

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

---

# Prace Instytutu im. Nenckiego.

Travaux de l'Institut Nencki.

T O M II.  
(1923 — 1925).



Z zasiłku Wydziału Nauki  
Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

WARSZAWA  
DRUK. I LIT. p. f. „JAN COTTY” W WARSZAWIE, KAPUCYŃSKA 7.  
1925.

Prace Instytutu im. Nielsa Bohra

Travaux de l'Institut Niels Bohr

TOME II  
(1933-1934)



## TREŚĆ TOMU DRUGIEGO.

№	Treść	Str.
27.	<b>M. Kozłowski.</b> Przyczynek do badań nad genezą antocjanu. <i>Études sur la genèse de l'antocyane</i> . . . . .	(1—6)
28.	<b>J. Wasilewska.</b> O modyfikacji i zastosowaniu metody Banga oznaczenia małych ilości kwasów tłuszczowych. <i>Sur la modification et l'application de la microméthode de Bang du dosage des acides gras</i> . . . . .	(1—11)
29.	<b>K. Demel.</b> Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego. (Tabl. I—IV). <i>Le groupement éthologique de la macrofaune dans la région littorale du lac Wigry (Pologne)</i> . . . . .	(1—50)
30.	<b>T. Vieweger.</b> O wytwarzaniu zapasów bezazotowych podczas przyswajania białka u zwierząt ziemiociepłych. <i>Sur la production des réserves non-azotées pendant l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes.</i>	
31.	<b>J. Dembowski.</b> Studja eksperymentalno-biologiczne nad larwą chrzączki <i>Molanna angustata</i> Curtis. (Tabl. I) <i>Experimentell-biologische Studien über die Larve der Köcherfliege Molanna</i> . . . . .	(1—42)
32.	<b>M. Bogucki.</b> Rola krwi w dzieworództwie traumatycznym <i>Le rôle du sang dans la parthénogénèse traumatique.</i>	(1—10)
33.	<b>W. S. Dembowska.</b> Studja nad regeneracją <i>Stylonychia mytilus</i> . I Aparat rzęskowy (z 11 rys. w tekście) <i>Études sur la régénération du Stylonychia mytilus. Part 1. Appareil ciliaire</i> (11 fig.) . . . . .	(1—31)
34.	<b>Z. Malkiewicz.</b> O chłonienu niektórych soli nieorganicznych w jelicie cienkim. <i>Sur l'absorption de certains électrolytes dans l'intestin grêle</i> . . . . .	(1—20)
35.	<b>J. Arager.</b> Badania nad regulacją zniekształceń sztucznych w rozwoju żaby zielonej ( <i>Rana esculenta</i> L.) (z 2 tab.). <i>Untersuchungen über die Regulation künstlicher Entstellungen in der Entwicklung von Rana esculenta L. (mit 2 Taf.)</i> . . . . .	(1—36)
36.	<b>W. Rawita-Witanowski.</b> Studja nad choliną, hormonem jelit, i związkami pokrewnymi (z 2 tablicami). <i>Die Beziehungen zwischen Wirkung und Konstitution der acylierten Aminoalkohole. Ein Beitrag zur Wirkungsmechanismus des Hormons der Darmbewegung</i> (mit 2 Taf.) . . . . .	(1—16)

37. **E. Eisenberg.** Działanie wodniczka tętniącego u wymoczków (*Paramecium caudatum* Stein). Przyczynki do badań nad pizępuszczalnością komórki.  
*Sur le fonctionnement de la vésicule pulsatile chez les infusoires (Paramecium caudatum Stein). Contribution aux recherches sur la perméabilité de la membrane cellulaire.* (1—30)
38. **T. Vieweger.** Wpływ temperatury na przyswajanie białka u zwierząt zmiennocieplnych.  
*Influence de la température sur l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes . . . . .* (1— 7)
39. **M. Pilewiczówna.** Przyczynki do badań nad wymianą gazową u owadów w stanie głodu i odżywiania.  
*Influence du jeûne et de l'alimentation sur le métabolisme respiratoire des insectes . . . . .* (1—30)
-

P. 302

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.

PRACE INSTYTUTU IM. M. NENCKIEGO.  
TRAUAUX DE L'INSTITUT M. NENCKI.

No 27. 1923.

A. KOZŁOWSKI.

**Przyczynek do badań nad  
genezą antocjanu.**

(Études sur la genèse de l'anthocyane).



Z zasiłku Wydziału Nauki  
Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

LWÓW—WARSZAWA  
KSIĄŻNICA POLSKA TOWARZYSTWA NAUCZYCIELI SZKÓŁ WYŻSZYCH  
1923.



A. KOZŁOWSKI.

Przyczynek do badań nad genezą antocjanu <sup>1)</sup>.

(Études sur la genèse de l'anthocyane).

Przyczyny braku antocjanu w kwiatach białych niektórych roślin, oraz sposób powstawania tego barwika w żywej komórce nie zostały jeszcze wyświetlone.

Jak wiadomo, liczne gatunki roślin, wytwarzających w swych kwiatach antocjan, posiadają także odmiany o kwiatach nie zawierających antocjanu (*Rosa*, *Viola*, *Dianthus*, *Syringa*, *Phlox*, *Clematis*, *Petunia*, *Antirrhinum*, *Aster*, *Dahlia*, *Pelargonium*, *Mathiola* i bardzo wiele innych).

Zjawisko to można tłumaczyć albo nieobecnością chromogenów antocjanowych (antocjanogenów), albo też brakiem odpowiednich czynników biochemicznych, które zamieniają antocjanogeny na barwik. Jedna i druga możliwość nie jest wykluczona w naturze, jak to wykazują niżej opisane badania. Do rozpatrzenia tej kwestji posłużyły płatki kwiatowe białych odmian: *Rosa*, *Phlox*, *Antirrhinum*, *Pelargonium*, *Mathiola* i *Dianthus*.

---

<sup>1)</sup> Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w maju 1923 r.

### Sposób wydzielania antocjanogenów.

Zarówno do wyizolowania antocjanu, jak i jego chromogenów z tkanek roślinnych służy ta sama metoda, polegająca na rozpuszczalności tych związków w rozcieńczonym alkoholu i nierozpuszczalności ich w eterze.

Płatki suszone w 40° C macerowano kilkakrotnie alkoholem 80% przez 24 godziny. Z filtratów, wstrząsanych z potrójną ilością eteru, wypada w ciągu doby osad syropowaty; ten—oddzielony przez dekantację i zalany alkoholem 96%, przedstawia masę żywocowatą, brudnożółtą, twardniejącą po dodaniu eteru. Substancja ta częściowo tylko rozpuszcza się w wodzie, bardzo łatwo zaś w alkoholu rozcieńczonym; nie rozpuszcza się w alkoholu absolutnym, w eterze i benzolu; łatwo przechodzi do roztworu w rozcieńczonych kwasach i zasadach.

Operując większymi ilościami materiału, należy najpierw ekstrakty alkoholowe zagęścić przez destylację pod zmniejszonym ciśnieniem, w temperaturze możliwie najniższej; skoro zacznie wydzielać się przytem osad, należy go z powrotem rozpuścić przez dodanie nieznacznej ilości alkoholu, a następnie strącić eterem.

### Próba na antocjanogeny.

Czy substancja, w powyższy sposób otrzymana, zawiera antocjanogeny, przekonać się można łatwo metodą, jaką Everest stwierdzał obecność tych związków w bezbarwnych pączkach kwiatów, wytwarzających antocjan podczas ich rozwoju.

Osad, otrzymany z ekstraktów kilku wyżej wymienionych roślin, rozpuszczony w alkoholu, silnie zakwaszonym kwasem solnym, przybiera barwę żółtą, czasem z odcieniem zielonym; w miarę dodawania magnezu metalicznego występuje coraz intensywniej barwa czerwona; próbka natomiast bez magnezu, mimo nawet ogrzewania z kwasem solnym, nie zmienia barwy żółtej. (Gdyby w tym ostatnim przypadku wystąpiło zabarwienie czerwone, świadczyłoby to o obecności antocjanu zizomeryzowanego w bezbarwną pseudozasadę, która pod wpływem kwasu przechodzi z powrotem w barwik czerwony. Taki przypadek może zajść,



jeśli białe płatki podczas suszenia przybiorą barwę różową; z gatunków wziętych do badania tylko płatki *Rosa* sp. czasami wykazują podczas wysychania lokalne słabe zaróżowienia, i to w tak małej ilości, że nie wywiera to żadnego wpływu na badania jakościowe).

Barwik, otrzymany sztucznie, wykazuje charakterystyczne cechy antocjanu, a mianowicie: wstrząsany z alkoholem amylowym przechodzi po dodaniu wody do warstwy alkoholowej i nie daje się z niej wypłukać za pomocą wody; pod wpływem octanu sodu barwa czerwona przechodzi w żółtą i wraca po dodaniu kwasu solnego.

W ten sposób okazało się, że płatki kwiatowe białych odmian *Rosa*, *Dahlia*, *Aster*, *Phlox*, *Dianthus* i *Antirrhinum* zawierają antocjanogeny, oraz brak tychże w białych kwiatkach lewkonji (*Mathiola*) i *Pelargonium*.

Białe płatki *Mathiola annua* zawierają w miejsce antocjanogenów glikozyd olejków gorzycznych, nie dających się w żaden sposób zamienić na barwik czerwony.

Z płatków zaś białej pelargonji można wydzielić wyżej opisaną metodą tylko nieznaczne ilości substancji, która pod wpływem magnezu w kwasie solnym początkowo wcale się nie zmienia, przy nadmiernie zaś długim działaniu daje w końcu osad czerwono-brunatny, różniący się znacznie od barwika pelargonji czerwonej.

### Kwestja organoidów produkujących antocjan.

Zdaniem Politisa ('11) antocjan jest wytwarzany nie w całej komórce naraz, lecz w specjalnych organoidach, nazwanych przez niego cjanoplastami. Hypoteza ta została do pewnego stopnia zmodyfikowana przez Pensę ('13 i '14) i Guilliermonda ('13—'22), którzy doszli do wniosku, że organami, wytwarzającymi antocjan, są chondriosomy.

Dokładniejsze jednak zbadanie świeżych tkanek, produkujących antocjan, wykazuje, że oba powyższe poglądy nie są uzasadnione. Badałem pod mikroskopem świeże tkanki kwiatów, owoców i liści bardzo wielu roślin, jak np.: *Aconitum*, *Agrostemma*, *Althaea*, *Anagallis*, *Aster*, *Atriplex*, *Atropa*, *Bulbinopsis*, *Calycanthus*, *Campanula*, *Canna*, *Clematis*, *Cuscuta*, *Dahlia*, *Del-*

*phinium, Dianthus, Digitalis, Geranium, Glechoma, Lathyrus, Linum, Lupinus, Mahonia, Mirabilis, Nemophilla, Nicandra, Papaver, Pelargonium, Phacelia, Phyllacanthus, Pirus, Prunus, Ribes, Rosa, Salvia, Tradescantia, Vaccinium, Viola.*

Rezultaty badań okazały się we wszystkich przypadkach tak podobne, że dla uproszczenia wystarczy może ogólne wyjaśnienie kwestji; z wyjątkiem niektórych gatunków *Delphinium*, antocjan występuje w żywych komórkach w postaci roztworu, dyfuzyjnie zabarwiającego sok komórkowy. Przy sporządzaniu preparatów świeżych (bądź to przez zdzieranie skórki skalplem, bądź też przez ścinanie cienkich skrawków brzytwą) komórki ulegają mechanicznemu uszkodzeniu, nieraz zresztą tak nieuchwytnemu, iż gdyby nie antocjan, nie dałoby się ono zauważyć; chociaż struktura plazmy wydaje się zupełnie normalną, zmiany w soku komórkowym są aż nadto wyraźne; antocjan bowiem w takich komórkach strąca się w formie drobniejszych i większych kropelek a nawet z niektórych wypływa zupełnie na zewnątrz, podczas gdy w sąsiednich komórkach, zupełnie nienaruszonych tego samego skrawka, sok komórkowy jest nadal jednostajnie zabarwiony; im ostrożniej był skrawek sporządzany i badany, tem mniej komórek z antocjanem strąconym i odwrotnie; w skrawkach grubszych, o ile możności nieuszkodzonych, wszystkie komórki, z wyjątkiem brzeżnych, zawierają antocjan dyfuzyjnie rozpuszczony w całym soku komórkowym i nie wykazują żadnych kropelek barwika w nim zawieszonych. Wystarczy jednak taki skrawek nakłuć igielką, by zjawisko strącenia antocjanu wywołać w miejscu zranienia tkanki. Zależnie więc od sposobu sporządzania skrawków można z tego samego materiału otrzymać preparaty różniące się znacznie cō do stanu skupienia antocjanu. Można też w inny sposób przekonać się o najlżejszem nawet mechanicznem uszkodzeniu komórki, a mianowicie — stosując rozcieńczone roztwory soli metali ciężkich, które o wiele szybciej do nich wnikają niż do komórek sąsiednich, zupełnie nietkniętych, przyczem wywołują one bardzo często strącenie antocjanu w formie kropelek.

Jest więc bardzo prawdopodobne, że nieuwzględnienie powyższych zjawisk doprowadziło Politisa do hipotezy, iż owe kropelki antocjanu przedstawiają organoidy antocjanotwórcze.

Do analogicznych wniosków doszli także Pensa i Guil-  
liermont. Komórki tkanek młodych zawierają, przed zjawie-  
niem się w nich antocjanu, chromogeny dyfuzyjnie rozpuszczone  
w soku komórkowym, zabarwiające go na żółto. W komórkach,  
choćby najlżej mechanicznie uszkodzonych, antocjanogeny strą-  
cają się w formie drobnych kropelek, silnie załamujących światło,  
wykonywujących często molekularny ruch Browna. Z komórek  
zaś silniej uszkodzonych antocjanogeny wypływają nazewnątrz,  
wskutek czego niema w nich takich utworów a treść komórki  
jest zupełnie bezbarwna i nie daje reakcyj mikrochemicznych ta-  
kich, jak sąsiednie komórki, mimo że wygląd protoplazmy i jądra  
pozostał niezmieniony. Także antocjanogeny dają pod wpływem  
roztworów soli metali ciężkich osad kroplisty. Tlenek osmu ( $OsO_4$ )  
zabarwia sok komórek, zawierających antocjanogeny, początkowo  
dyfuzyjnie fioletowo, zaś w końcu wytrąca osad kroplisty, czernie-  
jący od zredukowanego osmu, podczas gdy reszta soku komór-  
kowego odbarwia się zupełnie. Taką samą reakcję barwną dają  
antocjanogeny wyciągnięte z tkanek.

Pozytywna reakcja z waniliną w kwasie solnym w wielu  
przypadkach wykazuje w nich obecność floroglucyny.

Komórki uszkodzone, zawierające antocjanogeny, strącone  
w postaci kropelek, porównane z obok leżącymi komórkami, któ-  
rych sok był zabarwiony dyfuzyjnie słabo różowo, doprowadziły  
obu wyżej wymienionych badaczy do interpretacji, jakoby owe  
drobne kropelki, określone przez nich jako chondriosomy, produ-  
kowały w swem wnętrzu antocjan i wydzielaly go do soku ko-  
mórkowego.

W żadnym jednak przypadku nie mogłem potwierdzić hypo-  
tezy wspomnianych cytologów, stwierdziłem natomiast z całą  
pewnością, że antocjan pojawia się naraz w całym soku komór-  
kowym wskutek przemiany rozpuszczonych w nim dyfuzyjnie  
glykozydów, nigdy zaś nie są te związki wytwarzane w specjal-  
nych organoidach komórkowych.

Wyżej opisane badania prowadzą do następujących wnio-  
sów:

- 1) Brak antocjanu w kwiatach białych niektórych odmian  
roślin rzadziej jest wywołany nieobecnością antocjanogenów (*Ma-  
thiola*, *Pelargonium*), częściej zaś specyficznym mechanizmem

biochemicznym, nie dopuszczającym do syntezy antocjanu (*Rosa*, *Dianthus*, *Phlox*, *Dahlia*, *Aster*).

2) Antocjan jest wytwarzany przez całą treść komórki, a nie przez specjalne organoidy, jak to przypuszcza Politis, Pensa i Guilliermond.

---

### R É S U M É.

Absence de l'anthocyane dans les fleurs blanches des différentes plantes qui produisent aussi des variétés avec ce pigment peut être due au manque de l'anthocyanogène (*Matthiola*) ou bien à un mécanisme biochimique qui ne permet pas de transformer les chromogènes en anthocyane.

L'auteur a isolé par l'alcool à 80 p. c. des anthocyanogènes des fleurs blanches de *Antirrhinum*, *Dahlia*, *Dianthus*, *Phlox*, *Rosa*. Le résidu précipité dans le filtrat par l'éther donne sous l'action du magnésium avec l'acide chlorhydrique un pigment rouge qui a des propriétés de l'anthocyane. L'anthocyane et ses chromogènes sont dissouts dans le suc cellulaire; ils sont produits par l'action de tout le contenu de la cellule à la fois et non par des organites spéciaux, comme l'ont supposé MM. Politis, Pensa et Guilliermond.

---

### PIŚMIENNICTWO.

- Everest: Proc. Roy. Soc. Lond. 90 B. 251. (1918).  
 — Journ. of Genet. 4. 361. 1915.  
 Guilliermond: Compt. Rend. Acad. Sc. Paris 156. 1924. (1913).  
 — Compt. Rend. Acad. Sc. Paris 157. 1000. (1913).  
 — „ „ Soc. Biol. 75. 478. (1914).  
 — Rev. gen. Bot. 25. bis 245. (1914).  
 — por. Compt. Rend. Ac. Sc. Paris, lata 1915—1921.  
 Pensa: Anat. Anzeig. 45. 81. (1913); 46. 13. (1914).  
 Politis: Atti. Ac. Linc. Roma (5) 20. I. 828. II. 343 (1911).







Drukarnia i Litografja  
p. f. „JAN COTTY“  
w Warszawie, Kapucyńska 7.

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.  
PRACE INSTYTUTU IM. M. NENCKIEGO.  
TRAVAUX DE L'INSTITUT M. NENCKI.  
№ 28. 1923.

JADWIGA WASILEWSKA.

## O modyfikacji i zastosowaniu metody Banga oznaczania małych ilości kwasów tłuszczowych.

(Sur la modification et l'application de la microméthode de Bang  
du dosage des acides gras).



Z zasiłku Wydziału Nauki  
Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

LWÓW—WARSZAWA  
KSIĄŻNICA POLSKA TOWARZYSTWA NAUCZYCIELI SZKÓŁ WYŻSZYCH  
1923.





JADWIGA WASILEWSKA.

O modyfikacji i zastosowaniu metody Banga oznaczania małych ilości kwasów tłuszczowych <sup>1)</sup>.

(Sur la modification et l'application de la microméthode de Bang du dosage des acides gras).

On ressent dans la physiologie le manque d'une microméthode exacte pour doser les graisses.

Une pareille méthode serait indispensable pour des essais d'analyse chimique de petites quantités de tissus (protistes, muscles, sang). La présente méthode a pour but de doser les graisses en quantités de 0.1 — 1 mg.

Le point de départ pour ce travail a été la méthode de Bang ('18, '22).

Cette méthode n'étant pas suffisamment mise au point par l'auteur, j'y introduis certains suppléments et modifications.

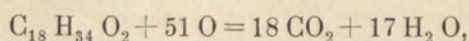
Dans la méthode de Bang les graisses sont oxydées par le mélange de bichromate de potassium avec de l'acide sulfurique concentré. Le surplus de bichromate de potassium non

---

<sup>1)</sup> Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w maju 1923 r.

réduit déplace une quantité d'iode d'iodure de potassium, laquelle est titrée avec l'hyposulfite de soude deci-normal.

D'après la formule ci-dessous



on voit que pour l'oxydation complète d'un molgr. d'acide oléique il faut 816 g d'oxygène. Or, 1 cm<sup>3</sup> de la solution deci-normale de bichromate de potassium fournit 0.8 mg d'oxygène. Il en résulte que pour l'oxydation complète d'un milligramme d'acide oléique il faut 3.61 cm<sup>3</sup> de bichromate de potassium deci normal.

Pour l'acide palmitique et stéarique les mêmes chiffres correspondent à 3.59 et 3.66 cm<sup>3</sup>.

