne od przodu ku tyłowi, jak daleko może sięgnąć. Gdy po pewnym czasie tylna część rurki, pozbawiona skrzydeł, zostaje oderwana, otrzymamy domek z całkowicie wykształconemi skrzydłami.

Opisany tu sposób budowania ulega niekiedy różnym modyfikacjom, zależnie od warunków. Czas trwania budowy, od chwili wyjęcia chróścika z domku do zakończenia rurki i oderwania grudki pierwotnej waha się w bardzo szerokich granicach. Niekiedy rurka jest ukończona już po upływie godziny, niekiedy

zaś potrzeba na to kilkunastu godzin. Czasem grudka pierwotna jest olbrzymiej wielkości, przewyższając 2 lub 3 razy objętość ciała zwierzęcia, czasem zaś składa się zaledwie z kilkudziesięciu ziarenek. Najczęściej grudka pierwotna jest masą luźno związanych ziarenek, pod którymi umieszcza się larwa, ale nieraz tworzy rodzaj pierścienia, przez który przewleczone jest ciało chróscika.

Ciekawym modyfikacjom ulega metoda budowania przy zmienionych nieco warunkach. Marshall i Vorhies podają, iż larwa *Platyphylax* na początku budowy brodzi po dnie naczynia, znosząc szczękami ziarenka w jedno miejsce, i sklejjając je w grudkę pierwotną. Coś podobnego czyni również *Mollanna*, jeśli jej podać tak mało ziarenek, aby nie przykryły one całej powierzchni dna. O zakopywaniu się w tych warunkach nie może oczywiście być mowy. *Mollanna* nie może również znosić ziarenek w jedno miejsce, gdyż po opuszczeniu go, nie potrafiłaby doń trafić z powrotem. Widziałem wprawdzie nieraz, iż chróscik ciągnie za sobą nitkę, jednak w ogromnej większości przypadków tego nie czyni. Przy małej liczbie ziarenek budowa trwa znacznie dłużej, gdyż larwa przez długi czas robi nieudane próby zakopania się. Jeśli ziarenka są rozrzucone po całym naczyniu, to chróscik nigdy nie robi z nich jednej grudki pierwotnej. Chodząc po dnie we wszystkich kierunkach, zwierzę w wielu miejscach próbuje rozpocząć robotę zwykłym sposobem, zgarniając kończynami i sklejjając ziarenka, wkrótce atoli materiału braknie, *Mollanna* porzuca rozpoczętą budowę i wędruje dalej, aby w innym miejscu rozpocząć to samo na nowo i porzucić robotę z kolei. W końcu widzimy w naczyniu kilka niezależnych od siebie grudek, pomiędzy którymi pozostało niewiele tylko rozrzuconych luźnych ziarenek. Wreszcie po długich wędrowkach i próbach, larwa zatrzymuje się przy jednej z grudek, przedostaje się pomiędzy ziarenka i dno naczynia i, leżąc na grzbiecie, zwykłym sposobem zabiera się do budowy rurki. W warunkach normalnych chróscik ma teraz do rozporządzenia wolne ziarenka, leżące obficie dookoła. Tym razem usuwam wszystkie ziarenka z otoczenia grudki pierwotnej, tak że larwa, wyciągając się i wyginając we wszystkie strony w poszukiwaniu materiału budulcowego, natrafia tylko na szkło. Już po niewielu próbach chróscik zaczyna zużytkowywać ziarenka, wchodzące w skład grudki pier-

wotnej, czego normalnie nigdy nie robi. Każdy odłamek zostaje pochwycony szczękami (normalnie odnóżami!), nieraz z dużym wysiłkiem oderwany od ogólnej masy i przyklejony do innych, stanowiących razem ściankę przyszłej rurki. W miarę jak postępuje robota, ziarenek w grudce wciąż ubywa, rurka zaś się wydłuża (rys. 12 i 13). Ostatecznie wszystkie prawie ziarenka grudki pierwotnej zostały zużyte, poza temi zresztą, które wysunęły się przy odrywaniu i upadły zbyt daleko, oraz poza temi, które pozostały wzdłuż bocznych ścian rurki, po kilkanaście kawałków z każdej stony. W tem stadium robota się urywa. Jest jednak zastanowienia godne, że chróścik zużytkował przy tem dno naczynia, jako brzuszną ściankę rurki. Rurka więc w całej swej długości jest przerwana na stronie brzusznej i obie jej wolne krawędzie są solidnie przytwierdzone niemi do szkła! Jeśli budowa odbywała się w pobliżu ścianki, to larwa robi jeszcze większą oszczędność na materiale, umieszczając się w kącie i zamurowując tylko od zewnątrz. W nieruchomym domku chróścik pozostaje przez kilka dni, nie wykazując żadnych znaków życia. Po upływie 3—4 dni decyduje się wreszcie na opuszczenie swego schroniska. Jeśli jednak larwie, przytwierdzonej domkiem do dna, dać nowych ziarenek, to natychmiast rozpoczyna się zwykła robota. Chróścik znanym już sposobem dobudowuje ku przodowi daszek, ale daszek ten jest teraz prostopadły do dna naczynia, dotykając go boczną krawędzią, która nie jest już przytwierdzona do szkła. Po ukończeniu tej roboty, larwa umieszcza się w połowicznym domku bokiem, symetrycznie względem nowego daszka i znowu wpada w odrętwienie. Domek taki dopiero wraz ze swem odbiciem lustrzanem stanowi domek całkowity. W wielu przypadkach przebieg budowania po podaniu świeżej porcji ziarenek jest inny. Nie udało mi się prześledzić, w jaki sposób z przyklejonej do dna niezupełnej rurki powstaje domek normalny, tyle tylko wiem, że często na drugi dzień znajdowałem w naczyniu kompletny domek, z którym larwa wędruje po całym dnie.

Jeśli uwzględnimy jeszcze tę okoliczność, iż w przyrodzie *Molanna* nigdy nie znajdzie się w tem położeniu, aby jej zbrakło materiału budulcowego, pozostanie nam tylko podziwiać plastyczność instynktu.

Nie mniejszym modyfikacjom ulega metoda pracy w zależności od materiału. Chodzi mi przede wszystkim o szczelność

spojenia ziarenek, oraz o stosunkową wielkość pozostałych pomiędzy nimi szpar i okienek. Jak mówiłem już przedtem, domek chróścika składa się z jednej tylko warstwy ziarenek. Gdy materiałem służy piasek, najczęściej ziarna kwarcu, zaokrąglone przez tarcie wzajemne, z natury rzeczy spojenie nie może być szczelne, gdyż pomiędzy ziarenkami muszą pozostać trójkątne okienka, powleczone gęstą siecią nici (rys. 14). Dokładniejsze jest złączenie przy użyciu tłuczonych skorup jajowych. Jak widzimy na rys. 15, przy danej formie kawałków, trudno byłoby ułożyć je szczelniej. Niekiedy dobór sąsiadujących ze sobą krawędzi jest nadzwyczaj dokładny i drobne nierówności pasują do siebie jaknajściślej. Nie sądzę, aby chróścik, chwytając ziarenko, powodował się przy wyborze jego kształtem, choć stałe obmacywanie krawędzi szczękami mogłoby nasunąć to przypuszczenie. Raczej dobierana jest tylko wielkość. Grzbietowa ścianka domku na rys. 8 ma naogół bardzo jednostajnie dobrane ziarenka, co świadczy o wyborze. Ale wybór kształtu staje się mało prawdopodobny, gdy spojrzymy na rys. 1 i 2. Domki naturalne zwykle składają się z elementów najróżnorodniejszego kształtu. Gdy mieszałem piasek rzeczny z porcelaną tłuczoną, oba składniki mieszaniny różnicowane za pomocą tych samych dwóch sitek, to zawartość obydwu materiałów w ściankach domku odpowiadała ich względnej zawartości w mieszaninie. Tymczasem ziarenka piasku były zawsze zaokrąglone, zaś odłamki porcelany kanciaste, o ostrych nierównych krawędziach. Z mieszaniny okrągłych i kwadratowych kawałków papieru, chróścik zbudował domek, zawierający obydwa składniki jednakowo (rys. 18). Nie widzę więc możliwości przypuszczać, aby kształt ziarenek odgrywał przy ich wyborze jakąkolwiek rolę. Co innego, gdy idzie o przytwierdzenie ziarenka. Opisane poprzednio obracanie i przymierzanie pochwycionych ziarenek najwyraźniej wskazuje na wybór najdogodniejszego ich ulokowania.

Kawałki drutu pod względem szczelności spajania stanowią materiał dogodniejszy, niż piasek lub skorupy jajowe, ze względu na swą jednostajną powierzchnię. Ze sposobu połączenia kawałków na rys. 16 możemy wnioskować, iż gdyby kawałki te były zupełnie proste, szczelność ich złączenia byłaby bez zarzutu. Zasługuje na podkreślenie charakterystyczne poprzeczne położenie kawałków drutu odnośnie podłużnej osi domku. Fakt ten jest

zresztą znany dla *Molanna*. Według Ulmera (10 str. 240), domki *Molanna* niekiedy są zbudowane z podłużnych kawałków roślinnych, których położenie jest wówczas poprzeczne.

Największą szczelność osiąga chróścik, budując domek z odłamków cegły (rys. 17). Tu szpary i okienka pomiędzy ziarenkami są minimalnej wielkości i ścisłość dopasowania krawędz-naprawdę zadziwiająca. Tłumaczę to sobie dwojako. Do pewnego przynajmniej stopnia może to być złudzenie optyczne. Kawałki cegły odznaczają się bardzo nierówną porowatą powierzchnią. Ponieważ domek od wewnątrz jest zupełnie gładki, ziarenka zaś mogą być różnej wielkości (0.3 do 2 mm), przeto w różnym bardzo stopniu wystają one ponad powierzchnię domku i, widziane od góry, mogą częściowo przykrywać się wzajemnie, co sprawia złudzenie szczelności. Istnieje jednak inna, ważniejsza okoliczność. Chróścik w przypadku cegły ma większą możność wyboru, gdyż odłamki mogą być obrócone we wszystkich trzech wymiarach, co bardzo ułatwia odnalezienie pożądanej powierzchni. Ziarenka piasku są zaokrąglone i ich obracanie zawsze da powierzchnię mniej więcej podobną. Skorupy jajowe zawsze leżą w domku na płasko, zatem są obracane przez larwę tylko w dwóch wymiarach. Dlatego też ze względu na szczelność budowli, odłamki cegły są materiałem bardzo dogodnym.

Gdy chróścik otrzymuje jako materiał kawałki papieru, sposób budowania ulega pewnej zmianie. Używałem do doświadczeń zwykłego papieru kancelaryjnego, w postaci krążków o średnicy 4.3 mm oraz kwadratów o tej samej długości boku. Kawałki więc były stosunkowo bardzo duże. Chróścik porzuca swą zwykłą metodę i buduje domek tak, że kawałki zachodzą na siebie wzajem (rys. 18). Domek zachował przy tem swój typowy kształt ogólny, przy radykalnie zmienionej strukturze ścianek. Jeśli chróścikowi dać krążki grubego papieru rysunkowego o tej samej średnicy, to zostają one spojone krawędziami, nie zachodząc na siebie (rys. 19 i 20). Jednocześnie daje się zauważyć niespodziewana okoliczność. Krążki są tak duże, iż chróścik nie może zbudować z nich rurki normalnej wielkości. Średnica jednego krążka jest większa od przeciętnej średnicy rurki. Na rys. 19 i 20 widzimy, że domek został zbudowany z siedmiu tylko kawałków, które wszystkie razem są złączone ze sobą w sposób, wyrażający zasadę budowania, ale nie budowlę normalną, do

wykonania której zbrakło zwierzęciu środków. Daszek jest uformowany z dwóch tylko krążków, złączonych krawędziami i płaszczyzny których tworzą między sobą kąt rozwarty, zwrócony wklęsłością ku stronie brzusznej. Rurkę zastępuje jeden tylko krążek, umieszczony na środku brzusznej strony domku. Ale najzupełniej niespodziewanie pod krążkami papieru znajduje się prawidłowa rurka o dwóch otworach, mieszcząca w sobie ciało chróścika. Ścianka rurki zrobiona jest z białego włóknistego materiału, który się okazał mieszaniną gęstej przędzy zwierzęcia z włóknami, oddartymi z krążków papieru. Budowa trwała przez całą dobę, w ciągu której papier rozmiękł w wodzie i chwytając krążki szczękami, chróścik często oddzierał z nich pojedyncze włókna. Włókna te zostały następnie zużyte do budowy.

Fakt ten raz jeszcze przemawia za plastycznością instynktu budowania, który potrafi się dostosować do warunków zupełnie nowych.

Co się tyczy jednowarstwowości domku, to widzieliśmy przed chwilą w przypadku skrawków cienkiego papieru, iż larwa stosuje się do okoliczności i elementy składowe domku mogą częściowo przykrywać się wzajemnie, o ile tego wymagają względy konstrukcyjne. Przy bardzo dużych kawałkach papieru, jak na rys. 18, domek nie mógł być jednowarstwowy, gdyż rurka wielokrotnie przewyższyłaby swą średnicą średnicę rurki normalnej. Dlatego papierki zachodzą na siebie wzajem. Podobne stosunki obserwowałem przy użyciu blaszek fotoksyliny. Te ostatnie otrzymałem, nalewając roztworu fotoksyliny do krystalizatora, wysuszając go zupełnie, wreszcie krając pozostałą błonkę nożyczkami na drobne kawałki, które następnie różnicowałem za pomocą sitka. Zauważyłem przytem, że jeśli blaszki były bardzo cienkie, to zawsze zachodziły one na siebie wzajem, zaś z blaszek grubszych chróścik budował typowy domek jednowarstwowy. Wobec tego należy przypuścić, iż w przypadku kawałków cienkiego papieru nie tylko niemożliwość zbudowania domku o wymiarach dowolnych z kawałków zbyt dużych, ale i względy solidności konstrukcji zniewoliły larwę do porzucenia zwykłej swej metody budowania.

Przechodzę teraz do innej jeszcze modyfikacji metody budowania: do naprawy domków uszkodzonych. Postępowanie chróścika jest bardzo różne, zależnie od stopnia i sposobu uszko-

dzenia. Naogół, i to jest rzeczą ciekawą, naprawa domków zdaje się ulegać analogicznemu prawom, jakie są znane dla procesu regeneracji zwierząt.

Najprostszym przypadkiem jest naprawa daszka, odciętego przekrojem poprzecznym, tuż przed przednim otworem rurki. Dla obserwacji postępu naprawy domku, bardzo dogodnie jest operować ciemne domki naturalne i umieszczać następnie chróściki na podłożu z okruszków skorup jajowych. Białe „regenerat“ odbija wówczas bardzo wyraźnie od ciemnego domku. Po odcięciu daszka, chróścik zwyczajnie dokleja ziarenka do powierzchni uszkodzonej, zachowując mniej więcej normalne rozmiary i normalną konfigurację daszka. Ponieważ i normalnie daszek jest budowany w tym samym kierunku, a ponadto powierzchnia przekroju leży tuż przed głową larwy, więc naprawa nie sprawia żadnej trudności.

Inne zupełnie stosunki dają się zaobserwować przy odcięciu jednego skrzydła bocznego wraz z boczną częścią daszka. Jeśli przekrój uszkodził jednocześnie boczną ściankę rurki, to zazwyczaj chróścik, po dłuższym zresztą czasie, opuszcza domek i buduje sobie nowy. Przy rurce nieuszkodzonej nigdy nie widziałem, aby skrzydło zostało odbudowane całkowicie. Chróścik postępuje zupełnie inaczej. Zostaje mianowicie dobudowany kawałek domku ku przodowi, zarówno rurka, jak i daszek, chociaż przednia powierzchnia tych części wcale nie była uszkodzona. Przy tej operacji (rys. 21) zostaje jednocześnie odbudowana boczna część daszka, oraz sam przód skrzydła bocznego. Chróścik więc zachowuje się, jak przy normalnej budowie. Przez analogję z procesami regeneracyjnymi możemy powiedzieć, iż naprawa domku zachodzi w tym samym kierunku, w jakim postępuje normalny jego wzrost. Nie prowadzi ona do reperacji uszkodzenia, tylko do „regeneracji“ domku, jako całości. Po upływie dalszych kilku, niekiedy kilkunastu dni, *Molanna* stopniowo doprowadza domek do normy, dobudowując go dalej ku przodowi i odrywając część tylną, pozbawioną jednego skrzydła.

Bodźcem do naprawy nie jest tu sam fakt odcięcia skrzydła, względnie podrażnienia chróścika podczas operacji. Operacja nie uszkodziła chróścika i, jak się mogłem wielokrotnie przekonać, można go drażnić daleko silniej, niż przez proste odcięcie jednego skrzydła, nie wywołując żadnych zmian w domku, o ile

tylko sam domek nie został przy tem uszkodzony. Bodźcem służą raczej anormalne stosunki równowagi, odczuwane przez chróścika przy ruchach.

Ze względu na dalszą i głębszą analogię z procesami regeneracyjnymi jest rzeczą ciekawą, iż symetryczne odcięcie obu skrzydeł (rys. 22) nie prowadzi do naprawy. Zostają jedynie dobudowane boczne części daszka, zresztą w bardzo nieznacznym stopniu, zaś ani przód daszka, ani przednia część rurki nie wykazują żadnych zmian. Analogiczne stosunki znane są przy regeneracji, gdzie odrodzenie normalnej formy często zależne jest co do swej szybkości od stopnia zakłócenia normalnych stosunków symetrii zwierzęcia. Ilustracją może służyć praca v. U b i s c h a nad *Cloe diptera*. Autor ten wykazał, iż regeneracja następuje szybciej, jeśli kończyny zostały amputowane asymetrycznie.

Poprzeczne odcięcie tylnej części rurki wraz z kawałkiem skrzydeł (rys. 23) prowadzi do podobnych procesów, jakie widzieliśmy przy amputacji jednego skrzydła bocznego. Domek zostaje odpowiednio przedłużony ku przodowi, zarówno rurka, jak i daszek. Bardzo często przytem larwa zbiera koło tylnego otworu rurki nieprawidłową grudkę ziarenek, o charakterze grudki pierwotnej. Grudka ta jest dość luźno przymocowana do tyłu rurki. Jakie znaczenie posiadają te ziarenka, powiedzieć nie potrafie. W każdym razie przy tym typie operacji chróścik nigdy nie buduje rurki w kierunku ku tyłowi i zebrana grudka nie jest wstępem do tego rodzaju roboty.

Gdy zostaje odcięta cała tylna połowa domku, tak że larwa nie może się już schować całkowicie w rurce, to niekiedy naprawa postępuje w zwykły sposób, przez dobudowanie domku ku przodowi. Częściej jednak zachodzi zjawisko niespodziewane: odwrócenie biegunowości domku. Przypadek tego rodzaju podaję na rys. 24. Po upływie doby, chróścik zbudował ku tyłowi prawidłową rurkę, rozszerzoną na końcu w postaci zwykłego daszka. Pozycja zwierzęcia była normalna względem nowej rurki, ale odwrócona względem starego domku. Przez dwa dni larwa pełzała po dnie naczynia, wlokąc na sobie dziwaczną budowlę. Na trzeci dzień jednak znalazłem na dnie równo odciętą przednią część nowego daszka i larwę, zajmującą obecnie normalną pozycję przedoperacyjną (rys. 25). Cały proces sprawia wrażenie nieudanej próby i powrotu do normy po dwudniowym doświadczeniu.

Przypadek odmiennego nieco typu przedstawiony jest na rys 26 i 27. Tu również odcięta została tylna połowa domku. Początkowo chróścik dobudował ku przodowi rurkę i kawałek daszka. Po upływie doby atoli larwa odwróciła się w rurce i zbudowała na jej tylnym końcu prawidłowy daszek oraz dodała do ścianki rurki jeden rząd drobnych odłamków. W położeniu odwróconem chróścik pozostał przez czas dłuższy.

Nie posiadam dostatecznej ilości obserwacji w różnych warunkach, aby się kusić o interpretację tych faktów. Jedno tylko jest niewątpliwe, że przebieg procesu naprawy domku przez chróścika i przebieg regeneracji u zwierząt w wielu ważnych szczegółach podlegają tym samym zależnościom. Głębsze, zwłaszcza ilościowe zbadanie tej analogji może posiadać duże znaczenie biologiczne. Domek stanowi integralną część chróścika i wszelkie zakłócenie w jego proporcjach zostanie odczute przez zwierzę, pobudzając je do rozpoczęcia tych lub innych zabiegów. Gdyby analogja okazała się głębsza, naprawa domku mogłaby się stać dogodną metodą badania zjawisk regeneracyjnych.

Pozostaje mi wspomnieć o pokrewnej kategorii zjawisk: o użytkowywaniu przez chróścika domków gotowych. Jeśli wyjąć z domków kilka larw i wrzucić je wraz z domkami do naczynia z wodą, to po krótkim czasie wszystkie chróściki znikną w domkach. Czy larwa wejdzie z powrotem do własnego domku, czy też do obcego, jest rzeczą przypadku, oczywiście po za tem ograniczeniem, iż duży osobnik nie zmieści się w domku małym. Wiele razy robiłem podobne próby i mogę twierdzić, że larwy conajmniej tyle samo razy się mylą, ile razy odnajdują swe poprzednie mieszkanie. Interesujące jest zachowanie się chróścika, który się dostał do domku zbyt obszerne. Przez długi czas zwierzę pozostaje nieruchome, później jednak zaczyna pełzać. Widoczne są wyraźne wysiłki chróścika, który musi pokonywać nadmierny opór. Na drugi dzień regularnie znajdowałem, iż chróścik oderwał przednią część rurki (rys. 28), dostosowując jej długość do długości ciała. Po jeszcze dalszym dniu, lub dwóch, zostaje odgryziona przednia część daszka (rys. 29 i 30). Niekiedy powierzchnia przecięcia idzie krzywo względem osi podłużnej domku, najczęściej jednak otrzymuje się równo zaokrąglony daszek i domek wykazuje normalną konfigurację ogólną, lecz posiada zbyt szeroką rurkę.

Nadmienię jeszcze, iż *Wesenberg Lund* (13 str. 150) przytacza fotografię dwóch domków *Molanna* o nieproporcjonalnie krótkiej rurce, uważając je za objaw zmienności gatunkowej. Można przypuścić, iż chodziło tu o chróściki, które w jakiś sposób przedostały się do domków zbyt obszernych i odcięły przednią część rurki, jak na rys. 30. W przyrodzie tego rodzaju zjawiska nie powinny być zbyt rzadkie.

II. Odwracanie się larwy.

Wesenberg Lund (11 str. 603) pisze o larwie *Molanna*: „Legt man ein Tier auf den Rücken, vermag es sich nicht zu wenden“. Mowa oczywiście o larwie, wraz z domkiem odwróconej na grzbiet.

Obserwację tę muszę uznać za nieściśłą. Nie tylko *Molanna* potrafi się odwrócić, ale czyni to w sposób nader ciekawy i różnorodny. Chróścik ma co najmniej pięć różnych sposobów odwracania się, z których każdy w pewnych warunkach szybko doprowadza do celu. Przytem w zastosowaniu tych sposobów można zauważyć charakterystyczną kolejność.

1. Jeśli położyć larwę na grzbiecie, to już po paru minutach, gdy przeminie pierwsze podrażnienie, chróścik wysuwa się z rurki i rozpoczyna pierwsze próby. Trzymając się wnętrza rurki haczykami odwłoku, larwa, obrócona stroną brzuszną do góry, wysuwa z rurki 5 lub 6 pierścieni odwłoku, poczem przegina ciało pod kątem prostym względem osi podłużnej rurki, zawsze zwracając grzbiet ku dołowi. Następnie przód ciała, dotykający grzbietem uniesionego nad gruntem bocznego brzegu daszka, wygina się popod daszek, zwracając tym razem stroną brzuszną ku dołowi i cztery przednie kończyny wbijają się w grunt, starając się pograżyć jaknajgłębiej w ziarenkach. To położenie chróścika widoczne jest na rys. 31. Z rysunku wynika, iż jeśli kończyny pochwycą jakiś przedmiot nieruchomy, jednocześnie zaś ciało się wyprostuje, to domek zostanie narzucony na larwę, zajmując swe położenie normalne. Przy odpowiednim gruncie, cała operacja zajmuje najwyżej kilkanaście sekund. Na drobnym piasku jednak ziarenka usuwają się z pod kończyn i larwa, próbując wyprostować ciało i przyciągnąć domek, traci grunt pod nogami, nie osiągając celu. Wówczas stara się zara-

dzie złemu, wyginając ciało jeszcze bardziej i wciskając głowę wraz z tułowiem jaknajgłębiej pod daszek.

Opisany sposób stanowi zwykły typ zachowania się chróścika, który można obserwować w każdej chwili. Jeśli warstwa piasku jest dostatecznie gruba, jeśli grunt zawiera drobne kamyczki, lub też jeśli podstawić chróścikowi w momencie wygięcia się igłę preparacyjną, której mógłby się chwycić odnóżami, to, jak już powiedziałem, odwrócenie się jest kwestją niewielu sekund.

2. Ale teraz umieszczam larwę w krystalizatorze, na dnie którego leży bardzo cieniutka warstewka drobnego przesianego piasku, nie pokrywającego całej powierzchni dna. Po paru minutach chróścik przystępuje do zwykłych swych w podobnych przypadkach ruchów. Jednak ziarenka nie stawiają żadnego prawie oporu, odnóża ślizgają się po szkle i próby odwrócenia domku nie dają żadnych wyników. Domek lekko drga, ale nie rusza się z miejsca.

Po wielu próbach wyginania się w prawo i lewo, larwa znika w rurce i w ciągu kilku minut pozostaje bez ruchu. Po pewnym czasie chróścik nagle wysuwa głowę przez tylny otwór rurki. W domkach naturalnych tylny otwór często jest zwężony, gdyż zwykle przykrywa go parę ziarenek. W tych przypadkach chróścik odrywa szczękami przeszkadzające mu ziarenka i ostatecznie wysuwa się przez otwór tylny, zawsze pozostając w normalnej względem odwróconego domku pozycji, t. j. stroną brzusznią do góry. Z rurki wysuwa się kilka pierścieni odwłoku i larwa znowuż wygina ciało, starając się pochwycić grunt pod domkiem. Tym razem jednak sposób odwracania jest odmienny. Chróścik mianowicie wyciąga ciało w kierunku osi podłużnej rurki, bardzo nieznacznie tylko odchylając się w prawo lub lewo. Odwrócenie domku poprzednim sposobem, przez narzucenie go na siebie, byłoby teraz niemożliwe, gdyż larwa musiałaby postawić domek sztorcem do góry, co znacznie przechodzi jej siły. Podstawiając chróścikowi igłę preparacyjną, widzę, iż chwytając ją odnóżami, wysuwa się z domku jeszcze bardziej, odpychając tem samym domek od igły, nieznacznie przechyla się w bok, wreszcie szybko skręca ciało dookoła osi podłużnej, przerzucając domek przez krawędź skrzydła bocznego do położenia normalnego. Sposób więc jest najzupełniej racjonalny i szybko prowadzi do celu.

Posiada on ponadto tę zaletę, iż może być ulepszony. Często *Molanna*, wysuwając się z tylnego otworu rurki i podsadzając tułów pod domek, stara się wyprostować ciało ku górze, przy czem odwłok staje pionowo, unosząc dość wysoko tylny koniec domku w górę. Dopiero w tem położeniu zwierzę próbuje domek odwrócić. Jest to pewne udoskonalenie, gdyż teraz domek dotyka gruntu tylko średnią częścią daszka i potrzebny jest mniejszy wysiłek dla jego odwrócenia.

3. W warunkach, w jakich prowadzę obserwację, wszystkie modyfikacje pierwszego i drugiego sposobu rozbijają się o ten fakt, że nieliczne ziarenka drobnego piasku nie stawiają dostatecznego oporu i wszelkie próby kończą się jedynie nieznanymi wstrząśnieniami domku. Po kilku bezskutecznych próbach, larwa znowu znika w rurce, ukazując się wkrótce w położeniu normalnem, głową naprzód. Zostają ponowione próby zastosowania pierwszego sposobu, oczywiście bez skutku. Teraz chróścik chwytą się sposobu trzeciego. Wysuwając się z rurki, zaczyna szybko zgarniać odnóżami ziarenka piasku, sklejjąc je przędzą w okrągłą luźną grudkę. Po chwili grudka zostaje pochwycona, i trzymając ją odnóżami, larwa znowu podsadza się pod domek, jak to czyniła na początku, próbując narzucić domek na siebie. Sklejone ziarenka stawiają naturalnie znaczniejszy opór i jeśli tylko piasek nie był zbyt drobny, chróścik wkrótce się odwraca. Przytem ruchy zwierzęcia są najzupełniej przejrzyste. Od chwili, gdy odgadłem intencję chróścika, mogłem dokładnie przepowiedzieć jego zachowanie się. W razie niepowodzenia, chróścik skleja drugą i trzecią grudkę, próbując zastosować je w praktyce. Po chwili jeszcze raz znika w rurce i ukazuje się w jej tylnym otworze, ponawiając próby zastosowania sposobu drugiego. Bardzo często przytem natrafia na sklejjone grudki, i wówczas natychmiast ponawia próby odwrócenia. Nieraz domek drga tak silnie, że jeszcze jeden wysiłek, a byłby się odwrócił.

4. Sposób trzeci jest wyraźnie skuteczniejszy od innych, zawodzi jednak w podanych tu warunkach obserwacji. Ziarenka piasku są tak nieliczne, że chróścik nie może uformować z nich większej grudki. Po dłuższej chwili zostaje zastosowany czwarty sposób, który jest poniekąd jajem Kolumba. Chróścik znowu ukazuje się w tylnym otworze domku, ale tym razem w położe-

niu normalnem, grzbietem do góry. Wysuwając tułów z rurki, larwa z największym wysiłkiem, ustawicznie ślizgając się odnóżami po szkle, ciągnie za sobą domek na odległość kilku milimetrów. Przodem chróścik chodzić nie może, gdyż wysuwając się z rurki, stapałby po odwróconym daszku, a w każdym razie daszek bardzoby mu przeszkadzał. To też nie robi nawet prób w tym kierunku. Intencja zaś zwierzęcia przy przeciąganiu domku w inne miejsce i tym razem jest jasna. Skoro niema dookoła nic takiego, czego możnaby było się chwycić, należy poszukać trochę dalej. Obiektywnie zaś jest niewątpliwe, że w warunkach normalnych, przy różnorodnym składzie podłoża, sposób czwarty również doprowadzi do celu, gdyż ostatecznie larwa znajdzie jakiś punkt zaczepienia. Po ujściu kilku milimetrów, chróścik znowu stosuje naprzemian wszystkie poprzednie sposoby, próbując przez dłuższy czas, czy nowe miejsce nie okaże się dogodniejsze.

5. Teraz chróścik zaczyna wykonywać ruchy niezrozumiałe: odwraca się przodem i próbuje przegryźć ściankę skrzydła bocznego. Później chwyta szczękami boczną krawędź daszka i cofając się, zgina go ku przedniemu otworowi rurki. Po chwili daszek zostaje puszczony, elastycznością swą powracając do pozycji poprzedniej. Po kilku dość nieskoordynowanych próbach, larwa odrywa wreszcie niewielki kawałek skrzydła bocznego i, trzymając go mocno w kończynach, ponawia próby odwrócenia się sposobem pierwszym. Później zostaje oderwany i wyprobowany dalszy kawałek skrzydła, następnie przychodzi kolej na boczną część daszka. Zaczynam się domyślać, o co chodzi. Chróścik zamierza odciąć całe boczne skrzydło i część daszka, aby nie przeszkadzały w odwróceniu się. Istotnie, wszystkie kawałki zostały oderwane z jednej tylko strony i chróścik robi próby odwrócenia się właśnie przez krawędź uszkodzoną. Nie znaczy to, aby nie próbował również strony przeciwnej, jednak liczba prób na stronę uszkodzoną jest wyraźnie większa. Gdy nie pomaga sposób pierwszy, zostaje zastosowany drugi.

Przypadek sprawił, że i tym razem pomysłowość larwy nie dała pożądanego wyniku. Już po obcięciu skrzydła bocznego, podczas prób odwrócenia domku, gdy larwa trzymała w przednich kończynach grudkę sklejoną ziarenek piasku, grudka ta, spojona świeżą przedzą, przykleiła się do uszkodzonej bocznej

krawędzi domku i teraz przeszkadza w obróceniu się. Larwa zaczyna robić rzeczy bezsensowne. Odgryza np. przód daszka i, trzymając go w kończynach, uparcie próbuje sposobu pierwszego. Przyklejona grudka udaremnia wszystkie wysiłki. Ale po pewnym czasie przeszkoda zostaje dostrzeżona i oderwana. Ostatecznie, po sześciu godzinach nieustannej obserwacji widzę, iż chróścik wynurza się przez tylny otwór rurki, po kilku bezskutecznych próbach natrafia kończynami na grudkę ziarenek, wysuwa się jeszcze bardziej, wyprostowując odwłok pionowo ku górze i unosząc tylną część domku nad gruntem, nagle skręca ciało na stronę uszkodzoną domku i nareszcie odwraca go do położenia normalnego.

Zwracam uwagę, iż w tej ostatniej akcji zostały zmobilizowane wszystkie najskuteczniejsze metody odwracania. Cały bok domku został odcięty i nie stanowi przeszkody, larwa stosuje ulepszony sposób drugi oraz korzysta ze swojej poprzedniej roboty, ze sklejonych w grudkę ziarenek. Ten złączony wysiłek całej pomysłowości chróścika musiał ostatecznie doprowadzić do celu.

Nie zawsze proces odwracania się przebiega jednakowo, choć kolejność sposobów zostaje w przybliżeniu zachowana. Niektóre chróściki odwróciły domek już po paru godzinach, inne zaś po trzech dniach zmuszone były chwycić się sposobu szóstego, najradykałniejszego: wyszły z domku i zaczęły budować nowy. Przypadki ostatniego typu należą do rzadkich i wogóle zauważyłem, iż larwa wtedy tylko decyduje się na opuszczenie domku, gdy jest bliska śmierci, np. po włożeniu do alkoholu, w cuchnącej wodzie, w wodzie przegotowanej i t. d. Nieraz po trzech dniach nie znalazłem na dnie naczynia żadnych grudek piaskowych, a i domki pozostały nieuszkodzone, czyli sposoby trzeci i piąty wcale nie były stosowane. Różna jest również bardzo ruchliwość poszczególnych larw. Niektóre w ciągu kilku godzin czynią nieustanne usiłowania, coraz to zmieniając sposób działania, inne natomiast całymi godzinami, a niekiedy i dniami pozostają bez ruchu. Wobec zupełnej równości warunków zewnętrznych, różnicę tę wypadnie odnieść do ciemnej kategorii zjawisk, zwanych indywidualnością. Są chróściki bardziej i mniej ruchliwe, więcej lub mniej pomysłowe.

Trudno sobie wyobrazić, aby w swoim naturalnem otoczeniu larwa chróścika kiedykolwiek znalazła się w takim poło-

zeniu, jakie miała w naszych doświadczeniach. Chyba zostanie kiedyś rzucona falą na gładki kamień, lub na pustą skorupę małża. Jednak powierzchnia tych przedmiotów nigdy nie bywa tak gładka, jak szkło, i stosując sposób czwarty, chróścik zawsze o kilka centymetrów dalej znajdzie coś takiego, coby mu posłużyło za punkt oparcia. Nie wyobrażam sobie, aby w praktyce sztuczne stwarzanie takiego punktu oparcia drogą sklejaną ziarenek, albo odrywanie całego skrzydła bocznego kiedykolwiek mogły być potrzebne.

Odkładając wnioski teoretyczne na później, stwierdzam tylko, iż larwa *Molanna* osiąga swój cel nawet w takich warunkach, z jakimi nigdy się w przyrodzie nie stykała.

III. Przystosowanie domku do ruchu wody.

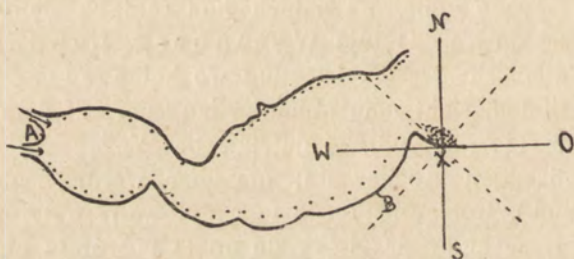
W literaturze istnieje utarty poniekąd pogląd, że domki *Molanna* są pięknym przykładem przystosowania do burzliwej wody. Pogląd ten, wypowiedziany przez *Wesenberg Lunda*, znajduje się również w doskonałej książce *Rousseau* o owadach wodnych, oraz powraca w świeżej pracy *Demela* nad fauną litoralu Wigierskiego.

Interesowało mnie, na jakich konkretnych danych twierdzenie to się opiera. Cytuję *Wesenberg Lunda*: „Selbst wo der Wellenschlag stark ist, und wo keine anderen Phryganeen sich finden, sieht man *Molanna* langsam auf dem Ufer umherkriechen“ (11 str. 603). I dalej: „Die Wellen schlagen über die schildförmigen Köcher hin; nie aber werden sie herumgeworfen“ (ibid.). Robiąc sztuczne fale, cytowany autor zauważył, iż chróściki szczelnie przyległy do dna i pozostały nieruchome. „Es versteht sich von selbst, dass die Bedeutung der grossen flügel förmigen Fortsätze des Köchers die ist, den Köcher abzuflachen, so dass die Tiere vom Wellenschlag nicht herumgeworfen werden können“ (ibid. str. 603). Podobnie pisze *Rousseau*: „Grâce à sa forme plate, le fourreau s'applique très étroitement au substrat et la larve peut aisément résister aux courants même rapides“ (8 str. 666). *Demel* wskazuje na *Molanna* jako na przykład „adaptacji do życia w wodach bieżących i burzliwych“ (1, str. 15), powołując się na argumenty *Wesenberg Lunda*.

Z cytatu tych można wysnuć trojaki dowód na korzyść

przystosowania domku do ruchu wody: 1) Dowód ekologiczny—*Molanna* mogą żyć w wodzie burzliwej. 2) Dowód morfologiczny—płaska forma domku zmniejsza opór. 3) Dowód eksperymentalny—przy sztucznym ruchu wody chróściki pozostają nieruchome.

Nie sądzę, aby wskazane dowody wyczerpywały kwestję ostatecznie. Przedewszystkiem z literatury można wnosić, iż *Molanna* jest stałym mieszkańcem wód stojących i spokojnych. Zdaniem Mc Lachlana (cytuję według Mialla, 7, str. 258) *Molanna* żyje w „still water“. Według Ulmera: „Die Larven leben am Boden stehender Gewässer (Teiche, Seen, Kanäle) mit sandigem oder schlammigem Untergrunde (Molanna)“ (10, str. 242). Według Rousseau: „Les larves de *Molanna* se rencontrent dans les eaux stagnantes, les mares et les étangs peu profonds, ainsi que dans les parties abritées des canaux ou des rivières à berges étalées et sablonneuses“ (9, str. 665). Tylko u Wesenberg Lunda znalazłem wskazówkę: „...beinahe alle (obengenannten Tiere) dem fliessenden Wasser: Bächen und Flüssen angehören“. I następnie: „Das gilt... für *Molanna*“ (11, str. 606).



Rys. A.
Rozmieszczenie *Molanna* w zachodnim rogu jeziora
Wigierskiego.

Moje własne obserwacje raczej przemawiają przeciwko opinii Wesenberg Lunda. Zastrzegam się zresztą, iż mój materiał jest w tym względzie bardzo szczupły i obserwacje rozciągają się jedynie na drobną część jeziora Wigierskiego, mianowicie na zatokę Uklejową i Wigierki. Na załączonej mapce punktami oznaczyłem przybliżone rozmieszczenie larwy *Molanna* wzdłuż brzegów. Mapa tylko mniej więcej odpowiada stosunkom rzeczywistym, gdyż połowów ilościowych nie robiłem. Na całym

brzegu rozmieszczenie jest mniej więcej równomierne, z tem zastrzeżeniem, iż na brzegu północnym chróściki często podchodzą do samego brzegu, zaś na południowym, zwłaszcza w okolicach dużej „bindugi“ (punkt B na mapce) spotykają się na głębokości nie mniejszej od 60—70 cm. Poza tem, chróścików brak w okolicach ujścia obydwu strumieni, wpadających do zatoki Uklejowej (punkt A na mapce). Wszędzie liczebność larw jest niewielka i nieraz trzeba kilka razy pociągnąć siatką po dnie, aby wyłowić jeden domek. W jednym tylko miejscu całego wybrzeża, na zupełnie płytkiej wodzie i na przestrzeni niewielu metrów kwadratowych, *Molanna* występuje masowo, w liczbie conajmniej kilkudziesięciu osobników na jeden metr kwadratowy dna. Punkt ten (X na mapce) jest oddzielony od jeziora kilkumetrowym pasem bardzo gęstych zarośli *Menyanthes trifoliata*, skutecznie osłabiających fale.

Ciekawe jest zestawzić z tem rozmieszczeniem chróścika kierunek i siłę wiatrów, panujących w ciągu lata. Ze sprawozdań meteorologicznych Stacji Wigierskiej wynotowałem częstość wiatrów różnych kierunków w ciągu miesięcy IV—IX roku 1922, oraz IV—VIII roku 1923. Uwzględniłem przy tem tylko wiatry, notowane o godzinie 1 popołudniu. Jednocześnie podaję przeciętną siłę wiatrów w metrach na sekundę.

Kierunek	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Razy	33	11	23	21	26	58	90	61
M/sek.	2.4	4.1	2.9	4.7	4.9	5.5	5.8	6.0

Punkt X brzegu wystawiony jest na pełne działanie tylko wiatrów NO i N. Jednak wiatr NO na Wigrach właśnie należy do najrzadszych, zaś N — do najsłabszych. Silne wiatry NW nie powodują tu powstania dużych fal, gdyż jak widać z mapki, w tym kierunku odległość punktu X od brzegu północnego jest niewielka. Poza tem zaś punkt ten jest doskonale zasłonięty przed najpospolitszemi wiatrami SW i W. Na całym wybrzeżu trudno jest istotnie znaleźć punkt bardziej zaciszny, zwłaszcza wobec wspomnianych już zarośli *Menyanthes*, bardzo osłabiających ruch wody. Natomiast w okolicach dużej „bindugi“ (punkt B), wciąż

wystawionej na działanie silnych wiatrów zachodnich, *Molanna* spotyka się rzadko, zawsze na znaczniejszej stosunkowo głębokości, wreszcie większość wyłowionych przezemnie w tem miejscu domków było pustych.

Powtarzam, iż obserwacje te uważam za nader niezupełne i decydować mogłyby jedynie połowy ilościowe na całym obszarze jeziora. Jednak i teraz przemawiają one za tem, iż *Molanna* unika wody burzliwej.

Co się tyczy rzekomo racjonalnej formy domku, cytowani powyżej autorowie zupełnie nie uwzględniają jego wygięcia ku górze. Jak widzieliśmy na rys. 3, na podłożu płaskim domek dotyka gruntu tylko w dwóch punktach, znajdując się w stanie równowagi niestałej. Działanie fal jest rzeczą bardzo skomplikowaną i zasługiwałoby na dokładne zbadanie. Niewątpliwie jednak ruch oscylacyjny cząstek wody na małej głębokości prowadzi do uderzania cząstek o dno, i ich odbijania się w najrozmaitszych kierunkach ku górze. Czy kształt domku, zwłaszcza dwie szpary podłużne pomiędzy krawędziami bocznych skrzydeł i dnem, oraz okienko na przodzie daszka, również stanowią przystosowania do ruchów wody, zdecydować tego nie potrafię. W każdym razie przystosowanie to wcale nie jest takie oczywiste. Raczej możnaby sądzić, iż wygięcie domku ku grzbietowi, charakterystyczne dla bardzo wielu innych chróścików, nie nie mających wspólnego z przystosowaniem do fal, jest odbiciem normalnej formy samej larwy, również wygiętej w tym samym kierunku. Sądzę jednak, iż wygięcie to u *Molanna* nie jest specjalnem przystosowaniem, tylko wyraźną przeszkodą w przeciwdziałaniu ruchom wody.

Eksperyment najzupełniej potwierdza ten ostatni wniosek. Jeśli domek zawiera dużo odpadków roślinnych, to jest tak lekki, że stawia fałom zaledwie minimalny opór. Kilka chróścików umieściłem na piaszczystem dnie jeziora, na głębokości około 10 cm. Po paru chwilach zwierzątka zaczęły łązić, czyli minęło pierwsze podrażnienie i kończyny trzymają się dna. Robiąc niewielkie fale, o wysokości grzebienia najwyżej 4 cm. mogłem stwierdzić, iż domki *Molanna* nie więcej są odporne na ruch wody, niż zwiędłe liście, leżące obok nich na dnie. Właśnie dzięki swej płaskiej formie, domek zostaje porwany nawet przez lekki ruch wody. Zauważyłem przytem, że gdy dół fali prze-

chodzi prawie nad chróścikiem, domek zostaje podrzucony ku górze. Odbite od dna cząstki wody, przez szpary boczne przedostając się pod skrzydła, podbijają domek w górę. Jeśli domek składa się tylko z ziarenek piasku, zwłaszcza grubszego, to przez swój ciężar jest znacznie odporniejszy. Jednak i w tym przypadku już lekki wiatr powoduje powstanie fal, którym chróściki na płytkiej wodzie absolutnie nie potrafią się oprzeć. Jak długo domek pozostaje nieruchomy, do pewnego jeszcze stopnia może utrzymać się w miejscu. Ale skoro chróścik zrobi tylko ruch, unosząc krawędź domku o jeden milimetr ponad powierzchnię dna, domek momentalnie zostaje kilkakrotnie przewrócony. Właśnie ten fakt, iż w warunkach podobnych chróściki jednak próbują łązić, choć doprowadzi to niechybnie do przewrócenia domku, wskazuje wyraźnie na brak przystosowania.