La manière d'agir de Bang a été la suivante. On dissout les graisses dans du benzole, qu'on évapore ensuite au bain-marie. On ajoute 1—3 cm<sup>3</sup> de bichromate de potassium et 5—10 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique concentré; on laisse le mélange se refroidir à la température ambiante et on titre à l'aide de la solution d'hyposulfite de soude  $\frac{1}{10}$  normale.

#### T A B L E A U I.

L'influence de la température et de la concentration d'acide chromique sur le pouvoir réducteur de l'acide oléique.

Quantité d'acide gras en mg	Nombre de cm <sup>3</sup> de K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Nombre de cm <sup>3</sup> de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Température	Temps de chauffage	Nombre de cm <sup>3</sup> d'hyposulfite de soude	
					Trouvé	Calculé pour 1 mg d'acide oléique
0.47	1	5	98°	30'	0.92	1.96
0.47	2	5	98°	30'	1.16	2.47
0.47	3	5	98°	30'	1.06	2.25
0.47	4	5	98°	30'	0.82	1.74
0.47	2	10	98°	30'	1.23	2.62
0.47	3	10	98°	30'	1.29	2.74
0.47	4	10	98°	30'	1.18	2.51
0.47	3	15	98°	30'	1.37	2.92
0.47	3	20	98°	30'	1.47	3.13
0.47	3	10	108°	30'	1.47	3.13
0.47	3	10	108°	50'	1.48	3.15
0.47	3	10	108°	80'	1.49	3.17

Dans ces conditions, la température et le temps de la réaction différant d'un cas à l'autre, les résultats devaient être aussi

variables, ce que Cohen (20) a démontré dans le cas du dosage de la glucose. Les quantités de solution de bichromate et d'acide sulfurique influent de même sur le parcours de la réaction. Le tableau I ci-joint démontre l'influence de ces facteurs sur le pouvoir réducteur des acides gras.

Il résulte de ce tableau que dans les conditions réalisées l'oxydation des graisses n'est jamais complète. Pour les considérations d'ordre pratique, j'employais dans les dosages ultérieurs 3 cm<sup>3</sup> de bichromate de potassium et 10 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique en chauffant le mélange au bain-marie pendant une demie heure. Une température au dessus de 100°, de même que des quantités plus grandes d'acide sulfurique ne me semblaient pas nécessaires. Dans mes expériences suivantes je me servais au lieu de la solution deci-normale de bichromate de potassium d'une solution un peu plus concentrée, renfermant 6.48 g par litre, c'est à-dire 0.132 normale.

Les expériences de Bang n'ont porté que sur l'acide oléique, et comme j'ai remarqué plus haut, il employait toujours comme solvant des acides gras le benzole, lequel devait être évaporé.

Je comptais nécessaire de vérifier la méthode pour les autres acides gras isolés, de même que pour le mélange d'acides gras extraits des tissus.

Dans certains cas l'emploi du benzole comme solvant étant peu commode, j'ai fait les mêmes dosages avec des acides gras saponifiés. Les résultats reçus étaient à peu près identiques avec ceux obtenus pour l'acide oléique dissout dans du benzole.

Je passe maintenant à la description des expériences particulières et au mode d'exécution.

### I. Le dosage des acides gras dissous dans du benzole.

Je dissolvais 50 mg d'acide gras pur (prep. Kahlbaum) dans 25 cm<sup>3</sup> de benzole et je préparais ensuite par dissolutions ultérieures plusieurs concentrations renfermant 0.4-0.8-1.2-1.6-2 mg dans 1 cm<sup>3</sup>. Je prenais pour les dosages particuliers toujours la même quantité de solution (0.25 cm<sup>3</sup>) et j'ajoutais 1 cm<sup>3</sup> de soude caustique à 1% pour retenir les acides gras en émulsion. J'exécutais toutes mes expériences dans de petites

fioles coniques (environ 30 cm<sup>3</sup> de volume). J'évaporais le benzole au bain-marie à la température de son ébullition. Quand toute odeur du benzole disparaissait (après 15 minutes environ), j'ajoutais 3 cm<sup>3</sup> de bichromate de potassium (0.132 normal), 10 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique concentré <sup>1)</sup> et je chauffais le tout pendant 30 minutes au bain-marie à l'eau bouillante. Ensuite je refroidissais les fioles; j'ajoutais le mélange de 50 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et j'ajoutais 2 cm<sup>3</sup> d'iodure de potassium à 5%. Après 2 minutes je versais 2—3 gouttes d'une solution d'amidon à 1%. Enfin je dosais par la solution titrée <sup>2)</sup> d'hyposulfite de soude  $\frac{1}{10}$  normale, en la laissant couler goutte à goutte d'une microburette (graduée à 0.01 cm<sup>3</sup>), jusqu'au changement de la nuance bleue du liquide au vert clair.

Dans ces dosages il faut tenir compte encore des impuretés contenues dans les réactifs; pour éliminer cette cause d'erreur, je faisais toujours des dosages-contrôles avec les mêmes quantités des réactifs, mises dans les mêmes conditions de température.

La différence entre la quantité d'hyposulfite de soude décomposée par le bichromate dans le cas des acides gras, et la quantité trouvée pour le contrôle correspond au pouvoir réducteur des graisses seules.

Dans le tableau II ci-joint j'ai réuni toutes les données obtenues pour différents acides gras purs: acide oléique, palmitique et stéarique. En outre, j'ai vérifié la méthode pour le mélange des acides gras extraits, suivant la méthode de Kumagawa-Suto, des oeufs de la grenouille et de la sangsue. Dans le tableau II j'ai marqué les résultats obtenus directement pour les quantités variant entre 0.1—0.5 mg et les mêmes chiffres calculés pour 1 mg d'acide gras. Les quantités rapportées à 1 mg d'acide correspondent à 2.70—2.64 cm<sup>3</sup> d'hyposulfite de soude deci-normal.

Ainsi, on voit que les différents acides s'oxydent dans ces conditions à peu près au même degré. Cependant l'emploi du

---

<sup>1)</sup> L'acide sulfurique doit être préalablement chauffé pendant plusieurs heures pour brûler les impuretés organiques.

<sup>2)</sup> Je titrais l'hyposulfite de soude au moyen du bichromate de potassium deci-normal (v. Cohen '20) et au moyen de l'iode pur (Treadwell '08).

T A B L E A U II.

Le pouvoir réducteur de différents acides gras. Les chiffres en parenthèses expriment les valeurs rapportées à 1 mg d'acide.

Quantité d'acide gras en mg	Quantité d'hyposulfite de soude $\frac{1}{10}$ norm. en $\text{cm}^3$				
	Acide palmitique	Acide stéarique	Acide oléique	Acides gras des oeufs de la grenouille	Acides gras de la sangsue
0.10	0.27 (2.70)	0.27 (2.70)	0.27 (2.70)	0.27 (2.70)	0.27 (2.70)
0.20	0.54 (2.70)	0.55 (2.75)	0.53 (2.65)	0.54 (2.70)	0.52 (2.60)
0.30	0.81 (2.70)	0.79 (2.63)	0.79 (2.63)	0.81 (2.70)	0.81 (2.70)
0.40	1.07 (2.68)	1.06 (2.65)	1.07 (2.68)	1.06 (2.65)	1.06 (2.65)
0.50	1.34 (2.68)	1.34 (2.68)	1.34 (2.68)	1.31 (2.62)	1.32 (2.64)

benzole comme solvant présente certaines difficultés à cause de l'évaporation nécessaire et difficile à régler.

## II. Les dosages des acides gras saponifiés.

Avant d'exécuter les dosages des acides saponifiés, j'ai vérifié le pouvoir réducteur d'oléate de sodium (Kahlbaum).

Il faut tenir compte dans ce cas du poids atomique du sodium. 304.3 g de natrium oleicum fournit en présence de l'acide sulfurique 282.3 g d'acide oléique.

En préparant les solutions aqueuses d'oléate de sodium je tenais compte de ceci, et je dissolvais 43.2 mg de natrium oleicum, lesquelles correspondent à 40 mg d'acide oléique, dans 20  $\text{cm}^3$  d'eau distillée. J'ai fait 4 séries d'expériences pour

T A B L E A U III.

Le pouvoir réducteur du natrium oleicum. Les chiffres en parenthèses expriment les valeurs rapportées à 1 mg de natrium oleicum.

Natrium oleicum en mg	Quantité d'hyposulfite de soude $\frac{1}{10}$ norm. en $\text{cm}^3$				
	Série I.	Série II.	Série III.	Série IV.	Moyenne pour 1 mg
0.10	0.27 (2.70)	0.27 (2.70)	— —	— —	2.70
0.20	0.53 (2.65)	0.54 (2.70)	— —	— —	2.68
0.30	0.83 (2.73)	0.80 (2.67)	0.81 (2.70)	0.81 (2.70)	2.70
0.40	1.06 (2.65)	1.07 (2.67)	1.07 (2.67)	— —	2.67
0.50	1.30 (2.60)	1.32 (2.64)	1.32 (2.64)	1.33 (2.66)	2.64
0.60	1.53 (2.55)	— —	1.59 (2.65)	— —	2.60
0.70	— —	— —	1.85 (2.64)	1.84 (2.63)	2.63
0.80	2.04 (2.55)	2.06 (2.58)	2.11 (2.64)	2.14 (2.66)	2.61
0.90	2.27 (2.52)	2.28 (2.53)	2.34 (2.60)	2.35 (2.61)	2.57
1.00	2.56 (2.56)	2.60 (2.60)	2.56 (2.56)	2.56 (2.56)	2.57

les quantités de 0.1 — 1.0 mg d'acide oléique. La quantité de solution prise pour chaque dosage était de 0.25 — 0.50 cm<sup>3</sup> (série I, II) ou de 0.25 cm<sup>3</sup> (série III et IV). Le volume d'eau dans les limites considérées n'influe pas sur les résultats finaux. Dans ce cas comme auparavant ont été fait les dosages contrôles des réactifs employés. Dans le tableau III, j'ai réuni les résultats des dosages et les quantités moyennes d'hyposulfite de soude calculés pour 1 mg d'acide oléique.

Enfin mes dernières expériences ont porté sur les acides gras saponifiés. Dans ce but je traitais à chaud les acides gras avec une solution de potasse caustique à 0.1 — 1%. On obtient dans ces conditions une saponification partielle et par suite une émulsion plus ou moins stable. Elle est bien plus stable pour l'acide oléique et pour les mélanges d'acide oléique avec d'autres acides que pour l'acide palmitique et surtout pour l'acide stéarique seul. Toujours, elle persiste après refroidissement vers 25° ce qui permet le dosage exact. J'ai vérifié la méthode pour l'acide oléique (0.4 — 4 mg en cm<sup>3</sup>) et pour le mélange des acides gras (acide oléique 40 mg, acide palmitique 30 mg, et acide stéarique 30 mg) dissous dans 50 cm<sup>3</sup> de potasse caustique à 0.1%.

T A B L E A U IV.

Le pouvoir réducteur des acides gras saponifiés dans 0,1% KOH. Les chiffres en parenthèses expriment les valeurs rapportées à 1 mg d'acide.

Quantité d'acide gras en mg	Quantité d'hyposulfite de soude $\frac{1}{10}$ norm. en cm <sup>3</sup>		
	Acide oléique	Mélange des acides gras: oléique, palm., stéar. 1)	Acides gras des oeufs de la grenouille
0.10	0.27 (2.70)	— —	0.27 (2.70)
0.20	0.54 (2.70)	0.54 (2.70)	0.54 (2.70)
0.30	0.80 (2.67)	0.81 (1.70)	0.80 (2.67)
0.40	1.05 (2.63)	1.06 (2.65)	1.06 (2.65)
0.50	1.31 (2.62)	1.34 (2.68)	1.32 (2.64)
0.60	1.57 (2.62)	1.58 (2.63)	1.55 (2.58)
0.70	1.81 (2.59)	— —	— —
0.80	2.08 (2.60)	2.12 (2.65)	2.07 (2.59)
0.90	2.31 (2.57)	— —	— —
1.00	2.58 (2.58)	2.62 (2.62)	2.56 (2.56)

Dans le tableau IV j'ai réuni les résultats de ces dosages. J'ai marqué comme auparavant les quantités d'hyposulfite trou-

1) 40 mg d'acide oléique, 30 mg d'acide palmitique, 30 mg d'acide stéarique.

vées et calculées pour 1 mg d'acide. Les résultats obtenus sont à peu près les mêmes que dans les expériences précédentes avec les acides dissous dans du benzole et l'oléate de sodium. Le degré d'oxydation des acides atteint les mêmes valeurs correspondant à 2.70 — 2.58 cm<sup>3</sup> d'hyposulfite de soude deci-normal pour 1 mg d'acide gras. Le nombre moyen étant 2.64, les écarts des dosages particuliers ne dépassent guère 5% des valeurs absolues.

### III. Application de la méthode de Kumagawa-Suto pour l'extraction des petites quantités des acides gras.

Après avoir obtenu les données concernant le dosage des acides gras en petites quantités, j'ai voulu me convaincre si la méthode de Kumagawa-Suto peut être appliquée pour l'extraction des acides gras des petites quantités de tissus.

Pour vérifier ceci je procédais de différentes manières. Ainsi, dans le premier cas, je déterminais suivant la macro-méthode de Kumagawa-Suto (11) la teneur des acides gras dans 1 g de substance sèche des oeufs de la grenouille finement broyés. La moyenne des résultats obtenus était 194.3 mg d'acide pour 1 g de substance.

Ensuite, j'ai appliqué la méthode ci-dessus pour des petites quantités de même tissu. Dans ce cas il me parut préférable d'éviter le transvasement du liquide et d'exécuter l'hydrolyse et l'extraction dans un même verre. Je procédais de la manière suivante: On met la substance à traiter (50 — 70 mg) dans de petits verres de centrifuge cylindriques (10 — 12 cm<sup>3</sup> de volume) fermés d'un bouchon émoulu. On chauffe la substance avec 1 cm<sup>3</sup> d'une solution de soude caustique à 15% pendant trois heures au bain-marie bouillant. On acidifie après avec de l'acide chlorhydrique p. sp. 1.19. On ajoute 3 — 5 cm<sup>3</sup> d'éther sulfurique et on agite le mélange pendant 1 — 2 minutes. On le laisse reposer ensuite, et après la séparation des deux liquides on ramasse au moyen d'une pipette la couche éthérique. On fait la même chose encore une fois. On prend au moyen d'un capillaire le liquide aqueux. On ajoute au sédiment 1 cm<sup>3</sup> de soude caustique à 15%, on verse après un quart d'heure le liquide aqueux, et on acidifie de nouveau le mélange. On agite encore



une fois avec l'éther sulfurique, après quoi on ramasse avec la pipette les deux couches liquides et on lave une dernière fois le sédiment resté à l'éther.

Après l'évaporation de l'éther sulfurique on dissout les graisses dans 5—10 cm<sup>3</sup> d'éther de pétrole, on les fait passer par un filtre de Pregl, on évapore l'éther et on dose les graisses par la méthode décrite.

T A B L E A U V.

N° de la série d'expériences	Quantité de substance sèche d'oeufs en mg	Quantité d'acide oléique additionné en mg	Quantité d'acides gras en mg		
			Trouvée	Pour 1 g de substance sèche d'oeufs	Moyenne
I.	1997.1	—	390.6	195.5	194.3
	952.4	—	185.2	194.4	
	812.5	—	155.0	190.7	
	897.2	—	174.6	194.6	
II.	75.1	—	14.4	191.7	195.4
	73.4	—	14.6	198.9	
	75.2	—	14.8	196.8	
III.	77.0	10.2	25.6	200.0 <sup>1)</sup>	193.5
	76.8	9.4	24.0	190.1	
	75.6	9.2	23.6	190.4	
IV.	—	10.6	10.6	—	—
	—	9.8	9.6	—	—
	—	11.0	10.3	—	—
	—	11.4	11.4	—	—
V.	—	3.0	3.0	—	—
	—	4.0	4.1	—	—
	—	5.0	5.0	—	—
	—	6.0	6.2	—	—

Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau V, où je marquais les quantités trouvées et les nombres calculés pour 1 g de substance. La moyenne de ces derniers correspond à 195.4 mg des acides gras pour 1 g de tissu et se rapproche du nombre obtenu par la macro-méthode (v. plus haut).

Dans les cas ultérieurs, j'ai voulu déterminer si l'acide oléique seul ou additionné au même tissu se retrouve après l'extraction des graisses. Dans la série III je prenais 75 mg d'oeufs et 9—11 mg d'acide oléique et je procédais de la même manière qu'auparavant. On voit de la comparaison des résultats obtenus,

<sup>1)</sup> Après la soustraction de la quantité d'acide oléique additionné.

que l'acide oléique se retrouve quantitativement avec les acides gras provenant des tissus.

Dans la série IV, je prenais l'acide oléique seul, je le traitais avec les mêmes réactifs et dans les mêmes conditions qu'auparavant.

Comme on voit du tableau V, l'extraction de l'acide oléique en quantité environ de 10 mg est à peu près totale: l'erreur commise ne dépassait guère 5%.

Enfin, dans la dernière série, je prenais 50 mg d'oeufs, j'enlevais toutes les graisses par la méthode décrite, et j'ajoutais au sédiment 3 — 6 mg d'acide oléique dissous dans une solution de potasse caustique à 0.4%. Je chauffais le tout pendant une heure et j'exécutais l'extraction avec l'éther sulfurique. On voit que dans ces conditions l'acide oléique se retrouve totalement dans l'extrait éthéré.

Ces expériences prouvent donc que la méthode de Kumagawa-Suto peut être appliquée dans le cas d'extraction des acides gras en quantités ne dépassant pas 3 — 10 mg.

## R É S U M É.

1. La méthode de Bang peut-être appliquée pour le dosage des acides gras en quantités de 0.1 — 1 mg. On dose les acides gras en les dissolvant préalablement dans du benzole, ou en les saponifiant avec de la potasse caustique à 0.1 — 1%. Dans le cas où les graisses sont dissoutes dans du benzole, le solvant doit être évaporé. Ensuite on additionne le liquide à doser de 3 cm<sup>3</sup> de bichromate de potassium 0.132 n., de 10 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique, on chauffe une demi-heure au bain-marie et on titre à l'hyposulfite de soude  $\frac{1}{10}$  norm. On fait en même temps un dosage-contrôle pour les réactifs employés. Le nombre de cm<sup>3</sup> d'hyposulfite de soude nécessaire pour changer la nuance bleue du liquide en vert clair, divisé par 2.65 donne la quantité d'acides gras exprimée en mg. On peut doser de même les graisses saponifiées. Dans ce cas on les traite auparavant avec une solution à 0.1 — 1% de KOH.

2. La méthode de Kumagawa-Suto peut être appliquée pour l'extraction de petites quantités d'acides gras. On

exécute l'hydrolise et l'extraction dans un même verre, en évitant le transvasement du liquide.

### S T R E S Z C Z E N I E.

1. Celem pracy niniejszej było przede wszystkim sprawdzenie, czy metoda Banga może być stosowana do oznaczania kwasów tłuszczowych w ilościach od 0.1 do 1.0 mg.

2. W metodzie Banga tłuszcze są utleniane mieszaniną dwuchromianu potasu i kwasu siarkowego stężonego. Nadmiar niezredukowanego dwuchromianu potasu wywiązuje pewną ilość wolnego jodu z jodku potasu. Jod miareczkuje się  $\frac{1}{10}$  norm tiosiarczanem sodu.

3. Sposób postępowania, jaki ustaliłam w mojej pracy, był następujący. Do próbki tłuszczu dodawałam 3 cm<sup>3</sup> 0.132 norm. dwuchromianu potasu i 10 cm<sup>3</sup> kwasu siarkowego stężonego. Mieszaninę ogrzewałam na łaźni wodnej w temperaturze 98° w ciągu 30 minut. Po oziębieniu próbki, rozcieńczałam ją wodą destylowaną do 50 cm<sup>3</sup>, dodawałam 2 cm<sup>3</sup> jodku potasu 5%, zaś po 2 minutach 2 — 3 krople roztworu skrobi 1% i miareczkowałam  $\frac{1}{10}$  norm. tiosiarczanem sodu, aż do zmiany zabarwienia. Jednocześnie były sporządzane kontrole dla odczynników. Temperatura, czas trwania reakcji i ilość odczynników wywierają znaczny wpływ na przebieg utlenienia (tabl. I).

4. Metoda niniejsza może być stosowana dla kwasów tłuszczowych rozpuszczonych w benzolu lub też zmydlonych. W pierwszym przypadku konieczne jest uprzednie odparowanie rozpuszczalnika.

5. Oznaczenia były przeprowadzone dla kwasu olejowego, palmitynowego, stearowego, oraz dla mieszaniny kwasów tłuszczowych jaj żabich i pijawki, rozpuszczonych w benzolu (tabl. II). Poza tem był sprawdzany stopień utlenienia dla mieszaniny kwasów tłuszczowych zmydlonych oraz dla olejanu sodowego (tabl. III i IV).

We wszystkich przypadkach stopień utlenienia był mniej więcej jednakowy i odpowiadał przeciętnie 2.65 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{10}$  norm. tiosiarczanu sodu na 1 mg kwasu tłuszczowego.

6. Następnie stwierdziłam, że metoda Kumagawy-Suto może być stosowana przy ekstrahowaniu małych ilości kwasów tłuszczowych. Ustaliłam następujący sposób postępowania. Tkanekę badaną hydrolizuje się w naczynku ze szlifowanym korkiem objętości ok. 10 cm<sup>3</sup> przy pomocy ługu sodowego 15%. Po zakwaszeniu ekstrahuje się eterem siarkowym. Pozostałość po odparowaniu eteru rozpuszcza się w eterze naftowym i przepuszcza przez sączek azbestowy Pregla.

7. Metodę powyższą sprawdziłam dla nieznacznych ilości tkanki (75 mg) przez porównanie wyników z rezultatami, otrzymanymi przy stosowaniu zwykłej metody Kumagawy-Suto. Podobnie, dodając nieznaczne ilości (3 — 10 mg) kwasu olejowego do tkanki badanej, odnajdywałam takowy w wyciągu eterowym. W jednym i drugim przypadku błąd popełniony nie przewyższał 5%.

Praca niniejsza została wykonana pod kierunkiem p. Teodora Viewegera.

---

## PIŚMIENNICTWO.

- Bang I. 1919. Verfahren zur titrimetrischen Mikrobestimmung der Lipoidstoffe. *Bioch. Zeitschr.* 91.
- Bang I. 1922. Mikromethoden zur Blutuntersuchung. IV Aufl. München.
- Cohen Tervaert G. 1920. Mikroreduktionsbestimmung. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* 110.
- Kumagawa M. Suto K. 1908. Fettbestimmung. *Bioch. Zeitschr.* 8.
- Kumagawa M. 1911. Fettbestimmung nach Kumagawa-Suto. *Abderhalden's Handb. d. biochem. Arb. Methoden. Bd. V. Teil I.*
- Treadwell F. 1908. *Chemja analityczna ilościowa* (str. 507). Kraków.







Drukarnia i Litografja  
p. f. „JAN COTTY“  
w Warszawie, Kapucyńska 7.

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.  
**PRACE INSTYTUTU IM. M. NENCKIEGO.**  
STACJA HYDROBIOLOGICZNA NA WIGRACH.  
**TRAVAUX DE L'INSTITUT M. NENCKI.**  
STATION HYDROBIOLOGIQUE DE WIGRY.

№ 29. 1923.

---

KAZIMIERZ DEMEL.

**Ugrupowanie etologiczne makrofauny  
w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego.**

[Le groupement éthologique de la macrofaune dans la région littorale  
du lac de Wigry (Pologne)].

**Wstęp).**

Zadaniem pracy niniejszej<sup>1)</sup> jest dać *obraz ogólny zbiorowisk zwierzęcych charakteryzujących tereny naturalne strefy litoralnej Wigier*. Jedyne w rozdziale ostatnim rzucono kilka myśli ogólnych o faunie litoralnej Wigier jako całości.

Praca dotyczy tylko makrofauny. (Pierwotniaki, Wrotki, Nicienie i Małżoraczki nie są uwzględnione).

Z pośród przedstawicieli makrofauny uwzględniono w szczególności formy odznaczające się wyraźną etologią, widocznie związane z terenami naturalnymi strefy litoralnej: praca nie zawiera wszystkich (może nawet większości) przedstawicieli makrofauny jeziora. Całość bogatej fauny litoralnej Wigier pod względem faunistycznym jest możliwa w drodze opracowania grup poszczególnych przez specjalistów.

---

<sup>1)</sup> Rzecz przedstawiona na posiedzeniu majowym Wydziału III Tow. Naukowego Warszawskiego.



Również praca nie podaje w stosunku do przytoczonych gatunków wszystkich stanowisk w obrębie jeziora. Jedyne jezioro Staw, Zatoka Wigierki i brzegi północne Płosa zachodniego i środkowego zostały w tym względzie bliżej poznane. Oznaczenie wszystkich stanowisk w obrębie jeziora dałoby się wykonać — zawsze z mniejszą lub większą dokładnością, nigdy całkowicie — po kilkuletnich systematycznych notowaniach połowów i po każdorazowym należytem ich określeniu.

\* \* \*

Praca niniejsza została wykonana w ciągu wiosennych, letnich i jesiennych miesięcy 1922 r. na Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach. Czuję się w miłym obowiązku złożyć podziękowanie dr. J. Wołoszyńskiej za uwagi z dziedziny botaniki, dr. H. Waniczkównie za określenie *Hydracarina*, pp.: J. Kinelowi i S. Tenenbaumowi za określenie pewnych gatunków chrząszczy wodnych. P. J. A. Lestage zechciał łaskawie sprawdzić określenia larw *Trichoptera*, *Ephemera* i *Plecoptera*. Określenie larw *Chironomida* zawdzięczam dr. A. Thienemannowi, dyr. Stacji Biologicznej w Plön.

## I. Podział strefy litoralnej Wigier na tereny naturalne.

1. Podział jeziora na strefy zasadnicze. — F. A. Forel pierwszy wprowadził odnośnie jeziora genewskiego<sup>1)</sup> podział na trzy strefy zasadnicze, analogiczne do tych, które Moseley<sup>2)</sup> wyróżnił dla morza: 1. Strefę litoralną, 2. Strefę głębinową, 3. Strefę pelagiczną (= limnetyczną).

W pracy późniejszej<sup>3)</sup>, twórca limnologji nowoczesnej, taką daje charakterystykę ogólną powyższych stref:

«Strefa litoralna obejmuje w pojęciu biologicznem całość pasma przybrzeżnego jeziora. Rozpościera się ona aż po zew-

<sup>1)</sup> Forel F. A., Le Léman. 3 vol. Lausanne 1892 — 1904.

<sup>2)</sup> Moseley H. N., The Fauna of the Sea-Shore. Nature, Londres 1885 Vol. XXXII. Moseley H. N., Deep-Sea Dredging and Life in the Deep-Sea. Nature, Londres 1880 Vol. XXI. Moseley H. N., Pelagic Life. Nature, Londres 1882 Vol. XXVI.

<sup>3)</sup> Forel F. A., Allgemeine Limnologie, Handbuch d. Seekunde. Stuttgart 1901 p. 175, 185, 190.

nętrzną granicę krzewiących się roślin wodnych (darni ramienic i wyższych roślin kwiatowych) t. j. do głębokości 10 — 30 m. zależnie od jeziora. Strefa ta jest zróżnicowana i da się dzielić na drobniejsze działy.

«Strefa głębinowa obejmuje dno jeziora i warstwy wody nad niem bezpośrednio leżące, poniżej granicy strefy litoralnej. Rozpościera się także po stokach basenu jeziora, poniżej granicy roślin przybrzeżnych.

«Strefa pelagiczna obejmuje całość wód otwartego jeziora z wyłączeniem stref przybrzeżnej i głębinowej. Sięga ona począwszy od powierzchni włąb, nie wchodząc w zetknięcie bezpośrednie z dnem jeziora».

Podział ten w stosunku do dużych i głębokich jezior zachował swoją wartość po dzień dzisiejszy; zmiany jakie doń wprowadzono, mają znaczenie drugorzędne.

Zostawiając na uboczu strefy głębinową i limnetyczną (pelagiczną) przystąpimy w rozdziale niniejszym do ściślejszego podziału i sprecyzowania obchodzącej nas wyłącznie strefy litoralnej.

2. **Definicja strefy litoralnej Wigier.** — W Wigrach roślinność wyższa i darnie ramienicy sięgają 7 m. głębokości; dno i wody przybrzeżne do tej głębokości tworzą, zgodnie z definicją Forela, właściwą strefę przybrzeżną.

Poniżej strefy zarośniętej przybrzeżnej, nim jednak rozpoczyna się charakterystyczny dla strefy głębinowej muł denny, występuje w Wigrach przejściowy kilkumetrowy (2 — 5 m.) pas bezroślinny, w którym znaczna obfitość osadów wapiennych, pochodzących ze zwierząt i roślin przybrzeżnych, wskazuje na jego ścisły związek ze strefą przybrzeżną. Jest to pasmo sublitoralu, które włączamy do strefy litoralnej. W Wigrach sięga ono do głębokości przeciętnie 10 — 12 m.

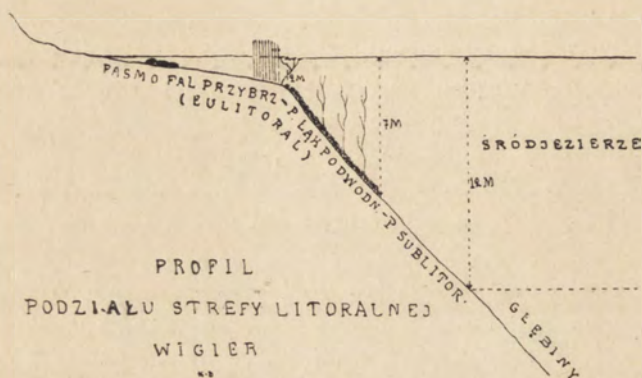
Od pionowej więc przeprowadzonej w głębokości 10 — 12 m. dno i wody przybrzeżne tworzą w Wigrach strefę litoralną.

3. **Podział strefy litoralnej w Wigrach.** — Znaczne różnice w ruchach wody — od burzliwego środowiska fal przybrzeżnych do zatok zacisznych, znaczne różnice temperatury, różnorodny charakter dna (kamienie, piasek, osady wapienne, torf, muł), różne stopnie nasświetlenia, obecność kilku typów roślin

przybrzeżnych (rośliny utwierdzone w dnie o nadwodnych liściach, całkowicie pod wodą rosnące, pływające etc.) czynią ze strefy litoralnej jeziora dział pod względem etologicznym najbardziej zróżnicowany.

W kierunku *pionowym* w strefie przybrzeżnej Wigier wyróżniamy: 1. Pasma działania fal przybrzeżnych. 2. Pasma łąk podwodnych. 3. Pasma sublitoralne.

*Pasma działania fal przybrzeżnych* rozciąga się od linii brzegu aż po stromy stok idący ku głębokim (Rys. 1.), który rozpoczyna się w Wigrach przeciętnie w głębokości 2 m. Obej-



Rys. 1.

muje ono dno i wody spoczywające na podwodnej ławicy przybrzeżnej, która występuje w jeziorach jako produkt działania fal na brzeg. Stąd zdaje nam się usprawiedliwiona dla pasma tego nazwa polska, którą wprowadzamy.

*Pasma łąk podwodnych* obejmuje teren poczynając od stoku wgląd, w którym rosną zielone do dna przytwierdzone rośliny, całe pogrążone pod wodą<sup>1)</sup>. Ich zasięg maksymalny zależy od przezroczystości wody. W Wigrach ich zasięg przeciętny sięga 7 m. Pasma łąk podwodnych okala stok basenu jeziora w głębokości 2 — 7 m.

*Pasma sublitoralne.*, rozciąga się poniżej pasma łąk podwodnych; brak w niem roślin zielonych, lecz osady wapienne

<sup>1)</sup> Termin „łąk podwodnych” wprowadził do naszego języka prof. Raciborski (O roślinności wodnej okolic Lwowa, Kosmos 1910).

pochodzące z resztek organizmów przybrzeżnych (mięczaki, ramienice) nakazują włączyć to pasmo do strefy przybrzeżnej, mimo wielu właściwości przejściowych do strefy głębinowej. Sięga ono w Wigrach do głębokości 10 — 12 m.

Pasma działania fal przybrzeżnych i pasmo łąk podwodnych odpowiadają strefie naświetlonej jeziora — tworzą one strefę litoralną właściwą (*eulitoral*), którą za Muttkowskim <sup>1)</sup> nazwiemy strefą roślin zielonych (*phytal*) i którą przeciwstawiamy strefie głębinowej, dokąd światło *nie* przenika i gdzie brak roślin zielonych (*aphythal* = *abyssal*). Przejściowe do strefy głębinowej pasmo sublitoralu jest dziedziną światła rozproszonego.

		Pasma pionowe	Głębok. w m.	Naświetlenie	
Strefa litoralna	Eulitoral	1. P. działania fal przybrzeżnych	0—2	Środowisko eufotyczne	euphytal
		2. P. łąk podwodnych	2—7	Środowisko eufotyczne	euphytal
	Sublitoral	3. P. Sublitoralu	7—12	Środowisko dysfotyczne	dysphytal

Tablica podziału pionowego strefy litoralnej Wigier.

4. Podział pasma fal przybrzeżnych. — Pasma łąk podwodnych i pasmo sublitoralu stanowią tereny mniej lub więcej jednorodne: nie mamy potrzeby dzielić ich na działy drobniejsze.

Pasma działania fal przybrzeżnych jest terenem zróżnicowanym. Głównymi przyczynami zróżnicowania są stopień zarosnięcia i charakter dna.

W kierunku pionowym wyróżnimy w pasmie fal przybrzeżnych: 1. wody niezarosłe, 2. wody zasosłe (rzadką lub gęstą formacją oczeretów).

O charakterze dna, nadewszystko różnorodnym przy brzegu niezarosłym, powiemy szczegółowo przy omawianiu oddzielnych zbiorowisk zwierzęcych z tym dnem związanych.

<sup>1)</sup> Muttkowski R. A., The Fauna of Lake Mendota. Notes from the Laboratory of the Wisconsin Geological and Natural History Survey December 1918, p. 374 — 482.

Przegląd zbiorobisk zwierzęcych uczynimy w czterech następujących rozdziałach (II, III, IV i V) z których drugi obejmuje zbiorowiska niezarosłych wód przybrzeżnych, różne zależnie od charakteru dna, trzeci faunę gęstych i rzadkich skupień oczeretów, czwarty — faunę łąk podwodnych i ściśle z nią związaną ubogą fauną pasma sublitoralu. W rozdziale piątym powiemy o formach mniej uzależnionych od określonych terenów strefy itoralnej.

## II. Fauna wód niezarosłych pasma fal przybrzeżnych.

5. Rozciągłość i zróżnicowanie brzegu niezarosłego w Wigrach. — Niezarosłe formacją oczeretów wody strefy przybrzeżnej są w Wigrach zjawiskiem częstym. Znamionują one młody wiek jeziora i jako takie występują nadewszystko w miejscach, gdzie nie odbywa się „narastanie“ łądu. Lecz i tam, gdzie bardzo dla Wigier znamienna rzadka formacja trzciny i oczeretów — pierwsze niejako stadium zarastania jeziora — towarzyszy pasmem równoległym linii brzegowej, pozostaje kilku, a niekiedy kilkunastometrowy pas niezarosłego brzegu.

Możemy w przybliżeniu uznać  $\frac{3}{4}$  wszystkich brzegów Wigier za brzegi niezarosłe (włączając w to i brzegi osłonięte wąskiem, nie sięgającym linii brzegowej pasem oczeretów. Jeżeli uwzględnimy około 70 km. linii brzegów jeziora — wynika znaczny obszar środowiska dla fauny z wodami niezarosłymi związanej.

Cztery składniki dna charakteryzują w Wigrach wody przybrzeżne niezarosłe: *kamienie*, *piasek*, *osady wapienne* i *złoża torfu*. Ze względu na swe pochodzenie pierwsze dwa są produktami moren; osady wapienne i złoża torfu, jako po części wytwór organizmów zamieszkujących jezioro, są w ściślejszym znaczeniu produktami jeziora.

Każdemu z tych typów odpowiada właściwa fauna.

6. Warunki życia na dnie kamienistym. — Dno kamieniste tworzy w Wigrach najczęściej pas 1 — 2 m. szeroki, złożony z głazów różnej wielkości i przebiegający w głębokości  $\frac{1}{2}$ —1 m. wzdłuż linii brzegowej. Występuje ono nadewszystko w tych miejscach (Łysocha, Dąbek, Wysoki Węgieł, połudn. brzeg zatoki Wigierki), gdzie wyniosłe brzegi bezpośrednio do jeziora przylegają.

Obecność punktów oparcia w postaci kamieni, znaczna burzliwość wody, brak roślinności wyższej i butwiejących materji organicznych cechuje środowisko dna kamienistego.

Do warunków powyższych dodamy osobliwe, najwyraźniej wśród dna kamienistego występujące zjawisko t. zw. „inkrustacji“ wapiennych—wytwór dwóch rodzajów glonów *Rivularia* (Rys. 2) i *Schizothrix*, gromadzących w swem cieple węglan wapniowy z wody. Osadzony w ten sposób węglan wapniowy po śmierci glonów pokrywa w postaci porowatych skorup wapiennych po-



Rys. 2.

Kolonie glonów *Rivularia* przyczepione do kamienia.



Rys. 3.

Odpadające pod działaniem fal, stare inkrustacje utworzone przez rodzaj *Schizothrix*.

wierzchnię kamieni. Inkrustacje są odrębnym terenem życia, w którym okrzemki *Epithemia Hyndmannii*<sup>1)</sup> tworzą wrosty osobliwe i gdzie normalnie ryją chodniki larwy chrząszczyka *Limnius* i pewne gatunki larw *Chironomida*. Z czasem, pod działaniem silnych fal przybrzeżnych, inkrustacje z kamieni opadają (Rys. 3).

Z roślin wyższych wśród dna kamienistego Wigier tu i owdzie rośnie jedynie maleńki, przystosowany do burzliwej wody, kwitnący pod wodą *Potamogeton filiformis*, znany również ze strumieni o dnie piaszczystem i kamienistym.

## 7. Zbiorowisko zwierzące dna kamienistego.

Infusoria:	<i>Ophrydium versatile</i> Ehrb.
Vermes:	<i>Gordius aquaticus</i> Duj.
	<i>Herpobdella atomaria</i> Carena
	„ <i>octoculata</i> L.

<sup>1)</sup> Wołoszyńska J., Rozmieszczenie glonów osiadłych w jeziorze Wigierskiem. Spraw. Stacji Hydrobiolog. na Wigrach. T. I. Zeszyt 2/3

- Glossosiphonia complanata* L.  
*Helobdella stagnalis* L.  
*Proclipsis tessellata* O. F. Müll.  
*Bdellocephala punctata* Pallas.  
*Dendrocoelum lacteum* Müll.  
*Planaria* sp.
- Mollusca: *Limnaea stagnalis* L.  
*Limnaea auricularia* L. var. *wigrensis* Poliński  
 „ *ovata* Drap.  
*Galba turricula* Held.  
*Planorbis marginatus* Drap.  
*Dreissensia polymorpha* Pallas.
- Crustacea: *Asellus aquaticus* L.  
*Gammarus pulex* L.  
*Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars  
*Sida crystallina* O. F. Müll.  
*Chydorus sphaericus* O. F. Müll.
- Ephemera: *Caenis lactella* Etn.  
*Ecdyurus fusco-griseus* Retz.
- Plecoptera: *Nemura avicularis* Mort.  
*Nemurella pictitti* Klp.  
*Nemura* sp.
- Trichoptera: *Hydroptila* sp.  
*Oxyethira* sp.  
*Polycentropus flavomaculatus* Pict.  
*Cyrnus trimaculatus* Curt.  
*Tinodes waeneri* L.  
*Goera pilosa* F b r.
- Coleoptera: *Platambus maculatus* L.  
*Esolus angustatus* Müll.  
*Latelmis Volkmani* Panz.  
*Helodes* sp. (larwy)
- Diptera: *Glyptotendipes* sp.  
*Endochironomus* sp.  
*Tanytarsus* sp.  
*Eutanytarsus* sp.  
*Pelopia* sp.  
*Orthocladius* sp.

Do spisu tego dodamy *Ancylus fluviatilis* O F Müll., *Limnaea truncatula* O. F. Müll., i *Metriocnemus hygropetricus* Kieff.— trzy gatunki znalezione na kamieniach, porośłych przez *Chaetophora incrassata* i *Ulothrix zonata*, w strumyku (młynówka) łączącym zatokę Wigierki z jeziorkiem Staw.