Analogiczne obserwacje zrobiłem na dnie strumienia o szybkości prądu około 12 cm. na sekundę i przy głębokości wody około 10 cm. Domki z detritu zostały uniesione odrazu i nie pomogły żadne wysiłki zwierząt utrzymać się w miejscu. Domki piaskowe przy pierwszym ruchu swoich mieszkańców najczęściej zostały przewrócone i odrzucone o kilka centymetrów. Z dziesięciu chróścików już po kilku minutach ani jeden nie pozostał na miejscu. Prawda, iż prąd był dość szybki. Myślę wszakże, iż do słabszego nie warto się było wogóle przystosowywać.

Zresztą coś podobnego podaje również i sam Wesenberg Lund, w dodatku dla *Goëra pilosa*, której domek dzięki przymocowanym doń kamykom jest nierównie odporniejszy na działanie fal, i która istotnie spotyka się dość pospolicie w punktach o silnem falowaniu (np. w punkcie B). „Die Wellen schlagen die Gehäuse nicht um, werden aber die Tiere erschreckt, so lassen sie von ihrem Anheftungspunkte los und gleiten oder rollen von den Steinen in den Sand hinunter“ (11, str. 587). Te obserwacje mogę potwierdzić i dla *Molanna*.

IV. Ubarwienie ochronne domku.

„Auf dem aus reinstem Sand bestehenden Boden des Weihers, in welchem ich die Art fand, schmiegte sich das Gehäuse der Molanna so vollständig dem Boden an, dass es, wenn sich das Tier nicht fortbewegte, nicht zu erkennen und selbst nach

seiner Entdeckung nur mit Mühe wieder aufzufinden war“ (Lampert, 3, str. 183).

Istotnie, domek *Molanna* jest jednym z najbardziej zdumiewających przykładów ubarwienia ochronnego. Na ciemnym gruncie, pokrytym warstwą detritu, nieraz przez pół godziny napróżno szukałem chróścików, mając oczy oddalone od dna powyżej o 50 cm., później zaś przekonywałem się, że jest ich kilkadziesiąt. Nie tylko domek jest zbudowany z materiałów podłoża, ale chróścik zwykle dźwiga na sobie warstewkę lekkiego detritu, maskującego go kompletnie. Gdy świeci słońce, larwy są ruchliwsze i łatwiej je wówczas zauważyć. Później nauczyłem się rozpoznawać obecność domków po śladach, które pozostają na dnie w postaci płytkiej brzozy, wygniecionej przez chróścika. Podobnież i na piasku domek jest bardzo trudno dostrzegalny.

Wszelkie tego rodzaju przystosowanie barwne składa się conajmniej z dwóch odrębnych elementów: z kompleksu czynników, powodujących powstanie danego ubarwienia, oraz z instynktu, który nakazuje zwierzęciu przebywać w miejscach o tle odpowiednim. Że obydwie te składniki zjawiska niekiedy mogą być rozdzielone, wskazuje chociażby słynny przykład *Callima*, która jest ludzaco podobna do zeszlých liści, siada zaś na zielonych.

Te same dwa składniki musimy rozróżnić i w przypadku *Molanna*. Zgodność pomiędzy ubarwieniem domku, a ubarwieniem podłoża może być wynikiem specjalnego instynktu, nakazującego zwierzęciu wybór odpowiednich ziarenek. Widzieliśmy już przedtem, iż chróścik dobiera ziarenka pod względem wielkości, a do pewnego stopnia i pod względem kształtu, gdyż za każdym razem przymierza odłamek, wybierając dlań najdogodniejsze miejsce. Być może więc wybór zachodzi i względem barwy. Z drugiej jednak strony zgodność może być osiągnięta drogą automatyczną, przez to, iż chróścik zawsze buduje domek z takich materiałów, po których stąpa, jest zaś tak mało ruchliwy, że nieznacznie tylko oddala się od pierwotnego miejsca.

Na dnie krystalizatora umieszczam mieszaninę piasku, tłuczonych skorup jajowych i okruchów cegły, wszystkie składniki w jednakowych ilościach i o tej samej wielkości ziarenek, poczem wpuszczam cztery chróściki, wyjęte z domków. Wszystko stawiam

na silnem świetle. Po kilku godzinach, domki w ogólnych zarysach są już ukończone. Wszędzie brzuszna ścianka rurki składa się prawie wyłącznie z piasku. Natomiast cała strona grzbietowa zwierzęcia odznacza się olbrzymią przewagą skorup jajowych i wszystkie domki bardzo wyraźnie odbijają od podłoża. Cegła prawie zupełnie nie wchodzi w skład domków. Np. jeden chróścik zawierał w skrzydłach, daszku i grzbietowej ściance rurki tylko dwa ziarenka piasku i jedno ziarenko cegły, cała zaś reszta składała się ze skorup jajowych. Widocznie płaskie skorupy o gładkiej powierzchni stanowią lepszy materiał budowlany i względ ten przeważa nad potrzebą ubarwienia ochronnego. We wszystkich przypadkach grudka pierwotna zawierała przeważnie cegłę. Ze względu na szorstką powierzchnię ziarenek, cegła bardzo się nadaje jako punkt oparcia.

W innym doświadczeniu, na dnie porcelanowego naczynia umieściłem bardzo niewielką ilość mieszaniny okruchów cegły i skorup jajowych, w jednakowych ilościach. Tylko nieznaczna część powierzchni dna była pokryta ziarenkami i ogólny koloryt otoczenia był bardzo wyraźnie biały. Dwa wpuszczone chróściki skleiły grudki pierwotne ze znaczną przewagą cegły, potem zaś zbudowały domki, złożone prawie wyłącznie ze skorup jajowych. Niewielka liczba ziarenek cegły weszła jedynie w skład tylnej części domku.

To samo doświadczenie powtarzam w naczyniu szklanem, ustawionem na tłuczonej cegle. Koloryt otoczenia jest wyraźnie czerwony. Wynik jest dokładnie ten sam. Grudki pierwotne znowuż zawierają dużo cegły, zaś domki są ze skorup jajowych. Na czerwonym tle domki są bardzo widoczne. Kontrola ta wskazuje, iż zgodność ubarwienia w doświadczeniu poprzednim była dziełem przypadku.

Z mieszaniny cegły i piasku na tle piaskowem, chróściki zbudowały domki przeważnie z cegły. Zarówno brzuszna, jak i grzbietowa ścianka rurki, oraz skrzydła i daszek zawierały bardzo nieznaczną liczbę ziarenek piasku. Na szarem podłożu czerwone domki są widoczne już z daleka.

Doświadczenia tego typu powtarzałem wielokrotnie z różną kombinacją ziarenek i podłoża ogólnego. Po uwzględnieniu prób kontrolnych, doświadczenia w żadnym przypadku nie przemawiały za wyborem ziarenek o barwie ochronnej.

Wynika stąd, że istotnie fakt ubarwienia ochronnego domku w przyrodzie zależy tylko od tego, iż *Molanna* buduje domki z tego samego materiału, na którym się znajduje. Zgodność ubarwienia występuje jednak typowo tylko na podłożu jednolitem pod względem barwy. Na gruncie mieszanym względy konstrukcyjne przeważają nad ubarwieniem. Jak w doświadczeniach chróścik chętniej używa do budowy skorup jajowych, niż innych materiałów, w warunkach naturalnych, tam gdzie podłoże zawiera okruchy muszli mięczaków, *Molanna* robi z nich użytek. W punkcie X grunt zawiera bardzo mało muszli. Mimo to nieraz się spotyka chróściki o domkach, zawierających od grzbietu dużo okruchów muszlowych. Na ciemnym tle ogólnem domki te są bardzo widoczne.

Zwracamy się z kolei do drugiego składnika zgodności ubarwienia domku i podłoża, do instynktu wyszukiwania odpowiedniego tła.

W krystalizatorze o średnicy 7 cm. pół dna pokrywam warstwą ziarenek, otrzymanych z porwanych na kawałki domków *Molanna*, drugą zaś połowę przysypuję warstwą skorup jajowych. Linja demarkacyjna jest ostra i obie połowy jaskrawo odbijają od siebie. Krystalizator stawiam na parapecie okna, uwzględniając jednakowość oświetlenia obu połówek dna. Umieszczam następnie w naczyniu cztery chróściki o domkach naturalnych, po dwa na każdą połowę dna, wszystkie w jednakowej pozycji. Wreszcie w ciągu dwóch godzin notuję co pięć minut, ile chróścików znajduje się na obu połowach.

Po minutach:	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
Skorupy jajowe	3	2	3	2	2	1	1	4	1	2	0	3	2	2	3	2	3	1	2	3	4	3	3	3	55
Okruchy domków	1	2	1	2	2	3	3	0	3	2	4	1	2	2	1	2	1	3	2	1	0	1	1	1	41

W doświadczeniu tem niema mowy, aby *Molanna* wybierała podłoże o ubarwieniu, odpowiadającym barwie domku. Raczej przeciwnie, chróściki nieco częściej przebywały na podłożu białem.

Doświadczenie mieści w sobie jednak źródło błędów. Właściwości dotykowe podłoża obu połówek dna były bardzo niejednakowe i to mogło wpłynąć na wynik. Powtarzam więc je w wa-

runkach odmiennych. Tłuczone skorupy jajowe, zróżnicowane, jak zawsze, za pomocą dwóch sитеk, umieściłem w porcelanowej parownicze i poddałem powolnemu ogrzaniu. Po paru minutach barwa ich przeszła w ciemno brunatną. Okruchy przemyłem dokładnie w ciągu paru godzin, robiąc to samo równolegle i ze zwykłymi skorupami, potem zaś zasypałem, jak poprzednio, połowę dna okruchami ciemnymi, połowę zaś białymi. Cztery chróściki, o domkach z białych skorup jajowych, w ciągu paru godzin zupełnie jednakowo łążą po podłożu białem, jak i po ciemnym. To samo czynią larwy o brunatnych domkach naturalnych. Tym razem została zmieniona tylko barwa ziarenek. Że zwęglone skorupy jajowe nie wydzielają do wody żadnych substancyj odmiennych, wynika z tego, iż chróściki tyle samo mniej więcej czasu przebyły na nich, co i na skorupach białych. Poza-tem, ze skorup zwęglonych *Molanna* doskonale buduje domki i całe jej zachowanie się względem nich w niczem nie odbiega od normy.

Aby uniknąć zarzutu, że w warunkach eksperymentu chróściki nie zachowują się normalnie, powtórzyłem doświadczenia na miejscu normalnego pobytu larw. Tłuczonymi skorupkami *Dreissensia* posypywałem kawałki dna na głębokości 8—12 cm. Mogłem przytem stwierdzić, iż *Molanna* łążą po skorupach zupełnie tak samo, jak po pokrytym detritem piasku. Warunkiem jest tylko, aby skorupy były dostatecznie drobne.

W żadnem wogóle doświadczeniu nie zauważyłem jakiegokolwiek wyraźniejszej reakcji fototropicznej zwierzęcia, choć obserwowałem chróściki w najróżnorodniejszych warunkach. Zarówno w domkach, jak i pozbawione domków, larwy niczem nie zdradzają, aby światło nie było dla nich obojętne. W doświadczeniach nad budową domku z małej ilości ziarenek, *Molanna* pozostawały nieruchome w rurce, przerwanej od strony brzusznej. Oświetlając chróścika od dołu za pomocą lustra, nie mogłem wywołać żadnej zmiany w jego zachowaniu się.

Wreszcie mogę się powołać na obserwację *Wesenberg* *Lunda* nad *Molanna*: „... sah ich den gelben Sand von Tausenden von tiefbraunen, langsam kriechenden Tieren bedeckt“ (11, str. 603).

Wobec tych wyników, brak nam faktów na poparcie jakiegokolwiek aktywnego maskowania się zwierzęcia. Zgodność

ubarwienia w większości przypadków zostaje osiągnięta automatycznie i w przyrodzie może wystarczyć dla ukrycia zwierzęcia. Nie widzę jednak możliwości upatrywania w tem jakiegokolwiek specjalnej celowości.

V. Wnioski ogólne.

Opisane fakty pozwalają na wysnucie pewnych konsekwencji natury ogólniejszej.

Chciałbym przede wszystkim podnieść sprawę plastyczności instynktu. Prawdopodobnie pod wpływem znakomych prac Fabrea utarło się poniekąd mniemanie, iż instynkt owadzi jest wprawdzie czemś cudownie dostosowanym do warunków życiowych, ale zarazem czemś nieruchomem i niezmiennem. Owad niczego się nie potrafi nauczyć i w warunkach dla siebie nowych postępuje nieraz bezsensownie, ze szkodą dla siebie. Instynkt jest rodzajem nastawionej na jeden motyw pozytywki i brak mu wszelkiej plastyczności.

Z wielu względów powątpiewam, aby interpretacja ta była bez zarzutu. Gdy *Ammophila* walczy z gąsienicą, którą ma sparaliżować ukłuciem żądła, albo gdy chrząszcz-grabarz przystępuje do zagrzebania padliny, muszą one w każdym poszczególnym momencie wyzyskać chwilową sytuację, która jest czemś tak nieskończenie zmiennem i kapryśnem, że nie może być mowy o jej dokładnem powtarzaniu się. Owad przynosi ze sobą na świat umiejętność działania w pewnym kierunku, dążenia do pewnego celu, ale środki, które posłużą w każdym przypadku konkretnym do osiągnięcia tego celu nie mogą być przez instynkt dokładnie przewidziane. Każdą swą ofiarę opanowuje *Ammophila* za pomocą odmiennych ruchów, skureczów innych mięśni, gdyż warunki napadu nigdy nie będą te same. Natomiast wszystkie *Ammophilae* mają przed sobą ten sam cel działania: sparaliżowanie gąsienicy. I tylko ten cel ogólny, gatunkowy, może być czemś nieplastycznym.

Sprawa znajduje dobrą ilustrację w zachowaniu się larwy *Molanna*. Podnosiłem już przedtem, iż chróścik aktywnie wybiera ziarenka. Rzut oka na rys. 8 przekona nas, iż ziarenka nie mogą być brane po kolei, jak leżą, tylko są wyraźnie dobierane. Inne jest zachowanie się chróścika podczas budowy

rukki, inne zaś gdy się buduje daszek. Jedno i to samo ziarenko zostanie wmurowane w jednym przypadku, ale odrzucone w drugim, choć jako przedmiot niezmienny jednakowo oddziaływa na zmysły larwy. Bo też nie zmiana własności ziarenka decyduje o jego wyborze lub odrzuceniu, tylko inny stan samej larwy, zmieniona reakcja na to samo podrażnienie zewnętrzne. Stosunki te byłyby niemożliwe, gdyby chróścik w każdym momencie budowy nie zachował jakiejś pamięci swoich działań poprzednich.

Funkcja przymierzania odłamka i wyboru dlań miejsca najdogodniejszego jest czemś przedziwnie jasnym i przejrzystym. Nieraz z taką dokładnością mogłem przewidzieć, w jakim położeniu zostanie wmurowany odłamek, działania chróścika są tak konsekwentne z punktu widzenia naszej ludzkiej logiki, iż naprawdę wierzyć w automatyzm instynktu może ten tylko, kto nigdy nie widział chróścika przy robocie.

Gdy *Molanna* buduje domek z małej liczby ziarenek, wydyskując dno naczynia, jako brzusznią ściankę rurki i utylizując wszystkie prawie ziarenka, wchodzące w skład grudki pierwotnej czyni ona coś, co przekracza granice instynktu. Zupełnie sobie nie wyobrażam, aby chróścik w swoim naturalnem otoczeniu, pod wpływem którego ukształtowały się wszystkie jego zdolności, kiedykolwiek znalazł się w położeniu podobnem. Doświadczenie nasze daje właśnie owe, wymagane przez teorię warunki nowe, a jednak chróścik w tych warunkach postępuje logicznie. Gdy brak ziarenek, chróścik buduje coś prowizorycznego, co spełnia jednak swoje zadanie ochrony ciała, a zarazem może być użyte jako zawiązek domku, gdy nastaną lepsze czasy. Nie chcę bynajmniej twierdzić, że chróścik coś przewiduje. Rozpoczyna on budowę zwykłym swym sposobem i przerywa ją automatycznie, gdy brak materiału. Robi jednak coś więcej, bo w sposób celowy zmienia metodę budowania. Zachowując sąd obiektywny, zadawałam się twierdzeniem, iż odmienny sposób budowania prowadzi do powstania rurki, zawierającej mniej ziarenek, niż normalnie. Ale właśnie ten fakt stanowi wyzyskanie przez chróścika chwilowej sytuacji.

W niemiejszym stopniu dowodzą plastyczności instynktu chróścika zmiany metody budowania w zależności od materiału. Grubsze kawałki blaszek fotoksylinowych zostają spojone krawędziami, blaszki zaś cienkie zachodzą na siebie wzajem. Powiedzą

mi może, że z blaszek cienkich tylko w taki sposób można domek zbudować. Ale problemat tkwi w tem, że chróścik jednak domek buduje, choć nie może zastosować swej zwykłej metody. Przykład ten wyraźnie wskazuje, iż chróścik posiada pewną ogólną zdolność budowania, która prowadzi do powstania domku określonego typowego kształtu. Ale metoda roboty, ruchy zwierzęcia w każdym konkretnym przypadku zawsze są dostosowane do chwilowej sytuacji i mogą być nieskończenie różne.

Ten sam wniosek da się wysnuć w przypadku dużych krążków grubego papieru. Mając do rozporządzenia materiał niezwykle, chróścik „naszkicował“ poniekąd daszek, grubymi rykami odtwarzając jego kształt normalny (rys. 19 i 20).

Naprawa uszkodzonych domków sprawia wrażenie czynności automatycznej. Chróścik dobudowuje domek ku przodowi, jak to czynił podczas zwykłej budowy, i potrzeba podobnej naprawy w normalnych warunkach życiowych zwierzęcia może być zjawiskiem częstym. Brak procesów reperacyjnych przy amputacji obu skrzydeł bocznych również wygląda na brak celowości w postępowaniu chróścika. Jednak nie zawsze kwestja jest tak prosta. Przypominam, że przy odcięciu tylnej połowy domku, chróścik często buduje rurkę ku tyłowi, zatem zmienia zwykły swój sposób postępowania. Zachowanie się chróścika, wyobrażonego na rys. 24, może być uznane za niecelowe. Zwierzę odwróciło normalną kierunkowość domku, stwarzając dziwoląg, z którym mu trudno chodzić. Ale tu właśnie następuje fakt nadzwyczajny. Po dwudniowych próbach łązenia, chróścik odkrywa swoją pomyłkę, odcina niepotrzebny tylny daszek i odwraca się do położenia normalnego (rys. 24 i 25). Nie widzę możliwości nazwać podobny sposób działania automatycznym. Gdyby larwa była nastawioną na jeden tylko motyw pozytywką, musiałaby dobudować do nowej rurki, zwróconej ku tyłowi, nowe skrzydła boczne, następnie zaś odciąć przeszkadzającą jej część tylną, składającą się ze starego domku przedoperacyjnego. Tymczasem chróścik w niespodziewany sposób upraszcza sobie robotę. W całym postępowaniu zwierzęcia niecelowem było tylko zbudowanie daszka tylnego. Ale właśnie ten tylny daszek został w końcu odcięty. Nieuprzedzony obserwator raczej widziałby w tem zdolność orientacyjną, niż automatyzm.

Utylizacja cudzych domków, zbyt obszernych dla chróścika,

w równej mierze ilustruje plastyczność instynktu. Zwierzę osiąga swój cel sposobem najprostszym, dostosowując gotowy już domek do swoich potrzeb. Jak przedtem, zostaje zachowana zasada ogólna, polegająca na stworzeniu domku typowego, przy zupełnie nowych środkach jej urzeczywistnienia. Chróścik odcina tyle rurki i daszka, aby mu było wygodnie chodzić i godzi się z anormalnymi nieco proporcjami domku, który posiada za szerokie skrzydła i zbyt obszerną rurkę. Nie obserwowałem larwy przez czas dłuższy, ale mam to przeświadczenie, że chróścik znalazłby ostatecznie sposób doprowadzenia domku do normy.

Wreszcie odwracanie się chróścika! Tutaj fakty same przemawiają za siebie i nie wymagają dalszych komentarzy. Ponieważ w przyrodzie sposób pierwszy, łącznie z czwartym, wystarczy na wszystkie potrzeby zwierzęcia, wszystkie inne sposoby raz jeszcze stanowią przykład logicznego zachowania się chróścika w warunkach nowych. Podziwienia godna uporczywość zwierzątko w zastosowaniu coraz to nowych prób, konsekwentne stosowanie sposobów coraz to skuteczniejszych, jego pomysłowość w warunkach, w jakich larwa nigdy przedtem nie była, wszystko to nie mieści się w granicach prostego instynktu. Postępowanie chróścika stanowi pendant do obserwacji Jenningsa nad *Stentor* i Minkiewicza nad *Phronima*, obserwacji, z których Jennings nie wahał się wywnioskować, iż zjawiska pamięciowe nie są obce pierwotniakom.

Powracam teraz do poruszonej poprzednio kwestji, czy chróścik potrafi się czegokolwiek nauczyć? Czy posiada zdolność gromadzenia doświadczenia indywidualnego?

Gdyby tak było, należałoby przypuszczać, iż larwy starsze okażą się lepszymi budowniczymi od młodszych. Z tabelki I (str. 3) widzimy, że hipoteza ta musi upaść. W rubryce wahań nie znajdziemy żadnej proporcjonalności pomiędzy wiekiem larw, a starannością w doborze ziarenek. Skala wahań jest bardzo różna i raczej indywidualna, niż zależna od wielkości domku. Chróścik więc, tak należy sądzić, przynosi ze sobą na świat wszystkie swoje zdolności i w niczem nie potrafi się udoskonalić.

Otóż sprawy tej nie uważam za prostą i mam przekonanie, iż w związku z budowaniem oraz odwracaniem domku, dałyby się pomyśleć bardzo ciekawe doświadczenia, do których w przyszłości zamierzam powrócić. Teoretycznie zaś uważam za niemo-

żliwe, aby chróścik niczego się w życiu nie uczył. Przed chwilą doszliśmy do wniosku, że instynkt absolutnie nie mógł przewidzieć wszystkich ruchów, jakie zwierzę będzie wykonywało w życiu. Przyroda dała mu tylko określoną budowę anatomiczną, określoną fizjologiczną możność działania oraz ogólny plan zachowania się w różnych warunkach, pozostawiając resztę jego własnej inicjatywie. Potencjalna „zdolność“ radzenia sobie w różnych okolicznościach, nadana zwierzęciu przez dziedziczność, niewiele wyjaśnia, gdyż w działaniach chróścika poszczególne ruchy nie tylko zależą od pewnej zasady ogólnej, ale ponadto w każdej chwili zależą od ruchów, wykonanych poprzednio. Te zaś są uwarunkowane nieustannie zmienną sytuacją. Bardzo być może, iż chróścik zachowuje pamięć swych działań poprzednich przez czas krótki tylko i to może stanowić źródło błędów wielu badań nad pamięcią zwierząt. Skoro jednak chróścik, który otrzymał jako materiał budowlany cienkie blaszki fotoksyliny, próbuje łączyć je zwykłym sposobem, później zaś skleja blaszki tak, że ich krawędzie zachodzą na siebie, to może w tem tkwić pewien moment „uczenia się“. Czy chróścik spożytkuje to swoje doświadczenie w budowie domku następnego, to jest kwestja do zbadania, choć nie myślę, aby to uczynił. W tym zaś ostatnim przypadku uzyskamy tyle tylko, iż pamięć jego trwa krótko. Nietrudno jest pomyśleć układ doświadczenia, któreby wskazało, jak długo chróścik posługuje się raz nabytem doświadczeniem.

Z rozważań tych wyłania się wniosek, że automatyzacja instynktu jest próbą wtłoczenia skomplikowanego zjawiska w ramki definicji, z największą szkodą dla głębszego poznania sprawy. Pod względem morfologicznym, fizjologicznym i ekologicznym owady niewątpliwie należą do istot najbardziej skomplikowanych. To też ich życie psychiczne znamy tylko nader powierzchownie.

Jedną jeszcze kwestję pragnąłbym w paru słowach poruszyć: kwestję indywidualności.

Widzieliśmy już przy opisie budowy domku, że różne działania są wykonywane przez poszczególne chróściki w sposób bardzo niejednakowy. Grudka pierwotna niekiedy jest mała, innym razem większa od samego chróścika. Czas trwania budowy domku może być bardzo różny. Przy odwracaniu domku, poszczególne larwy zachowują się w sposób bardzo niejednolity. Jak różny może być dobór ziarenek, wskazują rys. 8—11. Rysunki te

wyobrazają domki czterech chróścików, zbudowane z tego samego materiału (skorupy jajowe) i w tych samych warunkach, mianowicie jednocześnie i w tem samym naczyniu. Domek na rys. 9 zawiera ziarna bardzo nierównej wielkości. Brzuszną ścianką rurki składa się z ziarenek drobnych na rys. 11 i z grubszych na rys. 10. Podobne zupełnie stosunki dają się zauważyć przy użyciu najrozmaitszych materiałów budowlanych. Zatem chróściki wykazują indywidualne różnice.

Rzecz wymaga krótkiego wyjaśnienia. Oddawna już istnieje w zoopsychologii pogląd, iż instynkt jest bardzo mało zmienny i że wahania indywidualne stanowią raczej cechę wyższych form życia psychicznego. Jest w tem zapewne dużo słuszności. Refleksy, lub automatyczne instynkty są tylko wyrazem pewnego mechanizmu, pewnej struktury anatomicznej, która wobec dokładności dziedziczenia i znacznej naogół stałości gatunków owadzi, może się wahać tylko w wąskich granicach. Tam zaś, gdzie wchodzi w grę uzależnienie działań od zmiennych okoliczności, gdzie istnieje inicjatywa i aktywny stosunek zwierzęcia do świata otaczającego, musi wystąpić zmienność. Poszczególne działania zawsze ostatecznie będą wywołane przez nieskończenie różne warunki zewnętrzne, ale warunki te mogą wywołać powstanie szeregu zmian trwałych. Wówczas zachowanie się zwierzęcia w danych warunkach częściowo przynajmniej będzie funkcją jego przeszłości. W tem też znaczeniu mówiłem o indywidualności. Chróściki są indywidualnie różne, ponieważ w tych samych warunkach zachowują się rozmaicie. Przyczyna zaś tych różnic leży w niejednakowej przeszłości zwierząt, czyli w tem, iż dawniej chróściki były w warunkach niejednakowych. Wobec tego w indywidualności tkwi moment pamięciowy. Nie przesądza to oczywiście, jak długo powstałe zmiany trwałe zostaną zachowane i w każdym razie mam wrażenie, iż miarodajną będzie bardzo niedawna przeszłość zwierząt.

Jeśli ta interpretacja jest słuszna, to fakt indywidualnych zmian w zachowaniu się *Molanna* dostarcza nowego argumentu na korzyść tezy, iż zdolności psychiczne chróścika przekraczają granice instynktu w klasycznym rozumieniu tego wyrazu. Chróścik posiada w sobie coś niezmiennego, gatunkowego: np. instynkt budowania domku określonego kształtu, i pod tym względem nie wykazuje żadnych wybitniejszych zmian indywidualnych.

Ale sposób zastosowania tego instynktu w praktyce może wykazać znaczne wahania. A przecie wśród nas, ludzi, te same panują stosunki. Ogólny kierunek procesu myślowego, kategorje myślenia, sposoby poznawania zjawisk, są wyrazem gatunku i u wszystkich ludzi są jednakowe. Ale zastosowanie tych zdolności gatunkowych jest indywidualne, t. j. kształtuje się pod wpływem warunków.

W końcu, krótka uwaga w sprawie możliwego zarzutu antropomorfizmu. Nie pragnę wcale nadać chróścikowi cech ludzkich. Jeśli chróścik, brodząc po dnie naczynia, skleja ziarenka w grudkę, którą potem porzuca, aby zrobić drugą w innym miejscu, to czyni to dlatego, iż mu braknie ziarenek, a skoro się raz od grudki oddali, nie potrafi do niej wrócić. Człowiek poradziłby sobie w tych warunkach i najwyraźniej chróścik rozumuje inaczej, niż my. Nie uważam wszakże, aby postępowania larwy nie można było w wielu przypadkach ludzką logiką wytłumaczyć. Nie mówiąc już o tem, że innej logiki nie posiadamy, człowiek, wraz z jego sposobem rozumowania, dla biologa jest tylko obiektem badania, jest takim samym zwierzęciem, jak każde inne. Zarzutu antropomorfizmu unikniemy wówczas, gdy do człowieka zastosujemy te same metody badania, jakie stosujemy do zwierząt. Przyrodnik nie może mieć wspólnego ze świadomością i jej przejawami. Interesują go tylko zjawiska obiektywne. Ale skoro wolno nam z obserwacji zachowania się ludzi wnioskować o ich życiu psychicznem, to niema żadnego powodu stosować inne probiezje wobec zwierząt. Ten punkt widzenia nie jest próbą gloryfikacji chróścika, ale raczej próbą degradacji człowieka. Jako objekty badania, obaj w ten czy inny sposób muszą być postawieni na jednym poziomie.

SPIS CYTOWANEJ LITERATURY.

1. Demel K. Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego. Prace Inst. im. M. Nenckiego. Stacja Hydrob. na Wigrach. № 29 — 1923.
2. Jennings H. S. Studies on Reactions to Stimuli in Unicellular Organisms. IX. Americ. Journ. of Physiology, Vol. VIII — 1902.
3. Lampert K. Das Leben der Binnengewässer. 3 Aufl. Leipzig, Tauchnitz.

4. Lucas R. Beiträge zur Kenntnis der Mundwerkzeuge der Trichopteren. Dissertation. Berlin 1893.
5. Marshall W. S. and Vorhies C. T. The Repair and Rebuilding of the Larval Case of *Platyphylax designatus* Walk. *Biolog. Bull.* Vol. 9 — 1905.
6. Miall L. C. The Natural History of Aquatic Insects. Macmillan, London 1912.
7. Minkiewicz R. Mémoire sur la biologie du tonnelier de mer (*Phronima sedentaria* Forsk.). Chap. II. Le comportement. *Bull. de l'Institut Océanograph.* № 152. 20 Septembre 1909.
8. Rousseau E. Les Larves et Nymphes aquatiques des insectes d'Europe. Vol. I. Bruxelles 1921.
9. Ubisch L. v. Über den Einfluss von Gleichgewichtsstörungen auf die Regenerationsgeschwindigkeit. (Versuche an Cloe diptera). *Arch. f. Entwicklunsgmech.* Bd. 41 — 1915.
10. Ulmer G. Trichoptera. Süßwasserfauna Deutschlands. Fischer, Jena 1909.
11. Wesenberg Lund C. Mitteilungen aus dem biolog. Süßwasserlaborat. Frederiksdal bei Lyngby (Dänemark). I. Die littoralen Tiergesellschaften unserer gröss. Seen. *Intern. Revue. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph.* Bd. I, 1908.
12. Wesenberg Lund C. Wohnungen u. Gehäusebau der Süßwasserinsekten. *Fortschr. d. naturwiss. Forschung. v. Abderhalden.* Bd. IX — 1913.
13. Wesenberg Lund C. Furesostudier en batymetrisk, botanisk, zoologisk undersogelse of Molleaaens Soer. *Mém. de l'Acad. Roy. des Sciences et des Lettres de Danemark. Section des Sciences.* 8 sér. tome III — 1917.

OBJAŚNIENIE RYSUNKÓW.

- Rys. 1. Naturalny domek *Molanna* od grzbietu.
 „ 2. To samo od strony brzusznej.
 „ 3. Widok z boku.
 „ 4. Przekrój poprzeczny na wysokości przedniego otworu rurki.
 „ 5. Budowa domku ze skorup jajowych. Na tylnym końcu rurki grudka pierwotna.
 „ 6. Spojenie ziarenek w okolicy daszka.
 „ 7. To samo w ścianie rurki.
 „ 8 i 9. Domki ze skorup jajowych, od grzbietu. Niejednakowy dobór ziarenek.
 „ 10 i 11. Dwa inne domki od strony brzusznej.
 „ 12 i 13. Dwie kolejne fazy budowy z małej liczby ziarenek.
 „ 14. Spojenie ziarenek piasku w okolicach daszku.
 „ 15. To samo dla skorup jajowych.
 „ 16. To samo dla drutu żelaznego.

- Rys. 17. To samo dla okruców cegły.
 „ 18. Domek z kawałków cienkiego papieru.
 „ 19. Domek z krążków papieru rysunkowego, od grzbietu.
 „ 20. To samo od strony brzusznej.
 „ 21. Reperacja domku po odcięciu jednego skrzydła bocznego. Części nowoutworzone są białe.
 „ 22. Reperacja po odcięciu obu skrzydeł bocznych.
 „ 23. Reperacja po odcięciu tylnej części domku.
 „ 24. Odwrócenie biegunowości po odcięciu tylnej połowy domku.
 „ 25. To samo po dwóch dniach.
 „ 26. Inny przykład odwrócenia biegunowości.
 „ 27. To samo od strony grzbietowej.
 „ 28. Odcięcie przedniej części rurki przy utylizacji domku zbyt obszernego.
 „ 29 i 30. To samo po 24 godzinach.
 „ 31. Położenie larwy przy odwracaniu domku.

Rysunki 1 do 5, 8 do 13 oraz 18 do 20 są powiększone 2-u krotnie.

Rysunki 6 i 7 — powiększone 12 razy.

Rysunki 14 do 17 — 6 razy.

Wszystkie pozostałe w powiększeniu $1\frac{1}{2}$ razy.

ZUSAMMENFASSUNG.

Der Aufsatz enthält experimentelle Untersuchungen über den Köcherbau der *Molanna*, das Wenden der Larve, die Anpassung des Gehäuses an Wellenschlag sowie über die Mimicry.

Nach eingehender Schilderung des Baues eines natürlichen Köchers (Fig. 1 bis 4 und 6 bis 7), wird über das Verhalten der Larve beim Bauen des Gehäuses aus verschiedenem Material (Sand, Fig. 1, 2 u. 14, Eierschalen — 5, 8—11, 15, Konchilien, Eisendraht — 16, Ziegel — 17, Papier — 18 bis 20, Photoxylin u. dgl.) berichtet. Die Larve passt sich der jeweiligen Situation an und ändert ihre Bauart in Abhängigkeit von Aussenbedingungen bzw. vom Baumaterial. Dabei werden einzelne Körner bezüglich ihrer Grösse und teilweise ihrer Gestalt aktiv ausgewählt. Es liess sich eine verschiedene Individualität der einzelnen Larven feststellen, und zwar bezieht sich dieselbe auf die Dauer der Arbeit, die Genauigkeit in der Auswahl der Körner (Fig. 8 gegen 9, und 10 gegen 11), verschiedene Handgriffe u. dgl. Die beschädigten Gehäuse werden

repariert, wobei die Larve ihren Köcher meist weiter nach vorwärts baut (Fig. 21 bis 23, das „Regenerat“ weiss). In einzelnen Fällen wurde eine temporäre oder dauernde Umkehrung der Polarität des Gehäuses beobachtet (Fig. 24 bis 27). Die Larven vermögen fremde Gehäuse zu verwenden, wobei ein zu grosses Gehäuse entsprechend zugeschnitten wird (Fig. 28 bis 30).

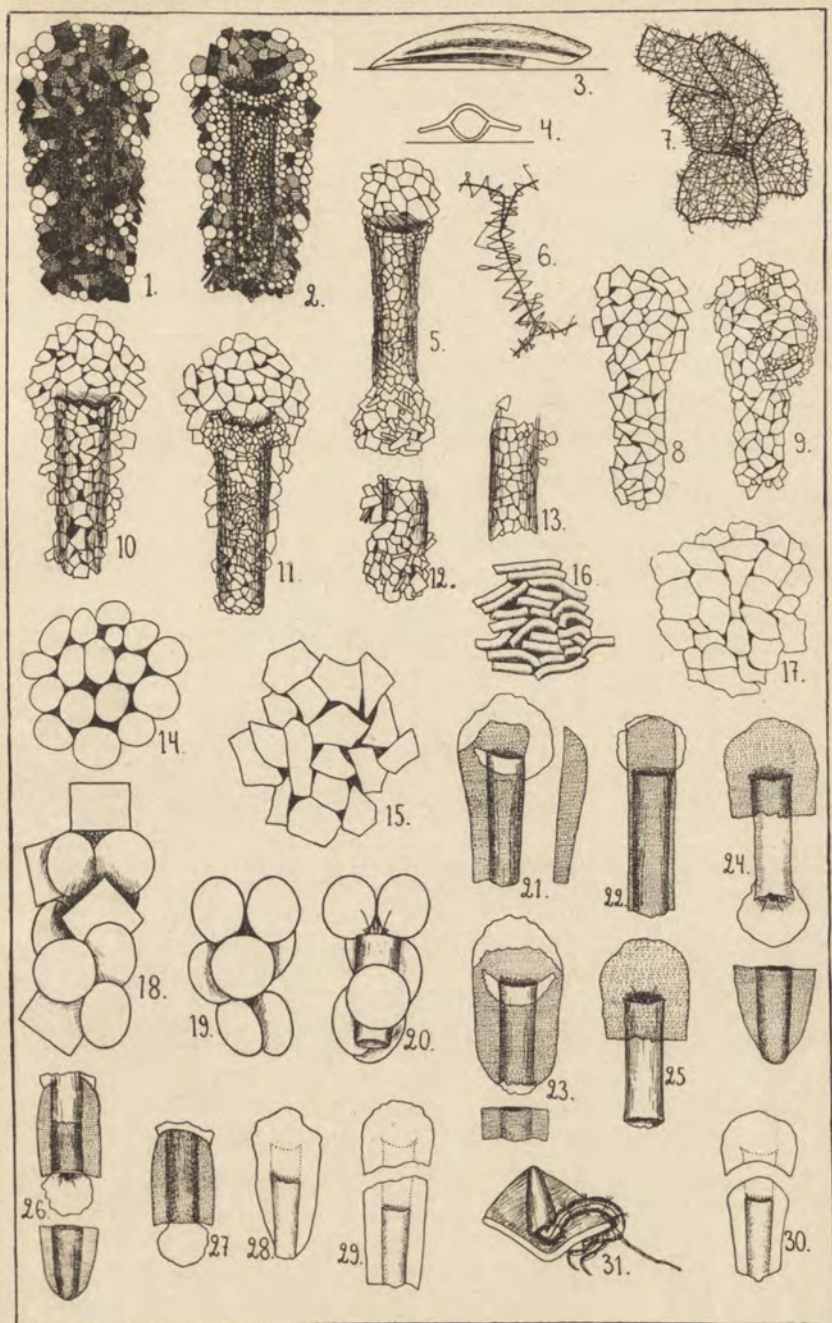
Wird der Köcher auf den Rücken gelegt, so wendet sich die Larve, wobei zumindestens fünf verschiedene Arten des Wendens in charakteristischer Reihenfolge zur Beobachtung gelangen. Die gewöhnliche Wendart — Fig. 31.

Die angebliche Anpassung des *Molannagehäuses* an Wellenschlag wird verworfen. Im Wigry — See meidet die Art das unruhige Wasser. Der Köcher ist nicht flach, sondern ausgewölbt (Fig. 3), was seinen Widerstand stark beeinträchtigt. Es wird auch experimentell gezeigt, dass die Larven weder einer Wellenbewegung, noch einer Strömung standhalten können.

Trotz der ausgezeichneten Farbanpassung des Gehäuses, vermag das Tier die Materialien seines Köchers bezüglich ihrer Farbe nicht zu wählen, auch kommt ihm ein Instinkt des Aufsuchens einer passenden Umgebung ab. Mimicry wird auf automatischem Wege erzielt, indem die Larve ihren Köcher wahllos aus Materialien des Untergrundes verfertigt.

Der Schlussteil enthält theoretische Erwägungen über die Plastizität der *Molanna*Instinkte, die Lernmöglichkeit und Individualität der Larve. Der Instinkt ist plastisch, weil die unendlich variablen Bedingungen, unter welchen seine Tätigkeit entfaltet wird, unmöglich von der Vererbung vorausgesehen werden können.

Künftige Versuche über Individualität und Gedächtnis der *Molanna* werden geplant.



Jan Dembowski. Studja eksperymentalno-biologiczne nad larwą chróścika
Molanna augustata Curtis.

MIECZYŚLAW BOGUCKI.

Rola krwi w dzieworództwie traumatycznym ¹⁾.

(Le rôle du sang dans la parthénogénèse traumatique).

Według dotychczasowych badań Bataillona ^{2) 3)}, Herlanta ⁴⁾ i moich ⁵⁾ dla wywołania partenogenetycznego rozwoju jaj żaby należy zwilżone krwią jajko nakłuć. Samo nakłucie, aczkolwiek stanowi już podniecię rozwojową, gdyż pod jego wpływem jaja zaczynają brózdkować, nie wystarcza dla osiągnięcia normalnego rozwoju. Kłując jaja zwilżone krwią, wprowadzamy do ich wnętrza pewien, nieokreślony do dziś, czynnik (leukocyty, według Bataillona), który umożliwia normalny rozwój nakłutego jaja.

Wyniki dotychczasowych poszukiwań w tym kierunku

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu czerwcowym III Wydziału Tow. Nauk. Warsz.

²⁾ Bataillon E. 1912. La parthénogénèse des Amphibiens et la fécondation chimique de Loeb. Annales des Sc. Nat. Zool.

³⁾ Bataillon E. 1919. Analyse de l'activation chez les Batraciens. Ibidem.

⁴⁾ Herlant M. 1916. Le mécanisme de la parthénogénèse expérimentale. Bull. Sc. de la France et de la Belgique. T. 50.

⁵⁾ Bogucki M. 1921. Badania nad dzieworództwem sztucznym jaj żaby płowej. Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. 1. № 2.

stwierdzają brak specyficzności gatunkowej owego czynnika krwi. Do zwilżania jaj przed nakłuciem można bowiem użyć z jednakowym skutkiem zarówno krwi żaby, ropuchy jak i zwierząt ssących (koń, królik).

Wiemy ponadto, że z pośród składników krwi ową zdolność do regulowania rozwoju nakłutego jaja należy przypisać wyłącznie składnikom morfologicznym. Surowica krwi właściwości tej nie posiada (Bataillon, Bogucki).

Mamy tu więc do czynienia jak gdyby ze specyficznością funkcjonalną: owa zdolność do regulowania rozwoju jaja byłaby właściwością komórek ruchomych organizmu. Badania tej właściwości komórek innych tkanek były przedsięwzięte i mianowicie przez E. Bataillona¹⁾, który do zwilżania jaj użył miazgi śledziony królika. Doświadczenie powyższe podjęte było w tym celu, ażeby udowodnić rolę limfocytów w partenogenezie traumatycznej. Ponadto wspomnieć tu muszę moje doświadczenia²⁾, w których do zwilżania jaj przed nakłuciem używałem miazgi zarodków żaby w stadjum dwu blastomerów oraz — w stadjum gastruli, ewentualnie — blastuli. Z doświadczeń tych wynika, że owa zdolność do regulowania rozwoju nakłutego jaja występuje w starszych zarodkach (gastrula i blastula) w takim stopniu, jak i we krwi, brak jej natomiast w zarodkach wczesnych (2 blastomery).

Z doświadczenia tego wynika, że zdolność do regulowania rozwoju nakłutego jaja nie jest wyłączną właściwością komórek krwi, że o specyficzności czynnościowej nie może tu być mowy.

Ponieważ jednak możnaby mniemać, że komórki embrjonalne posiadają przed zróżnicowaniem właściwości wspólne z komórkami krwi, przeto dla usunięcia wątpliwości przystąpiłem w tym roku do innego typu doświadczeń, które są treścią niniejszej pracy.

Chodziło mi o stwierdzenie, czy inne tkanki, użyte do zwilżania jaja przed nakłuciem, wywrą na nie taki sam wpływ, jak komórki krwi. W tym celu zwilżałem jaja przed nakłuciem miazgą różnych organów żaby.

¹⁾ Bataillon E. 1916. Nouvelle contribution à l'analyse expérimentale de la fécondation par la parthénogénèse. Annales de l'Institut Pasteur. 30.

²⁾ Bogucki M. 1922. Dalsze badania nad dzieworódtwem sztucznym. Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego. T. I. № 16.