8. Analiza etologiczna zbiorowiska dna kamienistego. — Faunę dna kamienistego składają gatunki różne ze względu na

swe normalne środowisko. *Bdellocephala punctata*, *Ancylus fluviatilis*, *Nemura avicularis*, *Hydroptila* (Tabl. I rys. 4), *Polycentropus flavomaculatus* (tabl. I rys. 3), *Tinodes waeneri* (tabl. I rys. 1), *Goera pilosa* (tabl. II rys. 2), *Metriocnemus hygropetricus*, *Esolus angustatus* (tabl. I rys. 7), *Latelmis Volkmar* (tabl. I rys. 6), *Platambus maculatus* (tabl. I rys. 8) są gatunkami ściśle związanymi z dnem kamienistym; są to przedstawiciele grupy etologicznej nereidów albo litofilów wodnych. *Nemura avicularis*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Tinodes waeneri*, *Goera pilosa* są nereidami jeziornymi, gdy *Ancylus fluviatilis*, *Esolus angustatus*, *Latelmis volckmari*, *Platambus maculatus*, *Metriocnemus hygropetricus* raczej właściwe kamienistym potokom górskim i strumieniom o wartkim prądzie.

Pozostałe gatunki: *Pijawki*, *Mięczaki*, *larwy* etc., mniej właściwe dnu kamienistemu, żyją normalnie i na innych terenach. Nie są one, jak poprzednie, wyłącznymi mieszkańcami dna kamienistego, choć obyczajają ich i organizacja czynią ich życie możliwym wśród dna kamienistego.

Pod względem etologicznym *burzliwe środowisko o dnie kamienistym w strefie przybrzeżnej Wigier skupia w sobie formy właściwe wodom bieżącym i falującym, bądź o zdolnościach czepnych* (większość typowych nereidów), *bądź prowadzących życie ruchome lecz o urządzeniach obciążających ciało, chroniących je przed falami* (obciążające kamyczki na domku larwy *Goera pilosa*), *lub obyczajach unikających zgubnego działania fal* (pływające życie wśród kamieni u *Platambus maculatus*).

9. **Warunki życia na dnie piaszczystym.** — Częściej niż dno kamieniste występuje w strefie przybrzeżnej Wigier dno piaszczyste. Co do obszaru stanowi ono pospolity typ dna w pasie fal przybrzeżnych jeziora. Piasek zalega często na całej jego szerokości, poczynając od linii brzegowej po stromy stok idący ku głębinom; stale towarzyszy wspomnianemu pasowi kamieni, to zaścieniając dno pod kamianiami, to występując na zewnątrz pasa tego. Rzadka formacja oczeretów po największej części związana z dnem piaszczystym. Występując ponad linię brzegu, piaski tworzą w niektórych punktach jeziora (np. w Zat. Słupiańskiej) rozległe „plaże“ piaszczyste, z daleka widoczne, jako białe pasma, okalające wody jeziora.

Miejscami dno piaszczyste, występując w nadzwyczaj czys-



tym typie, pozbawione śladów roślinności wyższej, kamyków, butwiejących kawałków drzewa, o powierzchni zdaleka pofałdowanej działalnością fal przybrzeżnych — sprawia wrażenie zupełnie martwej podwodnej pustyni piaszczystej. Niemniej ubogie życie zwierzęce również na dnie piaszczystym istnieje.

Warunki życia na dnie piaszczystym różnią się znacznie od warunków na dnie kamienistym. Brak punktów oparcia w postaci kamieni, które służyłyby większym zwierzętom za miejsca przyczepu, sypkie, jałowe, pozbawione roślin, lub zrzadka tylko porośłe dno, jasny jednolity kolor podłoża są właściwymi czynnikami tego środowiska.

Z roślin wyższych dla dna piaszczystego strefy przybrzeżnej Wigier zdaje się być charakterystyczny *Potamogeton perfoliatus*, występujący zwłaszcza często przy południowym brzegu zatoki Wigierki, oraz wspomniany już dla dna kamienistego małeńki *Potamogeton filiformis*.

#### 10. Zbiorowisko zwierzęce dna piaszczystego. —

Vermes:	<i>Gordius aquaticus</i> Duj. <i>Tubifex tubifex</i> Müll. <i>Lumbriculus variegatus</i> Müll.
Mollusca:	<i>Sphaerium corneum</i> L. <i>Pisidium</i> sp. <i>Unio pictorum</i> L.
Crustacea:	<i>Asellus aquaticus</i> L. <i>Gammarus pulex</i> L. <i>Pallasea quadrispinosa</i> G. O. Sars.
Odonata:	<i>Onychogomphus forcipatus</i> L.
Trichoptera:	<i>Molanna angustata</i> Curt. <i>Leptocerus aterrimus</i> Steph. " <i>cinereus</i> Curt. <i>Anabolia nervosa</i> Leach. <i>Stenophylax</i> sp.
Hemiptera:	<i>Sigara minutissima</i> L.
Coleoptera:	<i>Haliphus flavicollis</i> Strm. <i>Hydroporus depressus</i> Fbr.
Diptera:	<i>Dicranota bimaculata</i> Schumm. <i>Tipula lateralis</i> Meig.
Pisces:	<i>Cobitis taenia</i> L.

Do gatunków powyższych dodamy formy charakterystyczne dla dna kamienistego (*Bdellocephala punctata*, Pijawki, *Dreissensia polymorpha*, *Goera pilosa*), które zawsze można znaleźć

przyczepione do pojedynczych kamieni i kawałków drzewa bu-  
twijącego czy kory, leżących wśród dna piaszczystego.

„Plankton“ dna piaszczystego<sup>1)</sup>, zwłaszcza na Plosie pół-  
nocnem, w zatoce Krzyżackiej i przy wsi Cimochowiznie, cha-  
rakteryzują nadewszystko *Cladocera*:

*Alonopsis elongata* G. O. Sars.

*Rhynchotalona falcata* G. O. Sars.

*Chydorus gibbus* Liljeborg

„ *piger* G. O. Sars.

### 11. Analiza etologiczna zbiorowiska dna piaszczystego. —

Podobnie jak dla dna kamienistego wyróżniliśmy litofilów wod-  
nych, wśród fauny dna piaszczystego wyróżnimy *psamofilów*  
*wodnych* mniej lub więcej ściśle z piaskiem związanych: larwy  
*Onychogomphus forcipatus* (tab. II, rys. 1) *Molanna angustata*  
(tab. II, rys. 2), *Leptocerus cinereus*, *Sigara minutissima* (tab. II,  
rys. 4), *Haliplus flavicollis* i jego larwy (tab. II rys. 3), czę-  
ściowo mięczaki.

Do typowych psamofilów wodnych można z pewnością za-  
liczyć i rybkę *Cobitis taenia*, prowadzącą ukryte życie wśród  
piasku, pospolitą zwłaszcza przy brzegu południowym zatoki  
Wigierki.

Larwy chróścika *Leptocerus aterrimus*, mimo że w młodym  
wieku żyją przeważnie w paśmie łąk podwodnych, w wieku  
późniejszym normalnie podsuwają się ku brzegom piaszczystym,  
gdzie przyczepiają swe domki do przedmiotów sterczących z dna  
piaszczystego (tab. II rys. 5).

Pozostałe gatunki, jako żyjące i na innych terenach, są  
mniej właściwe dla dna piaszczystego.

*Sypkie podłoże dna piaszczystego wyklucza istnienie więk-  
szych form czepnych*<sup>2)</sup>. Skupia ono w sobie formy bądź w piasku  
żyjące (Mięczaki, *Onychogomphus forcipatus*, *Cobitis taenia*),  
bądź na jego powierzchni (*Molanna angustata*, *Leptocerus cine-  
reus*, *L. aterrimus*, *Sigara minutissima*, larwy *Haliplus*).

<sup>1)</sup> Lityński, Jezioro Wigry jako zbiorowisko fauny planktonowej.  
Prace Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach tom. 1, № 1, Warszawa, 1922.

<sup>2)</sup> Tylko mikroflora (*Pediastrum Boryanum*, *Scenedesmus antennatus*,  
*Fragillaria intermedia*) oraz *Protozoa*, dla których ziarenka piasku są niby  
duże głązy dla większych organizmów, odznaczają się właściwościami  
czepnymi (por. Wołoszyńska, odnośnik s. 7).

Jednostajny kolor podłoża powoduje płowe piaskowe zabarwienie u wszystkich typowych psamofilów wodnych (*Cobitis taenia*, *Onychogomphus forcipatus*, *Sigara minutissima*, larwy *Haliphus*).

Larwy chrościków z dnem piaszczystym związane (*Molanna angustata*, *Leptocerus aterrimus*, *L. cinereus*) używają ziarenek piasku do budowy swych domków.

12. **Osady wapienne.** Trzecim typem dna w pasie fal przybrzeżnych Wigier są osady wapienne. Widać je szczególnie wyraźnie w tych miejscach (np. przy wsi Gawrychy, w zatoce Białczańskiej i jez. Białem), gdzie odbywa się nagromadzenie przez wodę produktów jeziornych; nizinne łąki torfowe, przylegające do jeziora, świadczą o „narastaniu“ łądu w tych miejscach.

W osadach wapiennych Wigier wyróżniamy trzy główne typy:

1) niepokruszone lub nieznacznie tylko pokruszone skorupki, należące do pospolitych w jeziorze mięczaków *Dreissensia* i *Valvata*. (Rys. 4);

2) piasek wapienny, złożony z drobno roztartych skorupek mięczaków i okruchów ramienicy (Rys. 5);

3) bardzo drobno roztarty muł wapienny, w którym trudno rozpoznać gatunki organizmów, od których pochodzi.

Nie są to typy różne pod względem pochodzenia, lecz jeden typ raczej—posegregowany na różne postaci przez działanie wody.



Rys. 4.

Osady wapienne złożone z niepokruszonych lub nieznacznie pokruszonych skorupki mięczaków.

Wielk. nat.



Rys. 5.

Piasek wapienny złożony z drobno tartych skorupki i okruchów ramienicy.

Widz. przez lupę.

Przeciwnie do kamieni i piasków, jako produktów moren, osady wapienne są w przeważnej części wytworem organizmów zamieszkujących jezioro — ich wapienne szczątki, czy resztki, dzięki masowemu nagromadzeniu w określonych miejscach przez wody jeziorne, tworzą teren, który opanowują pewne organizmy.

### 13. Fauna osadów wapiennych:

- Vermes: *Tubifex tubifex* Müll.  
*Herpobdella octocolata* L.  
*Glossosiphonia complanata* L.  
*Bdellocephala punctata* Pallas.
- Mollusca: *Bythinia tentaculata* L.  
*Limnaea ovata* Drap.
- Crustacea: *Asellus aquaticus* L.  
*Gammarus pulex* L.  
*Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars.
- Ephemerida: *Centroptillum* sp.  
*Ephemera vulgata* L.
- Hemiptera: *Sigara minutissima* L.
- Coleoptera: *Platambus maculatus* L.
- Trichoptera: *Limnophilus* sp.  
*Molanna angustata* Curt.  
*Goera pilosa* Fabr.

14. Analiza etologiczna fauny osadów wapiennych. Spis przytoczony, podający gatunki znalezione w różnych punktach jeziora na osadach wapiennych, nie zawiera ani jednego gatunku, którego życie byłoby wyłącznie związane z osadami wapiennymi. Osady te w jeziorach nie mają odrębnej sobie właściwej fauny: być może zbyt krótki przeciąg czasu istnieją, być może stanowią środowisko mało rozległe, choć najprawdopodobniej zbyt mało różne co do swych warunków bytu od sąsiednich terenów dna strefy przybrzeżnej (kamienie, piaski, muł).

Gatunki znalezione na terenach wapiennych są właściwe dla dna piaszczystego (*Sigara minutissima*, *Molanna angustata*), dla dna kamienistego (*Bdellocephala punctata*, *Platambus maculatus*, *Goera pilosa*), w różnych terenach spotykane formy mułowe (*Tubifex tubifex*, *Ephemera vulgata*), wreszcie te, których wymogi życiowe mniej zróżniczkowane (Pijawki, *Asellus*, *Gammarus* etc.)

15. Wpływ osadów wapiennych na faunę. Choć brak osadom wapiennym odrębnych warunków, organizmy dłuższy okres

życia przepędzające na osadach wapiennych ulegają wpływowi środowiska.

1. Larwy chróścików *Goera pilosa* i *Molanna angustata*, budujące swe domki z materiałów, jaki w otoczeniu znajdują, mając do dyspozycji tylko okruchy wapienne skorupki w różnym stopniu starte, z nich budują swe domki. Wyglądem swym różnią się one zasadniczo od domków tych samych gatunków, żyjących na innych terenach (por. tabl. II rys. 6 i 7).

2. Większość wykazuje jasność, prawie białą zabarwienie wyraźnie harmonizującą z barwą otoczenia (Pijawki, *Sigara minutissima*, *Asellus*, *Gammarus*). Mięczaki (*Bythinia tentaculata*, *Limnaea ovata*) mają skorupki jaśniejsze, niepigmentowane, przeciwnie do tych samych gatunków z innych terenów jeziora. W ciele, po brzegach różków i stopy, zalegają obficie ziarenka wapienne, które i tak już jasnemu ciału nadają barwę białawą<sup>1)</sup>. (Rys. 6).

3. Drobnosć form, wskazująca na skarłowacenie, być może pozostaje w związku z jałowością podłoża.



Rys. 6.  
*Limnaea* z osadów  
wapiennych.  
Dokoła nogi i róż-  
ków przeświecają  
ziarenka wapienne.



Rys. 7.  
Domek larwy *Meso-  
phylax impunctatus*.

<sup>1)</sup> Nie wiemy z pewnością jaką drogą odbywa się osadzanie ziarenek wapiennych w ciele tych mięczaków. Również nie wiemy czy ma i jakie znaczenie etologiczne podobne „wytatuowanie“ ciała.

Ziarenka wapienne w ciele mięczaków, występujące również u *Limnaea stagnalis* i *L. auricularia* z zarośli oczeretów jeziora Wigierskiego, zdają się być własnością, po której można wyróżnić te formy od osobników zamieszkujących drobne gęsto zarosłe roślinnością bezwapienne lub ubogie w węgiel wapniowy zbiorniki wód (stawy, sadzawki).

16. **Złoża torfu**—czwarty typ dna—towarzyszą najczęściej osadom wapiennym (np. brzeg przy wsi Gawrychy). Są one terenem, na którym żyje masowo właściwa kwaśnym wodom torfowym larwa chróścika *Mesophylax impunctatus* Mc. Lach. budująca swój domek z butwiejących cząstek roślinnych (Rys. 7).

17. **Cechy ogólne fauny wód niezarośniętych przybrzeżnych.** Całość fauny brzegu niezarośniętego (dna kamienistego, piaszczystego, wapiennego, torfowego) znamionuje *przewaga gatunków właściwych wodom bieżącym i ich najbliższych krewniaków*. Burzliwość środowiska jest wspólnym czynnikiem etologicznym dla wszystkich czterech wydzielonych przez nas typów dna w pasmie działania fal przybrzeżnych strefy litoralnej Wigier.

Mimo różnic, pozostających w ścisłym związku z różnym charakterem dna, większość typowych mieszkańców niezarośniętych wód przybrzeżnych jeziora przejawia adaptacje do życia w wodach bieżących i burzliwych:

1) Spłaszczenie ciała w kierunku grzbieto-brzusznym (Larwy: *Ecdyurus fusco-griseus*, *Goera*, *Molanna*, *Onychogomphus*);

2) Urządzenia obciążające ciało (*Goera*, *Molanna*);

3) Aparaty czepne, względnie życie osiadłe (*Tinodes wagneri*, *Polycentropus flavo-maculatus*, poczwariki. *Leptocerus aterrimus*, *Hydroptila*, Pijawki, *Triclada*, *Onychogomphus forcipatus*).

4) Twardość ciała (*Onychogomphus*, *Limnaea auricularia* var. *wigrensis*).

Fakt ten, na który pierwszy dla duńskiego jeziora Furesö Wesenberg-Lund zwrócił uwagę<sup>1)</sup>, a który w jeziorze Wigierskiem, jako młodem, niezarośniętem lub tylko zrzadka od brzegów zarosłemu jeziorze, jest bardzo widoczny, każe widzieć w niezarośniętych wodach pasma fal przybrzeżnych („Brandungszone“) teren skupiający w sobie faunę związaną z wodą silnie bieżącą, mimo że jezioro jako całość jest zbiorowiskiem typu wód stojących.

<sup>1)</sup> Die littoralen Tiergesellschaften unserer grösseren Seen: a) Die Tiergesellschaft des Brandungsufers. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie Bd. I, Nr. 4, 5, p. 574—609, 1908.

### III. Fauna zarośli oczeretów.

18. **Dwa typy zarośli oczeretów.** — Zarośla oczeretów występują w jeziorze Wigierskim w dwóch głównych typach.

Jako rzadka formacja, złożona przeważnie z trzciny (*Pragmites communis*) i situ (*Scirpus lacustris*), porastająca brzegi równoległym do linii brzegu pasem — zostawiając mniej lub więcej szeroki pas niezarośniętych wód przybrzeżnych. Jako taka jest ona pierwszym stadium zarastania i znamionuje jak powiedzieliśmy młody wiek jeziora.

Drugim typem są gęsto zwarte zarośla oczeretów, które prócz powyższych dwóch gatunków przewodnich mają nadto pałkę wodną (*Typha latifolia* i *angustifolia*), gatunki rodzaju *Carex*, *Cladium mariscus*<sup>1)</sup> przy wyspie Ordów i na jeziorkach Długim i Okragłym, tatarak (*Acorus calamus*), bobrek trójlistny (*Menyanthes trifoliata*) oraz szereg roślin o liściu pływającym (*Polygonum amphibium* etc). Gęste zarośla oczeretów występujące w zacisznych zatokach, gdzie wody spokojnie nagromadzają znaczne ilości mułu (końcowa północna zatoka jez. Staw), oraz w miejscach, gdzie odbywa się narastanie ładu (brzegi przy wsi Gawrychy, jeziorka: Długie, Muliczne) dla Wigier są mniej znamienne, niż rzadka formacja oczeretów.

19. **Warunki życia wśród zarośli oczeretów.** — Zarośla oczeretów stwarzają teren życia zupełnie różny, niż wody przybrzeżne niezarośnięte. Wśród „lasów podwodnych“ woda jest spokojna, dno muliste, obfita flora dostarcza licznych miejsc przyczepu oraz pożywienia dla form roślinożernych. Nadewszystko larwom owadów łądygi oczeretów służą niby „drabinki“ po których mogą z wody wychodzić, by po ostatniem linieniu ulecieć w powietrze. Latem, pod działaniem promieni słonecznych, stojące wody zarośniętych części, nagrzewając się bardziej niż burzliwe brzegów niezarośniętych, nie przeszkadzają w życiu organizmom, wytrzymującym znaczne różnice temperatury (eurytermicznym) i formom południowym<sup>2)</sup>. Znaczna obfitość *butwiejących*

<sup>1)</sup> Hryniewiecki B., O zasięgu *Cladium mariscus* R. Br. na ziemiach polskich i w krajach ościennych. „Kosmos“, XLVII, 1922.

<sup>2)</sup> Wesenberg-Lund, Über einige eigentümliche Temperaturverhältnisse in der Litoralregion der baltischen Seen, Internat. Revue der ges. Hydrobiolog. u. Hydrogr. 1912 p. 287.

materji organicznych nadaje zarośniętym przybrzeżnym wodom właściwości wód eutroficznych (w sensie Naumanna).

Warunki powyższe najwyraźniej występują wśród gęstych zarośli przybrzeżnych. Rzadka formacja oczeretów w Wigrach tworzy środowisko o charakterze przejściowym od wód niezarośniętych do gęstych skupień, zarówno co do swych warunków jak i fauny.

## 20. Fauna gęstych zarośli oczeretów.

- Cnidaria: *Hydra vulgaris* Pall.  
           " *oligactis* Pall.
- Vermes: *Tubifex tubifex* Müll.  
*Lumbriculus variegatus* Müll.  
*Limnodrilus* sp.
- Hirudinea: *Glossosiphonia complanata* L.  
*Helobdella stagnalis* L.  
*Hemiclepsis marginata* O. F. Müll.  
*Protoclepsis tessellata* O. F. Müll.  
*Herpobdella atomaria* Carena  
           " *octoculata* L.  
*Haemopsis sanguisuga* L.
- Trielada: *Policelis nigra* Müll.  
*Policelis nigra* var. *brunea*.  
*Planaria* sp.
- Bryozoa: *Plumatella repens* L.
- Mollusca: *Acroloxus lacustris* L.  
*Limnaea stagnalis* L.  
           " *auricularia* L.  
           " *palustris* O. F. Müll.  
           " *ovata* Drap.  
*Galba turricula* Held.  
*Physa fontinalis* L.  
*Planorbis corneus* L.  
           " *marginatus* L.  
           " *contortus* L.  
           " *vortex* L.
- Crustacea: *Asellus aquaticus* L.  
*Gammarus pulex* L.
- Arachnoidea: *Argyroneta aquatica* L.  
*Notaspis lacustris* Michael  
*Hydrarachna geographica* O. F. Müll.  
           " *globosa* de Geer.  
           " *uniscutata* Thor.
- Ephemera: *Ephemera vulgata* L.  
*Cloëon dipterum* L.



- Centropetillum* sp.  
*Leptophlebia* sp.
- Odonata: *Enallagma cyathigerum* Charp.  
*Cordulia aenea* L.  
*Libellula quadrimaculata* L.  
*Brachytron hafniense* Müll.  
*Anax imperator* Leach.
- Hemiptera: *Nepa cinerea* L.  
*Notonecta glauca* L.  
*Cymathia coleopatrata* F.  
*Corixa* sp.  
*Hygrotrechus paludum* F.
- Neuroptera: *Sialis lutaria* F.
- Coleoptera: *Hygroporus depressus* F.  
*Agabus Sturmi* Gyll.  
*Ilybius* sp.  
*Acilius canaliculatus* Nicol.  
" *sulcatus* L.  
*Dytiscus latissimus* L.  
*Macrodytes marginalis* L.  
*Macrodytes circumflexus* F.  
*Gyrinus columbus* Er.  
*Hyphydrus ferrugineus* L.  
*Laccobius minutus* L.
- Trichoptera: *Agraylea multipunctata* Curt.  
*Oxyethira* sp.  
*Phryganea grandis* L.  
" *obsoleta* Mc. Lachl.  
*Agrypnia pagetana* Curt.  
*Glyptotaelius punctatolineatus* Retz.  
*Limnophilus rhombicus* L.  
" *nigriceps* Zett.
- Diptera: *Chironomus plumosus*  
*Dicranota bimaculata* Schumm.  
*Corethra plumicornis* L.

21, Analiza etologiczna fauny zarośli oczeretów. Faunę gęstych zarośli oczeretów tworzą gatunki właściwe zacisznym wodom typu stawu i sadzawek. W przybrzeżnych zarośniętych wodach wielkiego jeziora znajdują one prawie te same warunki, co w drobnych, gęsto zarosłych zbiornikach wód stojących.

Większość z nich to forma eurytermiczne, mało wrażliwe na zmiany temperatury środowiska, o bardzo szerokim rozprzestrzenieniu geograficznym. *Anax imperator* forma południowa; zaciszne płytkie wody pośród oczeretów, latem nagrzewające się

silnie dostarczają larwie (tabl. III, rys. 1) niezbędnego ciepła do rozwoju.

Wszystkie typy etologiczne, właściwe drobnym zarosłym wodom, występują i wśród oczeretów jeziora.

W mule żyją formy *ryjące*, bądź związane ze znaczną ilością gnijących ciał organicznych i małotlenowem środowiskiem (polisaprobia: *Chironomus plumosus*, *Tubifex tubifex*), bądź formy drapieżne, ryjące w tych miejscach, gdzie muł uboższy w materje organiczne (oligosaprobia: *Dicranota bimaculata*, *Sialis lutaria*, *Ephemera vulgata*).

Powierzchnia dna i rośliny są terenem dla form *pełzających* (owady, nadewszystko larwy chrościków i ważek, mięczaki). Łodygi oczeretów służą za miejsca oparcia dla form *czepnych* (pijawki). Wody wśród oczeretów są terenem dla form *pływających* (*Coleoptera*, *Hemiptera*, *Hydracarina*, plankton wśród zarośli — patrz niżej).

Zjawisko zabarwienia ochronnego, harmonizującego z otoczeniem jest bardzo widoczne u form żyjących wśród zarośli oczeretów. Występuje ono zarówno u form roślinożernych, jak i drapieżnych (larwy ważek). Larwa *Brachytron hafniense* (tabl. III, rys. 2), gdy dotknięta skureczy nogi, imituje złamaną łądkę skrzypa błotnego. Zabarwienie ochronne wyraźnie występuje u właściwych zarośniętym oczeretami wodom przybrzeżnym — ryb drapieżnych, *czatujących* na zdobycz (okuń, szczupak).

Larwy chrościków z zarośli oczeretów, przeciwnie do larw chrościków z niezarośłych wód, używają materiałów roślinnych do budowy swych domków. *Agrypnia pagetana* wprost korzysta z ułamanej łądki trzciny (tabl. III, rys. 4).

22. Zbiorowisko zwierzęce w glonach pływających. Skupienia wolno żyjących glonów nitkowatych z rodzajów *Spirogyra* i *Cladophora*, ścielące się zwłaszcza wśród darni podwodnych moczarki (*Elodea*), wypływające w postaci „waty“ zielonej pod koniec lata i na jesień ku powierzchni, uniesione przez pęcherzyki tlenu wydzielonego, tworzą w zacisznych, najczęściej oczeretami zarosłych zatokach (końcowa zatoka jez. Staw) odrębne środowisko.

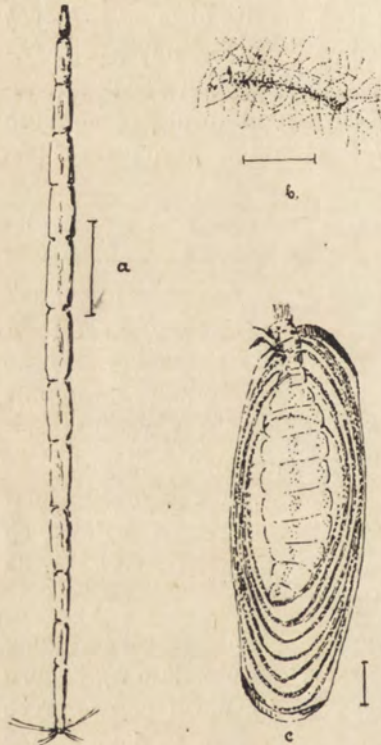
Zbiorowisko zwierzęce składa się z następujących gatunków:

*Polycelis nigra* var. *brunea*.

*Chaetogaster diaphanus*.

*Stylaria lacustris* L.  
*Cymathia coleoptrata* L. (larwy)  
*Agraylea multipunctata* Curt.  
*Psectrocladius* sp.  
*Palpomia algarum* Kieff.  
*Palpomia octasema* Kieff.  
*Tipula* (larwy).

Najbardziej właściwe dla glonów pływających zdają się być wydłużone, zdolne do przesuwania się przez zbity kłęb nitek larwy Ceratopogonidów: *Palpomia algarum* (rys. 8a) i *Palpomia octasema*; dalej zawieszane wśród nitek larwy Chironomida budujące domek — *Psectrocladius* (Rys. 8b); wreszcie larwa małego chróścika, właściwa również zarosłom oczeretów — *Agraylea multipunctata*, na którą wpływ życia wśród nitkowatych glonów przejawia się w „dekoracji“ temi glonami swego domku (Rys. 8c).



Rys. 8.

Zbiorowisko zwierzęce glonów pływających.

- a. *Palpomia algarum*.
- b. *Psectrocladius*.
- c. *Agraylea multipunctata*.

Pozostałe (np. larwy *Cymathia coleoptrata*, *Polycelis nigra* etc) są mieszkańcami tego środowiska raczej z konieczności. „Wata“ złożona z nitkowatych glonów bardziej niż inny teren życia zdolna jest „więzić“ każdy organizm, który w niej się zaplącze, a obfitość tlenu dookoła tego środowiska jest z pewnością czynnikiem przyciągającym organizmy z terenów pobliskich.

**23. Rzadka formacja oczeretów.** Rzadkie zarosła oczeretów, okalające równoległym pasem linię brzegową jeziora, tworzą środowisko znacznie różniące się co do swych warunków

od gęstych zarosli. Dno porastają darnie małego gatunku zamienicy (*Chara delicatissima*), przyprószone iłem przesyconym wę-

glanem wapniowym, tu i owdzie leży kamień lub kawałek butwiejącej kory lub drzewa, wszędzie prześwieca piasek zaścieniający dno. Ruch fal przybrzeżnych na tych zrzadka porośniętych mieliznach (ławicach) przybrzeżnych, choć nie tak silny jak wśród wód przybrzeżnych niezarośniętych, daje się jednak odczuwać o wiele silniej niż wśród zwartej formacji oczeretów. Środowisko ma charakter przejściowy od wód niezarośniętych do gęsto zarośniętych (pierwsze stadjum zarastania). To samo można powiedzieć o faunie.

Obok form właściwych wodom stojącym gęsto zarośniętym:

*Acroloxus lacustris* L.  
*Limnaea stagnalis* L.  
*Planorbis contortus* L.  
*Limnophilus rhombicus* L.  
 .                    *decipiens* Kol.

żyją gatunki właściwe wodom bieżącym i przybrzeżnym niezarośniętym:

*Dreissensia polymorpha* Pall.  
*Ecdyurus fusco-griseus* Retz.  
*Nemura* sp.  
*Platyncnemis pennipes* Pall.  
*Pyrrhosoma nymphula* Sulzer.†  
*Helodes minuta* L.  
*Molanna angustata* Curt.  
*Goera pilosa* Fabr.

Część zbiorowiska tworzą gatunki mniej zróżnicowane pod względem życiowym, spotykane równie często w wodach stojących jak i bieżących:

*Helesus tessellatus* Ramb.  
*Limnophilus lunatus* Curt.  
*Anabolia nervosa* Leach.  
*Leptocerus aterrimus* Steph.  
*Limnaea auricularia* L.

Do zbiorowiska tego dodamy formy ryjące, bądź w łądogach *Scirpus lacustris* (tabl. III rys. 12): *Glyptotendipes*, *Phytichironomus*, bądź w pływających liściach *Potamogeton natans*: *Cricotopus brevivalpis* (tabl. III, rys. 13).

24. Gąbki i ich pasorzyty. Ogromne, dochodzące  $\frac{1}{2}$  m. długości gąbki *Euspongilla lacustris* obrastają łądygi wśród rzadkich zarośli oczeretów, nadewszystko w miejscach zwróconych ku stokom. Granice ich zasięgu optymalnego zdają się mieścić między 1—3 m. głębokości.

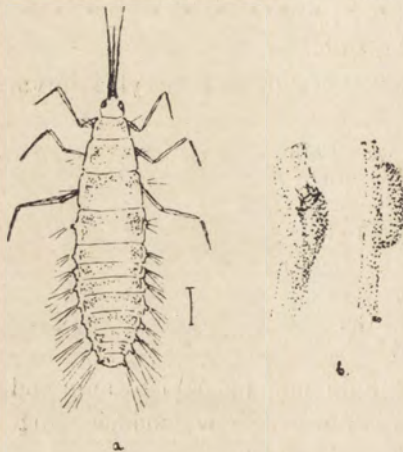
Kształt gąbek zależy w ogromnym stopniu od ruchów wody otaczającej; w burzliwym środowisku kształt bardziej spisty, mniej rozgałęziony, utrudniający łatwe odrywanie się gałązek; w wodzie spokojniejszej, głębszej wytwarzają postać krzewiastą: od głównego pnia, obrastającego łodygę trzciny czy situ, odchodzą liczne cienkie gałązki.

Na ciele gąbek wigierskich pasorzytują dwie larwy:

*Sisira fuscata* Fabr.

*Leptocerus senilis* Burm.

Pierwsza z nich (Rys. 9a) jest larwą owada siatkoskrzydłego, osobiwie przystosowaną do wyłącznego życia na ciele gąbek, zabarwiona podobnie jak gąbka, o szczecinkach niby krzemionkowe igły gąbek, o narządach pyszczkowych wydłużonych w trąbkę do spijania soków gąbki. Druga—larwa chróścika żyjąca w gąbce i żywiąca się jej ciałem (Rys. 9b).



Rys. 9.

Pasorzyty gąbek:

a) larwa *Sisira fuscata*.

b) larwa i poczwarka *Leptocerus senilis*.

Na powierzchni ciała gąbek wigierskich żyją również inne zwierzęta (*Asellus aquaticus*, *Cyrrnus flavidus*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Hydracarina*)—nie będąc ściślej z ciałem gąbek związane, opanowują je jako teren swych łowów.

25. Plankton zarośli oczeretów, podobnie jak poznana fauna, różnicuje się również w dwa zbiorowiska, z których jedno właściwe nadewszystko gęstym zaroślom oczeretów, drugie mieliznom zrzadka trzcina porośłym<sup>1)</sup>.

Plankton wód zwartej formacji oczeretów charakteryzują gatunki:

*Polyphemus pediculus* L.

*Bosmina obtusirostris* Sars.

*Alonopsis elongata* G. O. Sars.

<sup>1)</sup> Patrz odnośnik 1, s. 11.

*Rhynchotalona rostrata* Koch.

*Anchistropus emarginatus* G. O. Sars.

Plankton mielizn rzadko oczeretami porosłych tworzą gatunki:

*Sida crystallina* O. F. Müll.

*Simocephalus vetulus* O. F. Müll.

*Eurycercus lamellatus* O. F. Müll.

*Scapholeberis mucronata* O. F. Müll.

*Acroperus harpae* Baird.

*Chydorus sphaericus* O. F. Müll.

*Cyclops serrulatus* Fischer.

„ *albidus* Jurine.

26. **Fauna zarośli oczeretów jako całość.** — Całość fauny zarośli oczeretów jest bogatsza i różnorodniejsza od fauny wód przybrzeżnych niezarośłych.

Przeciwnie do fauny wód przybrzeżnych niezarośłych, złożonej z gatunków wód bieżących lub o adaptacjach do życia w wodzie burzliwej (§ 17), faunę zarośli oczeretów składają gatunki właściwe zacisznym wodom małych zbiorników typu stawów i sadzawek.

Wyjątek stanowią niektóre gatunki (*Dreissensia polymorpha*, *Ecdyurus fusco-griseus*, *Nemura*, *Molanna angustata*, *Goera pilosa*, larwy *Helodes* etc), spotykane na mieliznach przybrzeżnych zrzadka tylko porosłych oczeretami. Mielizny te, jak zaznaczyliśmy (§ 19, 22), tworzą naturalne przejścia od brzegu niezarośłego do zwartych formacji. Być może są one terenem, w którym formy drobnych zbiorników wód stojących przystosowują się do warunków życia wielkojeziornego.

Przeciwnie do fauny niezarośłych wód przybrzeżnych wykazującej, mimo ogólnej adaptacji do życia w wodzie burzliwej, znaczne różnice zależnie od charakteru dna (kamienie, piasek, osady wapienne), fauna zarośli oczeretów przejawia mniejsze różnicowanie zależnie od podłoża (formy mułowe). Większość adaptacji pozostaje w związku z zarośnięciem wód (roślinożerność, zielone zabarwienie ochronne, mimikry, budowa domków z produktów roślinnych, skupienie życia larw owadów wodnych—umożliwione dzięki roślinom, po których z wody wychodzą).

#### IV. Fauna łąk podwodnych.

27. **Pasmo łąk podwodnych.** — Drugim pasmem naturalnym strefy litoralnej Wigier, rozciągającym się poniżej pasma

fal przybrzeżnych są łąki podwodne (§ 3). Z botanicznego punktu widzenia obejmuje ono rośliny do dna przytwierdzone, całkowicie pod wodą rosnące, które, przeciwieście do oczeretów o łodygach i liściach z wody sterujących i związanych z płytami wodami przybrzeżnej ławicy, jako niezależnione od powietrza atmosferycznego, zapuszczają się w wodę głębszą. Jedynie światło jest czynnikiem warunkującym maksymalne granice ich zasięgu wglęb. Zasięg ten bywa różny dla różnych jezior, zależnie od przezroczystości wody<sup>1)</sup>. W Wigrach zasięg łąk podwodnych sięga głębokości przeciętnej 7 m. Pasma łąk podwodnych wyściela więc dno jeziora, poczynając od stromego stoku, idącego ku głębinom (końca przybrzeżnej ławicy), mniej więcej od 2 m po głębokość 7 m.

Główną rośliną, tworzącą w Wigrach darnie podwodne jest ramienica (*Chara*) o barwie zielonej przechodzącej w odcień szmaragdowy, gromadząca węglan wapniowy w swym cieście. Z pewnością w Wigrach występuje w kilku gatunkach. Prócz niej — najliczniejszej — w tworzeniu łąk podwodnych Wigier bierze udział głównie moczarka (*Elodea canadensis*), mech z rodzaju *Fontinalis* oraz dorastające 5 m długości *Potamogeton lucens* i *P. pectinatus*.

Gatunki te grupują się tak, że zasięg maksymalny moczarki dochodzi 5 m, mchu 6 m, ramienicy 7 m. Rdestnice (*Potamogeton*) swymi długimi łodygami wyrastające znacznie ponad poziom darni ramienicy (Rys. 1), dążące ku powierzchni wody, gdzie kwitną i owocują, nie sięgają korzeniami niżej 5 m.

28. Warunki życia wśród łąk podwodnych. — Spokojne, naświetlone wody łąk podwodnych w mniejszym stopniu niż płytkie wody na ławicy podwodnej ulegają wahaniom temperatury.

Dno zaściela muł przesycony węglanem wapniowym, zawsze ze znaczną domieszką grubszych resztek wapiennych, w postaci szczątków skorupki i okruchów ramienicy.

Przewodnia dla łąk podwodnych ramienica tworzy darnie

---

<sup>1)</sup> W szwedzkim jeziorze Vättern, gdzie woda przepuszcza światło do 40 m. gł., najbujniejszy rozrost darni ramienicy mieści się między 20–30 m. gł., a ostatnie placówki jeszcze niżej. (Por. Even Ekman — Bodenfauna des Vättern, quantitativ und qualitativ untersucht. Int. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie 1915, Bd VII.

niskie, spoiste, przenikające się wzajemnie swemi sztywnemi gałązkami i łodyżkami.

Ramienica nie służy za pokarm zwierzętom. Drobną florą glonów i *Protozoa* pokrywająca pilśniowym nalotem gałązki ramienicy zdaje się być pierwotnym źródłem pożywienia dla fauny z pasmem łąk podwodnych związanej.

### 29. Zbiorowisko zwierzęce pasma łąk podwodnych.

- Cnidaria: *Hydra oligactis* Pall.  
 Porifera: *Euspongilla lacustris* L.  
 Vermes:  
*Stylaria lacustris* L.  
*Chaetogaster diaphanus* Gruith.  
*Nais obtusa* Gervais.  
*Piscicola geometra* L.  
*Cristatella mucedo* Cuv.  
 Mollusca: *Valvata piscinalis* Müll.  
           "          "          var. *antiqua* Sarb.  
           "          *cristata* O. F. Müll.  
*Bythinia tentaculata* L.  
*Vivipara contecta* Mill.  
*Physa fontinalis* L.  
*Anodonta cygnea* L.  
 Crustacea: *Asellus aquaticus* L.  
*Gammarus pulex* L.  
*Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars.  
 Ostracoda.  
 Arachnoidea: *Limnesia undulata* O. F. Müll.  
               "          *fulgida* C. L. Koch.  
*Hygrobates longipalpis* Hermann.  
*Hydrochoreutes krameri* Piersig.  
*Brachypoda versicolor* O. F. Müll.  
 Ephemera: *Cloëon* sp.  
*Caenis* sp.  
*Centroptillum* sp.  
*Ephemera vulgata* L.  
 Odonata: *Agrion* sp.  
*Ischnura elegans* Vanderl.  
*Enallagma cyathigerum* Charp.  
 Neuroptera: *Sialis lutaria* L.  
 Trichoptera: *Cyrnus flavidus* Mac Lachl.  
*Limnophilus politus* Mac Lachl.  
               "          *marmoratus* Curt.  
*Anabolia nervosa* Leach.  
*Phryganea grandis* L.  
               "          *obsoleta* Mac Lachl.



*Molanna angustata* Curt.

*Leptocerus aterrimus* Steph.

Lepidoptera: *Paraponyx stratiotata*

Diptera: *Limnochironomus* sp.

Do spisu tego dodamy zbiorowisko *planktonu*, które nazewnątrz linii oczeretów ponad łąkami podwodnymi składa się według Lityńskiego (1922) z następujących gatunków:

*Polyphemus pediculus* L.

*Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars.

" *megops* Sars.

*Bosmina longirostris* Müll.

*Alona affinis* Leydig.

*Peracantha truncata* O. F. Müll.

*Chydorus globosus* Andr.-Baird.

*Graptoleberis testudinaria* Fischer.

*Cyclops macrurus* G. O. Sars.

" *leuckarti* Claus.

Do planktonu należało by również włączyć pewne lekko unoszące się nad łąkami podwodnymi wodopójki (*Hygrobatas longipalpis*), zrzadka tylko na darnie opadające. Spokojne wody nad pasmem łąk podwodnych są czynnikiem etologicznym, sprzyjającym życiu planktonowemu.

Plankton łąk podwodnych dostarcza głównego pokarmu młodym uklejom (*Alburnus lucidus*), które w stadkach licznych „pasą się“ ponad łąkami podwodnymi.

**30. Analiza etologiczna zbiorowiska zwierzęcego z łąk podwodnych.** — Ogólnie życie zwierzęce na łąkach podwodnych jest ubogie, zarówno co do liczby gatunków jak i osobników<sup>1)</sup>. Pod tym względem łąki podwodne kontrastują wyraźnie z zaroślami oczeretów, gdzie życie zwierzęce rozwija się bardzo bujnie.

W zbiorowisku zwierzęcem łąk podwodnych wyróżnimy gatunki (*Stylaria lacustris*, *Cristatella mucedo*, *Valvata piscinalis* var. *antiqua*, *Limnesia undulata*, *Brachypoda versicolor*, *Cyrrnus flavidus*, *Limnophilus politus*, *I. marmoratus*, *Ischnura elegans*, *Enalagma cyathigerum*), które zdają się być pasmem łąk podwodnych najbardziej właściwe. Pozostałe, mimo, że niektóre z nich (*Vivipara*, *Asellus aquaticus*, *Pallasea*, *Chloë*) są bardzo

<sup>1)</sup> W niektórych jeziorach łąki podwodne są całkowicie pozbawione życia zwierzęcego. Por. Gü n t e r t, Der Hallwilersee, ein verschwindener Glacialsee und seine Tiefenfauna Lenzburg, 1921, p. 42.

liczne w pasmie łąk podwodnych, jako normalnie spotykane i na innych terenach strefy litoralnej, są mniej znamienne dla tego pasma.

Niektóre (larwy: *Phryganea*, *Leptocerus aterrimus*, *Molanna angustata*) są mieszkańcami pasma łąk podwodnych tylko w wieku bardzo młodym; jako larwy dorosłe posuwają się ku brzegom.

Faunę łąk podwodnych cechuje *drobność* typów. Jest to jedna z cech przystosowawczych tej fauny, zmuszonej do życia wśród gęsto przeplecionych darni ramienicy; takie drobne wydłużone formy, jak *Stylaria lacustris* (tab. IV rys. 1), masowo żyjące wśród ramienicy zdają się być idealnie przystosowane do przepędzania wśród darni podwodnych. Larwy ważek, reprezentowane wśród oczeretów przez duże gatunki (*Anax*, *Brachytroton*, *Libellula*), wśród darni łąk podwodnych zastępują gatunki drobne (*Agrion*, *Ischnura* (tab. IV rys. 8), *Enallagma*). Większe formy tutaj żyjące (*Vivipara*, *Bythinia*, *Limnophilus*, *Phryganea*) trzymają się na powierzchni łąk podwodnych.

Drobne glony, okrzemki i wymoczki osiadłe dostarczają pierwotnego pożywienia dla tej drobnej fauny. Mikrofagami żywią się formy drapieżne (larwy *Odonata*, *Limnophilus*, *Limnesia undunata*). Larwa chróścika *Cyrrnus flavidus* (tab. IV rys. 6), zastępująca *Polycentropus flavo-maculatus* z kamienistego brzegu, rozkłada wśród darni podwodnych (w początku lata na liściach pływających, tab. IV rys. 7) swą pajęczynę, w którą łapie zdobycz.

W naświetlonych wodach pasma łąk podwodnych zabarwienie ochronne, harmonizujące z zimnym, zielonym, przechodzącym w odcień szmaragdowy kolorem otoczenia, przejawia się wyraźnie u wielu form właściwych pasmu łąk podwodnych (*Odonata*, *Mollusca*, *Limnesia undulata*, *Piscicola geometra*).

Chróściki (*Limnophilus marmoratus* i *L. politus*) używają gałązek ramienicy do budowy swych domków (tab. IV rys. 4, 5)<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Nie wiemy, jakim zmianom sezonowym ulega fauna łąk podwodnych w ciągu roku. Badania Wesenberg-Lunda: Furesöstudier Köbenhavn 1917, stwierdziły dla fauny pasma łąk podwodnych jeziora Furesö — brak sezonowości: „les conditions de milieu ne changent pas beaucoup de saison en saison, d'où il résulte que les différents organes de repos (Gemmulae, Statoblastes, oeufs d'hiver, etc.), ne se produisent généralement pas. Dans les Spongilles et les Hydres on n'a pas trouvés de Gemmules ni d'oeufs d'hiver.” p. 206 (résumé français).

31. Fauna pasma sublitoralu. — Przejściowe do głębín pasmo sublitoralu, rozciągające się w kierunku pionowym poniżej pasma łąk podwodnych, aż po głębokość w Wigrach przeciętnie 12 m., — dziedzina światła rozproszonego, pozbawiona roślin zielonych, o nieznacznych wahaniach temperatury, o osadach mulistych, zawierających resztki wapienne zwierząt i roślin strefy przybrzeżnej, — jest terenem bardzo ubogim pod względem faunistycznym.

Oprócz form pasma łąk podwodnych (*Hydra*, *Stylaria lacustris*, *Valvata*, *Limnesia undulata*, *Asellus etc.*) bardziej właściwe pasmu sublitoralu zdają się być trzy gatunki skorupiaków:

*Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars

*Latona setifera* O. F. Müll

*Monospilus dispar* G. O. Sars

*Latona setifera* (tab. IV rys. 10) o silnem orzęsieniu kłapek skorupowych — przystosowaniu chroniącem wewnątrz jamy skrzelowej od zanieczyszczenia — podobnie jak *Monospilus dispar* o oku zredukowanem — są wioślarkami *mutowemi* pasma sublitoralu.

*Pallasea quadrispinosa* (tab. IV rys. 9), skorupiak swobodnie pływający należący do rodziny kielży (*Gammaridae*), „pseudorelikt morski geograficzny“<sup>1)</sup>, mimo że występuje w strefie głębínowej i, zwłaszcza pod jesień, w właściwej strefie litoralnej, jako najliczniejszy w sublitoralu, może być uważany za formę przewodnią dla tego pasma.

## V. Formy mniej zależne od terenów naturalnych strefy litoralnej lub zmieniające tereny z biegiem życia.

32. Część mieszkańców strefy litoralnej Wigier tworzy składniki dwóch lub więcej zbiorowisk zwierzęcych (por. przytoczone spisy poszczególnych zbiorowisk).

Są to gatunki:

1) Niezwiązane z powyżej wydziolonemi terenami, które w ciągu całego ich życia spotkać można w rozmaitych punktach strefy litoralnej,

<sup>1)</sup> K. Demel, Notatki faunistyczne: 2. *Pallasea quadrispinosa* w jeziorze Wigierskiem. Spr. St. Hydrobiolog. na Wigrach. Tom. 1, zeszyt 2/3.

2) zmieniające tereny strefy litoralnej z biegiem rozwoju indywidualnego,

3) zmieniające teren zamieszkania zależnie od pory roku,

32 a. Gatunki niezależne od poszczególnych terenów naturalnych strefy litoralnej. — *Sida crystallina* może być uważana za formę przystosowaną do warunków strefy litoralnej wogóle, a jeden z przejawów tego przystosowania — przyssawka — umożliwia jej czepianie się zarówno kamieni w burzliwym środowisku niezarośniętych wód przybrzeżnych (dno kamieniste), jak również łodyg oczeretów w miejscach zarośniętych, oraz gałązek ramienicy w pasmie łąk podwodnych.

Drugą kategorię tworzą swobodnie *plywające* większe owady wodne: *Coleoptera*, *Hemiptera* z rodzajów *Corixa* i *Notonecta*, oraz większość ryb strefy litoralnej. Gatunki te, jakkolwiek najchętniej trzymają się strefy zarośniętej odwiedzają mniej lub więcej często brzeg niezarośnięty w pasmie fal przybrzeżnych, oraz pasmo łąk podwodnych. Można je uważać za formy słodkowodne wogóle, niezależne od warunków gruntu i roślinności; stanowią one „grupę etologiczną“ *odwiedzających* wszelkie środowiska wód słodkich, gdzie znajdują pokarm.

Jeszcze bardziej obojętnymi w stosunku do różnych warunków środowiska zdają się być właściwi „*ubikwiści*“ słodkowodni: *Asellus aquaticus* i *Gammarus pulex*, które normalnie spotykamy wśród niezarośniętego i zarośniętego brzegów, w pasmie fal przybrzeżnych, oraz w pasmie łąk podwodnych.

Do czwartej kategorii zaliczamy formy mułowe (*Oligochaeta*, *Chironomida*, *Sialis*, *Ephemera*)—niezależne od warunków etologicznych, charakteryzujących wyróżnione przez nas tereny, lecz uzależnione jedynie w swem życiu i rozprzestrzenieniu od właściwości chemicznych mułu, w którym żyją (etologiczne grupy: *oligo meso-* i *polisaprobia*). Oczywiście występują one najliczniej w zarośniętych, zacisznych wodach, gdzie osady mułu nadewszystko obfite. Występują również wśród mułu łąk podwodnych, w mule wód niezarośniętych, a nawet w właściwej strefie głębinowej jeziora (*Oligochaeta* i *Chironomida*).

33. Gatunki zmieniające teren zamieszkania z biegiem rozwoju indywidualnego. — Larwy niektórych owadów wodnych, w szczególności pewnych gatunków chrzączek (*Trichoptera*) zmieniają tereny strefy litoralnej w miarę wzrostu.

Larwy *Phryganea grandis* i *Ph. obsoleta* w wieku późniejszym żyjące przeważnie wśród oczeretów blisko brzegów, jako młode larwy (*larvula*) trzymają się w warstwach głębszych strefy litoralnej, w pasmie łąk podwodnych — i z czastek ramienicy lub moczarki budują swój domek. W miarę wzrostu posuwają się ku brzegom, z początku w górną granicę pasma łąk podwodnych (*Potamogeton*), by ostatecznie przenieść się do zarośli oczeretów i przemienić w poczwarkę<sup>1)</sup>.

Larwy *Molanna angustata*, stanowiące jako larwy dorosłe formy charakterystyczne dla dna piaszczystego przy niezarośłym brzegu pasma fal przybrzeżnych, jako larwy młode (*larvula*), nie większe nad 2—3 mm. znajdowaliśmy często w pasmie ramienicy w głębokości 3 m. w zatoce Wigierki.

Podobne wędrówki larw z biegiem rozwoju indywidualnego, z warstw głębszych ku brzegom zauważyliśmy również u *Anabolia nervosa* i *Leptocerus aterrimus* (§ 11, 30). Wędrówki te zapisane są wyraźnie w budowie domku larwy.

Odnośnie tych gatunków i zapewne wielu innych, których obyczaje podobne, można z całą pewnością twierdzić, że *najmłodsze stadja larwalne przejawiają „tendencję“ do posuwania się w głąb jeziora*; dopiero w miarę wzrostu i zbliżania się ich rozwoju larwalnego ku końcowi daje się zauważyć ruch przeciwny — zbliżanie się ku brzegom, gdzie odbywają przemiany w formy dorosłe, prowadzące życie lądowe.

Zapewne mamy do czynienia u tych gatunków z przejawem coraz doskonalszego przystosowywania się stadjów larwalnych do warunków życia wodnego wogóle, a wielkojeziornego w szczególności.

34. Gatunki zmieniające teren zależnie od pory roku. — Przeciwną tendencję, mianowicie zbliżania się ku brzegom, ku właściwej strefie litoralnej, wykazuje związana przeważnie z pasmem sublitoralu i strefą głębinową *Pallasea quadrispinosa*.

---

<sup>1)</sup> W esenberg-Lund. Über die Biologie der *Phryganea grandis* und über die Mechanik ihres Gehäusebaues. Int. Revue d. Ges. Hydrobiologie u. Hydrographie. Bd. IV. Heft 1—2, p. 65, 1911.

Lestage J. A. Les Larves et Nymphes aquatiques des insectes d'Europe, tome I (en collaboration avec E. Rousseau et H. Schouteden) Bruxelles 1921.

Ten „pseudorelikt morski geograficzny“, związany z jednostajną niską temperaturą, zbliża się ku brzegom tylko pod jesień, gdy temperatura wody w strefie litoralnej obniży się i zbliży do temperatur letnich warstw głębszych. Wtedy to, np. w październiku, możemy łapać go masowo wśród dna kamienistego w pasmie fal przybrzeżnych, a nawet wśród zarośli oczeretów,— gdy latem w tych miejscach tylko przypadkiem można napotkać pojedyncze osobniki.

Teren normalny tego gatunku zmienia się zależnie od pory roku: w chłodniejszą rozszerza się ogarniając i litoral właściwy, w cieplejszą ścieśnia się do strefy głębinowej i pasma sublitoralu. Temperatura wody byłaby czynnikiem etologicznym wędrówek sezonowych tego gatunku.

Organizmy, niezależne od poszczególnych terenów strefy litoralnej, oraz zmieniające tereny, czy to z biegiem rozwoju indywidualnego, czy zależnie od pory roku: są *ogniwami* wiążącymi w jedną całość faunę strefy litoralnej jeziora.

## VI. Fauna litoralna Wigier jako całość.

35. Ze względu na swe normalne środowisko, faunę strefy litoralnej Wigier tworzą formy:

1. Wielkojeziorne.
2. Wód bieżących.
3. Wód stojących (drobnych zbiorników).

Pewna część mieszkańców, spotykana w różnego typu zbiornikach wód słodkich, tworzy typy o charakterze przejściowym.

### 36. Formy wielkojeziorne w strefie litoralnej Wigier.

*Valvata piscinalis* var. *antiqua* Sowb.

*Limnaea auricularia* var. *wigrensis* Poliński.

*Latona setifera* O. F. Müll.

*Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars.

*Cyprinus flavidus* Mc. Lach.

Do gatunków powyższych, wyłącznie wielkojeziornych, dodamy formy żyjące normalnie w wielkich jeziorach i wodach bieżących:

*Proclipsis tessellata* O. F. Müll.

*Ecdyurus fusco-griseus* Retz.

*Polycentropus flavo-maculatus* Pict.

*Tinodes waeneri* L.  
*Goera pilosa* Fabr.  
*Anabolia nervosa* Leach.

Oraz formy żyjące w wielkich jeziorach i mniejszych zbiornikach wód słodkich stojących:

*Acroloxus lacustris* L.  
*Valvata piscinalis* O. F. Müll.  
 „ *cristata* O. F. Müll.  
*Bythinia tentaculata* L.  
*Caenis* sp.  
*Ischnura elegans* Vanderl.  
*Enalagma cyathigerum* Charp.  
*Bradrytron hafniense* Müll.  
*Cyrrnus trimaculatus* Curt.  
*Leptocerus aterrimus* Steph.  
*Molanna angustata* Curt.  
*Phryganea grandis* L.  
 „ *obsoleta* Me. Lach.  
*Agrypnia pagetana* Curt.  
*Limnophilus decipiens* Kol.  
 „ *nigriceps* Zett.  
 „ *marmoratus* Zett.  
 „ *politus* M. Lach.  
*Glyptotaelius punctatolineatus* Retz.  
*Latelmis volckmari* Panz.  
*Helodes minuta* L. (larwy).  
*Leptocerus cinereus* Curt.  
*Stenophylax* sp.  
*Halesus tessellatus* Ramb.

### 37. Formy wód bieżących w strefie litoralnej Wigier.

Część mieszkańców strefy litoralnej Wigier tworzą gatunki spotykane normalnie w wodach szybko bieżących:

*Ancylus fluviatilis* O. F. Müll.  
*Physa fontinalis* L.  
*Limnaea truncatula* O. F. Müll.  
*Dreissensia polymorpha* Pall.  
*Nemura* sp.  
*Platynemis pennipes* Pall.  
*Pyrrhosoma nymphula* Sulzer.  
*Onychogomphus forcipatus* L.  
*Platambus maculatus* L.  
*Esolus angustatus* Müll.

38. Formy wód stojących (drobnozbiornikowe) w strefie litoralnej Wigier. — Nie mamy potrzeby przytaczać po raz drugi

listy form właściwych drobnym zbiornikom: całe prawie zbiornikowisko zwierzące właściwe zacisznym, gęsto oczeretami zarosłym zatokom jeziora (§ 20) tworzą powszechnie znane, drobnozbiornikowe formy. Tylko niektóre, mniej wymagające gatunki, żyją zarówno w wodach stojących, jak i zwolna płynących:

*Tubifex tubifex* Müll.  
*Glossosiphonia complanata* L.  
*Herpobdella atomaria* Carena.  
 „ *octoculata* L.  
*Haemopsis sanguisuga* L.  
*Limnaea auricularia* L.  
*Ephemera vulvata* L.  
*Sialis lutaria* L.  
*Hyphydrus ferrugineus* L.  
*Limnophilus rhombicus* L.  
*Dicranota bimaculata* Schum.

39. Ugrupowanie etologiczne form wielkojeziornych, wód bieżących i drobnozbiornikowych w strefie litoralnej Wigier. — Warunki bytu w strefie litoralnej jeziora w następujący sposób grupują wspomniane typy:

Pasma łąk podwodnych i sublitoral, jako najniższe piętra strefy litoralnej, związane z wodami głębszemi, właściwymi prawdziwym jeziorom skupiają w sobie wszystkie (z wyjątkiem *Limnaea auricularia* var. *wigrensis*) wyłączne formy wielkojeziorne.

Burzliwe niezarośnięte wody przybrzeżne, mimo że ich burzliwość ma inny charakter, niż stały w jednym kierunku prąd potoku czy rzeki, tworzą warunki, wśród których żyją formy właściwe wodom bieżącym (§ 38). Niektóre z nich (*Goera pilosa*, *Tinodes waeneri*, *Ecdyurus fuscogriseus*, *Limnaea auricularia* var. *wigrensis*) przystosowały się do burzliwych wód przybrzeżnych wielkiego jeziora i dziś są rzadkie lub nie spotykają się po za jeziorami.

W mniejszym stopniu, niż wody niezarośnięte, skupiają formy wód bieżących rzadka zarośnięta oczeretami mielizny przybrzeżne (§ 12).

Zaciszne wody, wśród gęsto zarosłych oczeretami zatok przybrzeżnych, stwarzają środowisko, w którym formy typowe dla stawów i sadzawek znajdują swe normalne warunki bytu.

Gatunki mniej wyspecjalizowane życiowo w mniejszym stopniu są związane z określonymi terenami strefy litoralnej.



Strefa litoralna wielkiego, jak Wigry, jeziora stwarza więc warunki właściwe wodom słodkim rozmaitego typu. Jest ona tą strefą jeziora *w której właściwe warunki wielkojeziorne najmniej zaznaczone*<sup>1)</sup>. Ubóstwo wyłącznych form wielkojeziornych wśród bogatej fauny strefy litoralnej jest tego dowodem. Większość — tworzą gatunki właściwe wodom bieżącym i drobnym stojącym zbiornikom: niektóre z nich przystosowują się do warunków wielkojeziornych.

40. Fauna litoralna, jako stadjum ewolucji jeziora. — Analiza fauny litoralnej na elementy wielkojeziorne, wód bieżących drobnozbiornikowe ma doniosłe znaczenie i z innego punktu widzenia:

„dans la lac — pisze Mangin<sup>2)</sup> — chacune de zones de végétation représente un des stades de leur évolution; ainsi l'histoire du lac est en quelque sorte inscrite sur ses bords, et la disposition actuelle de sa végétation, sa surface encore nue et ses parties couvertes de plantes, représentent ce qu'il a été et ce qu'il deviendra, son passé et son avenir!“

To samo powiemy o faunie, mimo że na pierwszy rzut oka zdaje się mieć mniejsze w tym względzie od flory znaczenie.