Ponieważ miazga poszczególnych organów normalnego zwierzęcia zawsze zawiera krew, przeto główną trudnością niniejszych doświadczeń było usunięcie krwi z branych do doświadczeń organów.

Celem usunięcia krwi przepłukiwałem żabę roztworem Ringera (NaCl —0,7%, KCl —0,03%, CaCl_2 —0,02%, NaHCO_3 —0,02%), wprowadzając kaniulę do żyły brzusznej (vena abdominalis). Po kilkogodzinnem przepłukiwaniu przygotowywałem z oddzielnych organów miazgę (mózg, jajnik, trzustka, wątroba), w której znajdowałem rzadkie tylko ciała krwi, bądź też wcale ich znaleźć nie mogłem.

Technikę doświadczeń stosowałem taką samą, jak w poprzednich pracach i do nich odsyłam czytelnika po szczegóły.

Zanim przejdę do opisu samych doświadczeń chcę zwrócić uwagę na sposób, w jaki dokonywałem obliczeń otrzymanych wyników. W pracach z 1920 i 1921 roku jako miarę efektu wywoływanego nakłuwaniem jaj na sucho, czy też po ich uprzednim zwilżeniu brałem przedewszystkiem odsetek jaj, które zaczynały brózdkować. Przy tem kontrolę dokonywałem zwykle w 4 godziny po nakłuciu jaj, t. j. w tym czasie, gdy jaja, które były równocześnie zapłodnione znajdowały się w stadjum 2 blastomerów. Z pośród jaj nakłuwanych na sucho odsetek brózdkujących był zazwyczaj dość niski i przeciętnie wynosił około 20%, dla jaj klutych w krwi—70%. Ponadto jaja klute w krwi odznaczały się większą prawidłowością rozwoju.

W roku ubiegłym sprawdzanie wyników dokonywane było nie w 4 godziny po nakłuciu, lecz w 6—7 godzin. Okazało się przytem, że odsetek jaj brózdkujących pod wpływem nakłucia na sucho bardzo mało różni się od odsetku jaj brózdkujących pod wpływem zwilżenia krwią przed ich nakłuciem. Różnica między rozwojem obu kategorii jaj uzewnętrzniała się jednak, jak i w poprzednich doświadczeniach: jaja klute w krwi rozwijały się prawidłowiej, niż jaja klute na sucho. To też przy porównywaniu rezultatów różnych kategorii doświadczeń już w pracy z roku ubiegłego, jak i niniejszej uwzględniałem nie tylko odsetki brózdkujących jaj, lecz również i to przedewszystkiem odsetki późniejszych stadjów rozwojowych, jak morula i blastula.

Różnice w odsetkach brózdkowania, zależne od czasu, w którym jaja są badane, dochodzą do bardzo znacznych wielkości. Jaja

nakłute na sucho, badane po 4 godzinach, brózdowały w 6% przypadków, badane po 6 godzinach w 49%.

Jaja nakłuwane w krwi brózdowały po 4 godzinach w 25%, zaś po 6 godzinach w 56% przypadków. Podobnych przykładów przytoczyć mógłbym więcej.

Wskazują one, że odsetek brózdowania jaj klutych na sucho jest równy odsetkowi jaj klutych w krwi z tą różnicą, że te ostatnie reagują szybciej.

TABELA I.

Serja doświadczeń (Serie de l'expérience)	Warunki, w których kluto jaja (Les oeufs ont été piqués)	Liczba doświadczeń (Nombre d'expériences)	Liczba jaj w doświad- czeniu (Nombre d'oeufs dans les expériences)	Odsetek jaj, które osiągnęły stadjum (Pourcentage d'oeufs qui ont obtenus le stade)	
				Kilku blastomerów (de quelques blastomères) po 8-9 godzinach (après 8-9 heures)	blastuli (de blastula) po 48 godzinach (après 48 heures)
I	Na sucho (à sec)	3	220	47	6
II	Po zwilżeniu odwołknioną krwią (Après avoir été humectés avec du sang défibriné)	3	233	71	18
III	Po zwilżeniu miazgą nie- odkrwionego mózgu (Après avoir été humectés avec du cerveau broyé non dépourvu de sang)	3	239	71	26
IV	Po zwilżeniu miazgą nie- odkrwionego jajnika (Après avoir été humectés avec des ovaires broyés non dépourvus de sang)	3	218	64	25
V	Po zwilżeniu miazgą nie- odkrwionej trzustki (Après avoir été humectés avec de pancréas broyé non dépourvu de sang)	3	235	51	14

Z powyższych względów przy ocenie wyników niżej przytoczonych doświadczeń zwracałem uwagę nie tyle na odsetki brózdowania, które w poszczególnych kategoriach doświadczeń różniły się między sobą bardzo niewiele, ile na odsetki późniejszych stadjów rozwojowych, których wielkość, zależnie od kategorii doświadczenia, była niejednakowa, a dla danej kategorii dość stała.

W tabeli I-ej zestawione są wyniki trzech doświadczeń, w których jaja tych samych samic nakłuwałem na sucho, w krwi i w miazdze organów (mózg, jajnik, trzustka) żaby nieodkrwionej. Z jaj kłutych na sucho otrzymałem procent blastul znacznie mniejszy (6%), niż z jaj, które przed nakłuciem były zwilżone odwłóknioną krwią lub miazgą wspomnianych organów. W tym ostatnim przypadku otrzymałem, zwilżając jaja krwią — 18% blastul, zwilżając je miazgą mózgu, jajnika i trzustki — 26%, 25% i 14% blastul.

Widzimy tu, że aczkolwiek przy zwilżaniu miazgą nieodkrwionego organu ilość krwi, z którą styka się nakłuwane jajko, jest o wiele mniejsza, niż wówczas, gdy zwilżamy jaja krwią, to jednak odsetek blastul wcale nie jest mniejszy, przeciwnie przy zwilżaniu miazgą mózgu i jajnika jest on nawet nieco większy. Już z tych doświadczeń nasuwa się przypuszczenie, że komórki rozartych organów, którymi jaja zostały zwilżone, odgrywają tę samą rolę w procesie partenogenezy, co i komórki krwi.

W tabeli II-ej mamy zestawienie wyników seryj doświadczeń, które tem tylko różnią się od już omówionych, że miazga organów użytych do zwilżania wzięta była ze zwierząt przepłukiwanych płynem Ringera. Miazga mózgu badana pod mikroskopem nie zdradzała śladów krwinek, natomiast w miazdze innych organów stwierdziłem nikłe wprawdzie, ale stałe ich ilości: kilka do kilkunastu w polu widzenia (ok. 2; ob. A).

Jeśli pominąć kategorię doświadczeń, w których zwilżałem jaja miazgą trzustki, to wyniki zestawione w tabeli II całkowicie pokrywają wyniki, zawarte w I tabeli. Odsetek blastul z jaj, nakłuwanych na sucho, wynosi tu 7% wobec 21%, jakie otrzymałem z jaj kłutych w krwi, i 24% — z jaj zwilżanych przed nakłuciem miazgą mózgu lub jajnika.

Wyniki powyższe wskazują, że miazgi organów zwierzęcia przepłukanego jak i posiadającego całkowitą zawartość krwi są równoznaczne pod względem zdolności regulowania procesów rozwojowych jaja. Przytem zdolność ta nie jest wcale niższa, niż w krwi.

Potwierdzenie poniższych wyników znajduje się w ostatniej serji doświadczeń (tabela III patrz str. 7), w której jaja tej samej samicy nakłuwane były na sucho, w krwi, w mózgu i jajniku żaby przepłukanej, oraz w mózgu żaby, u której usunięcie krwi było tylko częściowe.

Jaja tych samych samic klute w miazdze mózgu pozbawionej krwi i zawierającego krew dały taki sam odsetek blastul. Można by przypuszczać, że stosowanie miazgi mózgu, zawierającego krew, powinno dać wyniki lepsze. Tymczasem przeciwnie, właśnie te jaja, które były zwilżane miazgą mózgu odkrwionego, dały nieco większy odsetek blastul, niż jaja zwilżane miazgą, zawierającą widoczne ilości krwi.

T A B E L A II.

Serja doświadczeń (Série de l'expérience)	Warunki, w których kluto jaja (Les oeufs ont été piqués:)	Liczba doświadczeń (Nombre d'expériences)	Liczba jaj w doświadczeniach (Nombre d'oeufs dans les expériences)	Odsetek jaj, które osiągnęły stadium (Pourcentage d'oeufs qui ont obtenus le stade)	
				kilku blastomerów (de quelques blastomères)	blastuli (de blastula)
				po 7 godzinach (après 7 heures)	po 48 godzinach (après 48 heures)
I	Na sucho (à sec)	8	573	32	7
II	Po zwilżeniu krwią odwłóknioną (Après avoir été humectés avec du sang défibriné)	8	552	59	21
III	Po zwilżeniu miazgą mózgu odkrwionego (Après avoir été humectés avec du cerveau broyé dépourvu de sang)	8	653	40	24
IV	Po zwilżeniu miazgą odkrwionego jajnika (Après avoir été humectés avec des ovaires broyés dépourvus de sang)	8	626	50	24
V	Po zwilżeniu miazgą odkrwionej trzustki (Après avoir été humectés avec de pancréas broyé dépourvu de sang)	8	634	20	6
VI	Po zwilżeniu miazgą odkrwionej wątroby (Après avoir été humectés avec de foie broyé dépourvu de sang)	3	224	78	13

Na podstawie przytoczonych doświadczeń uważam za usprawiedliwiony wniosek, następujący: zdolność do regulowania procesów podziałowych nakłutego jaja

żaby nie jest wyłączną właściwością komórek krwi, właściwość tę odnajdujemy w całym szeregu innych komórek, a mianowicie — nerwowych, jajnikowych i embrjonalnych.

TABELA III.

Serja doświadczeń (Serie de l'expérience)	Warunki, w których kłuto jaja (Les oeufs ont été piqués:)	Liczba doświadczeń (Nombre d'expériences)	Liczba jaj w doświadczeniach (Nombre d'oeufs dans les expériences)	Odsetek jaj, które osiągnęły stadium (Pourcentage d'oeufs qui ont obtenus le stade)	
				kilku blastomerów (de quelques blastomères)	blastuli (de blastula)
				po 7—8 godzinach (après 7—8 heures)	po 48 godzinach (après 48 heures)
I	Na sucho (à sec)	3	220	72	7
II	Po zwilżeniu krwią odwłóknioną (Après avoir été humectés avec du sang défibriné)	3	201	82	29
III	Po zwilżeniu miazgą odkrwionego mózgu (Après avoir été humectés avec du cerveau broyé dépourvu de sang)	3	222	81	25
IV	Po zwilżeniu miazgą nie- odkrwionego mózgu (Après avoir été humectés avec du cerveau broyé non dépourvu de sang)	3	224	77	20
V	Po zwilżeniu miazgą odkrwionego jajnika (Après avoir été humectés avec des ovaires broyés dépourvus de sang)	2	146	82	18
VI	Po zwilżeniu miazgą odkrwionej wątroby (Après avoir été humectés avec de foie broyé dépourvu de sang)	3	204	88	19

W świetle przytoczonych doświadczeń staje się zrozumiałym stwierdzony przeze mnie fakt, że zwilżanie jaj miazgą zarodków w stadium dwu blastomerów nie wywiera wpływu na rozwój nakłutego jaja, gdy zwilżanie miazgą zarodka wielokomórkowego (blastula, gastrula) w sposób wyraźny wpływ ten wywiera.

Zdaniem mojem, w tym przypadku, gdy zwilżamy jaja

miazgą gastruli czy blastuli, mamy dość duże szanse wprowadzenia do ich wnętrza przy nakłuwaniu fragmentu żywej plazmy. Szanse te maleją niesłychanie, gdy do zwilżania używamy miazgi jaja niezapłodnionego, czy też zarodka 2-u blastomero-wego, ponieważ miazga zarodka dwukomórkowego złożona jest w przeważnej części z żółtka, zaś plazma żywa stanowi niewielką tylko część jej masy. To też prawdopodobieństwo wszczęcia do wnętrza jaja plazmy żywej, zdolnej do przemiany materji, jest nieporównanie większe wówczas, gdy zwilżamy je miazgą wielokomórkowych zarodków.

Pozostaje mi jeszcze do omówienia pozorną sprzeczność wyników tegorocznych doświadczeń z wynikami, otrzymanymi w pracy poprzedniej. Jak wskazują załączone tabele, zwilżając jaja miazgą jajników odkrwionego zwierzęcia, otrzymujemy kilkakrotnie większy odsetek morul czy blastul, niż przy nakłuwaniu ich na sucho. Wskazuje to na to, że komórki jajnika posiadają podobnie jak komórki krwi zdolność regulowania procesów podziałowych nakłutego jaja. Zdolności tej natomiast nie posiadają dojrzałe jaja żaby, znajdujące się poza jajnikiem, mianowicie w jajowodach. Ta sama zatem komórka jajowa w jednym przypadku posiada zdolność regulowania rozwoju nakłutego jaja, w innym zdolności tej nie ma. Dla wyjaśnienia podnieść muszę, że jajniki, których miazgi używałem do zwilżania jaj, pochodziły z okresu, gdy dojrzałe jaja zostały już wydalone do dróg rodnych. Składały się więc z komórek młodych nie przeładowanych żółtkiem.

Gdy więc miazga jajników składa się z plazmy żywej i stosunkowo nieznacznej ilości żółtka, to w miazdze jaj dojrzałych żółtko stanowi główny składnik, zaś plazma żywa stanowi tylko nikłą jej część.

Ten odmienny skład jaj jajnikowych z okresu godowego i jaj pozajajnikowych stoi niewątpliwie w ścisłym związku ze stanem fizjologicznym obu tych typów jaj. Gdy jaja dojrzałe pozajajnikowe znajdują się w stanie względnego spoczynku fizjologicznego, to w jajach jajnikowych odbywa się intensywne przemiana materji.

Dlatego też, kłując jajko, zwilżone miazgą jajników, mamy większe prawdopodobieństwo wprowadzenia doń żywej plazmy w pełni jej aktywności, niż wówczas, gdy do zwilżenia używamy miazgi jaj dojrzałych.

R É S U M É

Les recherches sur la parthénogenèse traumatique des oeufs de grenouille ont démontré (contrairement à l'opinion de J. Loeb), que le contact des oeufs piqués avec le sang est indispensable au développement normal de l'oeuf. Les corpuscules sanguins (les leucocytes d'après Bataillon) semblent contenir un facteur indispensable au développement. Il ne s'agit pas ici d'un facteur spécifique aux corpuscules sanguins de grenouille, puisqu'on obtient le même pourcentage de développement en employant le sang d'autres animaux (cheval, lapin, crapaud).

Ou pouvait croire par conséquent que le facteur en question est spécifique au sang en général, ou plus exactement aux corpuscules sanguins.

Mes recherches de l'année dernière ont pourtant démontré que les oeufs de grenouille humectés avant la piqûre avec des embryons de grenouille broyés (blastules ou gastrules) se développent aussi bien que les oeufs humectés avec le sang. Il s'en suit que le pouvoir de régler le développement de l'oeuf piqué n'est pas exclusivement attaché aux corpuscules sanguins.

J'ai entrepris cette année de nouvelles expériences afin de constater si d'autres cellules de l'organisme ne possèdent pas le même pouvoir. Dans ce but j'ai soigneusement rincé pendant plusieurs heures le système circulatoire des grenouilles avec la solution de Ringer, et ensuite soigneusement broyé différents organes de ces animaux. La masse semi-liquide ainsi obtenue servit à humecter les oeufs avant la piqûre.

La table № I donne les résultats d'une première série d'expériences: une partie des oeufs a été piquée à sec, une seconde partie humectée avant la piqûre avec du sang, une troisième humectée avec d'organes broyés de grenouilles non dépourvus de sang (cerveau, ovaires, pancréas). Comme on voit, le nombre de blastules est à peu près le même dans les deux derniers cas (18% et 26%, 25%, 14%).

Dans la seconde série d'expériences j'employai les ovaires et le cerveau d'animaux dont le système circulatoire avait été soigneusement lavé avec la solution de Ringer. Les chiffres

de la II table démontrent, que le nombre de blastules a été à peu près le même pour les oeufs humectés avec ces organes broyés (24%) et pour les oeufs humectés avec du sang (21%). Le nombre de corpuscules sanguins diffèrait pourtant sensiblement dans les deux cas: sous le microscope, je n'ai pu découvrir un seul corpuscule sanguin dans le cerveau broyé et à peine quelques uns dans l'ovaire. Il s'en suit que l'influence des cellules de ces organes sur le développement des oeufs piqués a été la même que l'influence du sang.

Dans la table III nous voyons les résultats d'une troisième série d'expériences, au cours de laquelle j'ai comparé l'action d'organes broyés contenant du sang et dépourvus de sang sur les oeufs de la même femelle. Ici encore le nombre de blastules est égal dans les deux cas, la présence des corpuscules sanguins dans les tissus n'a donc eu aucune influence sur le développement des oeufs piqués.

Ces résultats suffisent pour rejeter l'hypothèse de l'action spécifique du sang sur le développement. Les autres cellules de l'organisme ont au même degré que les corpuscules sanguins le pouvoir de régler le développement des oeufs de grenouille dans la parthénogénèse traumatique.

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.
PRACE INSTYTUTU IM. M. NENCKIEGO.
ZAKŁAD BIOLOGJI OGÓLNEJ.
TRAVAUX DE L'INSTITUT M. NENCKI.
LABORATOIRE DE BIOLOGIE GÉNÉRALE.

№ 33. 1924.

WIKTORJA STANISŁAWA DEMBOWSKA.

Studja nad regeneracją *Stylonychia mytilus*¹⁾

I. Aparat rzęskowy.

(Étude sur la régénération du *Stylonychia
mytilus*)

Part. I. Appareil ciliaire.

Podczas podziału wymoczków nie tylko powstają nanowo rzęski i inne narządy ciała, lecz zachodzi także daleko posunięta reorganizacja tych części wymocзка, które po podziale w danym osobniku pozostały, jako bezpośrednio przekazane przez organizm macierzysty. Ponieważ objętość wymocзка po podziale zmniejsza się dwukrotnie, a jednocześnie każdy z osobników popodziałowych po pewnym czasie posiada normalne proporcje zmniejszonego o połowę ciała, jest oczywiste, iż narządy bezpośrednio przekazane przez organizm macierzysty, jak np. rzęski, peristom, wodniczki kurezliwe i t. d., są proporcjonalnie za duże i muszą ulec redukcji.

Jak wynika z obserwacji Steina, Minkiewicza i Wallengrena, narządy te ulegają zupełnej rezorbcji, zaś na ich miejscu powstają nowe. Najbardziej szczegółowo proces ten opisał Wallengren, który badał zjawisko reorganizacji rzęsek i peristomu przy podziale u kilku gatunków *Hypotricha*. Według

¹⁾ Praca przedstawiona na posiedzeniu III Wydz. T. N. W. w dniu 13.XII 1923 r.

Wallengrena u *Stylonychia mytilus* przed podziałem pojawiają się na stronie brzusznej dwa jasne pola w pobliżu i nieco naprawo od każdego z jąder, (wymoczek orjentowany stroną grzbietową ku górze). Na każdym z tych pól powstaje wkrótce sześć podłużnych nieco ukośnych równoległych szczelin w pelli-kuli, przez które wychodzi nazewnątrz ektoplazma, tworząca nowe rzędy rzęsek. W tych sześciu szczelinach powstaje 18 rzęsek, które początkowo mają postać trójkątnych membranel, zwróconych wierzchołkiem ku górze, później rosną, przybierają kształt wydłużonych stożków, poczem się rozchodzą, udając się każda do ściśle dla niej określonego punktu ciała. W miarę rozwoju i rozsuwania się nowych rzęsek zachodzą zmiany w orzęsieniu brzuszmem organizmu macierzystego, które ulega stopniowej redukcji. Niektóre z nowoutworzonych rzęsek bezpośrednio rozwijają się w odpowiednie rzęski młodego wymoczka, inne zaś zastępują zanikające stare, z których po podziale osobnik przedni zachowuje 8, tylny zaś 10. W analogiczny sposób odbywa się reorganizacja rzęsek bocznych.

Co się tyczy peristomu, to w tylnym osobniku powstaje on nanowo, w peristomie zaś przedniego osobnika zachodzą głębokie zmiany. Otwór ustny ulega zamknięciu i przez czas pewien wymoczek nie pobiera pokarmu. Później prawy brzeg peristomu staje się coraz mniej wyraźny i stopniowo wszystkie membrane oraz rzęski starego peristomu zostają zastąpione przez nowoutworzone. Stosunki peristomalne przy podziale *Stylonychia mytilus* przez Wallengrena nie zostały zbadane dokładnie. Wreszcie, część ogonowa osobnika podziałowego tylnego wyraźną linią oddziela się od reszty ciała i stopniowo zanika wraz ze swojemi narządami.

Regeneracja u *Metazoa* w podobny sposób jest związana z rezorbcją i przebudową wielu narządów. Wynika to z prac: Driescha nad *Tubularia*, Childa nad *Planaria*, Czwikli-tzera nad *Ophryotrocha puerilis*, Korschelta nad *Lumbricidae*, Nusbauma i Oxnera nad *Nermertini*, Bordage'a nad *Ortoptera*, Driescha nad *Clavellina* i innych. We wszystkich tych przypadkach pozostałe narządy ulegają uwstecznieniu, dostarczając materiału, z którego rozwijają się nowe.

Co się tyczy regeneracji pierwotniaków, to procesy reorganizacyjne są tu bardzo mało znane. Proces podziału zawsze jest

związany z regeneracją, bowiem każdy z osobników popodziałowych musi zregenerować brakującą mu połowę ciała wraz z jej narządami. Zasadniczo więc problemat przebudowy ciała przy regeneracji i przy podziale jest ten sam. Już *Balbani* w pracach swych nad regeneracją u *Stentor* wspomina o redukcji i przebudowie części ciała nieproporcjonalnie dużych w stosunku do wielkości operowanego osobnika. Dokładniej jednak analogia obu procesów, regeneracji i ontogenezy, u pierwotniaków przez nikogo jeszcze stwierdzona nie została i tę lukę właśnie starałam się wypełnić w pracy niniejszej.

Metodyka.

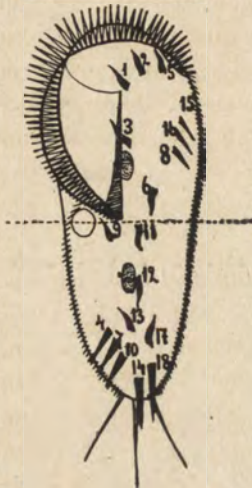
Doświadczenia wykonałam na *Stylonychia mytilus* hodowanych na kulturach *Colpidium*. Przy pierwszych próbach narkotyzowałam wymoczki chloroformem, według sposobu *Ishikawa*, wkrótce jednak musiałam zaniechać tego zabiegu. *Stylonychia* jest zbyt wrażliwa na narkozę i łatwo ginie. Prócz tego, różne stadja rozwoju są w niejednakowym stopniu odporne: zwłaszcza wrażliwe są wymoczki w okresie podziału. Te ostatnie w różnych punktach swego ciała w niejednakowym stopniu ulegają narkozie. Zastosowanie więc jej uniemożliwiało jednostajne przeprowadzenie doświadczeń i interpretację ich czyniło niepewną.

Wszystkie doświadczenia wykonałam na żywych nienarkotyzowanych wymoczkach. Przecięcie w pożądanym kierunku poruszającej się żywo *Stylonychia* sprawia poważną trudność i musiałam tej trudności zapobiec drogą wykonywania wielu operacyj naraz, poczem wybierałam z otrzymanego materiału osobniki mniej więcej przypadkowo przecięte w kierunku pożądanym. Po pierwszych chwilach podrażnienia, spowodowanego operacją, wymoczek zwykle poruszał się coraz wolniej, wreszcie zatrzymywał się zupełnie, pozostając na miejscu aż do zakończenia regeneracji. Okoliczność ta bardzo sprzyjała obserwacji. Po zakończeniu procesów regulacyjnych wymoczek samorzutnie powraca do swej normalnej ruchliwości. Przed operacją wymoczki były głodzone w ciągu 24 godzin w celu możliwego zwiększenia przezroczystości ciała. Pomimo to ziarnistość plazmy często bardzo utrudniała obserwację. Przecinałam wymoczki cienkim nożykiem ze splaszczonej igły stalowej, lub też nakłuwałam igiełką szklaną albo rurką włoskową.

Opis doświadczeń.

I. Operacje na dorosłym wymoczk.

Rys. 1 podaje układ wzajemny głównych części ciała *Stylonychia* widzianej od strony grzbietowej. Liczby 1, 2, 3, 5, 6, 8, 15, 16 oznaczają osiem cirri czołowych №№ 9, 11, 12, 13, 17 pięć cirri brzusznych i №№ 4, 7, 10, 14, 18 pięć cirri odbytowych.



Rys. 1.

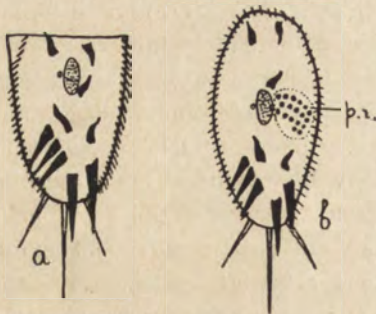
Stylonychia od strony grzbietowej. Linja kropkowana oznacza płaszczyznę przekroju przy 1-ym typie operacji

1. *Przecięcie wpoprzek przez środek ciała.* Przedni odcinek ciała zawierał przednie jądro, peristom i osiem cirri czołowych. Odcinek tylny zawierał tylne jądro, 5 brzusznych cirri i pięć odbytowych, oraz trzy szczecie ogonowe.

Przy takim przecięciu przednia połowa, posiadająca peristom z jego silnymi rzęskami, zawsze jest bardzo ruchliwa i wykonywa przez czas jakiś jeszcze szybsze ruchy, niż wymoczek nieuszkodzony. Natomiast tylny odcinek prawie natychmiast przestaje się poruszać, i cały przebieg regeneracji można na nim obserwować bez żadnej trudności.

Zaczynam od opisu regeneracji *tylnego odcinka* ciała.

Wkrótce po operacji, tylny odcinek (rys. 2 a) zaokrągliła nieco brzegi rany, przybierając stopniowo normalny wydłużony kształt (rys. 2 b). Rzędy rzęsek bocznych prawej i lewej strony wyginają się i schodzą na przodzie, jądro przesuwa się od brzegu rany ku środkowi odcinka. Dwie godziny po operacji, z prawej strony jądra powstaje trochę jaśniejsze od otaczającej plazmy pole (rys. 2 b — *p. r.*), zresztą dość mało wyraźne.

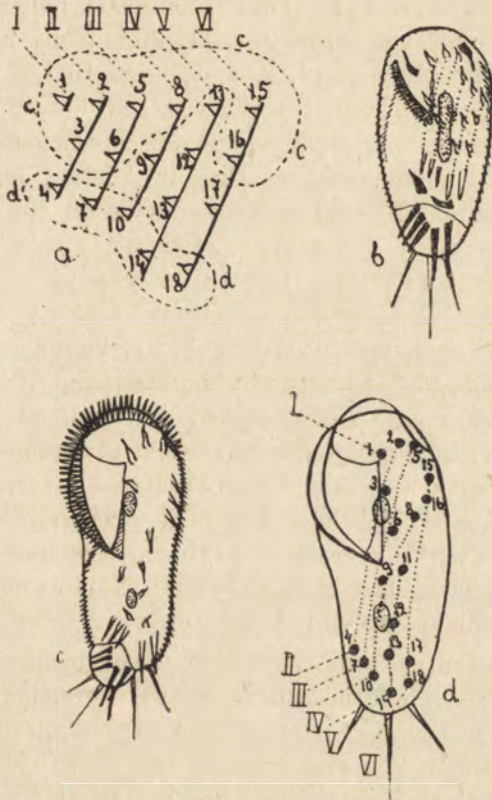


Rys. 2.

Regeneracja tylnego odcinka ciała.

p. r. — pole regeneracyjne.

Przy uważnej obserwacji, na tem polu wkrótce można różnić sześć równoległych podłużnych i nieco ukośnych szczelin. Są to wspomniane już we wstępie otwory w pellikuli, przez które wychodzi nazewnątrz ektoplazma, wytwarzająca nowe cirri. Dwie i pół godziny po operacji wyraźnie można widzieć 18 małych cirri, umieszczonych w głębi sześciu szczelin pellikuli w tym samym porządku jak to ma miejsce przy podziale *Stylonychia* (Wallengren).



Rys. 3.

a — rozmieszczenie cirri w polu regeneracyjnym. Linja kropkowana *c* od granicza system przyszłych cirri czołowych, linja zaś *d* — system cirri odbytowych. Pozostałe 5 zawiązków pola utworzą cirri brzuszne. *b* — rozsuwanie się zawiązków pola regeneracyjnego. *c* — późniejsze stadium regeneracji: podwójne orzęsienie ogona, *d* — rozmieszczenie cirri po zakończonej regeneracji. Cirri tworzą 6 nieprawidłowych rzędów, odpowiadających wzajemnemu układowi zawiązków pola regeneracyjnego. Na wszystkich rys. rzęski macierzyste są zaczernione.

Na rys. 3 *a* liczby rzymskie I—VI oznaczają sześć szczelin w pellikuli, liczby arabskie 1—18 odpowiadają nowopowstałym cirri. Z rys. 3 *b* i *d* widać, w jakim porządku zawiązki rzęsek rozsuwają się po ciełe wymoczka zajmując swe położenie definitywne.

Po zakończonej regeneracji cirri zachowują swój przybliżony układ w postaci sześciu trochę nieprawidłowych rzędów (rys 3 *d*, linie kropkowane I—VI) odpowiadających szczelinom pellikuli.

W opisywanym tu tylnym odcinku ciała, pole regeneracyjne powstaje w okolicach cirri 9 i 11 organizmu macierzystego. Z 18-tu cirri pola, osiem (1, 2, 3, 5, 6, 8, 15 i 16) przeznaczonych dla utworzenia definitywnych cirri czołowych, udaje się ku przodowi odcinka, gdzie poprzednio już zaszła ostateczna regulacja kształtu ciała wymoczka. Cirri te zajmują swoje normalne miejsce. Pozostałe 10 cirri pola skierowują się ku tyłowi. Tymczasem dawny tylny koniec ciała, zawierający pięć macierzystych cirri odbytowych (4, 7, 10, 14 i 18), trzy szczecie ogonowe i po kilka bocznych rzęsek z każdej strony, odwęża się od reszty ciała (rys. 3 *b*, *c*), jednak pozostaje w związku z ciałem wymoczka przez cały czas, ulegając stopniowemu wessaniu. W postaci małej brodawki, przesuniętej nieco wlewo (rys. 3 *c*), jest on widoczny jeszcze wtedy, gdy został już całkowicie utworzony nowy tylny koniec ciała wraz z analnymi cirri. Ishikawa w swojej pracy nad regeneracją wymoczków wspomina o obserwowanem jeszcze przez Pro wazek a powstaniu u tylnego osobnika podziałowego „hypertrofji“, w postaci błonki pływnej. Najprawdopodobniej jest to właśnie zanikający tylny koniec ciała.

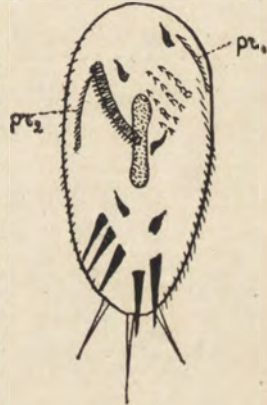
Gdy nowoutworzone cirri odbytowe dochodzą do tylnego końca ciała, mogą one od razu zająć swe normalne miejsce, nie znajdując przeszkody ze strony cirri organizmu macierzystego. Jak widać na rys. 3 *c*, orzęsienie ogona przez czas pewien jest podwójne. Należy podkreślić, że według Wallengrena, przy normalnym podziale *Stylonychia* w zupełnie podobny sposób zachodzi wessanie części protoplazmy tylnego osobnika wraz z odbytowymi cirri. Gdy powstałe cirri odbytowe wędrują ku tyłowi, mijając nasady macierzystych cirri brzusznych (9, 11, 12, 13 i 17), te ostatnie zaczynają zanikać, na ich zaś miejsce wstępują odpowiednie cirri pola, rozwijając się w ostateczne. Wallengren przypuszcza, iż bodźcem ku zanikowi starych cirri

służy zbliżenie się nowoutworzonych ku ich nasadzie. Przy zanikaniu cirrus przede wszystkim rezorbuje się jego nasada, która się zlewa z protoplazmą ciała, zaś jego wierzchołek przez czas dłuższy wykonywa ruchy. Wreszcie, na miejscu cirrus pozostaje tylko malutki ostry koniec, który ostatecznie wsiąka w plazmę. Czasami, jednak bardzo rzadko, zachodzi, jak to również podaje Wallengren, ziarnisty rozpad cirrus, zaczynając od jego wierzchołka.

Jednocześnie ze zmianami w orzęsieniu brzusznej strony ciała, ulegają analogicznej reorganizacji rzęski boczne. Nowe rzęski boczne powstają w obrębie dwóch małych podłużnych pól, z których każde jest pojedynczą szczeliną w pellikuli, umieszczoną bliżej przedniego końca ciała, równoległe do odpowiedniego rzędu dawnych rzęsek bocznych. Szczelina prawej strony jest umieszczona na prawo i ku zewnątrz od starego rzędu, szczelina zaś strony lewej napravo i ku wewnątrz od odpowiedniego rzędu rzęsek macierzystych (rys. 4). Wzdłuż każdej szczeliny osadzone są bardzo gęsto nowopowstałe rzęski. Obie szczeliny wydłużają się równoległe do boków ciała, zaś zawarte w nich zawiązki stopniowo się rozsuwają. W miarę wzrastania nowych rzęsek bocznych, stare powoli zanikają tak, że przez czas jakiś wzdłuż każdego boku ciała widać podwójny szereg rzęsek (rys. 3 b). Rozrost szczelin, również i zanik rzęsek bocznych, postępują od przodu ku tyłowi. Szczeliny, w których rzęski boczne pierwotnie się ukazały, zamykają się bez śladu.

Mniej więcej trzy godziny po operacji rozpoczyna się podział jądra odcinka. Zachodzi on w ten sam sposób, co i przy podziale wymoczka. Pozostały w odcinku pojedynczy micronucleus ulega przewężeniu i dzieli się na dwa jądra, które zajmują w odcinku normalne, względem zregulowanej ogólnej formy ciała, położenie. Jednocześnie macronucleus się wydłuża, przybiera kształt ósemki, dzieli się i wkrótce aparat jądrowy wymoczka powraca do normy.

Mniej więcej jednocześnie z rozpoczęciem tego podziału,



Rys. 4.

Powstanie rzęsek bocznych w tylnym odcinku ciała. *pr*₁, *pr*₂ — prawe i lewe pola regeneracyjne dla rzęsek bocznych.

kiedy macronucleus zaledwie zaczyna się wydłużać, z lewej jego strony powstaje zawiązek peristomu (rys. 4) w postaci fałdy — przyszłej zony adoralnej, o gęsto osadzonych membranelach, których dalszy rozwój polega na stopniowym rozsuwaniu się ku przodowi i jednoczesnem osiągnięciu kształtu definitywnego. Wkrótce też można obserwować analogiczne powstanie drugiej fałdy, t. zw. membrany undulującej, następnie zaś membrany preoralnej, pokrytej cieniutkimi rzęskami preoralnymi, oraz membrany i rzęsek endoralnych. Wszystkie rzęski peristomu powstają mniej więcej w jednym punkcie, w okolicy jądra i rozchodzą się ku przodowi. Stosunki peristomalne są niezwykle trudne do obserwacji ze względu na drobne wymiary części. Nie mogę też podać zupełnie dokładnego przebiegu całego procesu.

Po 5 do 7 godzinach całkowity proces reorganizacji jest zakończony. Obserwacje tego rodzaju wykonałam na kilkudziesięciu osobnikach i zawsze przebieg procesu był ściśle ten sam.

Zasadniczo przebieg procesu regeneracyjnego w *przednim odcinku* wymoczka jest ten sam, co i w tylnym. Zupełnie podobnie powstaje tu z prawej strony jądra pole regeneracyjne, dające początek 18-tu nowym cirri



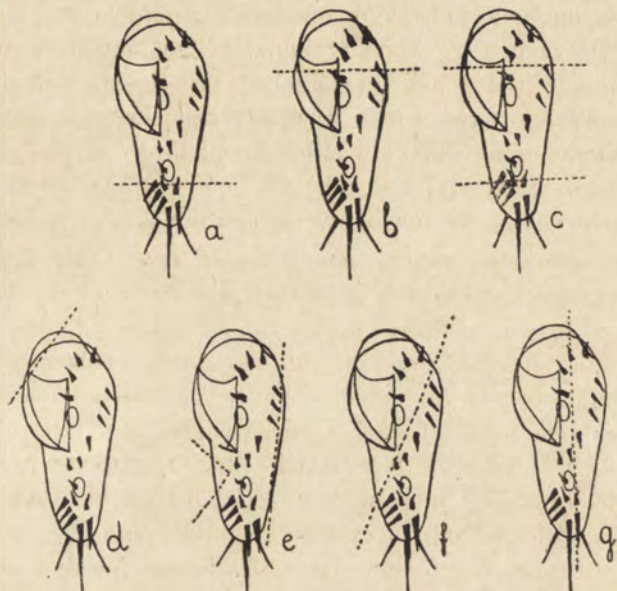
Rys. 5.

Regeneracja przedniego odcinka. W głębi starego peristomu powstają nowe membranelle, ułożone znacznie gęściej, niż w peristomie normalnym.

w 6-ciu rzędach, o tym samym układzie co poprzednio. Różnica polega tylko na tem, że tu inne macierzyste cirri, mianowicie czołowe (1, 2, 3, 5, 6, 8, 15, 16), muszą ulec rezorbcji i być zastąpione przez nowe. Brzuszne zaś i odbytowe od razu wchodzą na swoje definitywne miejsca. Nie zachodzi też tu rezorbcja ogonowej części ciała. W analogiczny sposób odbywa się reorganizacja rzęsek bocznych, dzieli się jądro, powstają szczecie ogonowe i t. d. Również i czas trwania regeneracji jest ten sam co dla tylnego odcinka. Zachowanie się peristomu jest jednak nieco odmiennie. Jego narządy muszą być zastąpione i zawsze zachodzi to w ten sposób, że membranelle i rzęski organizmu macierzystego zanikają stopniowo, w miarę wzrostu i rozsuwania się nowoutworzonych tak, że nigdy nie powstaje luka w membranelach. Zawiązek nowego peristomu tworzy się w głębi starego. Kolejność powstania

części peristomu i przebieg ich rozwoju w zupełności odpowiadają tym procesom w tylnym odcinku.

Jak widać z tego opisu, proces regeneracji przebiega zupełnie dokładnie w ten sam sposób jak proces reorganizacji ciała wymoczka po podziale. Zgodność we wszystkich szczegółach jest zupełna.



Rys. 6.

Położenie płaszczyzny przekroju w doświadczeniach 2—6, oraz 9 i 10.

2. *Przecięcie poprzeczne poniżej obu jąder* (rys. 6 a). Przedni odcinek zawierał 8 cirri czołowych, trzy brzuszne i oba jądra. Tylny zaś zawierał 2 cirri brzuszne, 5 odbytowych, trzy szczecie ogonowe, oraz część bocznych rzęsek. Miejsce, w którym przy normalnym podziale powstaje tylne pole rzęskowe, pozostało nieuszkodzone. W przednim odcinku powstaje jedno pole regeneracyjne w pobliżu i naprawo od przedniego jądra, dokładnie w tym samym punkcie, w którym się pojawia przy podziale przednie pole rzęskowe. Tylne pole rozwija się nigdy, o ile oba jądra są zachowane. Przebieg regeneracji we wszystkich szczegółach był ten sam co w odcinku przednim doświadczenia 1-go. Przednie więc pole regeneracyjne wytworzyło 18 cirri i w zwykły sposób 8 z nich za-

stąpiło 8 cirri czołowych. Różnica polegała jedynie na tem, że tym razem musiały być także zastąpione pozostałe 3 cirri brzuszne: 9, 11, 12. Pozostałe 7 nowoutworzonych cirri, po dokonanej regulacji kształtu zewnętrznego, bezpośrednio zajmują definitywne punkty ciała. Boczne rzęski powstają w dwóch wiązkach, w jednym dla prawej, w drugim dla lewej strony. Zmiany w aparacie jądrowym opiszę szczegółowo w pracy późniejszej. Operacje tego typu wykonałam wielokrotnie, nieznacznie zmieniając położenie powierzchni przecięcia, dzięki czemu odcinek przedni zawierał od dwóch do pięciu cirri brzusznych. Nie wpłynęło to na jakąkolwiek zmianę typu procesu regeneracyjnego. Losy tylnego odcinka będą podane później, przy opisie zachowania się kawałków bezjądrowych.

3. *Przecięcie poprzeczne powyżej obu jąder* (rys. 6 b). Przedni odcinek zawierał najwyżej 4 cirri czołowych. Przecież analogię z doświadczeniem poprzednim, gdzie odcięcie tylnego końca ciała spowodowało rozwój przedniego pola rzęskowego, spodziewałam się, iż uszkodzenie końca przedniego pociągnie za sobą powstanie pola tylnego. Tymczasem w tym typie doświadczeń, jak zresztą i we wszystkich innych, zawsze rozwija się tylko pole rzęskowe w pobliżu *przedniego* jądra. Pole regeneracyjne, niezależnie od rodzaju wykonanej operacji, jest zawsze to samo. Proces regeneracji tylnego odcinka pozatem ściśle odpowiadał procesom już opisanym poprzednio. Jak zawsze, cirri odbytowe zanikały razem z tylnym końcem ciała, jak to opisałam w doświadczeniu 1-em. Czas trwania regeneracji wynosił od 5 — 7 godzin.

4. *Dwa przekroje poprzeczne, powyżej i poniżej obu jąder* (rys. 6 c). Obserwowany środkowy odcinek zawierał od 3 do 7 cirri czołowych, od 3 do 5 cirri brzusznych i od 0 do 4 cirri odbytowych, oraz obydwa jądra. Następuje typowa regeneracja z rozwojem *przedniego* pola rzęskowego.

5. *Odcięcie końca peristomu bez cirri* (rys. 6 d). Pomimo, że żaden z cirri nie został uszkodzony, oraz pozostał nietknięty prawie cały peristom, nie tylko powstał zupełnie nowy peristom przy redukcji uszkodzonego, ale zaszła także całkowita reorganizacja wszystkich cirri w mocznik z typowym przebiegiem procesu, opisanym w doświadczeniach poprzednich. Regeneracja trwała około 6 godzin. Pole regeneracyjne

powstało w pobliżu przedniego jądra. Operację tę powtarzałam wielokrotnie z podobnym wynikiem. W niektórych przypadkach jednak odnowienie zachodziło znacznie później, niekiedy nawet dopiero po kilkunastu godzinach.

6. *Odcięcie rzęsek bocznych jednej lub obu stron* (rys. 6 e). Niezależnie od ilości usuniętych drogą operacji rzęsek bocznych, zachodziła typowa regeneracja z rozwojem przedniego pola regeneracyjnego i odnowieniem całego aparatu cirri, peristomu i t.p., jakkolwiek żaden z cirri nie został uszkodzony.

7. *Odcięcie 1-go do 4-ch cirri odbytowych*. Doświadczenia te miały na celu stwierdzenie minimum uszkodzenia, potrzebnego dla wywołania reorganizacji całego aparatu rzęskowego wymoczka. Operacje wykonałam na osobnikach jednego wieku. Odcięłam 4 cirri odbytowych (4, 7, 10, 14). Po 6-ciu godzinach zaszła całkowita reorganizacja aparatu rzęskowego i peristomu. Amputowałam 3 cirri (4, 7, 10)—zupełna reorganizacja po 9-ciu godzinach, przyczem wynik nie zależy od rodzaju odciętych cirri. Po odcięciu 2-ch cirri reorganizacja zaszła po upływie około 12-tu godzin. Po amputacji jednego cirrus wraz z tylną częścią ciała i trzema szczeciami ogonowymi reorganizacja zaszła po 16-tu godzinach. Próbowалам również odcinać jeden tylko cirrus, czołowy lub brzuszny, z możliwie minimalną ilością protoplazmy. We wszystkich przypadkach operacja wywołała powstanie *przedniego* pola regeneracyjnego oraz reorganizację wszystkich cirri ciała. Czas trwania reorganizacji w przytoczonych doświadczeniach ulega dość znacznym wahaniom; niekiedy w ciągu 20 godzin po operacji nie było żadnego śladu powstania pola rzęskowego, wreszcie jednak rozpoczynała się regeneracja. Przytem sam proces trwał zwykle od 5 — 7 godzin. Naogół biorąc, regeneracja rozpoczynała się tem wcześniej, im większe było uszkodzenie.

8. *Odcięcie jednej lub więcej szczeci ogonowych*. Operacja ta nie wywołała żadnych zmian. Głodzony wymoczek pływał z pozostałą w nim ilością szczeci aż do śmierci. Karmiony zaś, po pewnym czasie dzielił się, poczem oczywiście zachodziła zwykła reorganizacja.

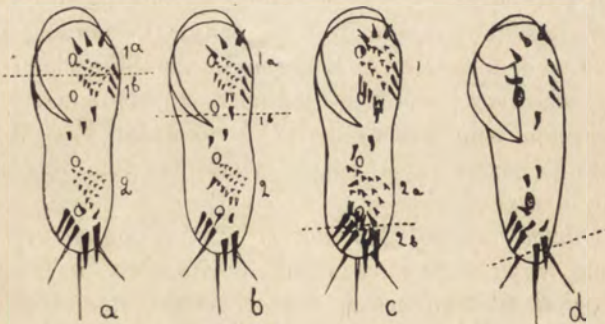
9. *Przecięcie podłużne ukośne* (rys. 6 f). Powierzchnia przekroju przeszła ukośnie pomiędzy obydwoma jądrami. Prawy odcinek zawierał 4 cirri czołowe (6, 8, 15, 16), wszystkie brzuszne

i wszystkie 5 cirri odbytowe, oraz 3 szczecie ogonowe; lewy odcinek zawierał peristom i 4 cirri czołowe (1, 2, 3, 5). We wszystkich przypadkach regenerowały obie połowy, przyczem w każdej z nich powstawało pole regeneracyjne odpowiednie do pozostałego przedniego lub tylnego jądra.

10. *Przecięcie podłużne boczne* (rys. 6 g). Lewy odcinek zawierał obydwaj jądra. Po 7-miu godzinach odcinek ten zakańcza całkowitą reorganizację, prawy odcinek zachowuje się jak i wszystkie odcinki bezjądrowe. W jednym podobnym przypadku przekrój przeszedł tuż z prawej strony obu jąder. Jądra wkrótce odsunęły się od brzegu rany ku środkowi odcinka, poczem w normalny sposób wytworzyło się przednie pole regeneracyjne. Tym razem miejsce, w którym normalnie wytwarza się pole regeneracyjne, zostało usunięte. Pole to przesunęło się wraz z przednim jądrem wlewo. Można ztąd wnioskować iż zawiązek pola rzęskowego nie jest zlokalizowany w plazmie, tylko rozwija się w zależności od jądra.

II. Operacje w czasie podziału lub nieco później.

11. *Przekrój przez środek przedniego osobnika w czasie podziału* (rys. 7 a). Po pewnym czasie, zależnie od stadium



Rys. 7.

Położenie płaszczyzn przekroju w doświadczeniach 11 i 12.

podziału, w którym została wykonana operacja, przewężenie plazmy, które w normalnym przypadku oddzieliłoby od siebie oba

osobniki podziałowe, pogłębia się i podział odbywa się tak samo, jakgdyby operacja wcale wykonana nie była. Tylony (nietknięty) osobnik 2 zachowuje się jak zwykły osobnik podziałowy i zakończy swoją rozpoczętą przed operacją reorganizację po 2-ech godzinach, a z osobnika przedniego, odcinek 1-*b* ulega procesowi reorganizacyjnemu zachodzącemu dokładnie w ten sam sposób jak i w odcinku 1-*a*. W obu tych odcinkach przedewszystkiem ulegają dalszej rezorbcji pozostałe po operacji cirri macierzyste, później pojawia się pole regeneracyjne i w miarę rozwoju jego zawiązków zaczynają zanikać rzęski powstałe w polu podziałowym. Regeneracja obu odcinków 1-*a* i 1-*b* odbywa się w jednym i tym samym czasie, jakkolwiek 1-*b* przez czas pewien pozostaje w związku z osobnikiem 2. Pozwala to przypuszczać, iż przewężenie protoplazmy, chociażby nawet słabo jeszcze zaznaczone, oddziela od siebie dwie jednostki o autonomicznym rozwoju. Nawet jeśli przekrój przeszedł poniżej obu jąder przedniego osobnika (rys. 7 *b*), z którego zatem pozostał w związku z 2 tylko wąski pasek protoplazmy, pasek ten nie ulegał rezorbcji, tylko oddzielał się przewężeniem od osobnika 2, poczem zachowywał się jak wszelki odcinek bezjądrowy (o czem niżej).

Jeszcze na samym początku podziału powstały w pierwotnym osobniku 2 pola rzęskowe. Cirri wytworzone w przednim z tych pól rozpoczęły właśnie swą wędrówkę ku nasadom cirri macierzystych, gdy wykonano operację (rys. 7 *a*). W ten sposób odcinek 1-*a*, zawierał: niezmienione jeszcze cirri osobnika pierwotnego (1, 2, 5, 15), oraz tylko co utworzone nierozwinięte jeszcze cirri pola rzęskowego (1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 15). I jedno i drugie po operacji muszą ulec zanikowi, pomimo, iż powstałe cirri nie osiągnęły jeszcze swego ostatecznego rozwoju. Pozaatem odcinki 1 *a* i 1 *b* odbywają typową reorganizację.

12. *Amputacja tylnego końca tylnego osobnika w czasie podziału* (rys. 7 *c*). Przekrój oddzielił cirri 18, 14 i 10, oraz trzy szczecie ogonowe od reszty ciała tylnego wymoczka. Przytem była uszkodzona część nowopowstałych przy podziale rzęsek. Odcięty kawałek nie zawierał jądra. Podobnie jak w doświadczeniu poprzednim, osobnik przedni w normalny sposób oddzielił się od uszkodzonego tylnego. Odcinek 2-*a* przebył zwykłą regenerację z zanikiem podwójnego orzęsienia, powstałego

przy podziale. Przy normalnym podziale, jak wykazał Walengren, rzęski pierwotnego osobnika ulegają rezorbcji dopiero wówczas, gdy znacznie już się rozwinęły rzęski pola podziałowego tak, że przez pewien czas orzęsienie jest podwójne.

W obu więc przypadkach t. j. w opisywanem doświadczeniu 12-tem, jak i w poprzednim 11-tem, rozpoczęty podział dobiega do końca niezależnie od tego, czy wymoczek był operowany, czy nie. Używałam do doświadczeń osobników w różnych stadiach podziału, nawet w najwcześniejszych, kiedy rozpoczynający się podział można poznać tylko po tem, iż środkowa część ciała wymoczka wydłuża się, odsuwając tylne jądro i brzuszne rzęski ku tyłowi. (rys. 7 d).

W tych przypadkach przedewszystkiem zachodził podział wymoczka. Później osobnik nieuszkodzony, w danym przypadku przedni, nie ulegał dalszym zmianom, osobnik zaś uszkodzony, po odbytych procesie reorganizacyjnym podziałowym, przechodził natychmiast proces regeneracyjny, w razie jeśli przy operacji zostały uszkodzone rzęski lub cirri nowopowstałe w polu rzęskowym podziałowym. W razie zaś, jeśli operacja usuwała tylko części osobnika pierwotnego (jak na rys. 7 d), które i tak musiały zaniknąć, reorganizacja popodziałowa wystarczała dla rekon-

strukcji całości, i procesy regeneracyjne nie występowały. Miałam zamiar sprawdzić dla *Stylonychia* doświadczenia Hartmanna, który znalazł, że u *Stentor* odcięcie kawałka ciała może powstrzymać rozpoczęty już podział. U *Stylonychia*, jak widać z doświadczenia [12-go, podział nie dał się cofnąć w podobny sposób.



Rys. 8.

Regeneracja osobników popodziałowych. a — regeneracja osobnika tylnego, b — przedniego.

13. *Przecięcie poprzeczne osobnika popodziałowego.* Reorganizacja aparatu rzęskowego występująca podczas naturalnego podziału, nie jest jeszcze ukończona, gdy obydwa osobniki a i b już się odrywają jeden od drugiego (rys. 8). W każdym z nich widać obok zanikających narządów macie-

rzystych powstające nowe. Podobnego wymoczka, w wielu miejscach posiadającego jeszcze orzęsienie podwójne, przecinałam wpoprzek. Zawsze po operacji przedewszystkiem kończył się proces zanikania starych rzęsek i cirri, t. j. dobiegały do końca procesy, związane normalnie z podziałem, potem zaś zaczynała się ponowna reorganizacja całego wymoczka, przed chwilą odnowionego, z powstaniem pola regeneracyjnego.

14. *Odcięcie macierzystej resztki ogonowej powstałej po podziale lub po regeneracji.* (rys. 9). Odcinałam brodawkę plazmatyczną, zawierającą macierzyste cirri odbytowe. O ile młody osobnik nie został przytem uszkodzony, nie wywoływało to żadnych zmian. Resztki plazmy brodawki zostały wciągnięte przez plazmę młodego organizmu, poczem blizna goiła się bez śladu. Wystarczyło jednak uszkodzić przy operacji chociażby jeden tylko odnowiony przed chwilą cirrus odbytowy, aby wywołać zupełną reorganizację całego orzęsienia.



Rys. 9.
Odcięcie zanikającej brodawki ogonowej.

III. *Nacięcia i nakłuwania bez usuwania części organizmu.*

15. *Niezupełne przecięcie wymoczka.* W operacjach tego typu próbowałam podzielać na organizm tym samym bodźcem, jaki przypuszczalnie wywołuje regenerację po przecięciu, nie zakłócając jednak całości ustroju. Wymoczek był przyciśnięty do szkła ostrzem noża w ten sposób, że zostawała przecięta pellicula z grzbietowej strony ciała, ekto — i endoplazma, jednak obydwie odcinki pozostawały związane ze sobą za pośrednictwem pelliculi brzusznej, względnie odwrotnie, grzbietowej, o ile nacięcie zrobione było ze strony brzusznej. Kierunek nacięcia był najrozmaitszy. Wkrótce po dokonanej operacji rana się zamykała i operacja nie pociągała za sobą żadnych dalszych zmian.

Wynika stąd, jak się zdaje, iż nie sam fakt przecięcia jest bodźcem regeneracyjnym, gdyż podrażnienie przy opisywanem nacinaniu wymoczka jest nie mniejsze, niż przy zwykłej operacji. Muszę zaznaczyć, iż w doświadczeniach tego typu niektóre osobniki regenerowały. Prawdopodobnie było to wywołane zmiażdżeniem przy operacji rzęsek bocznych.

16. *Nacięcie tylnego końca ciała.* Wśród doświadczeń bez usuwania części organizmu, jedno zasługuje na szczególne pod-

kreślenie. Mianowicie, przekrój przeszedł ukośnie, oddzielając dwa cirri odbytowe i trzy szczecie ogonowe wraz z częścią plazmy od reszty organizmu. Odcięty kawałek pozostał jednak w związku z całością wymoczka za pośrednictwem cienkiego mostka.



Rys. 10.
Nacięcie
boczne tyl-
nego końca
ciała.

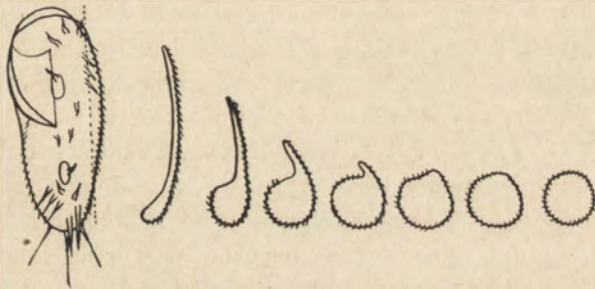
Pomimo, iż wymoczka podobnego (rys. 10) obserwowałam przez dłuższy czas, nawet po upływie doby nie mogłam zauważyć żadnych procesów reorganizacyjnych, jedynie zachodzi nieznaczne zresztą zaokrąglenie brzegów rany. Operację podobną wykonałam kilka razy, rzadko jednak z podobnym wynikiem. Zależało to, jak i w doświadczeniu poprzednim, przypuszczalnie od tego, czy zostały zmiażdżone rzęski boczne, czy nie. W razie, jeśli rzęski nie zostały uszkodzone, regeneracja nie zachodziła, głodzony wymoczek pływał z wiszącym kawałeczkiem ogona, aż do śmierci. Po dodaniu pokarmu, *Stylonychia* rekonstruowała swoje ciało za pomocą reorganizacji podziałowej. W niektórych przypadkach jednak głodzony zniekształcony wymoczek dzięki energicznym ruchom odrzucał tylny kawałek, związany mostkiem z całością. Wkrótce też rozpoczynał się wtedy typowy proces regeneracji. Tak samo regenerację można było wywołać odcięciem jednego z cirrus, umieszczonych na wiszącym ogonie. Więc, jak widzieliśmy i w doświadczeniach poprzednich (dośw. 7), wystarczy odciąć jeden tylko cirrus, aby wywołać zupełną przebudowę całego organizmu. W tym przypadku zostały oddzielone 2 cirri wraz z częścią protoplazmy, ale niezupełnie, i w wymoczku nie zaszły żadne poważniejsze zmiany. Raz jeszcze, nie sam fakt uszkodzenia, tylko raczej usunięcie pewnych części organizmu jest bodźcem regeneracyjnym.

17. *Usuwanie części protoplazmy bez cirri.* Operacje wykonywałam, nakłuwając wymoczka w różnych punktach ciała włoskową rurką szklaną. W miejscu nakłucia powstawał okrągły otwór o gładkich brzegach. Początkowo miałam zamiar wyciąć w ten sposób jądro, ze względów technicznych jednak operacja podobna nigdy mi się nie udała. Przy usunięciu części plazmy powstała rana dość powoli się zamykała, po kilkudziesięciu minutach jednak znikała bez śladu. Operacja nie wywołała żadnych

zjawisk regeneracji. Jak mówiłam już przy opisie doświadczenia 7-go, jeśli przy wykonanej dokładnie w ten sam sposób operacji wraz z plazmą usunięty zostanie jeden bodaj cirrus, pociąga to za sobą niechybną reorganizację wszystkich części ciała.

IV. Zachowanie się odcinków bezjądrowych.

18. Pozbawione jądra odcinki, otrzymane w różnych doświadczeniach, więc pochodzące z najrozmaitszych okolic ciała i zawierające bardzo różną ilość protoplazmy wraz z cirri, rzęskami i szczeciemi ogonowymi, wszystkie zachowywały się w sposób podobny. We wszystkich przypadkach zachodziła pewna regulacja kształtu zewnętrznego. Regulacja ta jednak sprowadzała się do ściągania brzegów rany i zaokrąglenia odcinka (rys. 11).



Rys. 11.

Regulacja kształtu zewnętrznego bocznego odcinka bezjądrowego w ciągu 1 godziny.

Brzegi rany zblizniały się wkrótce i wymoczek, zwłaszcza jeśli zawierał większą liczbę cirri i rzęsek, przy powierzchniowej obserwacji sprawiał wrażenie normalnego. W przypadku kiedy odcinek bezjądrowy pochodził od wymocзка popodziałowego, z podwójnym orzęsieniem, odcinek ten mógł zawierać normalną (18) liczbę cirri. Widzieliśmy jednak, że właściwa regeneracja zawsze zachodzi w związku z wytworzeniem się pola regeneracyjnego, zależnego w swoim powstaniu od jądra. W doświadczeniu № 10 zmiana położenia jądra przedniego pociągnęła za sobą odpowiednią zmianę położenia pola rzęskowego. Wobec tego w odcinkach bezjądrowych nie można było się spodziewać regeneracji. Istotnie, nigdy nie obserwowałam w nich jakichkol-

wiek zmian aparatu rzęskowego. Liczba cirri zawsze pozostawała ta sama, jaką odcinek przejął od organizmu macierzystego. Obserwacje tego typu były najliczniejsze. Możliwe, iż w tych przypadkach, gdy odcinek bezjądrowy pochodził z wymoczka, w którym w chwili operacji odbywał się proces redukcji rzęsek, redukcja ta nie zatrzymywała się natychmiast po operacji. Twierdzić tego napewno nie mogę, jednak niewątpliwie redukcja ta, jeśli wogóle zachodzi nadal, wkrótce ustaje. Wyniki tej operacji zgadzają się z tem, co wiemy wogóle o roli jądra w regeneracji pierwotniaków. Przeczą one natomiast wynikom pracy Ishikawa. Autor ten znalazł, iż regeneracja zachodzi w bardzo niewielkich odcinkach bezjądrowych *Stylonychia*, nadmieniając przy tem, iż odcinki takie zawsze wkrótce ginęły. O przebudowie organizmu i powstawaniu pola rzęskowego Ishikawa wcale nie wspomina, zadawając się podaniem regulacji formy zewnętrznej i w niektórych przypadkach nowopowstania rzęsek, czego nigdy nie obserwowałam w odcinkach bezjądrowych. Tak, na przykład, Ishikawa uważa, że odcinek bezjądrowy podobny do odcinka 1 b. w moim doświadczeniu № 11 (rys. 7 b), regeneruje, i na rysunku podaje nawet nowopowstałe orzęsienie tego bezjądrowego odcinka. Tłumaczy on tę regenerację rzęsek wpływem jąder osobnika 2, z którym odcinek 1 b przez dłuższy czas pozostawał w połączeniu. Przeczy to, jak widać z opisu doświadczenia 11-go, najzupełniej moim obserwacjom i interpretacji, którą podaję w dyskusji (str. 22). Jak wynika z doświadczenia następnego, drogą wielokrotnej operacji można otrzymać i utrzymać przy życiu przez czas dłuższy zupełnie zregenerowane odcinki, nierównie mniejsze, niż odcinki bezjądrowe, o których wspomina Ishikawa. Odcinki te muszą jednak zawierać jądro.

Fakt umierania obserwowanych przez Ishikawa odcinków przemawia najwyraźniej za tem, iż nie chodziło tu wcale o prawdziwą regenerację. Natomiast odcinki bezjądrowe, nawet stosunkowo znacznej wielkości, w moich doświadczeniach ginęły po pewnym czasie tak samo, jak i w doświadczeniach Ishikawa.

V. Regeneracja wielokrotna.

19. Doświadczenie to miało na celu stwierdzić najmniejszą wielkość wymoczka jeszcze zdolnego do wykonania procesu reorganizacji. Wymoczek został przecięty wpoprzek pomiędzy

obydwoma jądrami. Obie otrzymane połowy umieszczałam w osobnych naczyniach i po zakończonej regeneracji w ten sam sposób przecinałam przez pół. Gdy regeneracja otrzymanych osobników, z których każdy odpowiadał jednej czwartej wymoczka pierwotnego, ponownie zakończyła się, znowu zostały one poddane tej samej operacji. W ten sam sposób postępowałam dalej. Przez cały czas obserwacji, do której używałam zresztą nie wszystkich otrzymanych kawałków, gdyż liczba ich byłaby nadmierna, wymoczki nie otrzymywały żadnego pokarmu.

W kilku przypadkach powtórzyłam podobną operację 10 razy kolejno, otrzymując całkowite normalnie uorganizowane wymoczki o zupełnie proporcjonalnych wymiarach części, 32 przeszło razy mniejszej długości, niż wymoczek pierwotny. Ciekawe jest, że niezależnie od wielkości regenerującego wymoczka czas trwania procesu wahał się w bardzo niewielkich granicach. Osobniki otrzymane po 10 operacjach były mniejsze od *Colpidium*, których używałam do karmienia moich normalnych kultur *Stylonychia*. Najmniejsze otrzymane przeze mnie *Stylonychia* miały protoplazmę napełnioną czarnymi ziarenkami, co wskazuje prawdopodobnie na rozpoczynającą się degenerację. Jeszcze dalsze uszkodzenie ze względów technicznych równało się prawie zmiażdżeniu całego wymoczka, powodując jego śmierć.

Podobny wynik otrzymałam przy nieznaczącej modyfikacji doświadczenia. Pierwotną *Stylonychia* przecinałam wpoprzek nieco poniżej tylnego jądra. Kawałek regenerujący zatem zawsze posiadał dwa jądra. Po dokonanej regeneracji za każdym razem powtarzałam tę samą operację. Ponieważ w tym przypadku pozostawała więcej niż połowa ciała *Stylonychia*, operację mogłam powtórzyć większą ilość razy. Po 15—17 operacjach otrzymałam wymoczki zupełnie podobne do opisanych przed chwilą.

Jądro osobnika otrzymanego po wielokrotnej regeneracji jest wiele razy mniejsze od jądra osobnika normalnego. Należy stąd wnioskować, iż zachodzi przytem zasadnicza reorganizacja całego aparatu jądrowego, jak o tem zakomunikuję w II części mojej pracy, specjalnie poświęconej stosunkom jądrowym przy regeneracji u *Stylonychia*.

Dyskusja.

Badania moje pozwalają na pewne wnioski teoretyczne. Przedewszystkiem z zestawienia opisanych doświadczeń wynika,

iz regeneracja całego aparatu rzęskowego *Stylonychia* zachodzi wyłącznie tylko w związku z powstaniem pola regeneracyjnego i odnowieniem wszystkich rzęsek i cirri. W żadnym przypadku odcinek ciała wymoczka nie zużytkowuje pierwotnych swych struktur, tylko wytwarza je nanowo. Nawet przy najmniejszym uszkodzeniu, jak w doświadczeniu 7-em, regeneracja zachodzi według tego samego schematu. Zasługuje na szczególne podkreślenie ten fakt, iż pole regeneracyjne występuje zawsze pojedynczo. Przy wszelkich uszkodzeniach ciała z zachowaniem obu jąder, jak w doświadczeniach 2—7 i 10, rozwija się pole przednie w pobliżu przedniego jądra wymoczka. Tylne pole regeneracyjne powstaje tylko wówczas, gdy zostało usunięte przednie jądro (dośw. 1, 9). Można przypuszczać, iż związek pola regeneracyjnego z odpowiednim jądrem jest nie tylko lokalny, ale i przyczynowy. Jak podałam przy opisie doświadczenia 10-go, spowodowanej operacją wędrowce jądra ku środkowi ciała towarzyszy odpowiednie przesunięcie miejsca protoplazmy, w którym powstaje zwykle pole rzęskowe. Regeneracja odcinków bezjądrowych jest niemożliwa, gdyż w nieobecności jądra nie rozwija się w nich pole regeneracyjne. Jeśli taki związek przyczynowy istnieje rzeczywiście, to nasuwa to dalsze przypuszczenie, iż odnośnie potencji regeneracyjnych oba jądra *Stylonychia* nie są równoznaczne. Obecność jądra przedniego wywiera poniekąd wpływ hamujący na rozwój tylnego pola regeneracyjnego. Istotnie, po usunięciu jądra przedniego protoplazma tylnej połowy ciała odzyskuje swą zdolność wytworzenia pola rzęskowego. Przy regeneracji rzęsek bocznych (rys. 4) pole rzęskowe w postaci pojedynczej szczeliny z każdej strony powstaje zawsze w przedniej części ciała wymoczka i rozwój nowych rzęsek bocznych postępuje od przodu ku tyłowi. Fakty te doprowadzają do wniosku, że przednia część ciała wymoczka, a raczej okolica ciała koło przedniego jądra, jest wogóle siedliskiem bardziej ożywionych procesów metabolicznych. Zgadza się to bardzo dobrze z obserwacją Childa, który stwierdził dla różnych zwierząt, że wzdłuż fizjologicznej osi organizmu istnieje stopniowa różnica wrażliwości. Okolice ciała w których procesy metaboliczne zachodzą szybciej są jednocześnie czulsze na pewne odczynniki. *Paramaecium* i *Stentor* wykazują w tylnym końcu ciała mniejszą niż w przednim wrażliwość na $K_2Mn_2O_8$, co wyraża się

w stopniowym postępowaniu ku tyłowi brązowego zabarwienia— wskaźnika redukcji $K_2Mn_2O_8$ przez protoplazmę do MnO_2 .

Proces regeneracyjny u *Stylonychia* sprawia wrażenie procesu zdeterminowanego. Zawsze ściśle określone przeznaczenie każdego z cirri pola regeneracyjnego, oraz ich wędrówka wzdłuż określonych i dających się z góry przewidzieć dróg, sprawia wrażenie ścisłej predestynacji. Jednak fakt regeneracji wielokrotnej (dośw. 18), przy której pierwotna substancja wymoczka została rozdzielona conajmniej na 1000 odcinków i każdy z tych odcinków wytworzył swoje całkowite pole regeneracyjne oraz cały aparat rzęskowy, dowodzi wyraźnie iż, praktycznie biorąc, zawiązek pola regeneracyjnego może być zdeterminowany tylko w stosunku do pewnej całości fizjologicznej. Każdy z najdrobniejszych nawet odcinków, o ile tylko zawiera jądro, jest taką całością fizjologiczną. O jakichkolwiek stałych zawiązkach aparatu rzęskowego nie może oczywiście być mowy. Determinacja rozwoju rzęsek lub cirri istnieje tylko w tem znaczeniu, że proces przebiega zawsze w jeden i ten sam sposób.

W literaturze regeneracyjnej dawno już rozważana jest kwestja związku pomiędzy regeneracją a ontogenezą. Wielu autorów stoi na tem stanowisku, iż proces regeneracyjny zachodzi w ten sam sposób i w tym samym porządku, jak proces rozwoju ontogenetycznego danej części ciała. Jednak w większości przypadków organizm używa skróconych i uproszczonych sposobów dla odtworzenia całości. W moim przypadku przebieg procesu regeneracji aparatu rzęskowego dosyć ściśle odpowiada przebiegowi zjawisk, towarzyszących zwykłemu podziałowi, które możemy poniekąd nazwać procesami ontogenetycznymi. W obu przypadkach w jednakowy sposób zachodzi podział jądra, jednakowo powstaje pole rzęskowe, zawierające dokładnie te same cirri, ten sam jest los tych cirri, w taki sam sposób odbywa się redukcja cirri pierwotnych, ogonowej części ciała, która zostaje odwężona i wessana, odnowienie peristomu, rzęsek bocznych, wszystko przebiega w sposób zupełnie podobny. Jednak istnieje i pewna różnica. Chodzi tu mianowicie o *pojedyncze* pole regeneracyjne, podczas gdy pole rzęskowe podziałowe zawsze jest podwójne. Opisane już fakty pozwalają do pewnego stopnia wytłumaczyć tę różnicę.

W jednej z modyfikacyj doświadczenia 11-go, gdy w związku

z tylnym osobnikiem podziałowym pozostał tylko wąski bezjądrowy odcinek osobnika przedniego, odcinek ten, jak widzieliśmy, nie uległ rezorbcji, tylko został oddzielony zwykłym przewężeniem podziałowym. Pomimo operacji, osobnik tylny zachował się najzupełniej normalnie. Fakt przemawia za tem, iż podział wymoczka jest przede wszystkim podziałem fizjologicznym: zanim jeszcze pojawiło się przewężenie podziałowe, obydwaj osobniki stanowią już dwie jednostki autonomiczne, pomiędzy którymi wymiana substancji jest utrudniona. W doświadczeniu 11-tem odcięcie niewielkiego kawałka protoplazmy przedniego osobnika w czasie podziału spowodowało zupełną reorganizację jego aparatu rzęskowego z powstaniem pojedynczego pola regeneracyjnego, pomimo iż reorganizacja podziałowa w chwili operacji nie została jeszcze ukończona. Jakkolwiek operacja została wykonana we wczesnych stadjach podziału, gdy obydwaj osobniki były związane ze sobą jeszcze na całej prawie szerokości ciała, nie odbiło się to bynajmniej na osobniku tylnym, który oddzielił się zwykłym przewężeniem podziałowym i w normalny sposób zakończył rozpoczętą jeszcze przed operacją reorganizację. Jeżeli operacji był poddany tylny osobnik, nie odbijało się to na przednim, który zachował się tak samo, jak gdyby operacja wcale wykonana nie była, a odnowienie regeneracyjne zachodziło tylko w osobniku operowanym. Dzieląca się *Stylonychia* zachowuje się więc jak dwa osobniki autonomiczne, nie zaś jak jedna całość.

Przy regeneracyjnym odnowieniu rząsek bocznych na przednim końcu ciała z każdej strony powstaje jedna szczelina z związkami nowych rząsek. Natomiast przy podziale prócz tych dwóch powstają jeszcze dwie tylne szczeliny. Stosunki tu panują więc takie same, jak i odnośnie pola rzęskowego. Ponieważ po usunięciu przedniej połowy ciała, odcinek tylny rozwija parę szczelin bocznych tak samo jak i odcinek przedni, wnioskujemy stąd, iż przecięcie *Stylonychia* wpoprzek ma ten sam efekt, co rozpoczęcie podziału. Innemi słowy, już w chwili powstania dwóch pól podziałowych obydwaj przysze osobniki stanowią ednostki niezależne, aczkolwiek przewężenie pomiędzy nimi wcale jeszcze nie jest widoczne.

W jednej z modyfikacyj dośw. 11 przecięcie poprzeczne osobnika dzielącego się, dokładnie w płaszczyźnie podziału, nie wywołuje żadnych procesów regeneracyjnych, natomiast przekrój nieco po-

wyżej lub poniżej tej płaszczyzny powoduje reorganizację osobnika uszkodzonego.

Płaszczyzna podziału jest więc rodzajem pasa granicznego o innych właściwościach niż leżąca w jego sąsiedztwie protoplazma. Potwierdza to powyższe przypuszczenie, iż poprzez pas graniczny jest prawdopodobnie utrudniona wymiana substancji. Wreszcie jeszcze jeden fakt pozwala wnioskować w tym samym kierunku. W doświadczeniu 14-em odcięcie brodawki plazmatycznej wraz ze wszystkimi cirri odbytowymi nie powodowało żadnych procesów regeneracyjnych. Tymczasem usunięcie jednego tylko cirrus odbytowego, jak w doświadczeniu 7-em, niezawodnie wywoływało reorganizację. Przyczyna tej różnicy może leżeć w tem, iż przy regeneracji tylnego odcinka ciała, podobnie jak i przy podziale, koniec tylny wraz z cirri odbytowymi i trzema szczeciami ogonowymi zostaje odwężony od reszty ciała i znajduje się poza pasem granicznym, poprzez który wpływ uszkodzenia nie może przejść. Natomiast w dośw. 16-em, gdzie kawałek tylnego końca ciała z dwoma cirri odbytowymi pozostawał w związku z resztą ciała za pośrednictwem cienkiego mostka protoplazmy, brak było takiego pasa granicznego. To też odcięcie jednego z cirri od wiszącego kawałka wywołało reorganizację całego wymocзка.

Różnica pomiędzy regeneracją a procesem ontogenetycznym w przypadku *Stylonychia* zależna jest od tego, iż w czasie podziału okolice przyszłego przewężenia ciała nabierają innych właściwości niż reszta protoplazmy, utrudniając wymianę materji. Zasadniczo jednak, jak wskazuje głęboka analogja obu procesów, przy ontogenezie jak i przy regeneracji wymoczek korzysta z tych samych zdolności swego organizmu.

Do jednej z najbardziej spornych kwestyj należy sprawa bodźca regeneracyjnego. Doświadczenia moje nie dają możności jej rozstrzygnięcia, pozwalają jednak na wysnucie pewnych ogólniejszych przypuszczeń.

Poglądy odnośnie tego zagadnienia grupują się dookoła kilku możliwości. Zdaniem niektórych autorów przyczyną wyzwalającą regenerację jest podrażnienie, spowodowane operacją. Otóż w doświadczeniu № 15 wymoczki były tylko przygniatane końcem nożyka do szkła, ale nie przecinane całkowicie. Podrażnienie prawdopodobnie nie było tu mniejsze, niż przy jakiegokol-

wiek operacji, jednak regeneracja nie zaszła. W doświadczeniu 16 kawałek tylnego końca ciała wraz z kilkoma cirri odbytowemi został prawie całkowicie oddzielony od reszty ciała, co również nie wywołało żadnej reorganizacji. Przerwanie cieniutkiego mostka protoplazmy, łączącego odcinek z główną masą ciała byłoby podrażnieniem bardzo słabem w stosunku do wykonanej operacji, a jednak właśnie to słabe podrażnienie spowodowało proces całkowitej reorganizacji. Tak samo wymoczki, operowane w stanie narkozy, nie mniej były pobudzane ku regeneracji, aczkolwiek podrażnienie musiało być mniejsze lub żadne. Więc w doświadczeniach moich nie znajduję żadnych faktów, przemawiających na korzyść podrażnienia traumatycznego, jako pobudki regeneracyjnej.

Według innych autorów, pobudką dla zjawisk rekonstrukcji jest zakłócenie normalnej równowagi organizmu. Moje doświadczenia może najbardziej przemawiają właśnie za tym poglądem. Wycięcie niewielkiego kawałka protoplazmy bez jądra i bez cirri nie miało żadnego efektu regeneracyjnego. Natomiast odcięcie małego kawałka peristomu wywołało reorganizację całego organizmu. Różnica pomiędzy obydwoma doświadczeniami polegała na tem, iż w tym drugim przypadku prócz protoplazmy zostało usunięte kilka rzęsek peristomalnych. Podobnie w dośw. 7-em reorganizacja została spowodowana odcięciem jednego tylko cirrus odbytowego, prawie bez protoplazmy. Wreszcie amputacja jednej lub więcej szczeci ogonowych (dośw. 8) wcale się nie odbiła na losach wymoczka. W tym ostatnim przypadku chodziło prawdopodobnie o odcięcie części biernej, nieruchomej w każdym razie, która nie stała w żadnej wymianie materjalnej z organizmem i której amputacja nie została przez wymoczka odczuta. Bez efektu również pozostało wycięcie kawałka niezróżnicowanej protoplazmy. Podobnie Maas tłumaczy brak regeneracji odciętych kawałków gąbek słabo rozwiniętą indywidualnością tych zwierząt, które we wszystkich częściach swego ciała składają się mniej więcej z tych samych elementów. Możliwe, iż dlatego usunięcie samej protoplazmy u *Stylonychia* nie wywołuje regeneracji, że może ona być natychmiast zastąpiona funkcjonalnie przez części sąsiednie. Nasuwa się przypuszczenie, iż pomiędzy żywymi funkcjonującymi rzęskami a protoplazmą istnieje ustawiczna wymiana substancji i usunięcie chociażby jednego z cirri odbija się

na normalnej fizjologicznej równowadze, a raczej całości organizmu. Że nie chodzi tu tylko o równowagę morfologiczną, wskazuje wynik dośw. 8 i 16. Zwłaszcza to ostatnie, jak mi się zdaje, można tłumaczyć tylko w tym kierunku, że jakieś substancje krążą pomiędzy cirri a protoplazmą ciała, utrzymując organizm w pewnym stanie całości funkcjonalnej. Gdy zostanie przecięta jedna z tych dróg fizjologicznych, musi się to odbić na całym organizmie, który może powrócić do normy tylko ulegając zupełnej reorganizacji.

Z temby się zgadzały stare obserwacje Engelmana (potwierdzone przez Maupas'a) nad *Stylonychia*. Badacze ci znaleźli, że od nasady każdej rzęski i cirrus ku jądro przedniemu przebiegają cieniutkie włókienka plazmatyczne, schodzące się w jednym punkcie w pobliżu przedniego jądra. Engelmann przypuszcza, że włókienka te służą do przewodzenia podrażnień.

Z moich doświadczeń więc wynika, że podniętą ku regeneracji służy zakłócenie całości organizmu. Wskutek usunięcia jednego z organów ruchowych ulega zakłóceniu spójność, czyli koordynacja ich i to stanowi właśnie podniętę, wyzwalającą czynniki regeneracyjne, które mogą być bardzo różnorodnej natury. Bliższe określenie tych czynników dziś nie jest jeszcze możliwe, na istotę ich poniekąd rzuca światło stwierdzona przez te badania raz jeszcze wielka analogja między procesami regeneracji a przejawami ontogenetycznymi.

W doświadczeniu 7-em systematycznie zmniejszałam stopień uszkodzenia, mając na widoku sprawdzenie podawanej przez wielu autorów reguły, iż regeneracja jest tem prędsza im mniejsze jest uszkodzenie. Ciekawe będzie zestawienie z tem wyników dośw. 19-go. Przy regeneracji wielokrotnej otrzymywałam odcinki coraz mniejsze, jednak czas trwania regeneracji nie zależał od wielkości regenerującego kawałka. Raz jeszcze przemawia to za zakłóceniem całości organizmu, jako bodźcem regeneracyjnym. Nie bezwzględna wielkość uszkodzenia, tylko stopień zakłócenia proporcji ciała decyduje o czasie trwania procesu. W dośw. 15-em przy podłużnem przecięciu wymoczka, w kilku przypadkach odcinek regenerujący zawierał tylko jeden cirrus macierzysty. Nie zważając na to regeneracja trwała tyleż co regeneracja odcinka zawierającego (w innej modyfikacji doświadczenia) wszystkie cirri. Trwanie procesu regeneracyjnego nie

zależy od liczby narządów, które mają być zastąpione, tylko od czasu jaki jest potrzebny dla utworzenia narządów zastępujących.

Wnioski.

1. Regeneracja *Stylonychia* przy zachowaniu obu jąder zawsze się odbywa w związku z powstaniem regeneracyjnego pola rzęskowego w pobliżu przedniego jądra. Pole tylne rozwija się tylko wówczas, gdy zostało usunięte przednie jądro.

2. Wszelka regeneracja u *Stylonychia* jest związana z całkowitą reorganizacją aparatu rzęskowego.

3. Przebieg regeneracji dokładnie odpowiada procesowi reorganizacji przy normalnym podziale. Różnica polega tylko na tem, iż pole regeneracyjne występuje zawsze pojedynczo.

4. Już we wczesnych stadjach podziału obydwa nowopowstałe osobniki stanowią autonomiczne jednostki fizjologiczne.

5. Proces regeneracyjny jest ściśle zdeterminowany, determinacja ta jednak nosi charakter wyłącznie fizjologiczny.

6. Odcinki bezjądrowe nigdy nie odbywają prawdziwej regeneracji.

7. Przy wielokrotnej regeneracji bez pobierania pokarmu udaje się otrzymać osobniki przeszło 1000 razy mniejsze od osobnika pierwotnego.

8. Amputacja jednego bodaj jakiegobądź cirrus wywołuje zupełną reorganizację.

9. Czas trwania regeneracji nie zależy od absolutnej wielkości uszkodzenia.

10. Czas, po upływie którego rozpoczyna się regeneracja operowanego osobnika, stoi w stosunku odwrotnym do wielkości uszkodzenia.

11. Nacięcie ciała w różnych kierunkach, oraz usuwanie kawałków protoplazmy, nie zawierających cirri lub rzęsek, nie powodują regeneracji.

12. Bodźcem regeneracyjnym jest zakłócenie spójności organów ruchowych.

SPIS LITERATURY.

1. Balbiani E. Rech. expér. sur la mérotomie des Infusoires ciliés. Recueil Zool. Suisse. T. 5 — 1888 i Annales de Micrograph. T. 4—1892.
2. Bordage E. Phénomènes histologiques de la régénération des appendices autotomisées chez les orthoptères pentamères. Bull. scient. de la France et de la Belgique. T. 49 — 1916.
3. Bütschli O. Bronn's Class. Ordng. Abt. 3. Leipzig, 1887 — 9.
4. Child C. M. Studies on Regulation (of Planaria). Journ of Exper. Zool. Vol. I and II. Arch. f. Entwmech. Bd. XX. H. 2 und 3. 1905—6.
5. Child C. M. Demonstration of the Axial Gradients by Means of Potassium Permanganate. Biol. Bull. Vol. 36 — 1919.
6. Czwiklitzer. Zur Regeneration des Vorderendes von Ophryotrocha puerilis. Arch. f. Entwmech. Bd. XIX. 1905.
7. Driesch H. Studien über das Regulationsvermögen bei Tubularia. Arch. f. Entwmech. Bd. V, IX, XI. 1897, 1899, 1901.
8. Driesch H. Die Restitution der Clavellina lepadiformis. Arch. f. Entwmech. Bd. XIV, 1909.
9. Engelmann T. Zur Anatomie u. Physiologie der Flimmerzellen. Pflügers Arch. f. Physiol. XXIII 1880.
10. Hartmann M. Über den dauernden Ersatz der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch fortgesetzte Regenerationen. Biol. Zentralbl. Bd. 42 — 1922.
11. Ishikawa H. Wundheilungs—und Regenerationsvorgänge bei Infusorien. Arch. f. Entwmech. Bd. 35. N. 1, 1913.
12. Korschelt E. Über Regenerations und Transplantationsversuche bei Lumbriciden. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 1898.
13. Maas O. Ueber Nichtregeneration bei Spongien. Arch. f. Entwmech. XXX. 1910.
14. Maupas E. Contribution à l'étude morpholog. et anat. des infusoires ciliés. Arch. de Zool. expérim. T. I. 1883.
15. Minkiewicz R. Исследования над простейшими черного моря. Труды Общ. Ест. Казанск. Унив. Т. 35, вып. I. 1901 (avec un résumé français).

16. Nusbaum J. und Oxner M. Die Embryonalentwicklung des *Lineus ruber* Müll. Zeit. f. Wiss. Zool. 107. — 1913.
 17. Prowazek S. v. Beitrag zur Kenntnis der Regeneration und Biologie der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 3, 1903.
 18. Przibram H. Regeneration. 1909.
 19. Stein F. v. Der Organismus der Infusionsthierc etc. Abt. I. Hypotricha. Leipzig, 1859.
 20. Wallengren N. Zur Kenntnis des Neubildungs—und Resorptionsprocesses bei der Teilung der hypotrichen Infusorien. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. Bd. 15 — 1901.
-

W. S. DEMBOWSKA.

Etude sur la régénération du *Stylonychia mytilus*.

La régénération du *Stylonychia mytilus*, pour peu que les deux noyaux soient présents, s'accomplit toujours au moyen d'un seul champ régénérateur qui apparaît à proximité du noyau antérieur. Le champ régénérateur postérieur ne se forme qu'au cas de l'élimination du noyau antérieur. Dans la pellicule du champ régénérateur apparaissent 6 fissures longitudinales disposées en biais, par lesquelles l'ectoplasme se fraye un passage à l'extérieur en donnant naissance à 18 germes de cirri futurs. Ces germes vont occuper leurs places définitives, chacun à la base du cirrus maternel respectif, ou bien encore en cas d'élimination opératoire de celui-ci le cirrus nouvellement formé occupe sa place définitive, après que la récupération de la forme du corps s'est effectuée.

C'est ainsi que tous les anciens cirri non atteints par l'opération disparaissent peu à peu et sont remplacés par des cirri nouveaux. (Le *Stylonychia normal* possède 8 cirri frontaux, 5 cirri ventraux et 5 anaux).

Les germes des cils latéraux apparaissent aussi au fond des deux petites fissures des deux côtés du corps; de là ils vont occuper leurs places définitives. C'est de la même manière que s'affectue la formation d'un nouveau péristome, dont les membranelles se développent dans un point déterminé de la partie antérieure du corps. Ensuite, elles s'écartent les unes des autres. Dans le processus de régénération, l'infusoire n'utilise jamais les

anciennes organelles, c'est toujours le renouvellement de l'appareil ciliaire tout entier qui s'accomplit. Et c'est toujours le même processus de réorganisation qui a lieu dans tous les cas de mutilation des organes moteurs. La plus faible amputation telle que l'excision d'un tout petit fragment du péristome ou celle d'un seul cirrus anal, entraîne une réorganisation complète.

Dans sa marche progressive le processus de ce renouvellement correspond exactement aux changements qui ont lieu dans les cas d'une division normale de l'infusoire, changements décrits, il y a longtemps, par Stein.

La différence entre la régénération et l'ontogénèse consiste exclusivement en ce que dans le premier cas on voit se développer un champ régénérateur unique, tandis que dans le cas d'une division, ce sont les deux champs ciliaires qui se forment chacun à proximité des deux noyaux. Cette différence tient à ce que la division de l'infusoire est par excellence une division physiologique, à la suite de laquelle il se forme dès le début une espèce de zone de démarcation, qui rend difficiles les échanges matérielles entre les deux individus qui subissent la division. Quelles que soient les opérations subies par un des deux individus pendant le processus de division, elles n'exercent aucune influence sur l'individu non mutilé ni sur la division même, qui s'accomplit toujours jusqu'au bout. Dans le cas de régénération réitérée, sans alimentation, on arrive à obtenir des individus 1000 fois plus petits que les individus ordinaires. On peut déduire de ce fait la conclusion suivante: malgré le déterminisme absolu du processus régénératif, ainsi que de celui de la préformation de chaque cil dans le champ régénérateur, ce déterminisme est par excellence physiologique.

Un individu 1000 fois plus petit que l'individu ordinaire forme néanmoins un champ régénérateur proportionné à ses dimensions. Ce champ ne correspond pas morphologiquement à celui de l'individu primitif, il ne constitue qu'une partie de la nouvelle entité physiologique. Des incisions faites au corps dans différentes directions et le retranchement au moyen d'une canule capillaire de petites parcelles du protoplasme indifférencié ne suscitent aucun processus de réorganisation, tandis que la mutilation ne fût-ce que d'un seul cirrus entraîne infailliblement le renouvellement complet de tout l'appareil ciliaire, le péristome y compris. Il en résulte que ce n'est point l'excitation produite

par l'opération qui sert de stimulant de régénération, vu, qu'il n'y a aucune concordance entre le degré d'excitation et la durée du processus de réorganisation, c'est plutôt la perturbation de l'équilibre physiologique normal qui constitue ce stimulant. La régénération n'a pas lieu dans les cas de l'élimination d'une partie du corps indifférenciée, qui, par conséquent, peut être aussitôt substituée dans ses fonctions par des parties contiguës.