W Wigrach fauna wód niezarośniętych przybrzeżnych, przystosowana do silnego falowania wody, złożona przeważnie z form wód bieżących lub im odpowiadających, wyraża nam *wcześniej-szy etap* fauny w ewolucji jeziora; w miarę starzenia się jeziora, jego zarastania od brzegów, fauna ta zostaje coraz bardziej wypierana, *zastępowana* przez faunę oczeretów i szuwarów przybrzeżnych, złożoną z gatunków właściwych drobnym zarosłym zbiornikom wód stojących.

Jeziora młodsze wiekiem niż Wigry, np. położone w północnej Suwalszczyźnie jez. Hańcza, skąd bierze początek przepływająca przez Wigry rzeka Czarna Hańcza, nie mają prawie wcale rozwiniętego pasma oczeretów i związanej z niem fauny drobnych zarosłych zbiorników wód stojących — mają zato obfitą

<sup>1)</sup> Tylko strefa głębinowa, a w jeszcze większym stopniu strefa limnetyczna (śródmiejsze) tworzą z biologicznego punktu widzenia działy najbardziej charakterystyczne dla prawdziwego jeziora. Cechuje je znaczna przewaga form wielkojeziornych (por. Lityński, odnośnik s. 11).

<sup>2)</sup> Végétation des lacs du Jura, Paris 1904.

faunę wód burzliwych niezarośniętych w szczególności faunę związaną z dnem kamienistym (duże kamienie i głazy okalają jezioro wzdłuż brzegu kilkumetrowym pasem).

Jeziora starsze wiekiem, np. zarastające jeziora dookoła Wigier (Płociczno, Muliczne, Długie, Okrągłe etc.), po za pojezierzem Suwalskiem większość jezior Kujawskich, jeziora Firlejowskie etc., mają pas oczerętów silnie rozwinięty i z nim związaną faunę przybrzeżną typu zarośniętych drobnych zbiorników stojących.

Najogólniej wyrazimy myśl powyższą: faunę litoralną jezior młodych wiekiem w naszych stronach cechuje przewaga form wód bieżących; — jezior starszych wiekiem — przewaga form wód stojących drobnozbiornikowych.

Ze względu na znaczny obszar niezarośniętych lub tylko rzadka zarośniętych wód przybrzeżnych i związanej z temi wodami fauny, złożonej z licznych form właściwych wodom bieżącym i im pokrewnych, *jezioro Wigry można uważać za jezioro w wieku wczesnym swej dojrzałości.*

## W y n i k i .

I. W strefie litoralnej Wigier, obejmującej dno i wody przybrzeżne jeziora, poczynając od linii brzegu po pionową przeprowadzoną w głębokości 10—12 m, można wyróżnić w kierunku pionowym:

1. Pasma działania fal przybrzeżnych.
2. „ łąk podwodnych.
3. „ sublitoralu.

II. Pasma sublitoralu i łąk podwodnych są terenami jednorodnymi. Pasma działania fal przybrzeżnych, obejmujące dno i wody, poczynając od linii brzegu po stromy stok idący ku głębinom (podwodna przybrzeżna ławica — wynik działania fal na brzeg), jest zróżnicowane w kierunku poziomym.

Ze względu na stan zarośnięcia rozróżniamy w pasmie tem wody niezarośnięte i zarośnięte (rzadką względnie gęstą formacją oczerętów).

Wody niezarośnięte pasma fal przybrzeżnych cechują cztery typy dna: kamienisty, piaszczysty, wapienny, torfowy.

III. Powyższym terenom naturalnym odpowiadają następujące zbiorowiska zwierzęce (ugrupowanie etologiczne):

1. Zbiorowisko zwierzęce dna kamienistego.
2. " " " piaszczystego.
3. " " osadów wapiennych.
4. " " dna torfowego.
5. " " zatok gęsto zarosłych oczeretami.
6. " " mielizn rzadko zarosłych oczeret.
7. " " pasma łąk podwodnych.
8. " " " sublitoralu.

Pierwsze sześć zbiorowisk odpowiadają faunie zróżnicowanego znacznie w kierunku poziomym pasma działania fal przybrzeżnych.

IV. Część mieszkańców (gatunki niezależne od poszczególnych terenów, gatunki zmieniające tereny z biegiem rozwoju indywidualnego, gatunki zmieniające teren zależnie od pory roku), tworzy składniki w kilku zbiorowiskach.

V. Ze względu na normalne środowisko, faunę strefy litoralnej Wigier tworzą formy:

1. Wielkojeziorne.
2. Wód bieżących.
3. Drobnozbiornikowe.

Wielkojeziorne skupiają się przeważnie w sublitoralu i pasmie łąk podwodnych; formy wód bieżących wśród burzliwych wód przybrzeżnych niezaruszonych; drobnozbiornikowe — w gęsto zarosłych oczeretami zatokach zacisznych.

Zrzadka zarosłe oczeretami mielizny przybrzeżne — teren przejściowy od wód niezaruszonych do gęsto zarosłych — skupiają formy wód bieżących i drobnozbiornikowe.

VI. Znaczny obszar wód przybrzeżnych, niezaruszonych, lub zrzadka zarosłych oczeretami (pierwsze stadium zarastania jeziora), oraz związana z temi wodami fauna, złożona w przeważnej części z gatunków wód bieżących lub im podobnych, pozwala uważać Wigry za jezioro we czesnym wieku swej dojrzałości.

## TABLICA ZESTAWIAJĄCA UGRUPOWANIE ETOLOGICZNE MAKROFAUNY W STREFIE LITORALNEJ JEZ. WIGIERSKIEGO.

(Skrócenia: r — rzadki; c — częsty; l — bardzo liczny)

● stwierdza istnienie

№	G A T U N E K	I. Pasma działania fal przybrzeżnych							Stanowisko stwierdzone w jeziorze:
		Wody niezarośnięte				Wody zarośnięte			
		Dno kamieniste	Dno piaszczyste	Dno wapienne	Dno torfowe	Zatoki gęsto zarośnięte	Miełzny rzadko zar.	II Pasma łak podwodnych	
								III Pasma sublitoralne	
	<b>Protozoa.</b>								
1	<i>Ophrydium versatile</i> Ehrb. . . . .	c							Staw, Wigierki
	<b>Coelenterata.</b>								
2	<i>Hydra oligactis</i> Pall. . . . .					c		c	Staw, Wigierki
3	„ <i>vulgaris</i> Pall. . . . .					c			„ „
	<b>Porifera.</b>								
4	<i>Euspongilla lacustris</i> L. . . . .						l	r	Całe jezioro
	<b>Oligochaeta.</b>								
5	<i>Tubifex tubifex</i> Müll. . . . .	r				l	c		Wigierki
6	<i>Lumbriculus variegatus</i> Müll. . . . .	c				c			Staw
7	<i>Limnodrilus</i> sp. . . . .					c			Staw
8	<i>Stylaria lacustris</i> L. . . . .					c		l	Wigierki
9	<i>Nais obtusa</i> Gervais. . . . .							e	„
10	<i>Chaetogaster diaphanus</i> Gruith. . . . .					e		c	„
	<b>Hirudinea.</b>								
11	<i>Glossosiphonia complanata</i> L. . . . .	c				l			Staw, Wigierki
12	<i>Helobdella stagnalis</i> L. . . . .	c				l			„ „
13	<i>Proclepsis tessellata</i> O. F. Müll. . . . .	r							„ „
14	<i>Hemiclepsis marginata</i> O. F. Müll. . . . .					c			Staw
15	<i>Herpobdella octoculata</i> L. . . . .	c				c			„
16	„ <i>atomaria</i> Carena . . . . .	c				c			Wigierki.
17	<i>Haemopsis sanguisuga</i> L. . . . .					c			Staw, Długie.
18	<i>Piscicola geometra</i> L. . . . .							c	
	<b>Tricladia.</b>								
19	<i>Bdellocephala punctata</i> Pall. . . . .	c	r						Wigierki Łysocha, Dąbek, Głęboki Dół.
20	<i>Dendrocoelum lacteum</i> Müll. . . . .	r							Wigierki, Dąbek
21	<i>Policelis nigra</i> Müll. . . . .					l			Staw, Wigierki
22	„ „ var. <i>brunea</i> . . . . .					l			Staw, Wigierki
23	<i>Planaria</i> sp. . . . .	r							

№	G A T U N E K	I. Pasma działania fal przybrzeżnych						II. Pasma łąk podwodnych	III. Pasma sublitoralu	Stanowisko stwierdzone w jeziorze:
		Wody niezarośnięte				Wody zarośnięte				
		Dno kamieniste	Dno piaszczyste	Dno warplenne	Dno torfowe	/atoki gęsto zarośnięte	Mielizny rzadko zar.			
<b>Gordiacea.</b>										
24	<i>Gordius aquaticus</i> L. . . . .		c							Staw, Wigierki, Zat Słupiańska.
<b>Mollusca <sup>1)</sup>.</b>										
25	<i>Acroloxus lacustris</i> L. . . . .					r	e			Wigierki.
26	<i>Ancylus fluviatilis</i> O. F. Müll. . . . .	l								Młynówka łącząca Staw z Wigierkami.
27	<i>Lymnaea stagnalis</i> L. . . . .	r				e	l			Całe jezioro.
28	" <i>auricularia</i> L. . . . .					r	l			Całe jezioro.
29	" " <i>var wigrensia</i> Pol. . . . .	r								
30	" <i>ovata</i> Drap. . . . .	e		r		e				Wigierki, Łysocha, Dąbek, Wysoki Węgiel.
31	" <i>palustris</i> O. F. Müll. . . . .						l			
32	" <i>truncatula</i> O. F. Müll. . . . .	c								Młynówka łącząca Staw z Wigierkami.
33	<i>Galba turricula</i> Held. . . . .	r				e				Staw, Wigierki.
34	<i>Physa fontinalis</i> L. . . . .					e		r		Staw, Wigierki, Łysocha, Wysoki Węgiel.
35	<i>Planorbis corneus</i> L. . . . .					e				Staw, Wigierki.
36	" <i>marginatus</i> Drap. . . . .	r				e				Staw, Wigierki, Łysocha.
37	" <i>vortex</i> L. . . . .					e				Staw, Wigierki.
38	" <i>contortus</i> L. . . . .					e	c			Wigierki.
39	<i>Bythinia tentaculata</i> L. . . . .			c				e		Staw, Wigierki, Łysocha, Wysoki Węgiel.
40	<i>Vivipara contecta</i> Müll. . . . .							e		Staw, Wigierki.
41	<i>Valvata piscinalis</i> O. F. Müll. . . . .							l		Wigierki.
42	" " <i>var. antiqua</i> Sars. . . . .							l		"
43	" <i>crinata</i> O. F. Müll. . . . .							e		"
44	<i>Dreissensia polymorpha</i> Pall. . . . .	c						l		Całe jezioro.
45	<i>Anodonta cygnea</i> L. . . . .							e		Wigierki.

<sup>1)</sup> Patrz: Poliński: O faunie mięczaków Ziemi Suwalskiej. Spr. Stacji Hydrobiolog. na Wigrach. Tom 1, № 1, p. 37—42, 1922.

№	G A T U N E K	I. Pasma działania fal przybrzeżnych						II. Pasma łak podwodnych	III. Pasma subitoralne	Stanowisko stwierdzone w jeziorze:
		Wody niezarośle				Wody zarośle				
		Dno kamieniste	Dno piaszczyste	Dno wapienne	Dno torfowe	Zatoki gęsto zarośle	Miełzyny rzadko zar.			
46	<i>Unio pictorum</i> L. . . . .		c						Wigierki	
47	<i>Sphaerium corneum</i> L. . . . .		c						"	
48	<i>Pisidium</i> sp. . . . .		c						"	
	<b>Hydracarina</b> <sup>1)</sup> .									
49	<i>Hydrarachna globosa</i> de Geer. . . . .					c			Wigierki	
50	" <i>geographica</i> O. F. Müll.					c			"	
51	" <i>uniscutata</i> Thor. . . . .					c			Staw	
52	<i>Limnesia undulata</i> O. F. Müll. . . . .						l		Wigierki, Staw	
53	" <i>fulgida</i> C. L. Koch. . . . .						c		" "	
54	<i>Hygrobates longipalpis</i> Herm. . . . .						c		" "	
55	<i>Hydrochoreutes Krcmeri</i> Pienig. . . . .						c		" "	
56	<i>Brachypoda versicolor</i> O. F. Müll. . . . .						c		" "	
	<b>Oribatidae.</b>									
57	<i>Notaspis lacustris</i> Michal. . . . .						l		Wigierki	
	<b>Araneae.</b>									
58	<i>Argyroneta aquatica</i> L. . . . .						l		Staw, Wigierki	
	<b>Crustacea.</b>									
59	<i>Asellus aquaticus</i> L. . . . .	r	r	c		l	r	c	r	Całe jezioro
60	<i>Gammarus pulex</i> L. . . . .	c	r	c		c	c	r		" "
61	<i>Pallasea quadrispinosa</i> G. O. Sars. . . . .	c	r	c		r	r	c	l	" "
62	<i>Latona setifera</i> O. F. Müll. . . . .								r	
63	<i>Sida crystallina</i> O. F. Müll. . . . .	r				c	l	l		" "
64	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> G. O. Sars. . . . .							●		
65	" <i>megops</i> Sars. . . . .							●		
66	<i>Simocephalus velutus</i> O. F. Müll. . . . .							●		
67	<i>Scapholeberis mucronata</i> O. F. Müll. . . . .							●		
68	<i>Bosmina longirostris</i> O. F. M. . . . .							●		
69	" <i>obtusirostris</i> Sars. . . . .							●		
70	<i>Eurycerus lamellatus</i> O. F. Müll. . . . .							●		
71	<i>Acroperus harpae</i> Baird. . . . .							●		
72	<i>Alonopsis elongata</i> G. O. Sars. . . . .	●				●				Płoso północne

<sup>1)</sup> Oznaczyła dr. H. Waniczkówna.

№	G A T U N E K	I. Pasma działania fal przybrzeżnych						II. Pasma łąk podwodnych	III. Pasma subitoralne	Stanowisko stwierdzone w jeziorze:
		Wody niezarośnięte				Wody zarośnięte				
		Dno kamieniste	Dno piaszczyste	Dno wapienne	Dno torfowe	Zatoki gęsto zarośnięte	Miełizny rzadko zar.			
73	<i>Alona affinis</i> Leydig. . . . .							•		
74	<i>Rhynchotalona rostrata</i> Koch. . . . .					•				
75	" <i>falcata</i> G. O. Sars. . . . .		•						Brzegi piaszczyste Płosa północnego.	
76	<i>Graptoleberis testudinaria</i> Fisches. . . . .							•		
77	<i>Paracantha truncata</i> O. F. Müll. . . . .							•		
78	<i>Chydorus sphaericus</i> O. F. Müll. . . . .	•							Staw	
79	" <i>piger</i> G. O. Sars. . . . .		•						Brzegi piaszczyste Płosa północnego.	
80	" <i>gibbus</i> Liljeborg. . . . .		•						Płosa północne	
81	<i>Monospilus dispar</i> G. O. Sars. . . . .							•		
82	<i>Anchistropus emarginatus</i> G. O. Sars. . . . .					•			Z. Białczańska.	
83	<i>Polyphemus pediculus</i> L. . . . .					•			Staw, Wigierki.	
84	<i>Cyclops serrulatus</i> Fischer. . . . .						•			
85	" <i>albidus</i> Jurine. . . . .						•			
86	" <i>macrurus</i> G. O. Sars. . . . .							•		
87	" <i>leuckarti</i> Claus. . . . .							•		
	<b>Larwy Ephemera.</b>									
88	<i>Ephemera vulgata</i> L. . . . .			c	r	e		c		Wigierki, Lysocha.
89	<i>Ecdyurus fusco-griseus</i> Retr. . . . .	e					c			Wigierki.
90	<i>Leptophlebia</i> sp. . . . .					c				"
91	<i>Caenis</i> sp. . . . .	e								Staw, Wigierki.
92	<i>Chloëon</i> sp. . . . .					l		l		"
93	<i>Centroptilum</i> sp. . . . .			c				c		Wigierki, Zat. Białczańska.
	<b>Larwy Odonata.</b>									
94	<i>Onychogomphus forcipatus</i> L. . . . .		c							Wigierki, Zat. Słupiańska.
95	<i>Brachytron hafniense</i> Müll. . . . .					r				Zat. Słupiańska
96	<i>Anax imperator</i> Leach. . . . .					c				Staw, Wigierki.
97	<i>Cordulia aenea</i> L. . . . .					e		r		Staw.
98	<i>Libellula quadrimaculata</i> L. . . . .					c				Zat. Słupiańska.
99	<i>Platycnemis pennipes</i> Pall. . . . .						r			Wyspa Ordów.

№	G A T U N E K	I. Pasma działania fal przybrzeżnych						II. Pasma łąk podwodnych	III. Pasma sublitoralne	Stanowisko stwierdzone w jeziorze:
		Wody niezarośnięte				Wody zarośnięte				
		Dno kamieniste	Dno piaszczyste	Dno wapienne	Dno torfowe	Zatoki gęsto zarośnięte	Mielizny rzadko zar.			
100	<i>Pyrrhosoma nymphula</i> Sulz. . . . .					r			Wigierki.	
101	<i>Enalagma cyathigerum</i> Chorp. . . . .						c		"	
102	<i>Ischnura elegans</i> Lind. . . . .						c		"	
103	<i>Agrion</i> sp. . . . .						c		Staw, Wigierki.	
	<b>Larwy Plecoptera.</b>									
104	<i>Nemura avicularis</i> Mort. . . . .	c							Wigierki, Zat. Słupiańska.	
105	<i>Nemura</i> sp. . . . .	c					c		Wigierki.	
106	<i>Nemurella picteti</i> Klp. . . . .	c							"	
	<b>Hemiptera.</b>									
107	<i>Corixa</i> sp. . . . .						c		Staw, Wigierki.	
108	<i>Cymathia coleopatrata</i> F. . . . .						c		Całe jezioro.	
109	<i>Notonecta glauca</i> L. . . . .	r	r				c	r	Wigierki, Zat. Słupiańska i Białczańska.	
110	<i>Sigara minutissima</i> L. . . . .		l	c					Staw, Wigierki, Zat. Słupiańska	
111	<i>Nepa cinerea</i> L. . . . .						c		Wigierki.	
112	<i>Hygrotrechus paludum</i> F. . . . .						c		Zatoka końcowa jeziora Staw (źródła).	
113	<i>Velia currens</i> F. . . . .						c			
	<b>Larwy Neuroptera.</b>									
114	<i>Sialis lutaria</i> Fabr. . . . .						c	r	Wigierki (na gąbkach).	
115	<i>Sisyra fulcata</i> Fabr. . . . .						r			
	<b>Coleoptera.</b>									
116	<i>Haliplus flavicollis</i> Strm. . . . .		c						Staw.	
117	<i>Haliplus</i> sp. (larwy). . . . .		l						"	
118	<i>Hyphidrus ferrugineus</i> L. . . . .						c		Wigierki.	
119	<i>Hydroporus depressus</i> F. . . . .		c						Staw.	
120	<i>Platambus maculatus</i> L. . . . .	l							Wigierki, Łysocha, Zat. Słupiańska.	
121	<i>Agabus Stunni</i> Gyll. . . . .						c			



№	G A T U N E K	I. Pasma działania fal przybrzeżnych							II. Pasma łak podwodnych	III. Pasma sublitoralu	Stanowisko stwierdzone w jeziorze:
		Wody niezarośnięte				Wody zarośnięte					
		Dno kamieniste	Dno piaszczyste	Dno wapienne	Dno torfowe	Zatoki gęsto zarośnięte	Miełizny rzadko zar.				
122	<i>Ilybius</i> sp.							c			Wigierki, Lysocha.
123	<i>Acilius canaliculatus</i> Nicol.							c			Płociczno.
124	" <i>sulcatus</i> L.							c			"
125	<i>Dytiscus latissimus</i> L.							l			"
126	<i>Macrodytes marginalis</i> L.							c			Staw, Płociczno
127	" <i>circumflexus</i> F.							c			Płociczno
128	<i>Gyrinus columbus</i> Er.							c			Wigierki
129	<i>Laccobius minutus</i> L.							c			
130	<i>Esolus angustatus</i> Müll.	c									Wigierki
131	<i>Latelmis volkmari</i> Panz.	c									Wigierki
132	<i>Helodes</i> (larwy)	c									Wigierki
<b>Larwy Trichoptera.</b>											
133	<i>Agraylea multipunctata</i> Curt.							c			Staw.
134	<i>Hydroptila</i> sp.	c									Wigierki.
135	<i>Oxyethira</i> sp.	c						c			"
136	<i>Polycentropus flavomaculatus</i> Piet.	c									Wigierki, Staw.
137	<i>Cyrrnus flavidus</i> Mc. Lachl.									l	Wigierki.
138	" <i>trimaculatus</i> Curt.	r									"
139	<i>Tinodes waeneri</i> L.	l									"
140	<i>Agrypnia pagetana</i> Curt.							c			Staw.
141	<i>Phryganea grandis</i> L.							c	c		Wigierki.
142	" <i>obsoleta</i> Mc Lachl.							c	c		"
143	<i>Leptocerus aterrimus</i> Steph.	c								l	Staw, Wigierki.
144	" <i>cinereus</i> Curt.	r									Wigierki.
145	" <i>senilis</i> Burm.								c		Wigierki (na gąbkach).
146	<i>Molanna angustata</i> Curt.	c	c						r		Wigierki, Zat. Białczańska.
147	<i>Glyptotaelius punctatolineatus</i> Retz.							r			Wigierki
148	<i>Limnophilus decipiens</i> Kol.							r			"
149	" <i>lunatus</i> Curt.								l		"
150	" <i>marmoratus</i> Curt.								c		Staw, Wigierki.
151	" <i>nigriceps</i> Zett.							r			Wigierki
152	" <i>politus</i> Mc. Lachl.									l	"
153	" <i>rhombicus</i> L.							c	c		Staw, Wigierki.
154	<i>Anabolia nervosa</i> Leach.									l	Wigierki.