Il est vrai que l'amputation d'une ou de plusieurs soies caudales n'entraîne pas, non plus, la régénération, mais il ne s'agit dans ce cas que de parties inertes, qui ne servent probablement qu'à transmettre l'excitation tactile. L'absence de ces soies n'entraîne que le manque de certaines excitations et ne peut servir de stimulant régénérateur.

Le temps nécessaire à la régénération est toujours le même, indépendamment du degré de la mutilation ou des dimensions de l'infusoire régénéré; il comprend de 5 à 7 heures.

Ce qui varie c'est l'intervalle entre l'opération et l'apparition du champ régénérateur. On peut généralement constater que, plus la mutilation est violente, plus le début de la régénération est rapide.

Les fragments privés de noyaux n'accomplissent jamais une régénération normale; ils ne forment pas de champs régénérateurs et n'acquièrent jamais de nouvelles organelles.

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.
PRACE INSTYTUTU IM. M. NENCKIEGO.
ZAKŁAD FIZJOLOGJI.
TRAVAUX DE L'INSTITUT M. NENCKI.
LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE.

№ 34. 1924.

Z. MALKIEWICZ.

O chłonienu niektórych soli nieorganicznych
w jelicie cienkiem ¹⁾.

(Sur l'absorption de certains électrolytes dans l'intestin grêle).

Mechanizm procesu chłonięcia w jelitach stał się od czasu badań Heidenhaina i Cohnheima jednym z podstawowych zagadnień fizjologii współczesnej. Pomimo obszernej literatury przedmiotu i licznych badań, przeprowadzonych w czasach ostatnich zwłaszcza przez Höbera i jego szkołę, proces sam pozostaje nadal bardzo skomplikowanym zjawiskiem fizjologicznym. Heidenhain ('94) i Cohnheim ('97) zwrócili uwagę na czynność fizjologiczną nabłonka jelitowego, która obok sił czysto fizycznych, jak osmoza i dyfuzja, tak ważną w procesie chłonięcia odgrywa rolę. Cohnheim podkreśla przytem jednostronną przepuszczalność błony jelitowej i jej zdolność zatrzymywania prądu dyfuzyjnego, zdążającego w kierunku od krwi i limfy do światła jelita. W miarę rozwoju chemii fizycznej starano się wytłumaczyć pewne spotykanie przy chłonienu sprzeczności z ogólnymi prawami dyfuzji i osmozy, i wyjaśnić na pod-

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w dniu 18 czerwca 1924 roku.

stawie szeregu zjawisk fizyko-chemicznych ten niejasny i zagadkowy czynnik, jakim jest „czynność życiowa“ nabłonka. Jeszcze Hofmeister ('88, '90, '91), a później Pauli ('07), zwrócili uwagę na pęcznienie i kurczenie się koloidów, jako na czynnik, odgrywający rolę w mechanizmie chłonięcia. Traube ('04) przypisuje wielką rolę napięciu powierzchniowemu. Różnicę napięć powierzchniowych dwóch graniczących ze sobą cieczy, czyli t. zw. ciśnienie powierzchniowe, uważa on za główny czynnik przy powstawaniu wszelkich prądów cieczy w organizmie. Höber ('04), Oker-Blom ('01) i Girerd ('10) zwracają uwagę na kataforezę, elektroosmozę i polaryzację błony, jako czynniki wchodzące w grę w procesie chłonięcia.

Jak widzimy, większość badań dotychczasowych miała na celu wyjaśnienie mechanizmu resorpcji, t. j. sprowadzenie zjawisk, związanych z chłonięciem, do procesów fizyko-chemicznych. Jeśli chodzi specjalnie o chłonięcie soli nieorganicznych, to wykazano w szeregu prac, że jedne z tych soli resorbują się prędzej, inne, zwłaszcza t. zw. sole przeczyszczające, wolniej, przyczem w pewnych warunkach nie tylko powstrzymują one resorpcję płynu z jelita, lecz powodują zjawisko, biegnące w kierunku odwrotnym do resorpcji, t. j. przechodzenie wody z naczyń do światła jelita. Stwierdzono (Höber, '98, Wallace i Cushny, '98, '99 i inni), że roztwory soli o tem samym ciśnieniu osmotycznym posiadają różną szybkość resorpcji i że ściana jelita jest niejednakowo przepuszczalna dla poszczególnych jonów, przyczem różni autorowie różnie starają się przyczyny i mechanizm tego zjawiska wytłumaczyć. W ostatnich czasach zwrócono uwagę na wpływ, jaki wywiera obecność pewnych soli na resorpcję innych ciał wzgl. soli. I tak np. Reid ('02) zauważył, że obecność $NaCl$ w roztworze glukozy przyspiesza resorpcję tej ostatniej. Goldschmidt i Binger ('19) stwierdzają wpływ dodawania wzrastających ilości mleczanu wapniowego na szybkość dyfuzji roztworu $NaCl$, która w tych warunkach z początku wzrasta, a potem się obniża i objaśniają to zmianami w przepuszczalności błony. Mając właśnie na względzie to wzajemne oddziaływanie na siebie poszczególnych jonów i zależność szybkości resorpcji od kombinacji i ustosunkowania się poszczególnych jonów w płynach wprowadzonych do jelita (poddawanych resorpcji) i pragnąc część tych zagadnień wyjaśnić, przystąpiłem do doświadczeń, których przebieg i wyniki tutaj podaje.

Ograniczyłem się narazie do porównywania szeregu katjonów, operując roztworami chlorków ($NaCl$, KCl , $CaCl_2$), gdzie anjon pozostawał zawsze niezmienny (Cl'), a jako katjony występowały Na^+ , K^+ i Ca^{++} .

1. Metodyka.

Roztwory soli, któremi operowałem, były ściśle izosmotyczne w stosunku do siebie, t. j. posiadały jednakowy stopień obniżenia punktu zamarzania (Δ). Depresja, oznaczona dla każdego z tych roztworów z pomocą krjoskopu Dekhuyzena, w większości doświadczeń wynosiła średnio $\Delta = 0,47^\circ$. Odpowiadało to roztworom: $NaCl$ —0,78%; KCl —1,033%; $CaCl_2$ —1,045%; $NaHCO_3$ —1,155%. Mieszając te roztwory, mogłem zestawiać dowolne kombinacje tych soli ze sobą, lub z takich mieszanin usuwać dowolne składniki bez zmiany ciśnienia osmotycznego roztworu. Do każdej kombinacji dodawałem zawsze taką ilość izosmotycznego roztworu $NaHCO_3$, jaka odpowiada zawartości tej soli w płynie Ringera, ażeby utrzymać zawsze jednakową lekko zasadową reakcję ($P_H = 7,2 - 7,4$). Doświadczenia wykonywałem na psie (samica), wagi 20 kg., z przetoką jelitową Thiry-Vella, o długości pętli około metra. Pies przed doświadczeniem był głodzony przez 24 godziny. Ponieważ operacja¹⁾ była dokonana przed rokiem i otwory przetoki uległy znacznemu zwężeniu, musiałem je rozszerzyć operacyjnie. Do każdego z otworów przetoki zakładałem cienkie rurki gumowe, do których po kilkakrotnym założeniu brzeży otworów przetoki tak dopasowały się, że rurki tkwiły w nich zupełnie mocno. Psa układałem do doświadczeń na stole w pozycji leżącej na grzbiecie, przyczem zachowywał się on przez cały czas doświadczenia zupełnie spokojnie. Za każdym razem przed rozpoczęciem właściwego doświadczenia przetokę przepłukiwałem wodą destylowaną, ogrzaną do temperatury ciała. W tym celu zakładałem do jednego z otworów wspomnianą rurkę gumową i przez nią przepłukiwałem przetokę wodą z pomocą gruszki gumowej. Pierwsze porcje wody, wyciekającej z drugiego otworu przetoki, zawierały zawsze trochę wydzieliny i śluzu, następne były już

¹⁾ Operacja została dokonana przez dr. Sikorskiego i dr. Leykę w Zakładzie Farmakologii, pozostającym pod kierownictwem prof. J. Modrakowskiego.

zupełnie czyste. Po kilkakrotnem przepłukaniu przepędzałem przez przetokę powietrze z pomocą tejże gruszki gumowej, by usunąć z niej resztki wody i po wyczekaniu kilkunastu minut przystępowałem do właściwego doświadczenia. Rurki gumowe, tkwiące w otworach przetoki, łączyłem z pomocą łączników szklanych i dłuższych rurek gumowych z dwiema biuretami, które były ustawione w statywach po obu stronach zwierzęcia. W ten sposób obie biurety komunikowały ze sobą przez przetokę. Do jednej z biuret wprowadzałem ogrzany do $\pm 40^{\circ}$ płyn, który poprzednio był zanalizowany mikrochemicznie; po otwarciu kurków w obu biuretach płyn ten po wypełnieniu przetoki zjawiał się w drugiej biurecie i poziom jego podnosił się do góry, dopóki poziomy w obu biuretach nie zrównały się. Ruchy peristaltyczne jelita odbijały się na wysokości poziomów płynu w biuretach i powodowały znaczne ich wahania, które utrudniały ściśle ustalenie przebiegu chłonięcia wody w czasie. Ażeby utrzymać jednakowe stężenie roztworu w całym płynie poddawanym resorbcji, przeprowadzałem co pewien czas cały ten płyn przez przetokę z jednej biurety do drugiej, zwiększając naprzemian ciśnienie w każdej z biuret. Po skończonem doświadczeniu zamykałem kurki w obu biuretach, rozłączałem je z kaniulkami tkwiącymi w przetoce, a pozostały w tej ostatniej płyn zbierałem możliwie dokładnie do starowanej kolbki, wydmuchując do niej z pomocą gruszki gumowej zawartość przetoki. Zlewałem potem do tej kolbki płyn pozostały w biuretach i wszystko to ważyłem. Znaleziona waga wyrażała w gramach ilość pozostałego płynu, który następnie poddawałem analizie chemicznej. Ponieważ, pomimo najdokładniejszych przemywań przetoki przed doświadczeniem, płyn pozostały był zawsze mętny wskutek domieszki wydzieliny jelitowej i widocznych kłaczków śluzu, których obecność przeszkadzała w dalszej analizie na jony nieorganiczne, należało ten płyn uwolnić od tych domieszek. W tym celu 10 cm^3 płynu pozostałego odparowywałem do sucha w parownicze na łaźni wodnej. Suchą pozostałość rozpuszczałem w 10 cm^3 1% kwasu octowego (lub w 10 cm^3 0,1 n *HCl*, gdy chodziło o rozpuszczenie strąconego węglanu wapnia), odparowywałem raz jeszcze do sucha, rozpuszczałem pozostałość w 10 cm^3 wody destylowanej i sączyłem. Otrzymywałem przesącz pozbawiony białka i śluzu, zupełnie klarowny, a zawierający wszystkie sole nieorganiczne, które miałem ozna-

czać. W razie użycia kwasu solnego, chlor oznaczałem w równoległej próbce niezakwaszonej: postępowanie takie było tem usprawiedliwione, że w metodzie, którą posługiwałem się w oznaczaniu chloru (p. niżej), obecność białka lub zmętnienie roztworu nie wpływa na wynik analizy.

Resztę niezmienionego płynu pozostałego używałem po odwirowaniu zawiesiny do oznaczenia obniżenia punktu zamarzania (Δ), stężenia jonów wodorowych (P_H) i ilościowego oznaczania dwutlenku węgla.

Potas, sól i wapń oznaczałem mikrochemicznie według Kramera ('20) i Kramera i Tisdalla ('21 a, '21 b, '21 c). Chlor oznaczałem z pomocą mikrometody Whitehorna ('21), która jest modyfikacją metody Volharda. Dwutlenek węgla, zawarty w węglanach, oznaczałem dodając badanego płynu do mianowanego roztworu $\frac{1}{10} n Ba(OH)_2$ i — po odstaniu się strąconego węglanu barowego — miareczkując ten roztwór $\frac{1}{10} n HCl$. Obniżenie punktu zamarzania oznaczałem z pomocą krjoskopu Dekhuyzena ('08), a stężenie jonów wodorowych (P_H) kolorymetryczną metodą Michaelisa ('20).

2. Opis doświadczeń.

Poniżej podaję opis dwu seryj doświadczeń, z których pierwsza była przeprowadzona z roztworami dwu elektrolitów, zaś druga z czystymi roztworami poszczególnych soli.

W pierwszej serji doświadczeń poddawałem resorbcji mieszaninę równych objętości dwu izotonicznych roztworów soli, więc: $NaCl + KCl$; $NaCl + CaCl_2$; $KCl + CaCl_2$ ¹⁾.

W dwu pierwszych kombinacjach zawartość procentowa wprowadzonego do jelita sodu była więc mniejsza, niż w roztworze Ringera, wzgl. w surowicy krwi, gdy natomiast ilości potasu i wapnia były znacznie większe.

Należy przedewszystkiem zaznaczyć, że przeważną liczbę doświadczeń tej serji wykonałem z kombinacją pierwszą, t. j. z mieszaniną roztworów chlorku sodowego i potasowego, ponieważ w zestawieniach, do których wchodził wapń, napotkałem na pewną trudność. Mianowicie okazało się, że część wapnia,

¹⁾ Doświadczeń z chłonicie mieszaniny $NaCl + CaCl_2$ nie przeprowadzałem.

zawarta w roztworze wprowadzonym do jelita, ulegała strąceniu w postaci węglanu, który występował w płynie pozostałym jako biały nierozpuszczalny osad. Trudność tę starałem się pokonać w ten sposób, że wapń oznaczałem dopiero po dodaniu kwasu i rozpuszczeniu węglanu wapnia. Dokładne oznaczenie ilości zresorbowanego wapnia było jednak znacznie utrudnione.

Tę serję doświadczeń uważam ponadto za niekompletną z tego mianowicie powodu, że w przeważnej części doświadczeń w płynie pozostałym oznaczałem tylko te jony, które wprowadzałem do jelita. Ponieważ, jak się z późniejszych doświadczeń okazało, w płynie znajdującym się w jelicie pojawiają się jony niewprowadzone, w dalszych doświadczeniach przeprowadzałem w płynie pozostałym analizę wszystkich czterech jonów (*Na*, *K*, *Ca*, *Cl*), bez względu na skład płynu wprowadzonego.

Wyniki tej pierwszej serji doświadczeń, w których poddawałem resorbacji mieszaninę równych objętości roztworów izotonicznych *NaCl* i *KCl*, zlekka zalkalizowaną małym dodatkiem również izotonicznego roztworu *NaHCO₃* ($2,6 \text{ cm}^3$ 1,155% *NaHCO₃* na 100 cm^3 mieszaniny), przedstawiają tabele I i II.

W rubryce *A* przedstawiony jest skład roztworu wprowadzonego do jelita, wyrażony w procentach i w gramach. W rubryce *B* podano podobnie wyrażony skład roztworu pozostałego w jelicie po doświadczeniu. W rubryce *C* uwzględniono ubytek (—), względnie przyrost (+) składników w roztworze pozostałym, wyrażony w gramach. Poza tem jest oznaczona wartość ciśnienia osmotycznego (Δ) i stężenia jonów wodorowych (P_H) zarówno płynu wprowadzonego, jak i pozostałego.

Jak widzimy z porównania tych dwu doświadczeń (tab. I i II), resorbacja wody waha się w dość znacznych granicach.

W doświadczeniu, przedstawionem na tabeli I, uległo resorbacji 28,7 g wody, w drugim zaś doświadczeniu tylko 8,5 g. Takie wahania wykazuje zresztą cały szereg analogicznych doświadczeń; przypuszczam, że zależą one od warunków ubocznych, wpływających na zwierzę, jak np. stan odżywienia, ilość wody w organizmie i t. p.

Co do chłonięcia sodu, to, jak widzimy z tabel, w jednym przypadku (tab. I) ubyło go 52 mg, t. j. 60% ilości wprowadzonej, w drugim (tab. II)—przybyło 9 mg, t. j. 9%. Jeżeli chodzi jednak o procentową zawartość sodu w płynie pozostałym, to w obu przypadkach stwierdzamy jej wzrost (0,318% w porównaniu do 0,217%

i 0,263% w porównaniu z 0,184%). W szeregu innych doświadczeń tej serii spotykamy się najczęściej z nieznacznym przyrostem ilości bezwzględnych sodu, a zawsze z przyrostem procentowym zawartości tego jonu.

TABELA I.

Chłonicie roztworu $NaCl + KCl$.
Doświadczenie № 9. Czas trwania doświadczenia 1 h 15'.
(Expérience № 9. Durée de l'expérience 1 h 15').

Składniki (Éléments constitutifs)	A		B		C
	Roztwór wprowadzony (Solution introduite)		Roztwór pozostały (Solution restée dans l'intestin)		Ubytek składników w roztworze pozostającym (Diminution des éléments du liquide resté dans l'intestin)
	%	g	%	g	g
H_2O	—	40,0	—	11,25	— 28,75
Na	0,217 ¹⁾	0,087	0,318	0,035	— 0,052
K	0,260	0,104	0,134	0,015	— 0,089
Cl	0,463	0,185	0,382	0,043	— 0,142
CO_2	0,016	0,006	—	—	—
Δ		0,472 ^o		0,568 ^o	
PH		7,4		8,2	
Na : K		100 : 120		100 : 42	

TABLEAU I. Absorption de la solution $NaCl + KCl$

Wyraźniej i prościej przedstawia się sprawa chłonicie potasu. Widzimy w obu doświadczeniach, że jon ten w wyższym stopniu niż sód znika z jelita. W jednym przypadku (tab. I) zostało zresorbowane 89 mg potasu, t. j. 85% ilości wprowadzonej, w drugim (tab. II) — 62 mg t. j. 60%.

Procentowa zawartość tego jonu w płynie pozostałym zmniejszyła się w obu przypadkach jednakowo z 0,260% do 0,134%. Analiza płynu pozostałego na wapń, wykonana w jednym z tych

¹⁾ Wyjątkowo w tem doświadczeniu analiza wykazała wyższe liczby dla sodu, co polega prawdopodobnie na błędzie w jej wykonaniu. W następnych doświadczeniach tego typu (patrz tab. II) otrzymaliśmy dla sodu : 0,184% i 74 mg.

dwu doświadczeń (tab. II), wykazała nieznaczne ilości tego jonu (0, 002%, wzgl. 1 mg), aczkolwiek płyn wprowadzony nie zawierał go wcale.

Ilości zresorbowanego chloru w obu przytoczonych doświadczeniach, jak i w całej tej serii, wahają się dość znacznie i mniej więcej równoległe do ilości zresorbowanych kationów.

T A B E L A II.

Chłonięcie roztworu $NaCl + KCl$.
Doświadczenie № 11. Czas trwania doświadczenia 1 h 27'.
(Expérience № 11. Durée de l'expérience 1 h. 27').

Składniki (Éléments constitutifs)	A		B		C Ubytek (-) względnie przyrost (+) skład- ników w roztworze pozostałym (Diminution resp. accroissement des éléments du liquide resté dans l'intestin)
	Roztwór wprowadzony (Solution introduite)		Roztwór pozostały (Solution restée dans l'intestin)		
	%	g	%	g	g
H_2O	—	40,0	—	31,5	— 8,5
Na	0,184	0,074	0,263	0,083	+ 0,009
K	0,260	0,104	0,134	0,042	— 0,062
Ca	0	0	0,002	0,001	+ 0,001
Cl	0,461	0,184	0,396	0,125	— 0,059
CO_2	0,016	0,006	0,157	0,049	+ 0,043
Δ	0,472 ⁰		0,547 ⁰		
P_H	7,4		8,1		
Na : K	100 : 141		100 : 51		

TABLEAU II: Absorption de la solution $NaCl + KCl$.

W jednym z przytoczonych doświadczeń (tab. II) oznaczyłem w płynie pozostałym odszczepiony od węglanów dwutlenek węgla. Okazało się, że w porównaniu do nieznacznej ilości dwutlenku węgla w płynie wprowadzonym, pochodzącej od dodanego tam dwuwęglanu sodowego, zawartość jego w płynie pozostałym wzrosła znacznie, mianowicie z 0,016% do 0,157%. Równoległe do tego widzimy w obu przytoczonych przypadkach, co zresztą występuje stale we wszystkich doświadczeniach, wzmożenie się alkaliczności płynu pozostałego w porównaniu z wprowadzonym. P_H wzrasta z 7,4 do 8,1—8,2. Również stałym zjawiskiem

dla wszystkich tych doświadczeń jest wzmożenie się ciśnienia osmotycznego roztworu pozostałego w porównaniu z roztworem wprowadzonym. Δ wzrasta z $0,472^\circ$ do $0,547^\circ$, wzgl. do $0,568\%$ i utrzymuje się we wszystkich przypadkach w granicach, zbliżonych do ciśnienia osmotycznego krwi.

Fakt ten dowodzi, że z roztworów wprowadzonych woda resorbuje się szybciej niż sole, przynajmniej w początkowych fazach resorbcji. Jeżeli się uwzględni, że roztwory, któremi operowałem, były w stosunku do krwi zwierzęcia hypotoniczne, to przekonamy się, że zaobserwowane zjawisko jest zupełnie zgodne z faktami stwierdzonymi przez *Heidenhaina* i jego uczniów, którzy zauważyli, że roztwory soli o różnem stężeniu wprowadzone do jelita osiągają po pewnym czasie izotonję z krwią, względnie surowicą zwierzęcia.

Ponieważ, jak wspomnieliśmy wyżej, sód ulega tylko nieznacznej resorbcji, a nawet przybywa go w płynie pozostałym, podczas gdy potas zawsze jest żywo resorbowany, stosunek tych dwu jonów do siebie w płynie wprowadzonym i pozostałym wykazuje pewną prawidłowość. Jeżeli ilość sodu przyjmiemy równą 100, stosunek $\frac{Na}{K}$ w płynie wprowadzonym wyrazi się w naszych doświadczeniach jak $\frac{100}{120}$ (tab. I) lub $\frac{100}{141}$ (tab. II), podczas gdy w płynach pozostałych stosunek ten przedstawiony będzie liczbami $\frac{100}{42}$ i $\frac{100}{51}$, a więc — wyraźna zmiana na niekorzyść potasu.

Dalszy szereg obejmuje doświadczenia, w których były podane resorbcji kombinacje wapnia i potasu ($KCl + CaCl_2$). Wyniki jednego z tych doświadczeń streszcza tab. III. Warunki doświadczenia i znaczenie rubryk w tablicy te same, jak poprzednio.

Luką tego doświadczenia, jak już poprzednio wspomniałem, jest brak oznaczeń Na i CO_2 w płynie pozostałym. Co do potasu i wapnia, to widzimy, że oba te jony w dość znacznych ilościach znikają z roztworu, przyczem tylko część wapnia (28 mg) z brakujących w płynie pozostałym 35 mg tego katjonu (rubr. C) została zresorbowana przez jelito, reszta zaś (7 mg) znajduje się w osadzie, rozpuszczalnym w kwasie solnym.

Dalsze doświadczenia miały na celu stwierdzenie zachowania się i składu płynu pozostałego w tym przypadku, gdy w płynie wprowadzonym tylko jeden z katjonów poddawano resorbcji. Tabela IV ilustruje ten drugi typ doświadczeń, w których w płynie wprowadzonym znajdowała się tylko jedna sól, w danym przypadku KCl w roztworze $1,003\%$ ($\Delta = 0,472^0$), z lekka hypotonicznym w stosunku do krwi zwierzęcia.

T A B E L A III.

Chłonięcie roztworu $KCl + CaCl_2$.
Doświadczenie № 7. Czas trwania doświadczenia 1 h.
(Expérience № 7. Durée de l'expérience 1 h.)

Składniki (Éléments constitutifs)	A		B		C	D
	Roztwór wprowadzony (Solution introduite)		Roztwór pozostały (Solution restée dans l'intestin)		Ubytek (—) składni- ków w roztworze pozostałym (Diminution des élé- ments du liquide resté dans l'intestin)	U W A G I (Remarques)
	%	g	%	g		
H_2O	—	30,0	—	25,0	— 5,0	Po zakwaszeniu roztworu pozostałego i rozpuszczeniu strąconego $CaCO_3$ znajdujemy dla wapnia: 0,086% i 0,021 g. (Après l'acidification du liquide resté dans l'intestin et la solution du $CaCO_3$ précipité, on trouve pour le calcium les valeurs suivantes: 0,086% et 0,021 g.)
Na	0,008	0,002	—	—	—	
K	0,269	0,081	0,129	0,032	— 0,049	
Ca	0,163	0,049	0,054	0,014	— 0,035	
Cl	0,562	0,169	0,376	0,103	— 0,066	
CO_2	0,016	0,005	—	—	—	
Δ	0,472 ⁰		—			
PH	7,2		7,7			

TABLEAU III: Absorption $KCl + CaCl_2$.

Jak widzimy z tabeli, po dwugodzinnem trwaniu doświadczenia woda nie tylko nie uległa resorbcji, lecz przybyło jej w jelicie $15,_{\infty}$ g.

W roztworze wprowadzonym znajdują się zaledwie ślady sodu ($0,008\%$), w roztworze pozostałym zawartość jego podniosła się do $0,348\%$; przybyło go 189 mg. Potas uległ znacznej resorbcji, gdyż zawartość jego spadła z $0,52\%$ do $0,139\%$; ubyło go 131 mg.

W płynie pozostałym również zjawiał się w ilości 7 mg (0,013%) wapń, którego brak było zupełnie w roztworze wprowadzonym. Ilość bezwzględna chloru wykazuje w roztworze pozostałym pewną nieznaczną zwyżkę (16 mg), natomiast zawartość jego procentowa spadła z 0,487% do 0,381%. Zawartość dwutlenku węgla podniosła się znacznie, bo o 103 mg. Odpowiednio do tego wzrosła alkaliczność płynu (P_H z 7,4 do 8,4). Ciśnienie osmotyczne wzmogło się jak zwykle, osiągając dla Δ wartość = 0,573°.

TABELA IV.

Chłonięcie roztworu *KCl*.

Doświadczenie № 12. Czas trwania doświadczenia: 2 h.

(Expérience № 12. Durée de l'expérience: 2 h.)

Składniki (Éléments constitutifs)	A		B		C
	Roztwór wprowadzony (Solution introduite)		Roztwór pozostały (Solution restée dans l'intestin)		Ubytek (-) względnie przyrost (+) składników w roztworze pozostałym (Diminution resp. accroissement des éléments du liquide resté dans l'intestin)
	%	g	%	g	g
H_2O	—	40,0	—	55,3	+ 15,3
Na	0,008	0,003	0,348	0,192	+ 0,189
K	0,520	0,208	0,139	0,077	- 0,131
Ca	0	0	0,013	0,007	+ 0,007
Cl	0,487	0,195	0,381	0,211	+ 0,016
CO_2	0,016	0,006	0,198	0,109	+ 0,103
Δ		0,472°		0,573°	
P_H		7,4		8,4	

TABLEAU IV: Absorption de la solution *KCl*.

Liczby, otrzymane w dwóch jeszcze doświadczeniach z tym samym roztworem *KCl*, potwierdzają omówione powyżej wyniki.

Gdy w analogiczny sposób poddawałem resorbcji roztwory *NaCl* (0,78%; $\Delta = 0,466^\circ$), otrzymałem wyniki, które ilustruje tabela V.

Widzimy, że tutaj już po upływie pół godziny woda uległa znacznej resorbcji₂ (21 g). Sodu ubyło 75 mg, a procentowa

jego zawartość pozostała prawie niezmieniona. Chociaż w nieznacznej ilości (po 3 mg) zjawily się w roztworze pozostałym jony potasu i wapnia, których nie było w roztworze wprowadzonym. Chloru ubyło 109 mg. Procentowa jego zawartość obniżyła się bardzo niewiele. Przyrost dwutlenku węgla nieznaczny. Również mniej wzrosła P_H (z 7,5 do 8,9). Δ jak zawsze, zbliżona do Δ krwi. Wyniki otrzymane w trzech analogicznych doświadczeniach tego samego typu są zgodne z przytoczonymi.

T A B E L A V.

Chłonięcie roztworu *Na Cl*.
Doświadczenie № 13. Czas trwania doświadczenia: 30'.
(Expérience № 13. Durée de l'expérience: 30').

Składniki (Éléments constitutifs)	A		B		C
	Roztwór wprowadzony (Solution introduite)		Roztwór pozostały (Solution restée dans l'intestin)		Ubytek (-) względnie przyrost (+) składników w roztworze pozostałym (Diminution resp. accroissement des éléments du liquide resté dans l'intestin)
	%	g	%	g	g
H_2O	—	40,0	—	19,0	— 21,0
Na	0,368	0,147	0,377	0,072	— 0,075
K	0	0	0,015	0,003	+ 0,003
Ca	0	0	0,015	0,003	+ 0,003
Cl	0,479	0,192	0,436	0,083	— 0,109
CO_2	0,016	0,006	0,056	0,011	+ 0,005
Δ		0,466 ⁰		0,547 ⁰	
P_H		7,5		8,0	

TABLEAU V: Absorption de la solution *Na Cl*.

Tablica VI przedstawia wyniki jednego z trzech doświadczeń, w których w podobny sposób poddawałem resorbcji roztworu $CaCl_2$ (1,045%; $\Delta = 0,452^0$).

Widzimy, że po upływie godziny woda tylko nieznacznej uległa resorbcji (3,5 g). W płynie pozostałym przybyło 49 mg sodu i 6 mg potasu. Natomiast ilość wapnia znacznej uległa redukcji (87 mg) i jeżeli ze względu na strącanie się wapnia nie cały ten ubytek można wziąć na karb resorbcji, to uwzględniając

zawartość wapnia w płynie zakwaszonym (85 mg), możemy jednak przypuścić, że 57 mg Ca zostało zresorbowane. Chloru ubyłoby 55 mg, CO₂ przybyło 19 mg. Zasadowość wzrosła nieznacznie ($P_H = 7,6$). Ciśnienie osmotyczne nieco mniejsze, niż w poprzednich doświadczeniach ($\Delta = 0,515^0$).

T A B E L A VI.

Chłonicie roztworu CaCl₂.

Doświadczenie № 18. Czas trwania doświadczenia: 1 h.

(Expérience № 18. Durée de l'expérience: 1 h.)

Składniki (éléments consistitifs)	A		B		C	D
	Roztwór wprowadzony (Solution introduite)		Roztwór pozostały (Solution restée dans l'intestin)		Ubytek (—) względnie przyrost (+) skład- ników w roztworze pozostalym (Diminution resp. accroissement des éléments du liquide resté dans l'intestin)	U W A G I (Remarques)
	%	g	%	g		
H ₂ O	—	40,0	—	36,5	— 3,5	Po zakwaszeniu roztworu pozostałego i rozpuszczeniu CaCO ₃ znajdujemy dla wapnia: 0,232% i 0,085 g. (Après l'acidification du liquide resté dans l'intestin et la solution du CaCO ₃ précipité, on trouve pour le calcium les valeurs suivantes: 0,232% et 0,085 g.)
Na	0,008	0,003	0,142	0,052	+ 0,049	
K	0	0	0,017	0,006	+ 0,006	
Ca	0,354	0,142	0,152	0,055	— 0,087	
Cl	0,641	0,256	0,560	0,201	— 0,055	
CO ₂	0,016	0,006	0,068	0,025	+ 0,019	
Δ	0,452 ⁰		0,515 ⁰			
P _H	7,2		7,6			

TABLEAU VI: Absorption de la solution CaCl₂.

Wreszcie tabela VII ilustruje przebieg jednego z doświadczeń, w których resorbcji poddawano płyn Ringera. Był to roztwór Ringera, sporządzony według Zwaardemakera ('18) dla zwierząt zmiennocieplnych, a więc roztwór hypotoniczny w stosunku do krwi psa, ale w każdym razie taki roztwór, w którym ustosunkowanie wzajemne interesujących nas jonów odpowiada mniej więcej warunkom fizjologicznym.

Na podstawie tego doświadczenia możemy stwierdzić, że w tym przypadku resorbcja poszczególnych składników przebiega

dość równomiernie i odbywa się szybciej, niż w poprzednich doświadczeniach (doświadczenie trwało 25 minut). Znaczniejszego przyrostu składników, z wyjątkiem CO_2 , nie obserwujemy; je-

TABELA VII.

Chłonięcie roztworu Ringera
Doświadczenie № 15. Czas doświadczenia: 25'.
(Expérience № 15. Durée de l'expérience: 25').

Składniki (Éléments constitutifs)	A		B		C Ubytek (-) względnie przyrost (+) skła- dników w roztworze pozostałym (Diminution resp. accroissement des éléments du liquide resté dans l'intestin)
	Roztwór wprowadzony (Solution introduite)		Roztwór pozostały (Solution restée dans l'intestin)		
	%	g	%	g	g
H_2O	—	50,0	—	35,0	— 15,0
Na	0,293	0,147	0,354	0,124	— 0,023
K	0,010	0,005	0,017	0,006	+ 0,001
Ca	0,015	0,008	0,019	0,007	— 0,001
Cl	0,467	0,233	0,465	0,163	— 0,070
CO_2	0,016	0,008	0,066	0,023	+ 0,015
Δ		0,474 ⁰		0,540 ⁰	
P_H		7,5		7,8	
Na : K		100 : 3		100 : 5	
Na : Ca		100 : 5		100 : 6	

TABLEAU VII: Absorption de la solution de Ringer.

żeli porównamy skład procentowy obu roztworów, t. j. wprowadzonego i pozostałego, to widzimy, że przedstawia się on bardzo podobnie i odchylenia są stosunkowo nieznaczne. Wskutek tego i stosunki $\frac{Na}{K}$ i $\frac{Na}{Cl}$ są w obu roztworach prawie jednakowe.

3. Wyniki i ich omówienie.

Reasumując wyniki przytoczonych doświadczeń, możemy stwierdzić następujące fakty:

1. Jeżeli wprowadzimy do jelita cienkiego roztwór wodny chlorku jednego z trzech badanych przez nas metali (Na, K, Ca) z małym dodatkiem $NaHCO_3$, to w płynie niewchłoniętym stwier-

dzimy po upływie pewnego czasu obecność dwu innych katjonów. W szczególności zjawisko to przebiega w sposób następujący:

a) Najszybciej ulega resorpcji roztwór $NaCl$; w cieczy pozostałej obok sodu niewchłoniętego zjawiają się małe ilości soli potasowych i wapniowych (tab. V).

b) Z roztworów KCl chłonięcie wody jest początkowo wstrzymane, a nawet w pewnych przypadkach — ilość jej w przecie zwiększa się wskutek sekrecji ze strony jelita. W tymże czasie sól wprowadzona szybko resorbuje się przy jednoczesnym zjawianiu się w cieczy niewchłoniętej znacznych ilości soli sodowych i mniejszych — soli wapniowych (tab. IV).

c) Z roztworu $CaCl_2$ wapien szybko znika przy dość powolnym chłonięciu wody; zmniejszenie się zawartości wapnia w roztworze jest wynikiem dwu jednocześnie odbywających się procesów, mianowicie — strącania się węglanu wapnia w obecności węglanów ziem alkalicznych, wydzielanych przez jelito, i chłonięcia chlorku wapnia. Jednocześnie w cieczy zjawiają się dwa inne katjony — sól w większej ilości i potas — w mniejszej (tab. VI).

2°. Jeżeli poddajemy resorpcji mieszaninę, składającą się z jednakowych objętości dwu izotonicznych roztworów chlorków, to przy kombinacji $Na + K$ sól resorbuje się wolno lub nawet ilość jego w płynie pozostałym wzrasta, zaś potas ulega szybkiej resorpcji. W roztworze niewchłoniętym stwierdzamy ślady wapnia (tab. I i II).

Przy kombinacji $Ca + K$ obydwaj jony ulegają dość szybkiej resorpcji (tab. III).

3°. Z roztworu Ringera wszystkie składniki są resorbowane prawie równomiernie (tab. VII).

4°. Zarówno stężenie jonów wodorowych, jak i ciśnienie osmotyczne płynów pozostałych we wszystkich doświadczeniach zwiększają się, osiągając zbliżone do siebie wartości ($P_H = ca. 8,0$; $\Delta = 0,54^\circ - 0,60^\circ$).

Faktom powyżej stwierdzonym możemy dać następującą interpretację tymczasową.

Wiemy, że praca, jaką wykonywa błona śluzowa jelita, idzie w dwu kierunkach. Z jednej strony, jest to resorpcja, czyli pobieranie składników ze światła jelita do naczyń limfatycznych i krwionośnych, z drugiej zaś — sekrecja, t. j. wydzielanie pewnych składników, czy to drogą gruczołów, czy też

przez dyfuzję z naczyń do światła jelita. Gumilewski ('86) i Cohnheim ('97) stwierdzili przechodzenie chlorków do wody destylowanej, względnie do roztworów glukozy, wprowadzonych do jelita, objaśniali to jednak wydzielniczą czynnością komórek, a nie dyfuzją ze krwi. Frey ('08) obserwował to samo zjawisko dla roztworów glukozy, a Goldschmidt i Dayton ('19) stwierdzili, że oprócz chlorków i inne substancje krwi mogą przejść do światła jelita. Uważają oni, że to przechodzenie składników krwi do treści jelitowej odgrywa rolę przy ustalaniu się ciśnień osmotycznych tych dwu cieczy na równym poziomie.

Oba wymienione wyżej procesy, t. j. resorpcja i sekrecja, odbywające się jednocześnie, wpływają na skład chemiczny zawartości jelita, zmieniając go w zależności od stosunku wzajemnego ilości soli, zawartych w cieczy wprowadzonej do jelita. Otóż wydaje mi się rzeczą prawdopodobną, że przytoczone wyniki doświadczeń są wyrazem tych „regulacyjnych“ czynności jelita. Można by przypuścić, że w odniesieniu do katjonów, które uwzględniliśmy w naszych doświadczeniach, istnieje pewne optimum stężenia i ich wzajemnego ustosunkowania, optimum, które być może odpowiada tym stosunkom, w jakich te jony znajdują się w sztucznych i naturalnych płynach fizjologicznych, kiedy resorpcja tych płynów i ich składników odbywa się najbardziej równomiernie. Z chwilą, kiedy ten optymalny stosunek zostanie naruszony przez wprowadzenie jednego z katjonów w ilości nadmiernej, występują procesy, których wynikiem ostatecznym jest doprowadzenie stężenia poszczególnych katjonów do ich optymalnego dla procesu chłonięcia stosunku.

Brakujących w płynie katjonów dostarcza jelito drogą sekrecji, katjony zaś znajdujące się w nadmiarze zostają szybko z jelita usuwane, czy to drogą resorpcji, czy też przez strącanie ich z roztworu, jak to stwierdziliśmy w przypadku wapnia. W doprowadzaniu do tego optymalnego stężenia jonów odgrywa również rolę chłonięcie, względnie wydzielanie wody; stwierdziliśmy to w doświadczeniu z resorpcją roztworu KCl (tabl. IV), gdzie woda wbrew prawom fizycznym została wydzielona przez jelito do płynu hypotonicznego.

Należy przypuścić, że podobne stosunki zachodzą przy resorpcji całego szeregu innych katjonów, a może i anjonów, i to musiałyby wykazać dalsze doświadczenia.

R É S U M E.

L'auteur a étudié l'attitude de différents ions pendant l'absorption de certains électrolytes (solutions isosmotiques de $NaCl$ de KCl et de $CaCl_2$). Les expériences étaient exécutées sur un chien auquel on avait fait une fistule d'après Thiry-Vella. Une fois l'expérience terminée, aussi bien les solutions introduites dans l'intestin, que le liquide resté dans celui-ci étaient soumis à l'analyse microchimique d'après les méthodes de Kramer ('20), Kramer et Tisdall ('21 a, '21 b, '21 c) et de Whitehorn ('21), afin d'y découvrir des ions. Dans la première série d'expériences on soumit à l'absorption des mélanges d'un volume égal de deux électrolytes ($NaCl + KCl$, tab. I et II; $KCl + CaCl_2$ tab. III); dans la deuxième série le même procédé fut appliqué à des solutions de différents électrolytes (tab. IV, V et VI). La solution introduite dans l'intestin était toujours légèrement alcalinisée au moyen d'une faible addition de $NaHCO_3$. On procéda également à des analyses du liquide resté dans l'intestin, pendant l'absorption de la solution de Ringer.

Les résultats obtenus sont les suivants:

1^o) Si dans l'intestin grêle nous introduisons une solution aqueuse d'un chlorure du groupe des trois métaux par nous étudiés (Na , K , Ca), alors après un certain temps nous constatons dans le liquide non absorbé la présence des deux autres cathions. Ce processus se produit de la façon suivante:

a) C'est la solution de $NaCl$ qui est le plus promptement absorbée; dans le liquide resté dans l'intestin, on constate en dehors du sodium non absorbé, de petites quantités de sels de potassium et de calcium (tab. V).

b) Au début, l'eau des solutions de KCl n'est pas absorbée, et dans certains cas on voit même augmenter sa quantité dans l'anse intestinale, par suite de la sécrétion de l'intestin. Pendant ce temps le sel introduit dans l'intestin est rapidement absorbé et l'on voit simultanément apparaître dans le liquide non absorbé de fortes quantités de sels de sodium ainsi que des quantités moins considérables de sels de calcium (tab. IV).

c) Le calcium disparaît promptement dans la solution de CaCl_2 , tandis qu'en même temps l'eau est assez lentement absorbée. L'abaissement du contenu de calcium dans la solution est le résultat de deux processus simultanés, à savoir, de la précipitation du carbonate de calcium en présence des carbonates des terres alcalines sécrétés par l'intestin, et d'autre part de l'absorption du chlorure de calcium. En même temps deux autres cations font leur apparition dans le liquide, notamment le sodium en plus forte quantité, et le potassium dont la quantité est plus petite.

2) Si nous soumettons à l'absorption un mélange composé de volumes égaux de deux solutions isotoniques de chlorures, alors, lorsqu'on combine $\text{NaCl} + \text{KCl}$, le sodium est absorbé lentement, et sa quantité peut même augmenter dans le liquide resté dans l'intestin, tandis que l'absorption du potassium s'effectue rapidement. Dans la solution non absorbée, nous constatons des traces de calcium (tab. I et II).

Lorsqu'on combine $\text{CaCl}_2 + \text{KCl}$, on voit les deux ions assez rapidement absorbés (tab. III).

3) Tous les composants de la solution de Ringer sont absorbés d'une manière presque uniforme (tab. VII).

4) Dans toutes les expériences, aussi bien la concentration des ions d'hydrogène que la pression osmotique des liquides restés dans l'intestin subissent une augmentation; l'une et l'autre atteignent des valeurs rapprochées entre elles ($P_H = ca. 8,0$; $\Delta = 0,54 - 0,60$).

Les résultats obtenus permettent de supposer, que dans la mesure ou le phénomène compliqué de l'absorption intéresse les sels mentionnés, deux processus entrent en jeu: d'une part l'absorption proprement dite, et de l'autre — la sécrétion, c'est à dire que la paroi de l'intestin émet certaines substances dans la lumière de celui-ci. Grâce à l'action de ces deux facteurs antagonistes, on voit se produire la concentration la plus favorable des ions dans le contenu de l'intestin, concentration qui favorise une absorption rapide et uniforme de toute la solution.

PIŚMIENNICTWO.

- Cohnheim O. 1897. Über Dünndarmresorption. *Zeitschr. f. Biol.* **36** (129).
- Cohnheim O. 1898. Über die Resorption im Dünndarm und der Bauchhöhle. *Zeitschr. f. Biol.* **37** (443).
- Cohnheim O. 1899. Versuche am überlebenden Darm. *Zeitschr. f. Biol.* **38** (419).
- Dekhuysen M. C. 1908. Ein Kryoskop. *Biochem. Zeitschr.* **11** (346).
- Frey E. 1908. Die Kochsalzausscheidung im Dünndarm. *Arch. f. ges. Physiol.* **123** (515).
- Girard P. 1910. *Comptes Rend. Soc. Biol.* **68**. Cytowane według Höbera (14).
- Goldschmidt S. 1921. On the mechanism of absorption from the intestine. *Physiol. Reviews.* **1**. № 3.
- Goldschmidt S. and Binger C. 1919. *Amer. Journ. of Physiol.* **58**. (473). Cytowane według Goldschmidta (21).
- Goldschmidt S. and Dayton A. B. 1919. *Amer. Journ. of Physiol.* **48**. (419). Cytowane według Goldschmidta (21).
- Gumilewski. 1886. Über Resorption im Dünndarm. *Arch. f. ges. Physiol.* **39** (556).
- Heidenhain R. 1894. Neue Versuche über die Aufsaugung im Dünndarm. *Arch. f. ges. Physiol.* **56** (579).
- Höber R. 1898. Über Resorption im Dünndarm. *Arch. f. ges. Physiol.* **70** (624).
- Höber R. 1904. Resorption und Kataphorese. *Arch. f. ges. Physiol.* **101** (607).
- Höber R. 1914. *Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe.* Leipzig-Berlin. (607).
- Hofmeister F. 1888. Über Resorption und Assimilation der Nährstoffe (VI Mit.). *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak.* **26** (355).
- Hofmeister F. 1890. Zur Lehre von der Wirkung der Salze (V Mit.). *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak.* **27** (395).
- Hofmeister F. 1891. Zur Lehre von der Wirkung der Salze (VI Mit.). *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak.* **28** (210).
- Kövesi G. 1897. Beiträge zur Lehre der Resorption im Dünndarm. *Zentralbl. f. Physiol.* **11** (553).
- Kramer B. 1920. Direct quantitative determination of potassium and sodium in small quantities of blood. *Journ. of biol. Chem.* **41** (263).

- Kramer B. and Tisdall F. 1921. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. *Journ. of biol. Chem.* **46** (339).
- Kramer B. and Tisdall F. 1921. A simple method for the direct quantitative determination of sodium in small amounts of serum. *Journ. of biol. Chem.* **46** (467).
- Kramer B. and Tisdall F. 1921. A simple technique for the determination of calcium and magnesium in small amounts of serum. *Journ. of biol. Chem.* **47** (475).
- Lindig P. 1914. Die Resorption von Kalksalzen im Dünndarm. *Zentrallbl. f. Physiol.* **27** (1363).
- Michaelis L. und Gyemant A. 1920. Die Bestimmung der Wasserstoffzahl durch Indikatoren. *Biochem. Zeitschr.* **109** (165).
- Oker-Blom M. 1901. Tierische Säfte und Gewebe in physikalisch-chemische Beziehung. *Arch. f. ges. Physiol.* **85** (543).
- Pauli W. 1907. Allgemeine Physikochemie der Zellen und Gewebe. *Ergebnisse der Physiol.* **6** (105).
- Reid E. W. 1902. *Journ of Physiol.* **28** (241). Cytowane według Goldschmidta ('21).
- Traube J. 1904. Oberflächendruck und seine Bedeutung im Organismus. *Arch. f. ges. Physiol.* **105** (559).
- Wallace G. B. and Cushny A. R. 1898. On intestinal absorption and the saline cathartics. *Amer. Jour. of Physiol.* **1**.
- Wallace G. B. and Cushny A. R. 1899. Über Darmresorption und die salinischen Abführmittel. *Arch. f. ges. Physiol.* **77** (202).
- Whitehorn J. C. 1921. A system of blood analysis. Simplified method for the determination of chlorides in blood or plasma. *Journ. of biol. Chem.* **45** (449).
- Zwaardemaker H. 1918. Die Bedeutung des Kaliums im Organismus. *Arch. f. ges. Physiol.* **173** (28).

J. A R A G E R.

Badania nad regulacją zniekształceń sztucznych
w rozwoju żaby zielonej (*Rana esculenta L.*).

(Untersuchungen über die Regulation künstlicher Entstellungen in der
Entwicklung von *Rana esculenta L.*)

I. Wstęp.¹⁾

Poza niektórymi specjalnemi rozdziałami nauka o regulacjach organicznych jest słabo rozwinięta. Szerzej opracowane rozdziały dotyczą przedewszystkiem zjawisk, mających znaczenie praktyczne np. dla lecznictwa, hodowli etc. A więc w pierwszym rzędzie zjawiska odporności i uodparniania, gojenia ran i t. d. Duże zainteresowanie wywołały zjawiska regeneracji, hypo- i hypertrofji, morfallaksji ect. To też literatura odnośna zawiera bogaty materiał. Dość dużo prac poświęcono sprawie rozwoju t. zw. jaj regulacyjnych — a to ze względu na elementarne zagadnienia mechaniki rozwoju. Driesch rozważa zjawiska przystosowania jako szczególną grupę zjawisk regulacyjnych, co udaje mu się wskutek ogólnej definicji regulacji. Brak natomiast specjalnych prac poświęconych regulacjom morfologicznym, polegającym na przywróceniu stosunków normal-

¹⁾ Praca zgłoszona przez R. Minkiewicza na posiedzeniu III
Wydz. Tow. Nauk. Warsz. w dn. 22 listopada 1923 r.

nych między organami osobnika, którego składniki uprzednio poprzysuwano, nie naruszając zresztą jego całości. Niewiadomo nawet w jakim stopniu organizmy taką zdolność posiadają. Luźne uboczne wzmianki w pracach poświęconych innym zresztą zagadnieniom wskazują na bogaty teren poszukiwań niezanalizowanych dotąd szczególnych zdolności organizmów.

Wszystkie znane mi wzmianki o takich regulacjach podzieliłbym na dwie grupy:

a) Całość osobnika nienaruszona; materiał twórczy uległ przemieszczeniom; układ organów normalny. Organy rozwinęły się tu zatem z innego materiału, niż to ma miejsce w normalnej ontogenezie. Mam tu na myśli głównie regulację w dawniejszych doświadczeniach nad siłą ciężkości i uciskiem (Pflüger, Born, Hertwig, Driesch, Morgan etc.).

b) Całość osobnika jest nienaruszona; organy rozwinęły się z tegoż materiału twórczego, co w zwykłej ontogenezie, ale są przemieszczone. Ma tu miejsce wtórna regulacja przesunięć organów. Dałyby się tu podciągnąć co najwyżej niektóre przypadki obserwowane przez Herbsta przy badaniach nad wpływem soli litowych na rozwój jeżowca. Mianowicie, przy stosowaniu LiBr w roztworze 3,7% widział, iż słynne jego exogastrule wciągały z powrotem wyrzucone przedtem prajelito. Taką samą regulację widział u larw pozostających w roztworze LiCl 3,7%, jeżeli larwy w odpowiedniej chwili były przeniesione do wody morskiej zwykłej. Więcej wzmianek o tego typu regulacjach w literaturze, z którą się obeznałem, nie znalazłem. W pracy niniejszej udało mi się stwierdzić pozytywnie istnienie zdolności regulacyjnej typu b) u kijanek żaby. Kijanki były deformowane przez ucisk, przyczem organy zostały poprzysuwane, następnie po usunięciu ucisku zachodziła regulacja.

Pozwalam sobie załączyć wyrazy serdecznej wdzięczności Panu J. Dembowskiemu za cenne wskazówki i dodawanie zachęty w czasie pracy.

Praca poniższa została wykonana w latach 1923 i 1924.

II. Metodyka.

Dla wzmiankowanego wyżej celu należało zniekształcać zarodki tak, aby całość organizmu była zachowana. Dla uzyskania takiego materiału okazało się pożytecznym zastosowanie twardego podłoża. Zniekształconym kijankom dawałem warunki regulacji.

Doświadczenia przerobiłem na zarodkach *Rana temporaria* L. i *R. esculenta* L.

Materiał otrzymywałem albo ze sztucznych zapłodnień przeprowadzanych w pracowni, albo z jaj zapłodnionych znajdujących w naturze; te ostatnie były zazwyczaj w pierwszych stadiach segmentacji. Z zarodków tych usuwałem osłonkę galaretowatą i w stadium neuruli układałem je na szybko szklanej pokrytej zlekką wilgotną bibułą. Szybkę z zarodkami wstawiałem następnie do komory wilgotnej. Wybrałem do doświadczeń stadium neuruli dlatego, że w tem stadium dopiero rzuca się w oczy dwuboczna symetria ciała zwierzęcia. Pozwala to na jednakowe zorientowanie zarodków, a dzięki temu łatwiej można uzyskać jednolity materiał. Stale prowadziłem kontrolę równoczesną z kijanek normalnych z tego samego skrzeku, pozostających w wodzie, ale pozbawionych otoczki galaretowatej. Ponieważ wiek jaki kijanki osiągały w mojem doświadczeniu do chwili maksymalnej deformacji wynosił średnio dni 12, przeto istotnie wpływ obecności galarety mógłby mieć miejsce. W pomiarach Białaszevicza wpływ ten wykazał się w przyroście substancji suchej kijanek w okresie od 8 do 26 dnia rozwoju.

Naogół, doświadczenia dla otrzymania kijanek zdeformowanych prowadziłem jak najdłużej, żeby stopień deformacji otrzymać jak największy, i przerywałem doświadczenie dopiero wtedy, kiedy śmiertelność zagrażała stratą całego materiału. Czas trwania doświadczeń był rozmaity. Wytrzymałość *R. temporaria* okazała się mniejsza od wytrzymałości *R. esculenta*. Mianowicie *R. temporaria* wytrzymuje deformację 2—3 dni, *R. esculenta* dni 9—10. Dane te ilustruje załączona tabliczka № 1 (p. str. 4).

Z każdego doświadczenia była utrwalona porcja zarodków zdeformowanych. Po przeniesieniu do wody dla regulacji utrwaliałem zarodki 2 do 3 razy w ciągu dnia. Próba deformowania

zarodków z nakłutą błoną perivitellinu spowodowała całkowite wymieranie kultur. Podobniez Mangold, który obserwował jaja, znajdujące się na podłożu twardem i w tych warunkach dzielące się na pierwsze blastomery, zauważył wielką śmiertelność wśród osobników pozbawionych osłon jajowych.

TABLICZKA № 1.

Gatunek	Data zapłodnienia	Data przeniesienia do komory wilgotnej	Data przeniesienia do wody	Ilość dni pozostawania w komorze	Średnio dla gatunku
<i>R. tempor.</i>	25. III. 23.	29. III. 23.	31. III. 23.	2 dni	2 $\frac{1}{4}$ dnia
	30. III. 23.	3. IV. 23.	5. IV. 23.	2 „	
	30. III. 23.	3. IV. 23.	6. IV. 23.	3 „	
<i>R. esculenta</i>	6. V. 23.	15. V. 23.	15. V. 23.	7 „	9 dni
	„	9. V. 23.	18. V. 23.	9 „	
	„	9. V. 23.	20. V. 23.	11 „	

Wobec małego stopnia deformacji osiągniętej przez zarodki *R. temporaria*, badaniu mikroskopowemu poddałem tylko zarodki *R. esculenta*. Zarodki były utrwalane w mieszaninie Langa (sublimat+kwasy octowy), barwione karminem borowym, niekiedy dobarwiane pikroindygokarminem. Opisy kijanek normalnych oparte są na monografiach Göttego, Morgana, Marshalla, oraz artykułach Froriepa, Kupfera, Maurera w „Handbuch der Entwicklungsgeschichte“ Hertwiga, jak również na moim materiale.

Opis poniższy zawiera analizę kijanek zdeformowanych i kontrolnych z tegoż okresu, a zatem przeciętnie z 12 dnia rozwoju. W dalszym ciągu podany jest opis kijanek regulujących. Analiza obejmuje kształt ogólny, oko, mózg, jamę gębową, narząd skrzelowy oraz tkankę łączną. Dla łatwiejszego zorientowania czytelnika rzecz jest ułożona według organów tak,

że np. rozdział o oku obejmuje opis oka kijanek kontrolnych, zdeformowanych i regulujących. Nie było możliwe wyczerpujące zestawienie wszystkich obrazów, otrzymanych przezemnie, gdyż rozporządzałem zbyt dużym materiałem. Wybrałem tu tylko obrazy, które, jak mi się zdawało, są typowe. Pozwoliłem sobie nieco szczegółowiej potraktować oko, gdyż jest ono względnie mało skomplikowanym organem. Podobne uwzględnienie naprzykład jamy gardłowej z narządem skrzeliowym spowodowałoby znaczne zwiększenie objętości pracy.

III. Analiza morfologiczna.

§ 1. *Kształt ogólny.*

A. Kijanki normalne.

Ciało kijanki w tym okresie jest już smukłe i wydłużone (rys. № 1). Długość ciała waha się w granicach od 6 do 9 mm. Wysokość ciała wszędzie mniej więcej jednakowa. Można dostrzec wyraźnie zróżnicowanie na trzy okolice: głowową, tułowiową i ogonową. Na głowie zróżnicowały się przysawki i widać wnękę jamy ustnej.

B. Kijanki zdeformowane.

Po kilkudniowym¹⁾ pobycie na bibule w komorze wilgotnej kształt kijanek staje się zupełnie nienormalny. Wszystkie zarodki są spłaszczone bardzo wybitnie. Bok leżący na bibule przedstawia powierzchnię płaską, zaś bok przeciwny jest wypukły, w szczególności w okolicy brzusznej. W tejże okolicy prześwieca intensywnie żółtko z komórek żółtkowych. Wobec spłaszczenia jakiemu kijanki podległy, zyskała ich wysokość.

Ciekawy jest sposób zachowania się ogona. W większości przypadków skręca się on w górę o 180° w stosunku do naturalnego położenia, aż do wejścia w kontakt z ciałem zarodka. Ilustruje to rysunek 2, odnoszący się do zarodka, który pozostawał na bibule dni 9. Oprócz powyższego zniekształcenia ogona dają się również zauważyć inne jego zniekształcenia. Więc np., kijanka zdeformowana na rys. 3 ma ogon nieregularnie pomarszczony i pognieciony.

¹⁾ Patrz tabl. Nr. 1.

Wraz z ogonem, odnośnym zniekształceniom podlegają cewka nerwowa, struna grzbietowa i myomery zawarte w ogonie. Zauważyć to można na tychże rys. 2 i 3.

Pierwszy typ zniekształcenia jest niemal powszechny. Drugi zdarza się stosunkowo rzadko. Jeszcze rzadziej występuje przegięcie ogona ku dołowi, jak to wskazuje rys. 4.

Mam wrażenie, iż zniekształcenia te są skutkiem ucisku wywieranego przez błonę jajową. U młodszych kijanek istnieje wyraźne lekkie wygięcie ogona ku górze. Na skutek szczupłości wolnej przestrzeni w obrębie błony jajowej niema ono możliwości wyprostować się; a ogon wzrastając, uciskany zewsząd, przegina się coraz bardziej. Druga postać zdeformowania byłaby wynikiem pęknięcia tej błony, skutkiem czego ogon mógł się częściowo wysunąć. U kijanek w środowisku normalnym, wskutek pobierania wody przestrzeń perivitellinu powiększa się i ucisku niema.

C. Kijanki regulujące.

W ciągu dni 7—10 ciu spłaszczenie kijanek znika. Kijanki powracają do normy, mają pełną grubość. Równocześnie odzyskana została symetria ciała. Stopniowo, nader powoli powraca do normalnego kształtu również ogon. Zmiany ogona ilustrują rys. 5 i 6. Rys. 5 przedstawia kijankę, która po 9-dniowym pobycie na bibule przebywała następnie trzy dni w wodzie. Widzimy tu, że ogon odchylił się już znacznie, ale kijance brak jeszcze wysmukłości. Rys. 6 przedstawia kijankę z tegoż doświadczenia, ale pozostającą w wodzie dni 6. Widać tu, iż ogon jeszcze bardziej zbliżył się do swego normalnego położenia, ale również go jeszcze nie osiągnął. Natomiast znacznie zregulowany został kształt przedniej okolicy ciała. Kijanka jest o wiele wysmuklejsza.

W wielu przypadkach ogon skręca się ku dołowi, już po uprzednim osiągnięciu normalnego kształtu. Zupełnie to przypomina deformację ogona typu 3 (Rys. 4).

Oczywistą jest rzeczą, że w tych wszystkich ruchach ogona biorą udział organy w nim zawarte jak to wynika ze wszystkich odnośnych rysunków (Rys. 4, 5, 6).

Zaznaczyć trzeba, iż regulacja zniekształceń u rozmaitych osobników biegnie bardzo nierównomiernie. Podczas gdy jedne

wyregulowały już ogon, inne są w początkowych fazach regulacji.

§ 2. O k o.

A. Oko kijanek normalnych.

W okresie rozpatrywanym mamy do czynienia z wykształconem definitywnem okiem zarodkowym (*oculus embryonalis*) (Rys. 7). Wymiary jego są: wysokość 300 μ , szerokość 200 μ , a długość 250 μ . (wymiary równoległe z wymiarami ciała kijanki). Zresztą ulega to wahaniom indywidualnym. Oko składa się z jednej części pochodzenia nerwowego i z drugiej pochodzenia skórniego. Część nerwowa, kubek oczny (*cupula optica*) jamą swą (*antrum cupulae*) zwrócony jest ku skórze otworem źrenicznym (*os pupillare cupulae*). Ściana kubka złożona jest z 2 listków. Listek wewnętrzny (*lamina inversa pupillae*) stanowi produkt wpuklenia ocznego, zaś listek zewnętrzny (*lamina externa*) stanowi część dalszą nerwu ocznego, która obejmuje listek wewnętrzny. Listek zewnętrzny w miarę rozwoju zostaje coraz to wybitniej pigmentowany i tworzy tak zw. *tapetum nigrum*. Miejsce zrostu obu listków, które stanowi brzeg otworu źrenicy nazywamy wargą źrenicy (*labium pupillare cupulae*). Od dołu kubek posiada szczelinę, t. zw. szczelinę kubka ocznego (*fissura cupulae*), której dwie ściany boczne są wargami szczeliny kubka ocznego (*labia fissurae cupulae*).

Cały ten kubek osadzony jest na szypule nerwowej (*pedunculus cupulae opticae*) z wyraźnym światłem. W dalszym ciągu rozwoju szypuła przekształca się na nerw wzrokowy, a wtedy szczelina kubka zanika. W jamie kubka ocznego (*antrum cupulae opticae*) osadzona jest soczewka (*lens*) pochodzenia skórniego. Zróznicowana jest ona na 2 listki: zewnętrzny cienki i wewnętrzny bardzo gruby. Między listkami zawarta jest szczelina soczewki. W dalszym rozwoju szczelina ta zanika, a soczewka zarodkowa przekształca się dalej drogą zawitych procesów histogenetycznych. Szypuły oczne wybiegają od podstawy przodomógowia ukośnie ku górze i bokom. Tak że zarówno nerwy jak i kubki oczne osadzone są symetrycznie względem siebie.

Zanotować tutaj też warto, iż listek wewnętrzny kubka ocznego jest nieco grubszy w okolicy światła szypuły. Nierów-

ność ta zanika później podczas subtelných procesów histogeneznych zachodzących w listku.

B. Oko kijanek zdeformowanych.

Już przed doświadczeniem było do przewidzenia, że przy deformacji bardzo ucierpi oko. Jest to bowiem organ wychylony ku bokom, więc przewidywać należy, iż twarde podłoże z boku wpłynie na jego stan. Albo oko zostanie zahamowane w rozwoju, albo ruchy tego organu będą utrudnione, jeżeli do rozwoju wogóle dojdzie. Istotnie, analiza preparatów z kijanek zdeformowanych potwierdza drugie z tych przypuszczeń.

Rys. 8 przedstawia przekrój poprzeczny przez głowę zarodka 10-dniowego, który w stadjum neuruli (wiek 3 dni) włożony został do komory wilgotnej i pozostawał tam 7 dni, leżąc na prawym boku. Odrazu stwierdzamy nieobecność oka prawego na tym skrawku. Dopiero na następnych przekrojach dalej ku tyłowi stwierdzić się da obecność oka prawego. A zatem mamy tu przesunięcie się jego wstecz. Fakt ten nie jest spowodowany ukośnością przekroju, jak to wynika z przekrojów poziomych, które będą opisane dalej. Na tymże rysunku stwierdzamy, iż oko lewe składa się tu z kubka ocznego i soczewki, podobnie jak u kijanek normalnych. Jednak kształt oka i soczewki jest zmieniony. Wymiary oka (Rys. 9) na tym skrawku są 400 μ wysokości, a przeciętnie 120 μ szerokości. W trzecim wymiarze — jak obliczyłem dodając grubości kolejnych skrawków — oko to ma koło 300 μ , podczas gdy u normalnych kijanek odpowiednie dane wynoszą 300 μ , 200 μ , 250 μ . Jak świadczą iloczyny tych danych, objętość tkanki oka jest mniej więcej ta sama u kijanek zdeformowanych i u kijanek normalnych. Natomiast kształt, to jest stosunek względem siebie rozmaitych komponentów został zmieniony. Więc, wargi kubka są bardziej rozchylone. Jama kubka jest płytsza niż u zarodków normalnych, ale za to wyższa i szersza. Wobec tego cały organ mniej jest zwarty niż u tamtych. Grubość obydwu listków kubka jest normalna. Listek wewnętrzny ku dołowi kubka grubiej jednak wybitnie, tworząc zwarty kompleks tkankowy, wnikający poprzez światło szypuły nerwu ocznego ku światłu mózgu. Będę to skupienie tkankowe określał jako „czop oczny“. Wielkość czopa ocznego wynosi tu: wysokość 80 μ , podstawa zaś na ścianie

kubka ocznego 120 μ . x 80 μ . Jest to więc wyrostek stożkowaty wciśnięty ku wnętrzu mózgu; od strony wewnętrznej kubka ocznego odpowiada mu wgłębienie, jednak niezbyt duże. Wskazuje to, iż czop oczny złożony jest z materiału dostarczonego przez ścianę tylną i dolną kubka.

Szypuła nerwu wzrokowego jest tu znacznie zredukowana, a światło jej jest rozszerzone. Czop oczny wypełnia je całkowicie, a nadto wypełnia on otwór powstały w ścianie mózgu.

W części górnej listka zewnętrznego kubkowego rozwija się intensywna pigmentacja.

Również i soczewka uległa deformacji. Jest ona tu spłaszczona bocznie w sposób mniej więcej podobny do spłaszczenia oka. Światło soczewki w postaci długiej szczeliny widoczne jest na załączonym rysunku. Również i ono jest zmienione, spłaszczone wraz z całym organem.

Drugie oko znajdujemy na jednym ze skrawków bardzo daleko ku tyłowi. Jest ono przesunięte w stosunku do mózgu i do lewego oka nieco ku dołowi. Wysokość kubka wynosi (Rys. 10) około 300 μ , szerokość 160 μ , długość 200 μ . Jest więc to oko zmniejszone i bardziej zwarte nie tylko od oka lewego tegoż zarodka, ale nawet od oka normalnego. Nie należy jednak traktować to jako skutek słabszego rozwoju, względnie niedorozwoju oka prawego w stosunku do oka lewego. Jest to skutek większego stopnia zgniecenia. Jak to widać na rys. 10 wargi kubka dolna i górna zostały silnie wtłoczone do jamy kubka. Ta ostatnia dzięki temu jest znacznie zmniejszona. Grubość obu listków kubka jest normalna. Czopa ocznego niema. Szypuła oka jest skierowana od przodomózgowia ku tyłowi, gdzie dopiero w okolicy wstecz od lejka mózgowego (*infundibulum*) usadowiło się samo oko. Tak więc, zaczynając od punktu wyjścia nerwu ocznego z przodomózgowia, na kilku kolejnych skrawkach ku tyłowi spotykamy stale tylko przekrój poprzeczny przez szypułę oczną; poczem dalej ku tyłowi rozszerza się ona bardziej i już jako listek zewnętrzny kubka ocznego staje się częścią oka.

Soczewka tego oka jest prawie normalna.

Rys. 11 przedstawia przekrój poziomy przez okolicę głowową zarodka zniekształconego, utrwalonego po pozostawianiu w komorze wilgotnej w przeciągu dni 9. Stwierdzamy tutaj, iż oczy osadzone są na niejednakowych poziomach. Dlatego na

tym skrawku widać przekrój środkowy jednego oka, a tylko bardzo boczny oka drugiego. I tu również z zestawienia przekrojów sąsiednich wynika, iż obraz ten nie jest skutkiem ukośności przekroju, ale że istotnie oczy te są na niejednakowych poziomach. Oko prawe rozwinęło się tu na ogół normalnie. W poszczególnych okolicach jednak dadzą się stwierdzić nieznaczne zniekształcenia. Zaznaczam przedewszystkiem, iż samodzielnego wyraźnego czopa ocznego tu brak, natomiast całe oko osadzone zostało w rozchylonej szczelinie mózgu. Dzięki temu w miejscach zetknięcia się ścianek mózgowych z okiem kubek oczny podlega pewnemu uciskowi ze strony ścianek mózgu. To też wzdłuż całej powierzchni tego zetknięcia stwierdzamy istnienie pierścieniowatego wklęśnięcia dookoła oka. Jama oka i soczewka są normalne. Wystające z mózgu części kubka otoczone są — jak to ma miejsce normalnie — listkiem zewnętrznym silnie pigmentowanym. Zresztą szypuły ocznej wyraźnej brak.

Oko lewe przesunięte jest ku tyłowi i dołowi. Jest ono odwrócone soczewką również ku bokowi i tyłowi. Będąc bardziej zwarte, przypomina ono prawe oko wyżej opisanego zarodka. Szypuła nerwowa tego oka wygięta jest ku tyłowi; jej przebieg można obserwować na niektórych skrawkach.

Zwracam tu uwagę na ważną okoliczność, iż zarodek ten leżał na boku prawym. Do mózgu wnikło tu oko prawe. Natomiast w przypadku opisanym wyżej miało miejsce wniknięcie czopa ocznego lewego oka, podczas gdy zarodek leżał również na boku prawym. Tedy strona wnikania oka do mózgu i strona podłoża nie pozostają w żadnej stałej zależności. Oba powyższe opisy uzupełniają się, jeżeli chodzi o położenie oczu względem siebie. Widać z nich, że przemieszczenie oczu względem siebie ma miejsce we wszystkich trzech wymiarach.

Podkreślam tu jednocześnie stale powtarzający się fakt, iż tylko jedno oko wnika do mózgu częściowo lub całkowicie, podczas gdy drugie jest wtedy odrzucone. Oba powyższe zarodki są niewspółmierne ze względu na stopień deformacji. Pierwszy z nich leżał w komorze dni 7, a drugi dni 9. Proces wnikania oka poprzez światło szypuły ocznej do wnętrza mózgu jest tu o wiele dalej posunięty, niż w przypadku pierwszym; mianowicie w pierwszym przypadku był wciśnięty tylko czop oczny, a w drugim wciśnięte jest całe oko. To nasuwałoby przypuszczenie, iż sto-

pień wnikania oka do mózgu zależny jest od czasu trwania ucisku. Zależy to również od innego nieco położenia zarodka na podłożu.

Inny typ deformacji przedstawia rys. 12. Lewe oko ma tu wymiary 420 μ , 120 μ . Jest więc ono znacznie spłaszczone. Przy rozpatrzeniu morfologicznem stwierdzamy, iż jama kubka ocznego jest bardzo zmniejszona, a wargi są wciśnięte do jej wnętrza. Pomimo intensywnego ucisku nigdzie nie widać ani śladu wnikania czopa do mózgu, lub choćby do szypuły ocznej. Sama szypuła jest tu wykształcona najzupełniej normalnie.

Zupełnie podobne stosunki przedstawia oko prawe.

W ten sposób więc drugi typ deformacji podobny jest do typu pierwszego ze względu na spłaszczenie organów, różny zaś ze względu na brak wnikania choćby częściowo oka do wnętrza mózgu. Prawdopodobnie zależy to od położenia w jakim zarodek pozostawał na podłożu. Za typowy wynik eksperymentu poczytuję pierwszy typ deformacji ze względu na ilość przypadków zaobserwowanych.

W n i o s k i.

1. Pomimo ucisku twardego podłoża z boku na ciało zarodka, oczy rozwinęły się normalnie pod względem ilości materiału tkankowego.

2. Wpływ podłoża wyraził się wyłącznie w deformacji kształtu ogólnego organu.

3. Deformacja wyraża się przedewszystkiem w spłaszczeniu oczu i przesunięciu ich składników względem siebie (wgniecenia!).

4. Deformacja wyraża się następnie w przesunięciu oczu względem normalnej osi ciała, przyczem przesunięcia te mogą mieć miejsce we wszystkich trzech wymiarach. Zwykle w ten sposób, iż organy te są zbliżone do organów osiowych (mózg).

5. Podczas deformacji w większości przypadków wnika czop oczny albo całe oko do światła mózgu. Żadnego związku między bokiem, na którym zarodek leżał, a stroną wnikania czopa nie stwierdziłem.

C. Regulacja zniekształceń.

Zdeformowane w powyższy sposób kijanki były przeniesione do wody. Tu następował powrót do normalnych stosunków, re-

gulacja zniekształceń przy równoczesnym trwaniu postępowym zwykłych procesów morfogenetycznych. W kolejno utrwalanych porcjach zarodków w przeciągu dni 10 pozostawiania w wodzie odsetek zdeformowanych kijanek stopniowo maleje. Pewien procent jednak pozostaje do ostatniej chwili. Naogół proces regulacji oka jest trudny i powolny. Procesy regulacyjne zachodzą u poszczególnych osobników niewspółcześnie. Rys. 13 przedstawia przekrój poprzeczny przez oko zarodka, który pozostawał w komorze wilgotnej dni 7, w wodzie zaś dla regulacji dzień jeden. Widzimy tu czop oczny w wysokości 120 μ wnikający do mózgu. Szypuła oczna zniekształcona jak wyżej. Warstwa pigmentowa listka zewnętrznego kubka ocznego wyrażona bardzo dobrze. Jednak procesy regulacyjne już się rozpoczęły. Część górna oka nie jest już przyciśnięta do ścianki mózgu. Wargę górną pochyliła się ku dołowi, i w ten sposób rozstęp pomiędzy wargami zmniejszył się. Dzięki temu zmienił się kształt całego organu. Drugie oko występuje dalej ku tyłowi na dalszych skrawkach.

Taki sam przekrój przedstawia rys. 14. Zarodek ten pozostawał w wodzie dla regulacji trzy dni. Soczewka oka jest zupełnie normalna. Część oka jeszcze tkwi w mózgu. Procesy histologicznego różnicowania posuwają się naprzód. I tu — jak w przypadku poprzednim — zmiany regulacyjne polegają na zmianie odległości pomiędzy wargami i na odsunięciu się części górnej oka od mózgu. Tak więc pierwszy etap regulacji oka polega na ruchu przemieszczeniowym części oka wystających z mózgu nazewnątrz. Przywrócona zostaje naturalna wielkość źrenicy i soczewki. W związku z tym ruchem warg pozostaje rozsuniecie się całego organu, a zatem regulacja spłaszczenia.

Drugim etapem regulacji jest wysuwanie czopa ocznego, względnie oka z mózgu. Są możliwe dwie drogi. Albo czop jest wysuwany od góry ku dołowi i bocznie, albo też ku górze i bocznie. To ostatnie zresztą jest o wiele radsze. Pierwszą możliwość ilustruje rys. 15. Zarodek ten pozostawał w wodzie dni sześć. Czop oczny jest tu zwężony; wznosi się ponad powierzchnię oka około 70 μ . Został on wypchnięty z mózgu ku dołowi. Szypuła oczna zaczyna się regulować. Wymiary oka są prawie normalne. Również źrenica

i soczewka są normalne. Jak wynika z lewej połowy tegoż skrawka, oraz z porównania go z resztą skrawków z tegoż osobnika, asymetria oczu jeszcze trwa, choć stopień jej nie jest już tak jaskrawy. Drugie oko występuje już na tym skrawku.

Drugą możliwość przebiegu regulacji czopa ilustruje rys. 16. W obrębie samego oka stosunki panują tu zupełnie podobne do przypadku wyżej opisanego. Jednak czop oczny osadzony jest odmiennie. Mianowicie podlega on uciskowi nie tylko od góry, ale i od dołu. Następstwem tego jest wklęsnięcie od dołu, widoczne wyraźnie na rysunku. Zarodek ten pozostawał w wodzie dni cztery.

W dalszym ciągu czop zostaje jeszcze bardziej wypchnięty z mózgu. Rys. 17 przedstawia przekrój poprzeczny przez oko zarodka 16-dniowego. Zarodek ten pozostawał w komorze wilgotnej dni 9, a później 5 dni pozostawał w wodzie. Wysokość tego oka wynosi około 400 μ , szerokość zaś 240 μ . Stwierdzamy tu, iż w listku wewnętrznym kubka ocznego różnicowanie histologiczne posuwa się narówni z kontrolą. Soczewka oka i źrenica normalne. Natomiast nie wykształciła się ostatecznie jeszcze szypuła nerwu wzrokowego. Szczelina mózgu rozwarta dość szeroko. Czop oczny jest tu mały, dochodzi zaledwie do wylotu rozwartej szczeliny mózgu. Kubek oczny podlega lekkiemu uciskowi ze strony ścianki mózgu. Oczy są już tu niemal na tym samym poziomie, jak wynika z porównania przekrojów.

W dalszym ciągu należałoby podać opis kijanek zregulowanych, ale ponieważ opis taki byłby identyczny z opisem kijanek kontrolnych, załączanie go uważam za zbyteczne.

Podkreślić należy z naciskiem, iż regulacja przebiega bardzo nierównomiernie u rozmaitych osobników. Także niejednokrotnie w ostatnich dniach pozostawania w wodzie dają się zauważyć stany regulacji takie, jakie u innych osobników wystąpiły w pierwszych dniach pobytu w wodzie. Sądzę, iż różnicę tę powoduje różny stopień osiągniętej deformacji, oraz być może niejednakowa zdolność regulacyjna rozmaitych osobników. Drugi typ deformacji (bez wnikania czopa ocznego do wnętrza mózgu) zregulowany zostaje szybko. Jego regulacja odpowiada pierwszemu etapowi regulacji zniekształcenia typu pierwszego.

Pewna ilość osobników, jak to zaznaczyłem na wstępie niniejszego rozdziału, rozwija się nadal mimo obecności czopa

ocznego w mózgu. Los ich dalszy jest mi jednak nieznany. Być może one to podlegają dużej śmiertelności, która występowała w niektórych serjach doświadczeń.

Wnioski.

1. Zniekształcone oczy kijanek naogół podlegają regulacji.
2. Regulacja polega na normalnem ustosunkowaniu się przestrzennem części oka.

Pierwszym etapem jest przemieszczenie części wychylających się z mózgu. Drugi etap polega na wysunięciu się części oka tkwiącej w mózgu. Szybkość tego procesu jest bardzo niejednakowa, prawdopodobnie w zależności od stopnia osiągniętej deformacji i osobniczej zdolności regulacyjnej.

3. Symetria wzajemna oczu zostaje przywrócona.
4. Pewna ilość kijanek w czasie badanym regulacji nie podlega.
5. Procesy morfo- i histogenetyczne trwają obok spraw regulacyjnych.

§ 3. Mózg.

A. Kijanki normalne.

W badanym okresie mózg składa się z trzech pęcherzy mózgowych: przodomózgowia (*prosencephalon*), śródmózgowia (*mesencephalon*), zamózgowia (*rhombencephalon*).

Przodomózgowie (rys. 18) jest to obszerny pęcherzyk o regularnych symetrycznych ściankach. Na ścianie podstawowej przekrojów strzałkowych stwierdzamy istnienie zgrubienia t. zw. płytki końcowej (rys. 19) (*lamina terminalis*). Znajduje się tu wklęsnięcie — uchylek wzrokowy (*recessus opticus*), gdzie ma miejsce skrzyżowanie nerwów ocznych (*chiasma nervorum optitorum*). Jest to punkt wyjścia obu szypułów wzrokowych. Ku górze tworzy przodomózgowie uchylek gruczołu szyszkowego (*epiphysis*). Ku tyłowi stwierdzamy wychylenie się niewielkiego zawieszka t. zw. lejka mózgowego (*infundibulum*). Ku górze i tyłowi przechodzi przodomózgowie w śródmózgowie. Granicę między nimi od przodu stanowi fałd (*plica pro-mesencephalica*). Śródmózgowie (rys. 20) jest to mały pęcherzyk, który w dalszym rozwoju tylko nieznaczny bierze udział. Śródmózgowie przechodzi ku tyłowi w zamózgowie (rys. 21), które stanowi po-

dłużną komorę ku tyłowi przechodzącą w rdzeń. Ściana górna tejże komory jest cienka; ma ona dać w przyszłości *plexus chorioideus* komory czwartej. Zamózgowie jest spłaszczone od góry. Procesy różnicowania, które nas tu mogą interesować ze względu na czas trwania doświadczenia, polegają na zgrubieniu ścianek przodo- i śródmózgowie oraz na zwężeniu światła; głębsze zaś zmiany zachodzą w przodomózgowiu. Rozpada się ono wkrótce na dwa pęcherze mózgowe: kresomózgowie (*telencephalon*) i międzymózgowie (*diencephalon*). Pierwszy z nich w krótkim czasie dzieli się na dwa boczne pęcherze, dając początek właściwym półkulom mózgu (*hemisphaerae cerebri*).

B. Mózg kijanek zdeformowanych.

Na skutek pozostawiania na twardym podłożu w komorze wilgotnej, wraz z całym ciałem uległ zniekształceniom mózg.

Rysunki 22, 23, 24, 26, stanowią serję poprzecznych przekrojów przez ciało zdeformowanego zarodka. Pierwszy z nich (rys. 22) daje obraz przekroju przodomózgowie. Widzimy tu jaskrawą asymetrię ścianek bocznych. Ścianka górna zaś przebiega się ukośnie. Odpowiednio do tego światło jest wygięte esowato. Zauważyć należy, iż w stosunku do kijanek normalnych jest ono znacznie zwężone. Następnny przekrój (rys. 23) poprowadzony jest również przez przodomózgowie, ale nieco dalej, a mianowicie na poziomie wyjścia nerwu ocznego z oka. W danym przypadku czop oczny wnika stosunkowo niewiele do oka, to też następstwo tego faktu jest tu nieznaczne; a mianowicie, nieznaczna jest asymetria ścianek i ich przesunięcie względem siebie. Światło jest jednak i tu znacznie zwężone. W innych przypadkach, kiedy czop wnika silniej, rozsuniecie ścianek jest silniejsze, jak to widać na innym podobnym przekroju (patrz rys. 8). Zwężenie światła jest bardzo znaczne. Zwykle wyrazem asymetrii jest również nieprawidłowe położenie zawiązka gruczołu szyszkiowego. W dalszym ciągu, rys. 24 przedstawia przekrój przez mózg, poprowadzony jeszcze dalej ku tyłowi. Część mózgu dolna jest to przedłużenie przodomózgowie ku tyłowi w postaci lejka mózgowego, górna zaś jest to przekrój śródmózgowie. Stwierdzamy tu zniekształcenie lejka spowodowane przez ucisk oczu, a polegające na przyciśnięciu jego masy do śródmózgowie. Światło mózgu zredukowane jest do nieznacznej szczeliny. Wreszcie rys. 26, ostatni z tej serji, przedstawia

przekrój przez zamózgowie. Jest ono prawie normalne; a wpływ podłoża wyrażony tu jest w zwartości całego organu, której to zwartości brak kijankom normalnym. Stosunek tych przekrojów względem siebie ilustruje załączony schemat (rys. 25). Uzupełnienie tych rysunków stanowią następane cztery rys. 27, 28, 29, 30, które przedstawiają przekroje poziome przez mózg zarodka zdeformowanego. Rys 27 przedstawia przekrój przez śród—i zamózgowie na poziomie a—a' na schemacie. Widać tu, że ściana przednia śródmózgowia przegięta została w połowie, a jej skrzydła załamane stały się częścią ścian bocznych. Stwierdzamy tu zwężenie światła. Następnym rys. 28 (b-b' na schemacie) przedstawia przekrój przez poziom graniczny między śród i przodmózgowiem. Występuje tu nieznaczna asymetria ścianek i zwężenie światła. W tylnej części preparatu widoczne są pęcherzyki słuchowe i struna grzbietowa. Poziom jeszcze niższy mózgu (rys. 29) charakteryzuje silniejsze stosunkowo zwężenie światła, ile że w normalnym rozwoju światło tu byłoby silniej rozwinięte niż w innych okolicach mózgu. Widać przesunięcie się ścianki przedniej mózgu na bok. W części zaś tylnej mózg zajął wolne miejsce między oczami; dlatego wygiął się ukośnie. Te właśnie przesunięcia ścianek powodują asymetrię ich często występującą na przekrojach poprzecznych. Na następnych skrawkach, poprowadzonych (rys. 30) jeszcze niżej, widzimy pogmatwanie nerwów ocznych w punkcie skrzyżowania nerwów. Pogmatwanie to jest skutkiem rozepchnięcia przez oko ścianki mózgu ze strony lewej zarodka, zaś ze strony prawej powstało ono dzięki przesunięciu się nerwu wzrokowego wraz z okiem ku tyłowi.

W tej części mózgu stwierdzamy znowu zwężenie światła. Uzupełnieniem tego obrazu jest rys. 11. Odnosi się on do zarodka bardziej zdeformowanego. To też przesunięcie się ścianek mózgu jest tu o wiele znaczniejsze. Sam mózgu robi wrażenie jakby rozłamanego. Osie poszczególnych jego części nie są osią wspólną całego organu. Jak wyraźnie wynika ze wszystkich przekrojów, przesunięcie ścianek mózgu względem siebie stoi w ścisłym związku z wsunięciem się czopa ocznego do światła mózgu (rys. 8, 11, 23). Skutkiem tego ostatniego ścianki są rozepchnięte ku górze i dołowi, a ściana przednia i górna mózgu zmuszone są wtedy zająć ukośne położenie (rys. 29, 30). Widzimy więc, że przesunięcie się i przemieszczenie poszczególnych

składników mózgu miewa miejsce w rozmaitym stopniu w zależności od stopnia deformacji oka. Bywają przypadki, zresztą stosunkowo rzadkie, że symetria ścian mózgu zachowana jest zupełnie, a deformacja polega na zwięźeniu światła.

Wnioski.

- 1) Mimo ucisku podłoża twardego, ściany mózgu rozwinęły się normalnie pod względem ilości materiału tkankowego.
- 2) Wpływ podłoża wyraził się w deformacji organu.
- 3) Deformacja polega na przemieszczeniu i przesunięciu się ścianek mózgu, które to zjawisko może zachodzić w rozmaitym stopniu.
- 4) Deformacja mózgu polega pozatem na redukcji światła mózgowych.
- 5) Podczas deformacji powikłała się również okolica skrzyżowania nerwów ocznych, co stoi w związku ze zniekształceniem oczu.

C. Regulacja zniekształceń.

Po przeniesieniu kijanek do wody, w stosunkowo krótkim czasie (5 do 8 dni) zostają przywrócone normalne stosunki. Dla przykładu załączam tu rys. 31, przedstawiający przekrój poprzeczny przez mózg zarodka, pozostającego w wodzie dni 7, po uprzednim 9-dniowym pozostawaniu w komorze wilgotnej. Widzimy tu przywróconą symetrię ścian; światła są pełne. Czop oczny obecny jest w postaci nieznacznego kompleksu tkankowego i pozostaje już poza obrębem mózgu. Oczy są tu zupełnie symetryczne. Inne obrazy regulacji mózgu są stosunkowo mało ciekawe. Mózg kijanek zregulowanych wygląda zupełnie tak samo, jak mózg kijanek normalnych.

W uzupełnieniu niniejszego rozdziału pragnę opisać szczególny przypadek, który udało mi się zanotować. Rys. 32 przedstawia nam kombinowany przekrój jednego z zarodków, których deformacja trwała dni 9, a w wodzie dla regulacji pozostawały dni 4. Mózg wykształcony jest w szczególny sposób. Jak wynika z zestawienia kolejnych skrawków brak tu zupełnie lejka mózgowego, a pęcherze mózgowe są w zaniku. Od szczątków mózgu wystaje ku dołowi nieregularny kompleks komórek. Nieco poniżej, w tem miejscu gdzie normalnie znajduje się lejek, widzimy zrósnięte ze sobą oczy. Zrost nastąpił pod kątem ostrym, tak,

że ściany oczne imitują dno i boki lejka. Oczy tego zarodka zwrócone są źrenicami ku dołowi. Soczewka prawa jest normalna, natomiast lewa wydłużona cypłowato ku bokowi częścią przednią. Cały ten szczególny organ powleczoney jest przez *tapetum nigrum* z przerwami dwiema na otworach źrenicznych. Znaczenia i genezy tej potworności dokładnie nie znam. Być może pozostaje ona w związku z przyszlą synophtalmją lub cyklopiją osobnika (Fischel).

Wnioski.

1. Po przeniesieniu kijanek zdeformowanych do wody, zostaje zregulowane zniekształcenie mózgu.
2. Regulacja polega na przesunięciu i przemieszczeniu się ścianek do przywrócenia stosunków normalnych.
3. Regulacja mózgu polega w dalszym ciągu na rozszerzeniu się światła mózgu.
4. Zregulowanie deformacji skrzyżowania nerwów ocznych przebiega w związku z regulacją oka.

§ 4. Narząd skrzelowy i jama gardłowa.

A. Narząd skrzelowy i jama gardłowa kijanek normalnych.

Na skrawkach poprzecznych poprowadzonych przez przedomózgowie stwierdzamy powstawanie zatoki ustnej. Tworzy się tu mianowicie (rys. 33) na stronie brzusznej głowy wpuklenie skórne, wrastające w miarę rozwoju coraz to głębiej, tworząc po bokach dwa fałdy skórne, wargi zatoki ustnej. Rys. 33 przedstawia początek tego wpuklenia, rys. 20 stan bardziej zaawansowany, rys. 34 wreszcie przedstawia stan rozwoju kijanki 21-dniowej, kiedy to już istnieje komunikacja pomiędzy zatoką ustną, a częścią jelitową w głowie, t. zw. jamą gardłową. Na rys. 34 widzimy rozwój elementów rogowych okołoustnych. Komunikacja między zatoką ustną i jamą gardłową utworzyła się przez przerwanie błony gardłowej (*membrana pharyngaea*). Jama gardłowa zajmuje początkowo obszerną przestrzeń dolnej części głowy. Później jednak w miarę rozwoju narządu skrzelowego ulega ona pewnej redukcji. Jak to widać na przekroju strzałkowym (rys. 19), jama gardłowa zajmuje przestrzeń od zatoki ustnej do masy komórek żółtkowych — w kierunku od przodu ku tyłowi. Ścia-

na jej górna biegnie pod mózgiem i lejkiem, obejmując je od strony dolnej i od tyłu; dalej, już mniej więcej na poziomie pęcherzyków słuchowych, zbliża się ku strunie grzbietowej, biegnie czas jakiś równolegle do niej i ku tyłowi przechodzi w światło jelita. Ściana dolna jamy gardłowej przebiega początkowo prawie równolegle z osią ciała zarodka. Na tym samym poziomie, na którym ściana górna dosięga struny, ściana dolna zaczyna się wznosić ku górze; biegnie ona równolegle ze ścianą jamy osierdziowej, w której jest zawarte serce. Jama gardłowa na przekroju poziomym (rys. 35) ma kształt półkolisty, podstawą zwrócony ku tyłowi, niżej ma raczej kształt trapezu (rys. 36). Podstawa tylna jest tu styczną do masy komórek żółtkowych, względnie jelita. Na bocznych ścianach jamy gardłowej, w kątach utworzonych z podstawą, widzimy narząd skrzelowy. Te boczne kąty wraz z przylegającymi częściami ścianek będą nazywał „skrzydłami bocznymi jamy gardłowej“. Ku dołowi na niższych przekrojach jama gardłowa przybiera raczej kształt prostokąta. Dzieje się to głównie na skutek skrócenia ściany tylnej; ściana zaś przednia nieco się powiększyła.

Na preparatach z kijanek 5-dniowych można widzieć, że kieszonki skrzelowe rozstrzelone są dookoła jamy gardłowej promienisto, — po 5 z każdej strony. Tutaj jednak, w 12 dniu życia, (rys. 35) narząd skrzelowy jest skupiony i osadzony na skrzydłach jamy gardłowej. Wobec tego przyjąć wypada kierunek ruchu narządu podczas rozwoju od przodu ku tyłowi i bokom. Osiąga się przez to przemieszczenie odpowiednie narządu, oraz rozszerzenie tylnej części jamy gardłowej, czego odpowiednikiem jest trapezowaty, względnie półokrągły jej kształt.

W stadium rozwojowem, przedstawionem na rys. 35 i 36, narząd skrzelowy składa się z wyraźnych czterech szczelin skrzelowych, których numeracja kolejna następuje od przodu ku tyłowi. Dzięki nim jama gardłowa komunikuje się ze środowiskiem zewnętrznym. Na rys. 35 i 36 widać wyraźnie światła kieszonek drugiej i trzeciej. Piąta kieszonka, t. zw. hyomandibularna, została znacznie zredukowana i widoczna jest jako nieznaczna wypustka na ścianie bocznej jamy gardłowej. Przestrzenie pomiędzy poszczególnymi kieszonkami, t. zw. łuki skrzelowe, wypełnione są tkanką łączną mezenchymatyczną, wybitnie unaczynioną. W tkance tej już wykształcone są łuki skrzelowe szkieletowe.

Pomiędzy drugą a trzecią kieszonką (rys. 36) oraz pomiędzy pierwszą i drugą (rys. 35) rozwijają się skrzela zewnętrzne w postaci fałdów skórnych, wypełnionych tkanką łączną unaczynioną.

W dalszym ciągu rozwoju szczeliny wydłużają się znacznie, skutkiem czego zajdzie redukcja światła jamy gardłowej, a skrzela zewnętrzne osiągną maksimum swego rozwoju. Od łuku hyomandibularnego rozwija się wtedy ku tyłowi fałd pokrywki skrzelowej (*operculum branchiale*).

Fałd ten biegnie ukośnie od przodu na dół i ku tyłowi. Skrzela zewnętrzne wtedy ukrywają się pod pokrywkę i degenerują. Na ściankach szczelin skrzelowych rozwijają się skrzela wewnętrzne.

B. Narząd skrzelowy i jama gardłowa u kijanek zdeformowanych.

Rozpatrzmy teraz stosunki panujące w narządzie skrzelowym, jamie ustnej i jej przydatkach u kijanek zniekształconych.

Na rys. 37, odnoszącym się do zarodka pozostającego w komorze wilgotnej dni 9, stwierdzamy, iż w przedniej okolicy ciała z boku wnika do wnętrza zatoka ustna. Wnika ona ukośnie ku górze, aby w ten sposób osiągnąć połączenie z jamą gardłową na dalszych skrawkach. Możliwe są przytem dwa przypadki: albo zatoka ustna tworzy się z boku ciała na tej stronie, na której zarodek leżał, albo też wnika od strony przeciwnej. Żadnej stałej zależności między bokiem kijanki leżącym na podłożu, a kierunkiem wnikania zatoki ustnej nie znalazłem. Wraz z przesunięciem takim zatoki ustnej podległy zniekształceniom; wargi zatoki ustnej i położenie przyssawek. W pierwszym przypadku, mianowicie przy wnikaniu zatoki ustnej od strony podłoża, spłaszczone zostały wargi, tak, że można powiedzieć, iż brak odnośnego wyróżnicowania. Jedna przyssawka zatrzymana została wysoko w okolicy oka i wciśnięta do jamy ciała; druga zaś osadzona jest na linii brzusznej ciała. W przypadku przeciwnym t. j., jeżeli zatoka ustna powstaje od strony wolnej, wargi są zlekka zaznaczone; jednocześnie okazała się przyssawka strony wolnej przeniesioną nieco ku górze. W każdym razie zatoka ustna wnika do ciała kijanki zawsze między przyssawkami.

Na następnych skrawkach, poprowadzonych w tymże kierunku (rys. 38), widzimy, iż jama gardłowa przedstawia się jako

wąska szczelina. Na przekroju strzałkowym (rys. 39, skrawek był nieco ukośny) widać, że granice górna i dolna jamy gardłowej są niemal takie same, jak u kijanek normalnych. I tu więc jama gardłowa zajmuje przestrzeń od zatoki ustnej do masy żółtkowej brzusznej. Ściana jej górna biegnie pod mózgiem i lejkiem, obejmując je od strony dolnej i od tyłu, na poziomie pęcherzyków słuchowych zbliża się ku strunie grzbietowej, poczem biegnie na pewnej przestrzeni równoległe do niej i wreszcie bardzo ku tyłowi przechodzi w ścianę jelita. Także w przedniej części ma jama wygląd nienormalny ze względu na przesunięcie zatoki ustnej na bok. Kończy się mianowicie ku przodowi ślepo i dopiero na przekrojach strzałkowych przechodzących bliżej boku widać przednią część jamy gardłowej wybiegającą ku zatoce ustnej. Ku tyłowi ściana dolna jamy gardłowej wznosi się ku górze ogonowo-grzbietowo, a równoległe do ścianek osierdza z zawartem w niem sercem. To ostatnie odpowiada stosunkom normalnym. Na przekrojach poziomych u tychże kijanek (rys. 40) jama gardłowa ma wygląd długiej wąskiej szczeliny, jednakowej na wszystkich poziomach. Biegnie ona od przodu ku tyłowi, jednak nie dokładnie wzdłuż płaszczyzny podłoża, lecz pod kątem ostrym względem niej. W przedniej okolicy komunikuje się z zatoką ustną wprost, jeżeli ta ostatnia umieszczona jest od strony podłoża, jeżeli zaś zatoka ustna znajduje się na stronie wolnej, to przednia okolica jamy gardłowej zgięta jest ku tejże stronie. Jednak w tym przypadku światło jej ku przedniemu końcowi jest jeszcze bardziej zwężone, niż to bywa u kijanek normalnych.

W ciekawy sposób przedstawia się zniekształcenie tylnej ściany jamy gardłowej, na której rozwija się narząd skrzelowy. Została ona przegięta w środku i skrzydła jej przesunięte są ku przodowi ciała zarodka i są względem siebie prawie równoległe. W ten sposób narząd skrzelowy nie zajmuje tu tylnego położenia, jak u kijanek normalnych, ale jest boczny. Oprócz tego przesunięcia, miało miejsce jeszcze przesunięcie skrzydeł narządu skrzelowego w kierunku grzbietobrzusznym. Tak więc, obie połowy narządu skrzelowego zostały względem siebie przesunięte w skomplikowany sposób.

Odległość każdej kieszonki hyomandibularnej od innych kieszonek tej samej strony jest normalna. Przeciwległe sobie kie-

szonki hyomandibularne zostały tak względem siebie ustosunkowane, jak odpowiadające im części aparatu skrzelowego względem siebie. (p. wyżej).

Naogół, światel kieszonek skrzelowych brak. Gdzieniedzie tylko druga kieszonka skrzelowa zaczyna je rozwierać. Unaczenie tkanki łącznej w okolicach narządu skrzelowego jest tak wybitne, iż, wobec redukcji tejże, miejscami naczynie zajmuje całą przestrzeń między fałdem skórny a jamą gardłową. Skrzela zewnętrzne są w takim stanie jak u normalnych zarodków, ale ulokowały się ściśle w zatokach okołoskrzelowych, tak, że pozostają one w płaszczyźnie powierzchni ciała i nie dają żadnych wypukłości. Szczególnie od strony podłoża, zawiązek skrzelowy wciśnięty jest szczelnie do zatoki skrzelowej i wolnej przestrzeni tu nie zostawia. Pod względem histologicznym stosunki są naogół normalne.

O ile można wnioskować z tego obrazu i z porównania go z obrazami kijanek mniej zdeformowanych, stopień tej deformacji wzrastał z czasem. Krytycznym zaś momentem była chwila ruchu narządu skrzelowego od przodu ku tyłowi i bokom. Kieszonki nie mogły zająć właściwego miejsca i zaszło załamanie podstawy tylnej jamy skrzelowej.

Wnioski.

1) Mimo ucisku podłoża twardego, składniki narządu skrzelowego oraz aparatury ustnej (kieszonki skrzelowe, skrzela zewnętrzne, zatoka ustna etc.) rozwinęły się.

2) Wpływ podłoża ujawnił się w skomplikowanym przesunięciu tych składników względem siebie:

- a) przesunięciu zatoki ustnej na bok,
- b) przemieszczeniu się względem siebie połówek narządu skrzelowego,
- c) załamaniu tylnej ściany jamy gardłowej,
- d) przesunięciu przysawek.

3) Wpływ podłoża ujawnił się następnie w spłaszczeniu światła jamy gardłowej.

C. Regulacja zniekształceń.

Rys. 41, 42, 43 przedstawiają przebieg regulacji zatoki ustnej. Widzimy tu (rys. 41), że na pierwszym przekroju (zarodek pozostawał 3 dni w wodzie) powiększa się warga uprzednio

splaszczona i ściśnięta; asymetria jest jeszcze wyraźna, ale już na następnym preparacie (rys. 42, zarodek pozostawał po deformacji w wodzie 4 dni) widzimy, że ta warga znacznie się rozwinęła i uwypukliła. Dzięki temu ogólny obraz stał się regularniejszy i widać, że symetria będzie wkrótce osiągnięta. Na rys. 43 widzimy, że zanim jeszcze symetria została osiągnięta, już się tymczasem normalnie rozwijają zrogowaciałe przydatki gębowe zatoki ustnej. Odnośnym przemieszczeniom i przesunięciom podlegają też przyssawki, co widać na innych skrawkach u tychże zarodków. W ciągu dni 7—8 regulacja tych części jest zupełna, a niecałkowicie zregulowane zarodki należą do rzadkości.

Jak wynika z przekrojów poprzecznych (rys. 44, 45), stopniowo rozszerza się jama gardłowa, aż do osiągnięcia normalnego wyglądu. To jednak bywa osiągnięte w ciągu bardzo rozmaitej ilości dni. W każdym razie, po dziesięciu dniach trwania regulacji nie widziałem zarodków ze zwężoną jamą gardłową. Część przednia jamy gardłowej, komunikująca się z zatoką ustną, uzyskuje również symetrię, co widać wyraźnie zwłaszcza na przekrojach poziomych (rys. 46). Oś jamy gardłowej staje się wspólną osią ciała. Na rys. 46, odnoszącym się do zarodka, który pięć dni pozostawał w wodzie dla regulacji, widać znaczny stopień regulacji symetrii organów, choć światło jest jeszcze bardzo zwarte; mianowicie obie połowy narządu skrzelowego przesunęły się do zajęcia symetrycznego stanowiska przeciwnego, wkrótce także przesuwały się wstecz na właściwe im miejsce (rys. 47, 48), a przegięcie tylnej ściany jamy gardłowej stopniowo się rozprostowuje.

W regulacji narządu skrzelowego dostrzegam dwa ruchy: po pierwsze, ustawienie się symetryczne połówek narządu skrzelowego naprzeciw siebie, a po drugie, rozszerzenie się światła jamy gardłowej.

W normalnym rozwoju, w późniejszym stadium (koło 20 dni rozwoju) kieszonki skrzelowe zajmują bardziej boczne miejsce, niż to było w stadium 12-dniowym, zanim się przekształcą w skrzela wewnętrzne. Jednak zarodek regulujący nie powraca nigdy do zwykłego wyjściowego stanu i nie przesuwa zbyt narządu skrzelowego ku tyłowi, ale zatrzymuje się na stadium wystarczającym do osiągnięcia normalnych stosunków w dalszym rozwoju.

Wraz z uzyskaniem symetrii przez narząd skrzelowy właściwy, ustawiają się symetrycznie zanikające resztki kieszonek hyomandibularnych. Intensywnie rozwijają się skrzela zewnętrzne — na nie wszak w tym okresie przypada maksimum rozwoju. W dalszym ciągu rozwija się pokrywka skrzelowa, która otacza skrzela zewnętrzne i t. d. Wszystkie te procesy przebiegają w sposób normalny.

Wnioski.

1. Zniekształcenia narządu skrzelowego i aparatury ustnej zostają zregulowane.
2. Regulacja polega na ustawieniu naturalnem składników morfologicznych poszczególnych organów:
 - a) zatoka ustna zajmuje właściwe miejsce,
 - b) narząd skrzelowy ustawia się w sposób normalny,
 - c) załamanie tylnej ściany jamy gardłowej zostaje wyprostowane,
 - d) przyssawki zajmują właściwe miejsca.
3. Regulacja polega na przywróceniu światłu jamy gardłowej jego naturalnej szerokości.
4. Procesy morfo- i histogenetyczne przebiegają w zwykłym tempie niezależnie od procesów regulacyjnych.
5. Regulacja topografii narządu skrzelowego odbywa się na drodze skróconej. Mianowicie skrzela zatrzymują się w tem położeniu, które występuje normalnie dopiero u starszych zarodków, nie osiągając uprzednio tego stanu, w jakim znajdują się skrzela kijanek normalnych w tym wieku.

§ 5. *Mezenchymatyczna tkanka łączna.*

A. *Tkanka łączna kijanek normalnych.*

Tkanka łączna (rys. 49) wypełnia wszystkie luki pomiędzy wewnętrznymi organami a skórą. W przedniej okolicy mózgu, pomiędzy jego ścianami a skórą obecna jest tylko nieznaczna wolna przestrzeń. Niewiele też występuje tu tkanki łącznej. W okolicy oczu, przestrzeń między niemi a mózgiem cała wypełniona jest tkanką łączną. Ta otacza je ze wszystkich stron. Pomiedzy skórą a systemem nerwowym osiowym* jest ona zawarta w nieznacznej ilości. Od strony brzusznej, między pleurami a skórą obecna jest w nieznacznej ilości. Skupienia jej występują między skrze-

lami w łukach skrzelowych. Jamę gardłową obrasta dookoła, tak, że zarówno oddziela ją od okolicy mózgowej, jak i od chordalnej.

B. Tkanka łączna kijanek zdeformowanych.

Jak wynika z rozmaitych preparatów (rys. 50), tkanka łączna uległa znacznej redukcji. W okolicy mózgu widoczne są tylko nieznaczące ślady dookoła w postaci nitek z jądrami komórkowymi. Wobec zupełnego ściśnięcia się oczu i mózgu, brak całkowicie tkanki łącznej między nimi. Pęcherzyki słuchowe zbliżone są do struny grzbietowej i rdzenia. Bywają one otoczone nieznaczną ilością tkanki łącznej. W ogonie zasób tkanki tej jest naogół normalny. W okolicy skrzelowej i wszędzie, gdzie zaszły silniejsze spłaszczenia, stwóżyć się daje silne skupienie jąder komórkowych.

Wszystkie te dane wskazują, iż u kijanek zdeformowanych wystąpiła silna redukcja tkanki łącznej, oraz że komórki tkanki łącznej zachowały się. Redukcję tę przypisać należy skupieniu się komórek. Stoi to prawdopodobnie w ścisłym związku z brakiem pobierania wody przez organizm pozostający w komorze wilgotnej. Stopień redukcji tkanki łącznej bywa bardzo rozmaity, odpowiednio do stopnia deformacji osobnika.

C. Tkanka łączna kijanek regulujących.

W bardzo widoczny sposób następuje rozszerzenie się tkanki łącznej w całym organizmie po przeniesieniu kijanek do wody. Już po kilku godzinach pozostawania w wodzie widać, iż tkanka łączna zajmuje duże przestrzenie pomiędzy skórą i organami, przytem nie jest już ona tak zbita, a jądra komórkowe rozrzucone są rzadko — podobnie jak u kijanek normalnych. Dzięki temu ciało zarodka odzyskuje szybko symetrię w ciągu kilku dni. Organy zaś wewnętrzne znajdują się teraz w środowisku plastycznym, pozwalającym organom zniekształconym dokonać przemian i restytucji stosunków naturalnych. Wedle wszelkiego prawdopodobieństwa jest to skutek intensywnego pobierania wody.

IV. Zestawienie wyników i kilka uwag ogólnych.

1. Streszczę poniżej ogólne wyniki analizy morfologicznej. Kijanki zniekształcone są płaskie i mają ogon wygięty ku górze

lub ku dołowi, albo też nieregularnie pómarszczony. Z preparatów mikroskopowych wynika: światło mózgu jest u tych kijanek zwężone; sam mózg przełamany wzdłuż swej osi, a ściany jego są niesymetryczne. Jednocześnie do mózgu wcisnęło się oko całkowicie lub częściowo. Zdarzają się też okazy, oko których pozostało poza obrębem mózgu. We wszystkich przypadkach oko jest spłaszczone i zgniecione. Oczy względem siebie ustawione są niesymetrycznie. Również i jama gardłowa jest zwężona. Wnęka ustna umieszczona jest ukośnie, a wargi jej są spłaszczone. Tylne ściany jamy gardłowej przegięła się w środku, wskutek czego skrzela ustawione są naprzeciw siebie. Stwierdzono również znaczną redukcję przestrzenną tkanki łącznej mezenchymatycznej, choć ilość jąder komórkowych jest taka sama, jak u kijanek normalnych. Jest to opis kijanek, których deformowanie trwało średnio dni dziewięć.

2. Wszystkie te deformacje w ciągu dni dziesięciu zostają zregulowane. Tylko nieznaczna ilość zarodków nie zdąży w ciągu tego czasu przywrócić stosunków normalnych. *In toto* stwierdzamy stopniowo regulację ogona i spłaszczenia ogólnego. Z preparatów mikroskopowych wynika, iż mózg uzyskuje normalny kształt, a jego światło normalną szerokość. Regulacja oka składa się z dwóch momentów: 1) ruch części oka wystających z mózgu przywraca szerokość naturalną samemu oku, 2) oko lub tylko czop oczny tkwiący w mózgu stopniowo wysuwa się stąd ku dołowi lub ku górze. Oczy ustawiają się symetrycznie. Regulacja narządu skrzelowego polega 1) na ustawieniu symetrycznym skrzydeł bocznych jamy gardłowej, 2) na odzyskaniu naturalnej szerokości światła jamy gardłowej: Tylne ściany prostuje się, a skrzydła boczne z umieszczonym na nich narządem skrzelowym ustawiają się na normalnych miejscach. Wnęka ustna przesuwa się na środek ciała, a wargi jej stają się symetryczne. Tkanka łączna mezenchymatyczna odzyskuje szybko normalną objętość, tak, iż nawet u kijanek niezbyt zregulowanych przedstawia ona zwykły obraz.

3. Wyniki powyższe świadczą o tem, iż *kijanki posiadają zdolność regulowania zmienionego układu narządów*. Właśnie stwierdzenie takich zdolności było przedmiotem moich poszukiwań.

4. W części morfologicznej niniejszej pracy zaznaczyłem, iż podczas regulacji trwają obok siebie dwa procesy: regulacja zniekształceń i różnicowanie normalne histo- i organogenetyczne

(np. oko, zatoka ustna, narząd skrzelowy). Organizm kijanki jest tedy zdolny do jednoczesnego wykonania dwóch prac morfogenetycznych równoległych. Mam wrażenie, iż byłoby sprawą nader ciekawą zanalizować gospodarkę energetyczną organizmów w okresie tak powikłanej pracy twórczej.

5. Przy opisie przebiegu regulacji (rodz. III § 4 C.) zazaczyłem, iż czasami organizm kijanki regulującej nie powtarza zwykłej ontogenezy t. j. nie cofa się wstecz, aby iść naprzód, ale zatrzymuje się w tym stanie w jakim znajdują się kijanki normalne nieco starsze. Tak np., jeżeli pęcherzyk mózgowy kijanek dziesięciodniowych ma szerokość znacznieszą, niż takiż pęcherzyk kijanki piętnastodniowej, to kijanka regulująca w dwunastym dniu rozwoju, która pod wpływem deformacji miała zupełnie zwężone światło, nie wraca do tego stadjum, jakie w tym właśnie dniu rozwoju powinna by przejść, a zatrzymuje się na stadjum nieco starszej kijanki piętnastodniowej. Regulacja tu więc jest skrócona. Jest to zależność ciekawa, wymagająca jeszcze potwierdzenia i godna — jak sądzę — bliższego zbadania. Ciekawem jest, jakie są granice takiej zdolności? Jak odległem lub bliskiem musi być to stadjum, do którego rozwój zarodka dąży, aby takie uproszczenie mogło mieć miejsce?

6. Przy regulacji przywrócona zostaje symetria ciała zarodka. W normalnym rozwoju większość rozpatrywanych organów jak oczy, skrzel, przyssawki, powstaje odrazu jako organy symetryczne, a nawet, według ostatnich badań, nietylko oczy względem siebie są symetryczne, ale nawet każde z nich z osobna ma być tworem symetrycznym (Rabl, Jo kl). Otóż przy deformacji kijanek symetria ta była zburzona na przeciąg szeregu dni i wiele organów powstawało *ab origine* niesymetrycznie. Jednak po przeniesieniu do wody symetria ta była wtórnie przywrócona. Świadczy to, iż bodźce symetryjotwórcze (Herbst, Driesch) nie zanikły, mimo, iż organizm przeszedł już ten okres, w którym normalnie działalność ich ma miejsce. Przetrwały one ten czas w ukryciu, a przy odpowiednich warunkach ujawniły się*). Taka ich zdolność jest, jak mi się zdaje, nieznaną dotąd ich cechą.

*) Że cały ten proces nie jest związany wyłącznie ze stanem uwodnienia, świadczy kilkakrotnie podkreślany fakt, iż stosunki wodne wyregu-

7. Badania Davenporta, Schapera, Białaszewicza uzasadniły pogląd, że wzrost zarodków żab odbywa się głównie kosztem wody pobranej z otoczenia. Ruchy tej wody w obrębie ciała zarodka stanowią, zdaniem Schapera, mechanizm różnicowania. Woda ta wypełnia wolne przestrzenie w ciele i międzykomórkową tkankę łączną, a wtórnie dopiero przenika do wnętrza komórek, jako woda wewnątrzkomórkowa.

W moich doświadczeniach kijanki były przenoszone do komory wilgotnej w stadium neuruli; od tego więc czasu mogła być pobrana niemal tylko woda perivitellinu — tedy w bardzo tylko nieznacznej ilości. Pomimo to, ilościowo stan rozwoju tkanek poszczególnych organów jest normalny. Tylko tkanka łączna mezenchymatyczna, otaczająca te organy, oraz światła wolnych przestrzeni w ciele uległy redukcji. Świadczy to o braku należytego uwodnienia w organizmie. Zastosowany próbny pomiar wody na kijankach zdeformowanych dał następujące rezultaty:

TABLICZKA № 2.

Stan zarodków	Waga substancji żywej 100 zarodków, gr.	Waga substancji suchej 100 zarodków, gr.	Waga wody 100 zarodków, gr.
Zarodki zdeformowane . . .	0,392	0,11	0,282
Zarodki normalne	0,486	0,11	0,376

Niestety, tabliczka powyższa dotyczy zarodków deformowanych tylko pięć dni, albowiem do tego pomiaru nie miałem innego materiału do rozporządzenia. Widzimy z tej tabliczki znaczną różnicę uwodnienia kijanek normalnych i zdeformowanych, przy tym samym ciężarze substancji suchej. Różnica ta byłaby pewnie jaskrawsza, gdyby kijanki były dłużej deformowane.

lowane zostają szybko, gdy tymczasem regulacja symetrii posuwa się powoli i stopniowo. Jednak należyte uwodnienie tkanki łącznej stwarza warunki mechaniczne regulacji położenia organów (patrz rozdz. III, § 5, C.)

Rozumowanie powyższe i wyniki niniejszej analizy świadczą, iż absolutna ilość wody w zarodku może być różna, a pomimo to osiągnięty jest jednakowy stopień różnicowania, może zatem woda gramniejszą rolę w procesach różnicowania, niż to sobie dotąd wyobrażano.

Sądząc z obrazów mikroskopowych, podczas regulacji kijanki pobierają wodę, aż do osiągnięcia normalnych stosunków.

8. Metoda ucisku była wielokrotnie stosowana w embriologii doświadczalnej. Dotyczy to w szczególności badań nad podziałem blastomerów, kierunkiem brózd etc. (Born, Hertwig etc.). Stosowano ją także dla analizy niektórych potworności. W szczególności chodziło o analizę przyczyn *omphalocephalji*, potworności zarodków ptasich (Daresté, Rabaud, Kaestner) i tu dadzą się zanotować dwa stanowiska autorów. Fol i Waryński, Waryński, Kaestner twierdzą, iż ucisk mechaniczny wyarty na głowę zarodka przez zabieg, względnie ucisk ze strony skorupy jajowej może wywołać *omphalocephalię*. Rabaud, Tur przeczą istnieniu takiej możliwości. W moich doświadczeniach jednak miały miejsce przesunięcia organów względem siebie wskutek ucisku, co tem bardziej zasługuje na uwagę, że od badań Spemanna, Spemanna i Ruud uważa się organy zarodka płazów w stadjum neuruli jako potencjalnie ustabilizowane. Sądzę, że efekt ucisku mógł się łatwo okazać dlatego, iż turgor ogólny tkanek zwierzęcia wobec braku wody był zmieniony. Gdyby więc można osłabić turgor tkanek zarodka ptaka, otrzymalibyśmy może zarodki *omphalocephaliczne* uciskając przednią okolicę ciała.

Objaśnienia rysunków.

Tabl. I. Rys. 1. Kijanka normalna 15-dniowa. Pow. 8 razy.

Rys. 2. Kijanka zdeformowana. Pierwszy typ deformacji. Charakterystyczne przegięcie ogona. Pow. ok. 8 razy.

Rys. 3. Kijanka zdeformowana. Drugi typ deformacji. Powikłane zniekształcenie ogona. Pow. ok. 8 razy.

Rys. 4. Kijanka zdeformowana. Trzeci typ deformacji. Pow. ok. 8 razy.

Rys. 5. Kijanka regulująca. Trzy dni regulacji. Ogon prostuje się. Pow. ok. 8 razy.

Rys 6. Kijanka regulująca. Sześć dni regulacji. Dalsze prostowanie się ogona. Pow. ok. 8 razy.

Rys. 7. Przekrój przez oko kijanki normalnej. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 8. Przekrój poprzeczny przez kijankę zdeformowaną. Zniekształcenie oka i mózgu. Przekrój przez przodomózgowie. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 9. Lewe oko tej samej kijanki zdeformowanej. Widzieć zniekształcenie całego organu i czop oczny wnikaający do mózgu. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 10. Prawe oko tej samej kijanki. Jest ono znacznie przesunięte w tył. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 11. Przekrój poziomy przez głowę kijanki zniekształconej. Oko tkwi w mózgu. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 12. Przekrój poprzeczny przez oko kijanki zdeformowanej. Deformacja oka typu drugiego, bez wnikanania części oka do mózgu. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 13. Przekrój poprzeczny przez oko kijanki regulującej. Pierwszy etap regulacji: ruch części oka wystających z mózgu. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 14. Przekrój poprzeczny przez oko kijanki regulującej. Pierwszy etap regulacji: ruch części oka wystających z mózgu. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 15. Przekrój poprzeczny przez oko kijanki regulującej. Drugi etap regulacji. Wysuwanie czopa ocznego z mózgu ku górze. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 16. Przekrój poprzeczny przez oko kijanki regulującej. Wysuwanie czopa ku dołowi. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 17. Przekrój poprzeczny przez oko kijanki regulującej. Ostateczne wysuwanie czopa z mózgu. Pow. ok. 50 razy.

Rys. 18. Przekrój poprzeczny przez przodomózgowie kijanki normalnej. Przekrój wzdłuż linii AA' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 40 razy.

Rys. 19. Przekrój strzałkowy przez przednią okolicę ciała kijanki normalnej. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 20. Przekrój poprzeczny przez kijankę normalną.

Widać śród- i przodomózgowie. Przekrój wstecz od linii C C' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 21. Przekrój poprzeczny przez kijankę normalną, widać zamózgowie i pęcherzyki słuchowe. Przekrój wzdłuż linii D D' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 22. Przekrój poprzeczny przez przodomózgowie kijanki zdeformowanej. Widać zniekształcone światło. A A' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 23. Przekrój poprzeczny przez przodomózgowie kijanki zdeformowanej. Widać asymetrię ścian wskutek wejścia oka do mózgu. B B' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 24. Przekrój poprzeczny przez przodo- i śródmózgowie kijanki zdeformowanej. Widać zwężenie światła i ściśnięcie całego organu. C C' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 25. Schemat mózgu z wyznaczonymi kierunkami przekrojów: A A', B B', C C', D D' — przekroje poprzeczne. a a', b b', c c', d d' — przekroje poziome.

Tabl. II. Rys. 26. Przekrój poprzeczny przez zamózgowie kijanki zdeformowanej. D D' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 27. Przekrój poziomy przez kijankę zdeformowaną. Widać załamanie ściany przedniej mózgu. a a' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 28. Przekrój poziomy przez mózg kijanki zdeformowanej. Widać zwężenie światła. b b' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 29. Przekrój poziomy przez mózg kijanki zdeformowanej. Widać zwężenie światła i ucisk ze strony oczu. c c' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 30. Przekrój poziomy przez mózg kijanki zdeformowanej. Widać charakterystyczny układ ścian i oczu. d d' na schemacie rys. 25. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 31. Regulacja mózgu. Przekrój poprzeczny przez śród- i przodomózgowie oraz oczy. Pow. ok. 35 razy.

Rys. 32. Poprzeczny przekrój kombinowany przez kijankę zdeformowaną. Szczególny układ oczu i brak przodomózgowia. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 33. Przekrój poprzeczny przez wnękę ustną kijanki normalnej. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 34. Przekrój poprzeczny przez wnękę ustną starszej

niecو kijanki normalnej. Widać zrogowacenia na wargach. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 35. Przekrój poziomy przez głowę kijanki normalnej. Widać jamę gardłową i narząd skrzelowy. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 36. Lewa połowa przekroju przez jamę gardłową nieco niżej. Kijanka normalna. Jama gardłowa ma kształt trapezu. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 37. Przekrój poprzeczny przez wnękę ustną kijanki zniekształconej. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 38. Przekrój poprzeczny przez kijankę zdeformowaną. Zwężenie światła jamy gardłowej. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 39. Przekrój strzałkowy przez przednią część ciała kijanki zdeformowanej. Skrawek wypadł nieco ukośnie. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 40. Przekrój poziomy przez przednią część ciała kijanki zdeformowanej. Widoczny jest stan jamy gardłowej i narządu skrzelowego. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 41. Regulacja wnęki ustnej. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 42. Regulacja wnęki ustnej. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 43. Regulacja wnęki ustnej zaawansowana. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 44. Przekrój poprzeczny przez kijankę regulującą. Widać rozszerzenie się światła jamy gardłowej. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 45. Przekrój poprzeczny przez kijankę regulującą. Skrawek wypadł znacznie dalej ku tyłowi niż na rys. 44. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 46. Przekrój poziomy przez kijankę regulującą. Zwężenie światła jeszcze trwa. Symetria skrzeli. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 47. Przekrój poziomy przez kijankę regulującą. Światło się rozszerza. Skrzela dążą do zajęcia właściwego miejsca. Skrawek nieco ukośny. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 48. Prawa połowa poziomego przekroju przez kijankę regulującą. Światło szerokie. Skrzela są już na właściwym miejscu. Porówn. rys. 36. Pow. ok. 30 razy.

Rys. 49. Tkanka łączna mezenchymatyczna z okolicy pęcherzyka słuchowego. Kijanka normalna. Pow. ok. 90 razy.

Rys. 50. Tkanka łączna mezenchymatyczna z okolicy pęcherzyka słuchowego. Kijanka zdeformowana. Widać redukcję tkanki łącznej i ściśle skupienie jąder komórkowych. Pow. ok. 90 razy.

PIŚMIENNICTWO.

1. Białasze wicz K. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. intern. de l'Acad. des sci. de Cracovie. 1908.
2. Born G. Ueber Druckversuche an Froscheiern. Anat. Anz. Vol. VIII 1893.
3. Davenport C. B. The role of water in the growth. Proc. Bost. Soc. Nat. Hist. T. 28 1897.
4. Dareste C. Recherches sur la production artificielle des monstruosités. Paris 1877.
5. Driesch H. Die organische Regulationen. Leipzig. 1901.
6. Driesch H. Zur Theorie der organischen Symmetrie. Arch. für Entw.-mech. Bd. 26. 1903.
7. Driesch H. Zur Verlagerung der Blastomeren des Echinideneies. Anat. Anz. Bd. 8. 1893.
8. Fischel A. Über normale und abnorme Entwicklung des Auges Arch. für Entw.-mech. Bd. 49. 1921.
9. Fol W. et Waryński S. Recherches expérimentales sur la cause de quelques monstruosités simples. Recueil Zool. Suisse. T. I. 1884.
10. Frorie p A. Entwicklung des Auges. O. Hertwig'a Handbuch der Entwicklungsgeschichte.
11. Götte A. Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig. 1875.
12. Herbst K. Formative Reize. 1901.
13. Herbst K. Experimentelle Untersuchungen über Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Tiere. III Teil. Arch. für Entw.-mech. Bd. 2. 1896.
14. Hertwig O. Ueber den Werth der ersten Furchungszellen für die Organbildung des Embryo. Arch. f. Anat. micr. Bd. 42. 1893.
15. Jokl J. Zur Entwicklungsgeschichte des Wirbeltierauges. Anat. Anz. Bd. 51. 1918.
16. Kaestner S. Ueber Wesen und Entstehung der omphalocephalen Missbildungen bei Vogelembryonen. Anat. Anz. Bd. 29. 1906.
17. Kupfer C. Entwicklung des Centralnervensystems. O. Hertwig'a Handb. der Entw.
18. Mangold O. Fragen nach Determination und Regulation an umgeordneten Furchungsstadien und verschmolzenen Keimen von Triton. Arch. f. Entw.-mech. Bd. 47. 1921.
19. Maurer F. Entwicklung des Darmsystems. O. Hertwig'a Handb. der Entw.
20. Marshall. Руководство къ эмбриология. 1901.
21. Morgan T. H. Entwicklung des Froscheies 1903.
22. Morgan T. H. Experimental Studies on Echinoderm Eggs. Anat. Anz. 9 Bd. 1893.

23. Pflüger E. Ueber Einfluss der Schwerkraft auf die Teilungen. Pflüger's Arch. f. Phys. Bd. 31, 32, 34 1883-84.
 24. Rabaud E. Essai de Tératologie. Embryologie des poulets omphalocéphales. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Paris 34 1898.
 25. Rabaud E. Recherches expérimentales sur l'action de la compression mécanique intervenant au cours de l'ontogénèse des oiseaux. Arch. f. Entw.-mech. Bd. 26. 1908.
 26. Rabl K. Über die bilaterale und nasotemporale Symmetrie des Wirbeltierauges. Arch. f. micr. Anat. Bd. 90. 1917.
 27. Schaper A. Beiträge zur Analyse des thierischen Wachstums. Arch. f. Entw.-mech. Bd. 14, 1902 r.
 28. Spemann H. Über die Determination der ersten Organanlagen des Amphibienembryos Arch. f. Entw.-mech. Bd. 43 1918.
 29. Spemann H. Theorie des tierischen Wachstums. Rectoratsrede. 1923.
 30. Spemann H. und Ruud G. Die Entwicklung isolierter dorsaler und lateraler Gastrulahälften von Triton taeniatus und alpestris, ihre Regulation und Postgeneration. Arch. f. Entw.-mech. Bd. 52. 1922.
 31. Tur J. Sur l'action tératogène localisée exercée par la coquille de l'oeuf sur les embryons d'oiseaux. Soc. de Biologie. T. 62. 1907.
 32. Waryński S. Recherches expérimentales sur le mode de formation des omphalocéphales. Recueil Zool. Suisse. T. I. 1884.
-

ZUSAMMENFASSUNG.

Verfasser untersuchte die Morphologie und die Entstehungsweise einiger künstlichen Missbildungen von Froschembryonen. Dieselben wurden im Neurula - Stadium aus der Gallerte herausgeschält und seitlich auf das feuchte Fliesspapier gelegt, wobei sie ohne Wasser in der feuchten Kammer verblieben sind. Je nach der Art, blieben die Embryonen auf Fliesspapier eine verschiedene Zeit (s. Tabelle I). Die Kaulquappen von *Rana*

TABELLE I.

	R. tempor.			R. esculenta.		
Dauer des Aufenthaltes in der feuchten Kammer. Tage	2	2	3	7	9	11
Durchschnittlich. Tage . .	2 ¹ / ₂			9		

esculenta sind bedeutend widerstandsfähiger, als diejenigen von *R. temporaria* und sie halten durchschnittlich*9 Tage ohne Wasser aus. Nach dieser Zeit kamen die Quappen ins Wasser, wobei die Regulation einsetzte. Die missgebildeten Embryonen waren ganz flach, ihr Schwanz war um ca 180° nach Oben (Fig. 2, 3), seltener Unten (Fig. 4) gekrümmt. Das Hirnlumen ist verengt, die Hirnwände (Fig. 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30) unsymmetrisch entwickelt. Meist ist dabei ein Auge total (Fig. 11) oder wenigstens teilweise (Fig. 8, 30) in das Hirnlumen hineingedrückt, ist aber in einigen Fällen ausserhalb des Hirnes geblieben (Fig. 12). Stets ist das Auge missgebildet: es ist flach und muzlig. Die gegenseitige Lage beider Augen ist eine unsymmetrische. Die Schlundhöhle ist ebenfalls verengt (Fig. 40), der Mundhylus ist quer gestellt, dessen Lippen sind flach (Fig. 37). Die hintere Wand der Schlundhöhle ist eingeknickt und infolgedessen ist auch die Lage der Kiemen eine abnorme (Fig. 40).

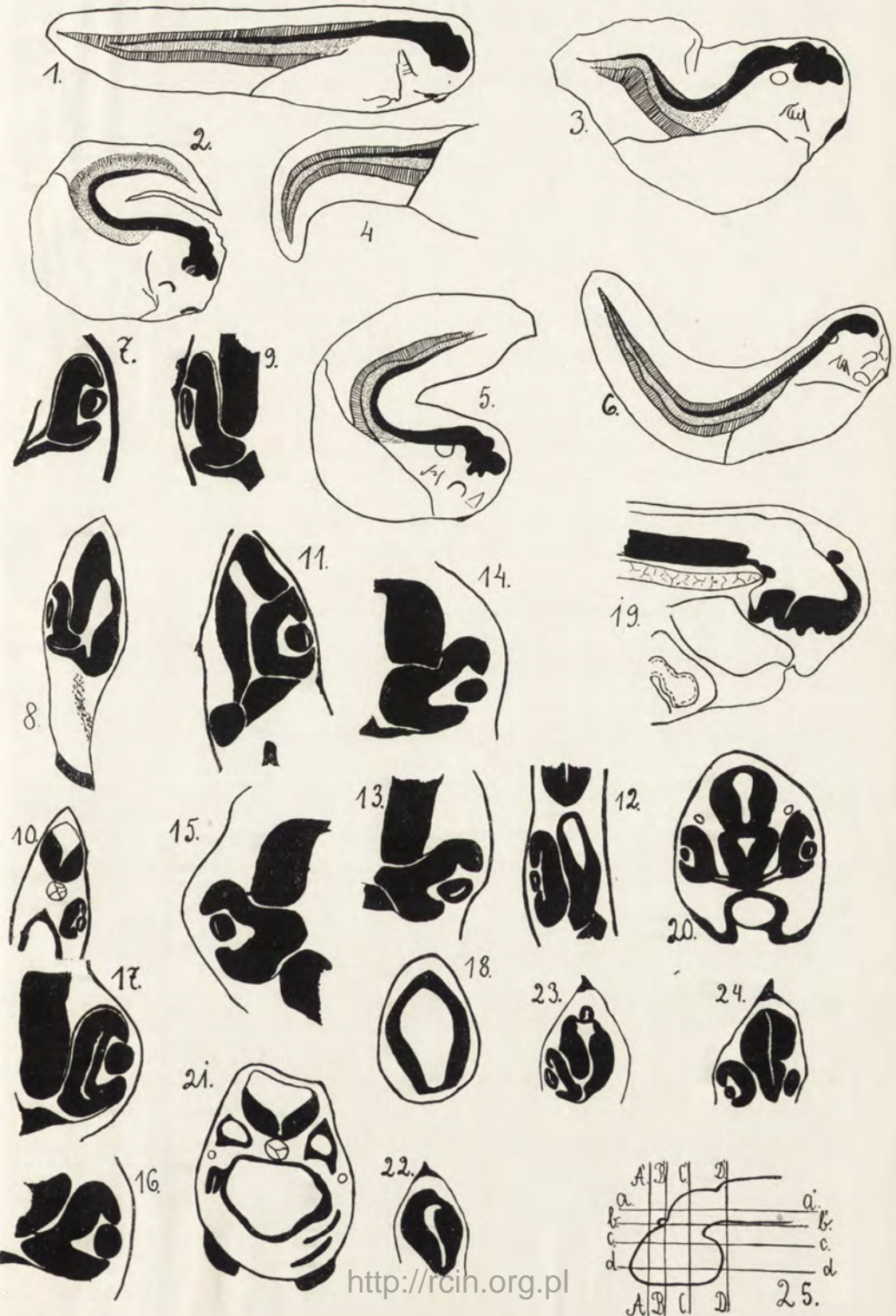
Es wurde auch eine beträchtliche Reduktion des Volumens des gesamten Bindegewebes festgestellt (Fig. 50), obwohl die Anzahl der Kerne anscheinend normal geblieben war.

Während eines 10-tägigen Aufenthaltes im Wasser werden diese Entstellungen ausgeglichen und es bleiben nur einzelnen Quappen abnorm. Die Konfiguration und die gegenseitige Lage der Organe kehren zur Norm zurück, wie das aus Fig. 5 u. 6 für den Schwanz, Fig. 31 für den Hirn, Fig. 13, 14, 15, 16 u. 17 für die Augen, Fig. 41, 42, 43, 46, 47 u. 48 für den Mundhylus und die Schlundhöhle usw. zu ersehen ist. Die Organogenese schreitet dabei neben der Regulation ohne jede Verzögerung. Die Regulation macht von den ontogenetischen Umformungen Gebrauch, was zur Verkürzung des Prozesses hinführt. Die formativen Reize, die Symmetrie des Embryo beherrschen, haben die Fähigkeit in einem inaktiven Zustande zu verbleiben, bis die Zeit ihrer Wirkung eintritt. Auf Grund eigener Messungen hält der Verfasser den angenommenen formativen Wert des Imbibitionswasser für übertrieben. Die missgebildeten Quappen enthielten weniger Wasser, als die normalen (Tabelle II) und doch er-

TABELLE II.

	Gewicht von 100 lebendi- gen Embryo- nen, gr.	Gewicht der Trocken- substanz von 100 Em- bryonen, gr.	Gewicht des Wassers von 100 Embryo- nen, gr.
Normale Kaulquappen . . .	0,392	0,11	0,282
Deformierte Kaulquappen .	0,486	0,11	0,376

reichten sie denselben Grad der Differenzierung. Die Ergebnisse liefern eine neue Möglichkeit die omphalocephalen Embryonen zu analysieren und zwar durch den vermindernten Gewebetonus.





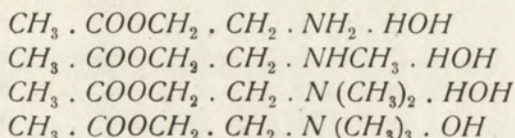


WITOLD RAWITA-WITANOWSKI.

Studja nad choliną, hormonem jelit, i związkami
pokrewnymi. ¹⁾

(Die Beziehungen zwischen Wirkung und Konstitution der acylierten Aminoalkohole. Ein Beitrag zur Wirkungsmechanismus des Hormons der Darmbewegung).

Uwaga fizjologów jest skierowana oddawna na aminoalkohole i ich pochodne. Toksykologję zaciekawia mechanizm działania acetylocholiny, jednego z najpotężniejszych jądów parasympatycznych; cholinie jako hormonowi ruchu jelit poświęcony jest cały szereg prac Le Heuxa (19', 20', 21'). Wyjaśnienie mechanizmu działania acetylocholiny byłoby pożądane nie tylko dla toksykologów, lecz i dla fizjologii czystej, odkąd Le Heux wskazał na możliwość estryfikacji choliny przez tkankę jelit. Głównym celem mojej pracy jest rzucenie światła na mechanizm działania acetylocholiny przez zbadanie zachowania się fizjologicznego następującego szeregu związków:



¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w dniu 18 czerwca 1924 roku.

Mamy przed sobą szereg elektrolitów. Z nich ostatni jest silnym jadem parasympatycznym, zachowującym się względem ustroju, jak zbadana przez Straub a muskaryna ('07). Straub stwierdził, że aminy typu muskaryny działają tylko w chwili przechodzenia do tkanek. Samą istotę działania uważa on za podrażnienie aparatów ruchowych lub hamujących ustroju, opierając się na analogji między pobudliwością a chwilowym stanem ustroju, oraz siłą działania jadu wprowadzonego z zewnątrz a ilością jadu związanego już w tkance. Wynik prac Straub a skłonił mnie do postawienia hipotezy, że ponieważ każde podrażnienie musi być związane ze zmianą potencjału elektrycznego tkanek, a ruch elektrolitów w fazach niejednorodnych wywołuje te zmiany (Beutner '20, Mond '24), aminy typu muskaryny będą działać w tym stopniu, w jakim je uważać możemy za elektrolity. W szeregu $CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2NH_2 \dots CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3OH$ powinna istnieć ścisła zależność między siłą działania a dysocjacją elektrolityczną, i to jest główny cel pracy, w której, bieg doświadczeń będzie następujący.

Wyniki, otrzymane z badań nad jelitami, są najbardziej jasne, doświadczenia te opisuję więc najwpierw. Wykres siły toksycznej, jako funkcji metylowania azotu oraz stężenia aminy, porównuję z danymi fizyko-chemicznymi z literatury, przyczem stwierdzam prawdziwość wyżej postawionej hipotezy. Następnie porównuję działanie na jelito i na serce; jest ono zależne od tej samej grupy nerwów w obu przypadkach, gdyż odpowiada zjawiskom, obserwowanym przy drażnieniu nerwów błędnych. Wreszcie doświadczenia na sercu wykazują, że zależność siły działania aminy od metylowania azotu nie zmienia się bez względu na to, czy nerw błędny funkcjonuje jako aparat hamujący serca, czy jako ruchowy jelita.

Część doświadczalna.

Dwa produkty wyjściowe, kolaminę i metylokolaminę otrzymałem metodą Knorra ('97) z tlenku etylenu i amonjaku, względnie — z metylaminy. Dwumetylokolaminę można otrzymać tą samą metodą; ze względu na wydajność obrałem jednak inną drogę (Knorr '04a).

Suchy bezwodny bromek czterometrylopiperazyny, otrzymany przez działanie bromku etylenu na dwumetylaminę (Freund '97), ogrzewany ze sproszkowanym KOH , rozpada się na jednokowe wagowo ilości czterometryloetylenodwuaminy i wolnej dwumetylokolaminy. Czterometryloetylenodwuaminę łatwo wydzielić jako nierozpuszczalny w absolutnym alkoholu chlorek; gdy chodzi o zupełne usunięcie tej domieszki, strącamy ją kwasem pikrynowym, którego resztę po zakwaszeniu roztworu z pomocą H_2SO_4 wyciąga się eterem (Knorr '04b.).

Metoda Krüger-Bergella ('03) służyła do otrzymania choliny, jako produktu działania bromku etylenu na trójmetylaminę.

Pierwsze trzy zasady oczyszczałem przez frakcjonowaną destylację, cholinę — przez krystalizację soli rtęciowej. Punkty topliwości soli złotych i analiza na Au służyły do identyfikacji wszystkich czterech związków. Przeprowadzenie w estry kwasu octowego odbywało się przy pomocy bezwodnika octowego w próbkach, zanurzonych na godzinę w wrzącą wodę. Po odpuśdzeniu bezwodnika octowego pozostałość, rozpuszczona w płynie Ringera, była poddawana analizie na kwas octowy, oraz oznaczeniu stężenia jonów wodorowych kolorymetrycznie nitrofenolem.

Powołując się na plan pracy, zakreślony we wstępie, podaję najwypierw dwa doświadczenia na jelitach szczura.

Doświadczenie № 25. 2/II 24. Do niego tabela I i rysunki 1 i 4 na tablicy II. Dwucentymetrowy odcinek jelita środkowego szczura (samicy), zabitego w narkozie eterowej, zawieszono w naczyniu z 40 cm^3 płynu Ringera, ogrzanego do 37°C i wciąż nasycanego tlenem. Skład płynu Ringera: $0,9\%$ $NaCl$, $0,03\%$ $NaHCO_3$, $0,1\%$ glukozy, $0,042\%$ KCl , $0,024\%$ $CaCl_2$ (siccum). Rysunki 1 i 4 tablicy II ilustrują charakter działania acetylokolaminy (KA), acetylometylokolaminy (MA) i nieacetylowanej dwumetylokolaminy ($N2M$). Zachowanie się pierwszych dwóch związków odpowiada drażnieniu nerwów błędnych; napięcie jelit zwiększa się, dźwignia opada. Na perystaltykę jelit wpływu widocznego niema. Dwumetylokolamina zmniejsza napięcie jelit, działa zatem jak podrażnienie unerwienia sympatycznego.

T A B E L A I.

Szczur ♀. Jelito. (Ratte, ♀. Darm). 2/II 24 r.

Następstwo w czasie. (Reihenfolge).	Rozcieńczenie 1 g na X g Ringera (Verdünnung 1 g: X g Ringer Lösung)	Siła działania, wyrażona w ilości znaków + oznacza zwiększenia na- pięcia jelit - oznacza zmniejszenie na- pięcia jelit O brak działania. (Wirkungskraft in Zahl der Zei- chen ausgedrückt + bedeutet Vergrößerung des Tonus - " Verkleinerung O Wirkungslosigkeit)	Uwagi (Bemerkungen)
--	---	---	----------------------------

I odcinek jelita (I Darmstück).

1	MA 1 : 1,140,000	+ + +	
2	KA 1 : 120,000	+ +	
3	MA 1 : 1,140,000	+ + +	
4	MA 1 : 5,700,000	+	
5	MA 1 : 1,140,000	+ + +	
6	NM 1 : 5,000	+	
7	MA 1 : 1,140,000	+ + +	
8	NK 1 : 5,000	O	
9	KA 1 : 120,000	+ +	
10	MA 1 : 5,700,000	+	
11	KA 1 : 120,000	+ +	

NK ozn. (bedeutet) OH. CH₃. NH₃. HCl
 NM " " OH. CH₃. CH₃. NHCH₃. HCl
 NM " " OH. CH₃. CH₃. N(CH₃)₂. HCl
 NCH " " OH. CH₃. CH₃. N(CH₃)₂. Cl

II odcinek jelita (II Darmstück).

1	MA 1 : 1,140,000	+ + +	
2	MA 1 : 114,000	+ + + +	
3	2MA 1 : 240,000	+ + + +	
4	MA 1 : 114,000	+ + + +	
5	2MA 1 : 240,000	+ + + +	
6	N2M 1 : 10,000	- - -	
7	2MA 1 : 240,000	+ + + +	
8	2MA 1 : 24,000	+ + + +	
9	CHA 1 : 285 miljon.	+ + + +	
10	CHA 1 : 29 "	+ + + +	
11	MA 1 : 114,000	+ + + +	
12	CHA 1 : 29 miljon.	+ + + +	
13	2MA 1 : 240,000	+ + + +	
14	CHA 1 : 285 miljon.	+ + + +	
15	2MA 1 : 240,000	+ + + +	
16	MA 1 : 1,140,000	+ + + +	
17	CHA 1 : 285 miljon.	+ + +	
18	KA 1 : 120,000	+	
19	N2M 1 : 10,000	- - -	

KA oznacza (bedeutet) CH₃. COOCH₃. CH₃. NH₃. HCl
 MA " " CH₃. COOCH₃. CH₃. NH. CH₃. HCl
 2MA " " CH₃. COOCH₃. CH₃. N(CH₃)₂. HCl
 CHA " " CH₃. COOCH₃. CH₃. N(CH₃)₂. Cl

Z doświadczeń 25 i 26 (por. tabelę II) możemy wyprowadzić następujące wnioski. Własności toksyczne, wyrażone w działaniu acetylocholino na napięcie jelit, nie pojawiają się nagle, jako własności ostatniego członu badanego szeregu, lecz występują stopniowo w miarę metylowania azotu. W obu doświadczeniach jednak amina trzeciorzędowa działa słabiej, niż drugo- i czwartorzędowa.

T A B E L A II.

Doświadczenie Nr. 26. 3/II 24. Do niego rysunki 2, 3, 7 tablicy I. Jelito szczura ♀, zabitego 2/II 24, przechowane w chłodzie do dnia 3/II 24.

(Ratte ♀. Stück des Mitteldarms).

Następstwo w czasie. (Reihenfolge).	Rozcieńczenie 1 g na	Siła działania, wyrażona w ilości znaków + oznacza zwiększenie napięcia jelit	U W A G I (Bemerkungen)
	X g Ringera (Verdünnung 1 g: X g Ringerlösung)	— " zmniejszenie " " 0 " brak działania. (Wirkungskraft, in Zahl der Zeichen ausgedrückt + bedeutet Vergrößerung des Tonus — " Verkleinerung " " 0 " Wirkungslosigkeit).	

I odcinek jelita (I Darmstück)

1	MA 1: 104,000	+ + + +	KA, MA, 2MA etc., jak w tabeli I. KA, MA, 2MA etc., wie in Tab. I.	
2	CHA 1: 290 milj.	+		
3	CHA 1: 29 milj.	+ + + +		
4	MA 1: 104,000	+ + + +		
5	NCH 1: 100,000	0		
6	NCH 1: 10,000	+		
7	CHA 1: 29 milj.	+ + +		
8	CHA 1: 29 milj.	+ + + +		
9	2MA 1: 60,000	+ + + +		
10	N2M 1: 200,000	—		
11	N2M 1: 20,000	—		
12	MA 1: 200,000	+ +		
13	CHA 1: 29 milj.	+ +		
14	MA 1: 200,000	+ +		

II odcinek jelita (II Darmstück)

1	NCH 1: 10,000	+ +
2	NM 1: 5,000	+
3	NCH 1: 10,000	+ +

Porównywując dane z tabeli I, za stężenia jednakowo silnie działające można uważać: CHA 1 gram na 285 milionów gramów wody, 2MA 1:240,000, MA 1:1,140,000, KA około 1:60—70,000. Z tabeli II—MA 1:104,000, 2MA 1:60,000, CHA 1:29 milionów gramów wody.

Poza nieacetylowaną dwumetylokolaminą działanie wszystkich związków zasadało się na zwiększaniu napięcia jelit.

Wpływ na amplitudę ruchów nie był wyraźny.

W działaniu parasympatycznym i sympatycznym amin biorą zapewne udział nie sole, lecz wolne aminy, zwłaszcza jeśli mówić będziemy o aminach wysokocząsteczkowych, jak adrenalina i acetylocholina. Estry glikokolu nie są pozbawione działania na nerwy współczulne (A r a i '23), chociaż można je uważać za bardzo słabe zasady, przy reakcji alkalicznej tkanek istniejące tylko w stanie wolnym. Stała powinowactwa estru metylowego glikokolu wynosi np. według L u n d e n a ('08) 10×10^{-10} ; tyraminę $OH \cdot H_4 C_6 CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$ wyrzuca amonjak z soli. Działanie zatem musi być zależne od trwałości wodorotlenków zasad, oraz od ich dysocjacji, jeśli w grę wchodzi katjon organiczny, a nie obojętna amina, przyczem wahania stężenia jonów wodorowych w tkankach odbijać się będą najbardziej na działaniu zasad trzeciorzędowych, jako najmniej trwałych w roztworze.

Stałe powinowactwa dla słabych zasad w tablicach H. L u n d e n a ('08), zestawione głównie podług danych B r e d i g a, odnoszą się nie do samych amin, a do ich wodorotlenków. Stałe te są według M e n s c h u t k i n a ('95) wprost proporcjonalne do trwałości wodorotlenków amin, można więc z nich wnioskować o minimum trwałości wodorotlenków zasad trzeciorzędowych.

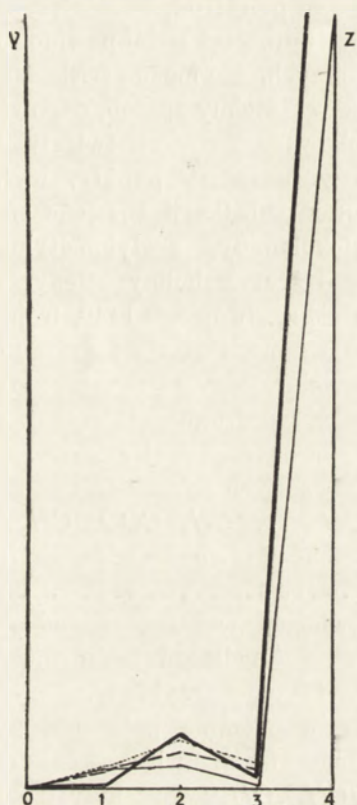
Amonjak $NH_3 = 0.18 \times 10^{-4}$
 Amina pierwszorzędowa $NH_2CH_3 = 5.00 \times 10^{-4}$
 Amina drugorzędowa . $NH \cdot (CH_3)_2 = 7.00 \times 10^{-4}$
 Amina trzeciorzędowa . $N \cdot (CH_3)_3 = 0.70 \times 10^{-4}$
 Amina czwartorzędowa $N \cdot (CH_3)_4OH =$ zupełna dysocjacja

Amonjak $NH_3 = 0.18 \times 10^{-4}$
 Amina pierwszorzędowa $NH_2 \cdot C_2H_5 = 5.60 \times 10^{-4}$
 Amina drugorzędowa . $NH \cdot (C_2H_5)_2 = 12.60 \times 10^{-4}$
 Amina trzeciorzędowa . $N(C_2H_5)_3 = 6.40 \times 10^{-4}$
 Amina czwartorzędowa $N(C_2H_5)_4OH =$ silna dysocjacja

Amonjak $NH_3 = 0.18 \times 10^{-4}$
 Amina pierwszorzędowa $NH_2 \cdot C_3H_7 = 4.70 \times 10^{-4}$
 Amina drugorzędowa . $NH \cdot (C_3H_7)_2 = 10.20 \times 10^{-4}$
 Amina trzeciorzędowa . $N \cdot (C_3H_7)_3 = 5.50 \times 10^{-4}$

Wyznaczmy na osi x (p. wykres w tekście) cztery punkty, odpowiadające czterem aminom szeregu wzrastającego alkilowa-

nia azotu: 0 odpowiada amoniakowi, 1-metylaminie, etylaminie, i propylaminie, 2-dwumetylaminie, dwuetylaminie i t. d.



Objaśnienie polskie powyżej, w tekście.

(1, 2, 3, 4 Alkylierungsgrad der Basen. Achse y entsprechende Affinitätskonstanten, welche direkt proportional sind zur Stabilität der Hydrate. — Reihe des Methylamins..... Reihe des Aethylamins — — — Reihe des Propylamins. Achse z = Wassermengen bezogen auf 1 g Substanz der Verdünnungen, welche gleich stark wirksam sind. Entsprechende 4 Punkten mit dicker ausgezogener Linie vereinigt (Reihe $CH_3COOCH_2CH_2NH_2$ $CH_3COOCH_2CH_2N(CH_3)_3OH$).

Na osi y obierając dowolny odcinek za jedność odkładamy 0.18 dla amoniaku, 5 dla metylaminy, 7 dla dwumetylaminy, 0.7 dla trójmetylaminy, to jest liczby odpowiadające stałym powinowactwa, podzielonym przez 10^{-4} . Stąd cztery punkty linii ciągłej lamanej, odpowiadające 0, 1, 2, 3 osi x, ilustrują trwałość wodo-

rotlenków powyższych związków, gdyż jest ona wprost proporcjonalna według *Menshutkina* do stałych powinowactwa. Przecięcie z osią *z*, to jest punkt odpowiadający czwórce osi *x*, wyznacza tylko kierunek linii, gdyż stałej powinowactwa zasad czwartorzędowych, jako silnych, nie można ściśle oznaczyć. Linja przerywana, wykreślona w podobny sposób, odpowiada szeregowi proplaminy, linja kropkowana — szeregowi etylaminy.

Na osi *z* znaczymy cztery punkty, wyrażające ilości gramów wody na 1 gram substancji rozcieńczeń jednakowo silnie działających acetylokolaminy, acetylometylokolaminy, acetyldwumetylokolaminy i acetylocholinę. Jedyńce osi *x* odpowiada 60 litrów wody na osi *z*, dwójce — 1140, trójce — 240, czwórce — 285000 litrów. Linja łamana ciągła i gruba ilustruje wzrost siły działania przy przejściu aminy pierwszorzędowej w drugorzędową, spadek przy przejściu drugorzędowej w trzeciorzędową i ponowny wzrost dla czwartorzędowej zasady.

Dotąd nie znamy stałych powinowactwa szeregu $CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2 \cdot HOH \dots \dots CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3 \cdot OH$, stąd nie mogłem dokonać porównania własności fizjologicznych z fizyko-chemicznymi na tym samym szeregu badanych związków; wahania stopnia dysocjacji w zależności od stopnia zalkilowania azotu zdają się jednak podlegać ogólnemu prawu, jak na to wskazują wyżej przytoczone przykłady.

W szczęśliwszem odemnie położeniu był *H. H. Meyer* (*Fränkel*'21), który badał własności kuraryzujące szeregu $H_2N \cdot CH_3 \dots \dots N(CH_3)_4 \cdot OH$. Tu były znane obok działania fizjologicznego stałe powinowactwa szeregu. W zależności od siły działania można było ułożyć te zasady w szereg: czterometylowa zasada amonowa > metylamina > dwumetylamina; mamy tu tę samą zależność siły działania od struktury związków, jak w szeregu acetylocholinę, choć działanie jest innego rodzaju i na inną grupę nerwów.

Pozostaje do omówienia zagadnienie, czy działanie acetylowanych aminoalkoholi niższego rzędu podlega tym samym prawom, jakie są właściwe czwartorzędowej acetylocholinie.

Tę ostatnią cechuje zwłaszcza przejściowość działania, którą według teorii *Strauba* należy uważać za dążenie do osiągnięcia stanu równowagi koncentracji jadu poza tkanką i w tkance. Zjawisko opisane występuje bardzo wyraźnie na rys. 3, 5, 7 ta-

blicy II i rys. 1 tablicy I; jest ono właściwe wszystkim badanym estrom, i to nie tylko w czasie działania na aparat ruchowy jelita, lecz i na hamujący serca.

Rys. 4 tablicy I przedstawia stopniowy zanik działania acetylodwumetylokolaminy na komorę V i przedsionek A. Chwila zmiany płynu Ringera oznaczona jest przez R. Serce żaby, *Rana esculenta* umieszczone było w komorze szklanej, na której dnie znajdował się płyn Ringera, rozpylany przez pęcherzyki tlenu. Kaniulka, na której umocowane było serce, różniła się tem od kaniulki stosowanej przez Fühnera ('22), że posiadając z boku powyżej serca odpływ, umożliwiała utrzymanie poziomu cieczy w czasie przemywania. Ciecz wprowadzona wypierała płyn zawarty w sercu, który uchodził przez powyższy odpływ. Zatoka żylna przewiązana była nitką, umocowaną do dźwigni, notującej ruchy przedsionka. Druga dźwignia łączyła się z komorą serca. Opadanie linii notowanej odpowiadało rozkurczowi. Widoczne na rysunku po zahamowaniu ruchów serca przez truciznę podnoszenie się linii notowanej na walcu nie było skutkiem tonicznego skurczu, gdyż ciecz z kaniuli w miarę podnoszenia się krzywej na walcu opadała. Raczej odpowiadało to zjawisko zmniejszeniu się średnicy pionowej serca przy zwiększeniu poprzecznej średnicy wskutek parcia cieczy, napływającej do unieruchomionego narządu (por. podobne zjawisko w pracy Kochmanna '21). O tych zastrzeżeniach należy pamiętać przy analizie krzywych rys. 2, 3, 9 tablicy I, do których obecnie przechodzę. Rysunek 2 ilustruje działanie zasady pierwszorzędowej, 3-drugorzędowej, 4-trzeciorzędowej i 7-acetylocholiny. Działanie jest identyczne, a objawia się zahamowaniem ruchów przedsionka i komory. Rysunek 9 dowodzi, że przyczyną tego zjawiska jest podrażnienie nerwów błędnych, gdyż dodanie atropiny $1/1000$ do płynu z acetylodwumetylokolaminą znosi jej działanie.

Ujęcie ilościowe działania całego szeregu acetylowanych aminoalkoholi na serce jest trudne ze względu na to, że trzeciorzędowa amina działa chwiejnie, w jednych doświadczeniach silniej od drugorzędowej, w innych słabiej. Tłumaczę to sobie w następujący sposób. Wpływ stężenia jonów wodorowych tkanki, względnie zasobu silniejszych zasad, odbijać się powinien najbardziej na związkach o najmniejszej trwałości wodorotlenku zasady; siła działania trzeciorzędowej aminy winna być najbar-

dziej chwiejna, jako zależna od dwóch czynników: zwiększenia dysocjacji związków $R.N(CH_3)_2HOH$ i $RN(CH_3)_2HCl$ w porównaniu do $R.NHCH_3HOH$ i $R.NHCH_3HCl$, oraz zmniejszenia trwałości wodorotlenków zasady wolnej przy przejściu od $R.NHCH_3HOH$ do $R.N(CH_3)_2HOH$. W płynach alkalicznych ilość katjonu trzeciorzędowego będzie mniejsza, niż drugorzędowego, w kwaśnych — większa.

Prócz powyższego zachowania się trzeciorzędowej zasady, utrudniającego ilościowe ujęcie działania na serce, posiada ten związek jeszcze inne właściwości, które chciałbym omówić. Mianowicie, nie zawsze występuje typowe działanie muskarynowe, zasadzające się na zatrzymaniu w diastoli i przedsionka i komory, bardzo często widać rozbieżność wpływu na te dwie części serca. Amplituda ruchów komory zwiększa się, przedsionka maleje (Rys. 5 tablicy I). Najczęściej serca, które reagują z początku doświadczenia na trzeciorzędową zasadę wagothropją komory i przedsionka, w trakcie doświadczenia zaczynają odpowiadać zachowaniem się takim, jak na rysunku 5. Podobną rozbieżność wpływu na przedsionek i komorę obserwowałem, działając acetylokolaminą, lecz rzadziej (rys. 8 tablicy I).

Zestawiając wyniki jednego z doświadczeń (Nr. 23. 18/I. 24) nad izolowanym sercem *Rana esculenta* i biorąc pod uwagę tylko siłę działania wagothropowego badanych amin, otrzymałem następujące stężenia graniczne, w których jeszcze działanie było widoczne.

Acetylokolamina	1 :	13,600
Acetylometylokolamina	1 :	106,000
Acetylodwumetylokolamina	1 :	266,000
Acetylocholina	1 :	35,700,000

Oczywiście, stężenia minimalne działające zależą od wrażliwości serca na jady. Wrażliwość ta jest bardzo zmienna. Najczęściej działają wyraźnie stężenia 10 razy większe.

Z danych tu zacytowanych można wnioskować, że siła działania jest wprost proporcjonalna do stopnia metylowania azotu, najczęściej jednak serce zachowuje się tak, jak jelita w doświadczeniach opisanych, t. j. reaguje na trzeciorzędową zasadę słabiej, niż na drugorzędową.

Zestawienie wyników.

Wynik główny: Cały szereg $CH_3 \cdot COOCH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2 \dots$
 $\dots CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3 OH$ działa tonicznie na jelito
i hamująco na ruchy serca. Objawy te są przejściowe, następuje
przyzwyczajanie się do trucizny, mechanizm działania wszystkich
czterech estrów musi być zatem podobny do muskarynowego, zbadane-
go w szczegółach przez Strauba. Istnieje paralelizm między
zmianami zasadowości amin w miarę metylowania azotu (co
stanowi prawo ogólne) a siłą toksyczną szeregu badanego. Ace-
tylocholina działa na jelito i serce 3000-6000 razy silniej, niż
acetylokolamina. Amina drugorzędowa działa przeciętnie 10 razy
silniej od drugorzędowej, czyli 300 razy słabiej, niż acetylocho-
lina. Amina trzeciorzędowa działa zmiennie.

Wyniki poboczne: Biologiczne oznaczanie małych ilości
choliny tkanek przez acetylowanie jest dopuszczalne ze względu
na stosunkowo znikomą siłę działania acetylokolaminy związku
tworzącego się współcześnie z acetylocholiną.

OBJAŚNIENIE TABLIC.

$KA = CH_3.COO.CH_2.CH_2.NH_2$ $CHA = CH_3.COO.CH_2.CH_2.N(CH_3)_3.OH$
 $MA = CH_3.COO.CH_2.CH_2.NHCH_3$ $N2M - OH.CH_2.CH_2.N(CH_3)_2$
 $2MA = CH_3.COO.CH_2.CH_2.N(CH_3)_2$ Wszystkie związki jako chlorki.

Tablica I. Rys. **1.** Szezur. Odcinek jelita środkowego. Doświadczenie № 15. 16/XII 23. MA 1:100000. Zwiększenie przejściowe napięcia i ożywienie ruchów jelita. Rys. **2.** Serce. *Rana esculenta*. A = przedsionek, V = komora. Doświadczenie № 3. 25/XI 23. KA 1:10000. Zatrzymanie serca w diastoli. R = przemycie płynem Ringera. Podnoszenie się krzywej przedsionka w górę tłoczy się zbytciem wypełnieniem napływającą z góry cieczą unieruchomionego narządu (p. tekst). To samo odnosi się do rys. 3, 4 i 9. Rys. **3.** Serce. *Rana esculenta*. Doświadczenie № 7. 29/XI 23. MA 1:10000. Zatrzymanie serca w diastoli. R = płyn Ringera. Rys. **4.** Serce. *Rana esculenta*. Doświadczenie № 8. 30/XI 23. $2MA$ 1:10000. Po minutowej przerwie serce znów samo zaczyna bić. Dopiero w punkcie R zmiana płynu. Rys. **5.** Serce. *Rana esculenta*. Doświadczenie № 24. 22/124. $2MA$ 1:1000. Działanie rozbieżne. Dodatnia inotropja komory — ujemna przedsionka. Rys. **6.** Serce. *Rana esculenta*. Doświadczenie № 24. $N2M$ 1:1000. Silne działanie dodatnio inotropowe. Rys. **7.** Serce. *Rana esculenta*. Doświadczenie № 24. CHA 1:1000000. Zatrzymanie serca w diastoli. Rys. **8.** Działanie jak 5. Zamiast trzeciorzędowej zasady — acetylokolamina 1:1000. Doświadczenie № 5. *Rana esculenta*. 27/XI 23. Rys. **9.** MA 1:10000. Po zatrzymaniu się serca, dodanie do płynu kropli siarczanu atropiny 1:1000 przywraca pulsowanie komory, a następnie przedsionka.

Tablica II. Rys. **1.** Szezur biały. Odcinek jelita środkowego. Doświadczenie № 25. 2/II 24. MA 1 g na 1140000 g płynu Ringera; KA 1:120000; potem znowu przemycie i ponowne wprowadzenie MA 1:1140000. Amina pierwszorzędowa działa słabiej, niż pochodna jednometylowa. Rys. **2.** Doświadczenie № 26. 3/II 24. MA 1:104000. Przemycie oznaczone przez R . Stężenie acetylocholiny 1:290000000 — prawie bez wpływu; dziesięciokrotnie większe działa tak silnie, jak MA 1:104000. Rys. **3.** Doświadczenie № 26. 3/II 24. $2MA$ 1:60000 — silny skurecz toniczny. Rys. **4.** Doświadczenie № 25. 2/II 24. $N2M$ 1:10000. Zmniejszenie napięcia. R = przemycie. Rys. **5.** Doświadczenie № 18. 20/XII 23. $2MA$ 1:50000. Przejściowe działanie, zwiększające napięcie. Rys. **6.** Doświadczenie № 6. Serce. *Rana esculenta*. ♂ 28/XI 23. A = przedsionek, V = komora. Kaniula Fühnera. Systole w górze; diastole w dole. KA 1:10000. R = płyn Ringera. Rys. **7.** Szezur. Odcinek jelita. Doświadczenie № 26. 3/II 24. MA 1:200000. Przejściowe zwiększenie napięcia. Podobnie silne działanie wykazuje następnie CHA 1:29000000. Po przemyciu płynem Ringera znów MA 1:200000.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

$KA = CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$ $CHA = CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3 OH$
 $MA = CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot NHCH_3$ $N2M = OH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_2$
 $2MA = CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_2$ Als Chloride.

Tafel I. 1. Ratte. Ein Stück des Mitteldarms. Versuch Nr. 15. 16/XII 23. MA 1:100000. Tonus und Pendelbewegungen vorübergehend vergrössert. **2.** Herz. *Rana esculenta*. A = Vorhof, V = Ventrikel. Versuch Nr. 3. 25/XI 23. KA 1:10000. Diastolischer Herzstillstand, nach Auswaschung verschwindet. Wanderung der A -Kurve nach oben erklärt sich durch abnorme Füllung des Herzens mit Flüssigkeit; dieselbe Erklärung gilt auch für Kardiogramm 3, 4 und 9. **3.** Herz. *Rana esculenta*. Versuch Nr. 7. 29/XI 23. MA 1:10000. Diastolischer Herzstillstand. R = Ringerlösung. **4.** Herz. *Rana esculenta*. Versuch Nr. 8. 30/XI 23. $2MA$ 1:10000. Diastolischer Herzstillstand. Nach 1 Minute beginnt das Herz zu schlagen. Erst bei R Auswaschung mit Ringerlösung. **5.** Herz *Rana esculenta*. Versuch Nr. 24. 22/I 24. $2MA$ 1:1000. Kammer antwortet mit Vergrösserung, Vorhof mit Verkleinerung der Systole. **6.** Herz. *Rana esculenta*. Versuch Nr. 24. $N2M$ 1:1000. Wirkt stark positiv inotrop. **7.** Herz. *Rana esculenta*. Versuch Nr. 24. CHA 1:1000000. Diastolischer Herzstillstand. **8.** Wirkung wie 5, aber statt tertiärer Base—Acetylcolamin 1:1000. Versuch Nr. 5. *Rana esculenta*. 27/XI 23. **9.** Ausschaltung der vagotropen MA —Wirkung durch Atropin. MA 1:10000. Atropinsulfat 1 Tropfen 1:1000.

Tafel II. Fig. 1. Versuch № 25. 2/II 24. Ratte. Ein Stück des Mitteldarms MA 1:1140000 g Ringerlösung. Tonus erhöht. Nach Auswaschen mit Ringerlösung KA 1:120000, dann wieder Ringerlösung und nochmalige Einführung von MA 1:1140000. Primäres Amin wirkt schwächer als Monomethylderivat. Fig. **2.** Versuch № 26. 3/II 24. MA 1:104000. R = Auswaschung, dann Acetylcholin 1:290000000 — fast ohne Wirkung. Zehnfache Dosis 1:290000000 wirkt so stark als MA 1:104000. Fig. **3.** Versuch № 26. 3/II 24. $2MA$ 1:60000. Starke tonische Kontraktion. Fig. **4.** Versuch № 25. 2/II 24. $N2M$ 1:10000. Nachlassen des Tonus. Bei R Ringerlösung. Fig. **5.** Versuch № 18. 20/XII 23. $2MA$ 1:50000. Vorübergehende tonuserregende Wirkung. Fig. **6.** Versuch № 6. Herz. *Rana esculenta* ♂. 28/XI 23. A = Vorhof. V = Kammer, Fühner'sche Kanüle. Systole oben, Diastole unten. KA 1:10000. R = Ringerlösung. Fig. **7.** Ratte. Darmstück. Versuch № 26. 3/II 24. MA 1:200000. Tonus vorübergehend vergrössert, dann CHA 1:290000000 — gleich starke Wirkung. Nach Auswaschen mit Ringerlösung MA 1:200000.

PISMIENNICTWO.

- Arai M. 1923. Über physiologische Wirkung der Aminosäureester. *Bioch. Zeitschr.* **136** (203).
- Beutner R. 1920. Entstehung elektrischer Ströme in lebenden Geweben. Stuttgart.
- Fränkel S. 1921. Die Arzneimittelsynthese auf Grundlage der Beziehungen zwischen chemischem Aufbau und Wirkung. Berlin (302).
- Freund M. 1897. Untersuchungen über das Thebain. *Chem. Ber.* **30**, II (1385).
- Fühner H. 1922. Nachweis von Giften. (Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden. *Abderhalden*. Abt. IV, Th. 7, I, str. 554—559. *Rys.* 91).
- Knorr L. 1897. Über den Amidoäthylalkohol. *Chem. Ber.* **30** I (909).
- Knorr L. 1904a. Über die Synthese eines Piperazinderivates. *Chem. Ber.* III 3504 . 3507.
- Knorr L. 1904b. Zur Kenntnis des Morphins. *Chem. Ber.* **37** III (3496).
- Krüger M. u. P. Bergell 1903. Zur Synthese des Cholins. *Chem. Ber.* **36** (2901).
- Le Heux J. W. 1919—1921. Cholin als Hormon der Darmbewegung. *Arch. f. ges. Physiol.* **173** (8). **179** (177), **190** (280).
- Kochmann M. 1921. Wirkung des Cocains auf Froschherz. *Arch. f. ges. Physiol.* **190** (158).
- Lunden H. 1908. Affinitätsmessungen an schwachen Säuren und Basen. Stuttgart.
- Menschutkin N. 1895. Zur Chemie des Stickstoffs. Über Bildungsgeschwindigkeiten der Amine. *Zeitschr. f. physik. Chem.* **17** (193).
- Mond R. 1924. Untersuchungen zur Theorie der Entstehung bioelektrischer Ströme. *Arch. f. ges. Physiol.* **203** (247).
- Riesser O. u. Steinhausen W. 1922. Über elektrisches Verhalten des Muskels bei Einwirkung von Acetylcholin. *Arch. f. ges. Physiol.* **197** (288).
- Straub W. 1907. Zur chemischen Kinetik der Muscarinwirkung. *Arch. f. ges. Physiol.* **119** (127—151).

ZUSAMMENFASSUNG.

Le Heux lenkte die Aufmerksamkeit der Physiologen auf Acylcholinen, da er vermutet, dass in der Darmwand das Cholin durch Fermentwirkung mit Säuren verestert wird. Acetylcholin ist seit Jahren als ein heftiges parasymphatisches Gift erkannt worden; der Wirkungsmechanismus dieses Giftes ist aber noch nicht aufgeklärt. Nur wegen der bald vorübergehenden Wirkung könnte man dieses Amin in die Straub'sche Klasse der Potentialgifte einreihen. Seit Beutner ('20) und Mond ('24) wir wissen dass das Bestreben der Elektrolyten das Gleichgewicht zu erreichen in zweiphasischem Systeme elektrische Potentiale hervorruft. Acetylcholin als Elektrolyt lässt tatsächlich bei der Muskelkontraktion elektrischen Strom erscheinen (Riesser — Steinhausen '22) und ist wahrscheinlich nur im Eintrittsmoment wirksam. Alles spricht dafür, dass Acetylcholin nur als Kation seine toxische Eigenschaften entfaltet — das zu beweisen habe ich mich durch meine Untersuchungen bemüht. Wenn man Acetylkolamin stufenweise methyliert, so entstehen Produkte von qualitaliv gleichartiger parasymphatischer Wirkung (Tafel I, II), nach der Stärke der Wirkung aber lassen sie sich in folgende Reihe ordnen:

Acetylcholin > Acetylmethylkolamin > Acetyldimethylkolamin > Acetylkolamin. Z. B. quantitativ gleich tonisierende Darmwirkung zeigten (als Chloride):

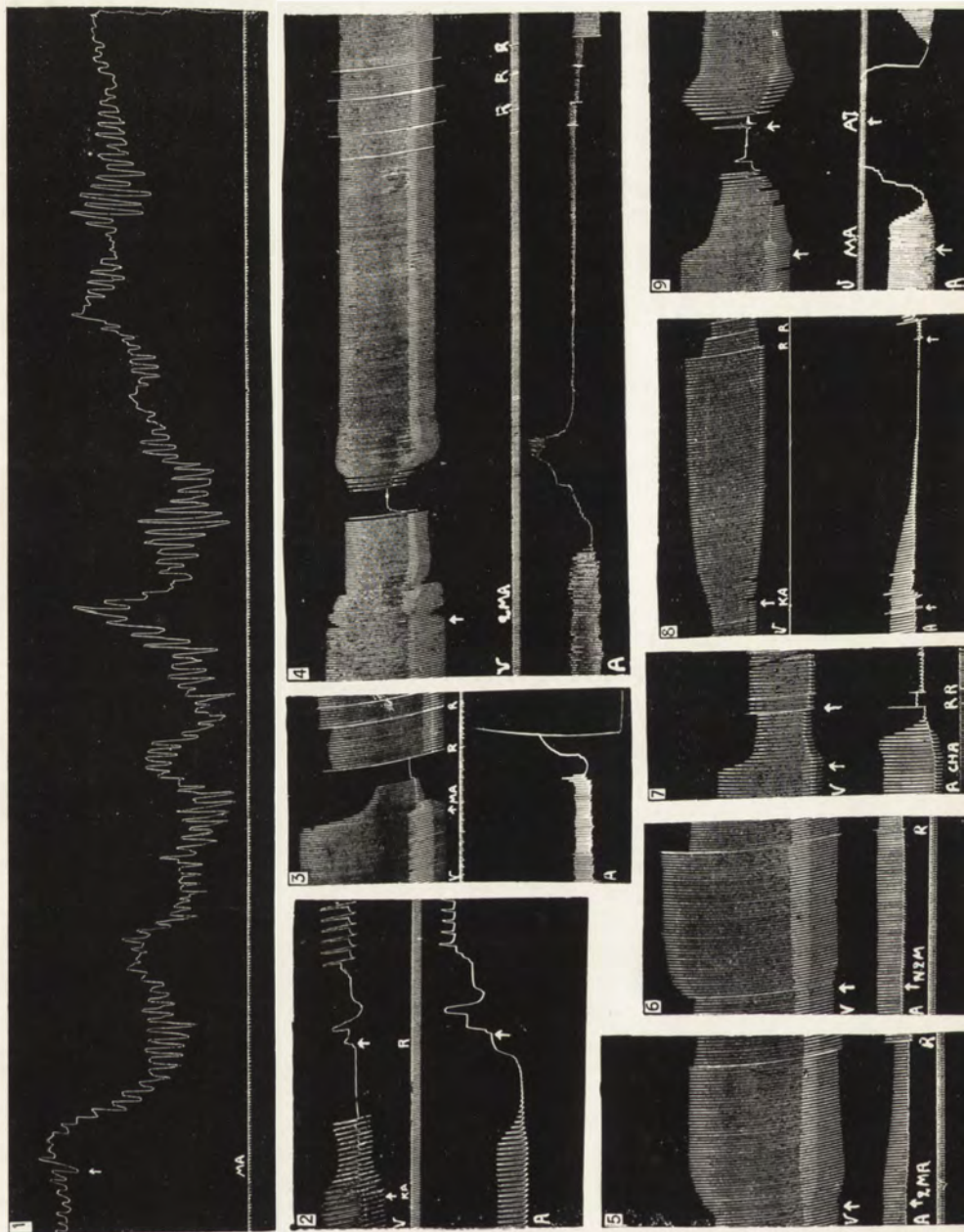
$CH_3 \cdot COOCH_2 \cdot CH_2 \cdot NH_2$	1 :	60,000 g Ringerlösung
$CH_3 \cdot COOCH_2 \cdot CH_2 \cdot NHCH_3$	1 :	1,140,000
$CH_3 \cdot COOCH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_2$	1 :	240,000
$CH_3 \cdot COO \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3OH$	1 :	285,000,000

Seltener folgt eine Reihe: quaternäre Base > tertiäre > sekundäre > primäre; z. Beispiel Versuch Nr. 23. *Rana esculenta*. Fühner'sche Kanüle. Gleich stark Herz hemmende Konzentrationen:

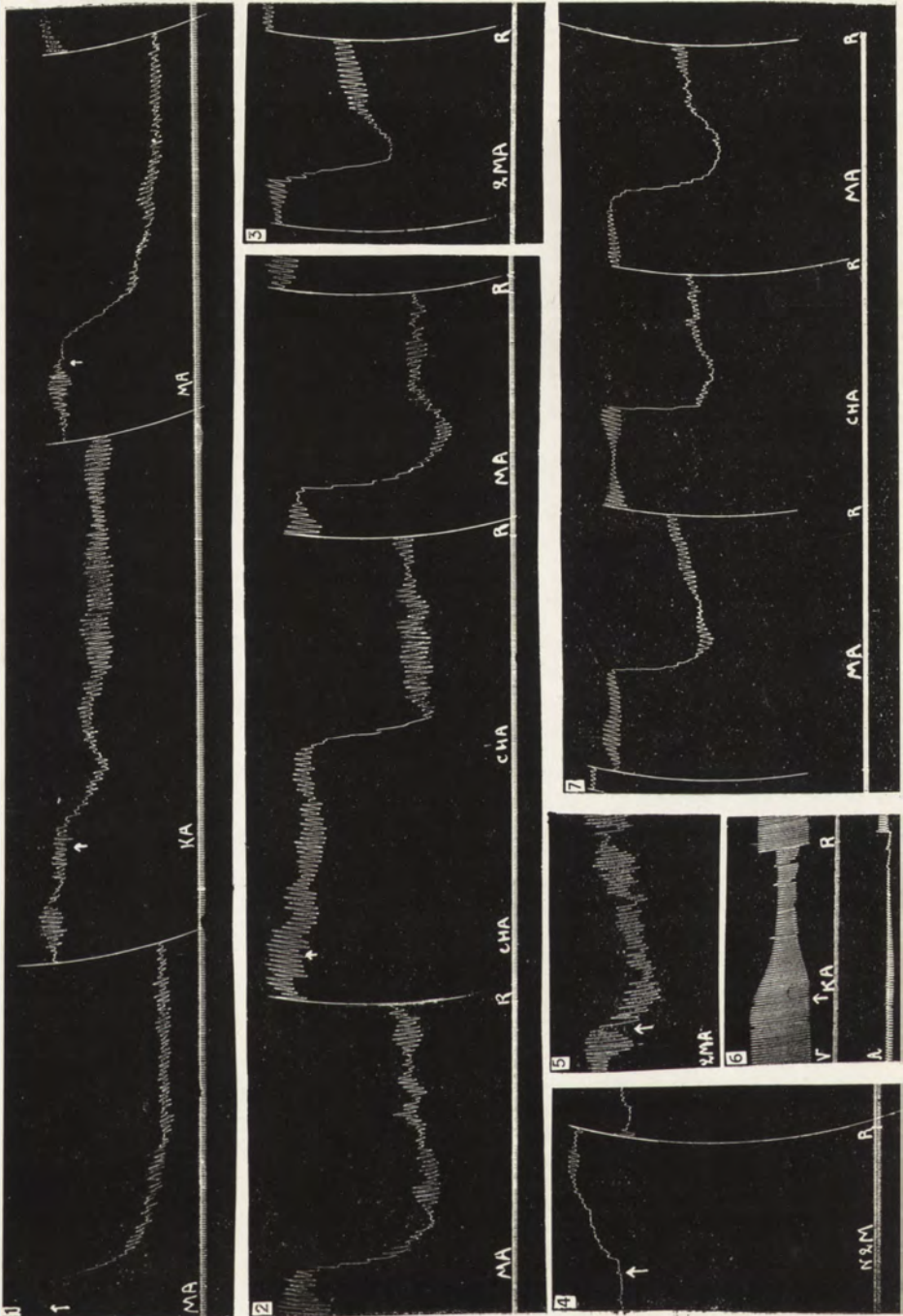
Acetylkolamin	1 :	13,600
Acetylmethylkolamin	1 :	106,000
Acetyldimethylkolamin	1 :	266,000
Acetylcholin	1 :	35,700,000

Affinitätskonstanten dieser Basen sind unbekannt; Alkylierung der Amine hat aber als eine Regel zu Folge, dass tertiäre Amine schwächere Basen sind als secundäre (Kurve in Text).

Steigerung der vagotropen Herz- und Darmwirkung nach der Methylierung des primären Amins kann man durch die zunehmende Basizität der Ausgangssubstanz erklären.



W. Witanowski.



W. Witanowski.