№	G A T U N E K	I. Pasma działania fał przybrzeżnych						II. Pasma łąk podwodnych	III. Pasma sublitoralne	Stanowisko stwierdzone w jeziorze:
		Wody niezarośnięte				Wody zarośnięte				
		Dno kamieniste	Dno piaszczyste	Dno wapienne	Dno torfowe	Zatoki gęsto zarośnięte	Mielizny rzadko zar.			
155	<i>Stenophylax</i> sp . . . . .		r							Staw, (sąsiedztwo źródeł).
156	<i>Mesophylax impunctatus</i> Mc. Lachl. . . . .				l					Wigierki
157	<i>Halesus tessellatus</i> Rambuz. . . . .						r			"
158	<i>Goera pilosa</i> Fabr. . . . .	c								"
<b>Larwy Lepidoptera.</b>										
159	<i>Paraponyx stratiotata</i> L. . . . .							r		Staw.
<b>Larwy Diptera.</b>										
160	<i>Dicranota bimaculata</i> Schumm. . . . .	c				c				Staw, Wigierki.
161	<i>Tipula lateralis</i> Meig. . . . .	c								Staw.
162	<i>Corethra plumicornis</i> L. . . . .									Płociczno.
163	<i>Palpomia algarum</i> Kieff. . . . .					l				} Staw (wałgach pływających).
164	" <i>octasema</i> Kieff. . . . .					l				
165	<i>Chironomus plumosus</i> . . . . .					c				Staw.
166	<i>Endochironomus</i> . . . . .	●					●			} Wigierki (żyją w łodygach <i>Sc. lacustris</i> )
167	<i>Phytchironomus</i> . . . . .						l			
168	<i>Glyptotendipes</i> . . . . .						l			
169	<i>Tanytarsus</i> . . . . .	●								} Wigierki
170	<i>Eutanytarsus</i> . . . . .	●								
171	<i>Pelopia</i> . . . . .	●								
172	<i>Orthocladius</i> . . . . .	●								"
173	<i>Psectrocladius</i> . . . . .					c				Staw (wałgach pływających).
174	<i>Cricotopus brivipalpis</i> Kieff. . . . .						l			Wigierki (żyje w liściach <i>Potamogeton natans</i> ).
175	<i>Metriocnemus hygropetricus</i> Kieff. . . . .									Młynówka łącząca Wigierki ze Stawem.
<b>Pisces <sup>1)</sup>.</b>										
176	<i>Esox lucius</i> . . . . .						l			Całe jezioro.
177	<i>Perca fluviatilis</i> . . . . .	l					l			"
178	<i>Alburnus lucidus</i> . . . . .							l	c	Wigierki (Zat. Uklejowa).
179	<i>Cobitis taenia</i> . . . . .		c							Wigierki.
180	<i>Gasterosteus aculeatus</i> . . . . .					c				

<sup>1)</sup> Uwzględniono tylko gatunki wyraźnie związane z terenami naturalnymi strefy litoralnej; wszystkich gatunków ryb jest w Wigrach około 20.

## RÉSUMÉ.

## Le groupement éthologique de la macrofaune dans la région littorale du lac de Wigry (Pologne).

## I. Zones éthologiques de la région littorale du lac de Wigry.

1. On peut distinguer dans la région littorale du lac de Wigry dans le sens *vertical* trois zones superposées (voir dessin 1)

- a. Zone d'action des vagues côtières
- b. " de végétation submergée
- c. " sublittorale.

La zone d'action des vagues côtières embrasse les eaux et le fond sur la grève inondée (produit de l'action des vagues sur le rivage). Dans le lac de Wigry elle commence au bord de l'eau du lac et va jusqu'à une profondeur de 2 m. en moyenne.

La zone de végétation submergée part du point de la grève inondée, et s'étend jusqu'à une profondeur de 7 m. en moyenne.

La zone sublittorale commence au delà de la végétation submergée jusqu'à 10—12 m. de profondeur. Les débris calcaires, provenant des plantes (Characées) et des mollusques littoraux, communs dans cette zone, nous autorisent à l'incorporer à la région littorale, quoique strictement c'est une zone de passage de la région littorale à la région profonde.

2. Les zones sublittorale et de végétation submergée au point de vue de leurs conditions d'existence sont uniformes dans toutes leurs étendues.

Au contraire, la zone d'action des vagues côtières est très différenciée.

Dans le sens *horizontal* on peut distinguer dans cette zone:

a. les eaux et le fond non euahis par la végétation de roseaux.

b. les eaux et le fond couverts de roseaux (très denses: en certains endroits, clairsemés dans d'autres).

Dans les eaux non envahies par la végétation, on distingue 4 types de fond:

- a. fond pierreux
- b. " sableux
- c. " calcaireux
- d. " de tourbe.

## II. Faune des eaux non couvertes de roseaux dans la zone d'action des vagues côtières.

1. L'association animale du fond pierreux (§§ 7 et 8 du texte polonais) renferme des espèces *lithophiles*, propres aux grands lacs (*Nemura avicularis*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Tinodes rwaeneri*, *Goera pilosa*) et aux torrents (*Ancylus fluviatilis*, *Platambus maculatus*, *Esolus angustatus*, *Latelmis volckmari*).

Au point de vue de l'éthologie, le fond pierreux du lac de Wigry (dans la zone d'action des vagues côtières) abrite des espèces à organes adhésifs, à appareils alourdissants ainsi que celles qui nagent aisément dans l'eau agitée et se cachent sous les pierres (*Platambus maculatus*).

2. L'association animale du fond sableux (§§ 10, 11) est formée par des espèces *psammophiles* aquatiques. Certaines vivent à la surface du sable (*Molanna angustata*, *Leptocerus aterrimus*, *L. cinereus*, *Sigara minutissima*, larves de *Haliplus*), d'autres dans le sable (*Mollusques*, *Onychogomphus forcipatus*, *Cobitis taenia*).

La coloration isabeline s'harmonisant avec la couleur du sable est le trait caractéristique de la plupart des vrais psammophiles (*Onychogomphus*, *Sigara*, *Cobitis*).

Les larves des Trichoptères (*Molanna angustata*, *Leptocerus*) forment leurs fourreaux à l'aide de grains de sable.

3. L'association animale du fond composé de débris calcaires (coquilles de Mollusques, débris de characées ne comprend aucune espèce propre à ces dépôts (§§ 13, 14). Elle est mélangée d'espèces du fond pierreux (*Bdellocephala punctata*, *Platambus maculatus*, *Goera pilosa*), du fond sableux (*Molanna angustata*, *Sigara minutissima*) et de celles qui vivent dans la vase (*Tubifex*, *Ephemera vulgata*).

L'influence du milieu se fait voir chez les habitants du fond calcaire (§ 15): les larves des Trichoptères (*Goera pilosa* et *Molanna angustata*) construisent leurs fourreaux (contrairement aux individus vivant dans leur milieu normal) de débris de coquilles (voir dessins Tabl. II, 6, 7). La coloration presque blanche de la plupart d'entre eux s'harmonise avec celle du fond. On peut aussi remarquer la diminution de taille (rabougrissement) chez certains habitants du fond calcaire (*Gammarus pulex*, *Aseilus aquaticus*).

4. Le fond de tourbe est pauvre quant à la faune (§ 16). C'est la larve d'un Trichoptère (*Mesophylax impunctatus*) qui y est spécialement représentée.

5. Comme trait commun des habitants typiques des fonds pierreux, sableux, calcaireux et tourbeux dans la zone d'action des vagues ou peut noter l'adaptation à la vie dans les eaux fortement agitées (organes adhésifs, appareils alourdissants, aplatissement du corps, solidité du corps). L'auteur partage à ce sujet les vues de *Wesenberg-Lund*<sup>1)</sup>, qui voit dans les eaux non couvertes de roseaux un milieu spécial à la région littorale du lac, caractérisé surtout par la forte agitation de l'eau („Brandungszone“).

### III. Faune des eaux couvertes de roseaux.

1. L'association animale des eaux couvertes d'une formation dense de roseaux est composée d'espèces *limnicoles*, propre aux étangs et marais. La liste en est dressée à la page 17. Ces espèces vivant normalement dans les eaux stagnantes, fortement envahies par la végétation, ne constituent donc pas des éléments caractéristiques de faune du grand lac.

2. Au contraire, les eaux couvertes de roseaux clairsemés (cas très fréquent dans le lac de Wigry) forment un domaine où l'on rencontre à côté des espèces limnicoles habituelles celles qui préfèrent les eaux agitées (*Dreysensia polymorpha*, *Ecdyurus fusco-grisens*, *Nemura*, *Platycnemis pennipes*, *Pyrrhosoma nymphula*, *Molanna angustata*, *Goera pilosa*, *Halesus tessellatus*, *Limnophilus lunatus*, *Anabolia nervosa*). C'est un milieu de passage entre les eaux non couvertes de roseaux et celles qui sont densément envahies par cette végétation.

<sup>1)</sup> Cité page 17 du texte polonais.

#### IV. Faune de la zone de végétation submergée et de la zone sublittorale.

1. L'association animale dans la zone de végétation submergée (§§ 29, 30) est assez pauvre quant au nombre d'espèces. Elle est composée d'animaux généralement de petite taille, microphages, saprophages, carnivores (*Cyrrnus flavidus*) — les Characées ne semblent pas servir de nourriture aux animaux vivant dans ce milieu.

La teinte verte de beaucoup d'animaux vivant sur la végétation submergée s'harmonise avec la coloration des plantes.

Les larves des Trichoptères *Limnophilus politus*, *L. marmoratus*) utilisent des brindilles de Characées pour la construction de leurs fourreaux.

2. La faune de la zone sublittorale du lac de Wigry est encore plus pauvre (§ 31). Outre des espèces de la zone de végétation submergée (*Hydra*, *Stylaria lacustris*, *Valvata*), on trouve là plus spécialement trois espèces de Crustacées, soit nageant librement (*Pallasea quadrispinosa*), soit vivant dans la vase *Monospilus dispar*, *Latona setifera*).

#### V. Espèces qui au cours de leur vie changent de zone dans la région littorale.

1. Un certain nombre d'espèces peuvent être trouvées dans n'importe quelle zone de la région littorale (*Sida crystallina*); insectes bons nageurs: Hemiptères, Coleoptères; espèces vivant dans la vase; ubiquistes aquatiques.

2. Une autre partie change de milieu avec l'âge. Les larvules des Trichoptères (*Leptocerus aterrimus*, *Molanna angustata*, *Phryganea*), vivant dans la zone de végétation submergée, deviennent larves, ces espèces se rapprochent des bords dans la zone d'action des vagues. (§ 33).

3. Enfin le crustacé *Pallasea quadrispinosa* vivant durant l'été dans la zone sublittorale et la région profonde, se rapproche du bord en automne, de sorte qu'on peut alors le voir abondamment sur le fond pierreux en compagnie du *Gammarus pulex* dans la zone d'action des vagues côtières. Il semble que la tem-

pérature de l'eau soit la condition éthologique de ces migrations saisonnières.

## VI. Quelques notions générales sur la faune littorale du lac de Wigry.

1. Les espèces de la faune littorale, selon leur milieu normal, peuvent être groupées en éléments:

- a) lacustres;
- b) torrenticoles;
- c) limnicoles.

2. Les éléments lacustres propres aux grands lacs sont peu nombreux dans la région littorale du lac de Wigry (*Valvata piscinalis* v. *antiqua*, *Limnaea auricularia* v. *wigrensis*, *Latona setifera*, *Pallasea quadrispinosa*, *Cyrrnus flavidus*).

Outre ces espèces exclusivement lacustres, il y a un nombre d'espèces propres aux grands lacs et à des eaux à fort courant (*Ecdyurus fusco-griseus*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Tinodes waeneri*, *Goera pilosa*, *Anabolia nervosa*), et celles qu'on rencontre dans les grands lacs et dans les petits étangs fortement envahis par la végétation (*Acroloxus lacustris*, *Valvata piscinalis*, *V. cristata*, *Bythinia tentaculata*, *Ischnura elegans*, *Enallagma cyathigerum*, *Brachytron hafniense*, *Cyrrnus trimaculatus*, *Leptocerus aterrimus*, *Molanna angustata*, *Phryganea grandis*, *P. obsoleta*, *Agrypnia pagetana*, *Limnophilus decipiens*, *L. nigriceps*, *L. mamoratus*, *L. politus*, *Glyptotaelius punctatolineatus*).

3. Les principales espèces torrenticoles propres aux eaux à fort courant, qui trouvent leurs conditions normales dans les eaux agitées de la zone des vagues côtières du lac de Wigry sont les suivantes: *Ancylus fluviatilis*, *Nemura* sp. *Onychogomphus forcipatus*, *Platambus maculatus*, *Esolus angustatus*, *Latelmis volkmari*, *Leptocerus cinereus*, *Stenophylax*).

4. Nous n'avons pas besoin de donner la liste des espèces limnicoles (propres aux eaux stagnantes du type étang). L'association animale des eaux couvertes de roseaux (§ 20) est presque exclusivement composée par elles.

5. Les conditions éthologiques de la région littorale du lac de Wigry distribuent les éléments lacustres, torrenticoles et limnicoles de la façon suivante: les districts les plus profonds de cette région, la zone de végétation submergée et la zone sublit-

torale, abritent toutes les espèces exclusivement lacustres (sauf *Limnaea auricularia* var. *wigrensisi*).

Les eaux calmes de faible profondeur couvertes de roseaux forment le domaine propre aux espèces limniques. Les eaux fortement agitées non couvertes des roseaux abritent les espèces vivant dans les eaux à fort courant (torrenticola et éléments lacustres de la faune de „Brandungszone“ sensu Wesenberg-Lund).

6. La région littorale du grand lac (comme Wigry) est donc un domaine où sont réunies les conditions propres aux eaux douces de divers types. Les conditions spéciales aux grands lacs y sont faiblement marquées. Le nombre restreint de vraies espèces lacustres en est la preuve. C'est la région profonde et surtout la région pélagique qui, au point de vue biologique, constituent les domaines tout à fait propres aux grands lacs.

7. L'histoire du lac étant inscrite sur ses bords par la disposition actuelle de sa végétation<sup>1)</sup>, il est permis de voir aussi dans la faune littorale un stade d'évolution générale du lac.

La faune de la région littorale du lac de Wigry, où les éléments liés avec de l'eau fortement agitée non ou faiblement envahies par les roseaux, sont fortement représentés, nous marque un stade primitif de la faune du lac, qui au fur et à mesure de l'invasion des roseaux sera remplacé par la faune limnique, liée avec des eaux calmes du type étangs et marais.

Tout comme la flore, elle nous permet de conclure que le lac de Wigry est au premier stade de sa maturité.

### Avis au lecteur!

LE TABLEAU SYSTÉMATIQUE RÉSUMANT LE GROUPEMENT ÉTHOLOGIQUE DE LA FAUNE LITTORALE DU LAC DE WIGRY (page 37 du texte polonais) A LES RUBRIQUES SUIVANTES:

N <sup>o</sup>	E S P È C E	I. Zone d'action des vagues côtières					II. Zone de végétation submergée	III. Zone sublittorale	Stationnement constaté dans le lac de Wigry
		Eau nonverte de Roseaux			Eau couverte de Roseaux				
		Fond pierreux	Fond sableux	Fond calcaireux	Fond de tourbe	Formation dense de Roseaux			

r — espèce rare; \*c — espèce commune; l — espèce très abondante.

<sup>1)</sup> Mangin cité p. 34 du texte polonais.





## OBJAŚNIENIE TABLIC.

### TABL. I.

Zbiorowisko zwierzęce dna kamienistego w wodach niezarośniętych pasma fał przybrzeżnych.

(Association animale du fond pierreux).

1. Domki larw chróścika *Tinodes waeneri* L., przyczepione do powierzchni kamienia.
2. Domki poczwarki chróścika *Goera pilosa* F., przyczepione do powierzchni kamienia i mięczak *Dreissensia polymorpha* Pall.
3. Larwa chróścika *Polycentropus flavomaculatus* Piet.
4. Domek poczwarki chróścika *Hydroptila*, przyczepiony do powierzchni kamienia.
5. Domki piaskowe larw *Chironomida*, przyczepione do powierzchni kamieni.
6. *Latelmis volkmari* Panz.
7. *Esolus angustatus* i jego larwa.
8. *Platambus maculatus* L.

Rys. z natury K. Demel.

### TABL. II.

Zbiorowisko zwierzęce dna piaszczystego w wodach niezarośniętych pasma fał przybrzeżnych.

(Association animale du fond sableux).

1. Larwa ważki *Onychogomphus forcipatus* L.
2. Larwy chróścika *Molanna angustata* Curt. od strony grzbietowej i brzusznej widziane.
3. Larwa chrząszcza *Haliplus*.
4. Larwa pluskwiaka *Sigara minutissima* L.
5. Domki poczwarki chróścika *Leptocerus aterrimus* Steph.

Fauna osadów wapiennych w wodach niezarośniętych pasma fał przybrzeżnych.

(La faune des dépôts calcaires).

6. Domek larwy chróścika *Goera pilosa* F., zbudowany z okruchów wapiennych *Dreissensia polymorpha* (por. rys. 2, tabl. I).
7. Domek larwy *Molanna angustata* Curt., zbudowany z okruchów wapiennych skorupki mięczaków (por. rys. 2, tabl. II).

Rys. z nat. K. Demel.

TABL. III.

*Przedstawiciele zbiorowiska zwierzęcego zatok zacisznych, norosłych zwartą formacją oczeretów.*

(Association animale dans les roseaux denses).

1. Larwa ważki *Anax Imperator* Leach.
2. " " *Brachytron hafniense* Müll.
3. " chróścika *Agraylea multipunctata* Curt.
4. Domek larwy *Agrypnia pagetana* Curt. (ułamana łodyżka trzciny).

*Zbiorowisko zwierzęce mielisz przybrzeżnych, rzadka zarosłych oczeretami.*

(Association animale dans les roseaux clairsemés).

5. Domek larwy chróścika *Limnophilus rhombicus* L.
6. " " " " *lunatus* Zett.
7. " " " *Halesus tessellatus* Rambur.
8. " " " *Limnophilus decipiens* Kol.
9. Larwa chróścika *Anabolia nervosa* Leach., pełzająca po łodyżce trzciny.
10. Skorupka mięczaka *Limnaea auricularia* L.
11. *Dreissensia polymorpha* Pall. i *Goera pilosa* F., przyczepione do muszli *Unio pictorum* L.
12. Łodyga situ (*Scirpus lacustris* L.), w której ryją larwy *Glyptotendipes* i *Phytochironomus* (widać otworki wydrażone przez larwy).
13. Larwy *Cricotopus brevipalpis* Kieff., ryjące w liściach *Potamogeton natans*.  
Rys. z nat. K. Demel.

TABL. IV.

*Zbiorowisko zwierzęce pasma łąk podwodnych.*

(Association animale dans la zone de végétation submergée).

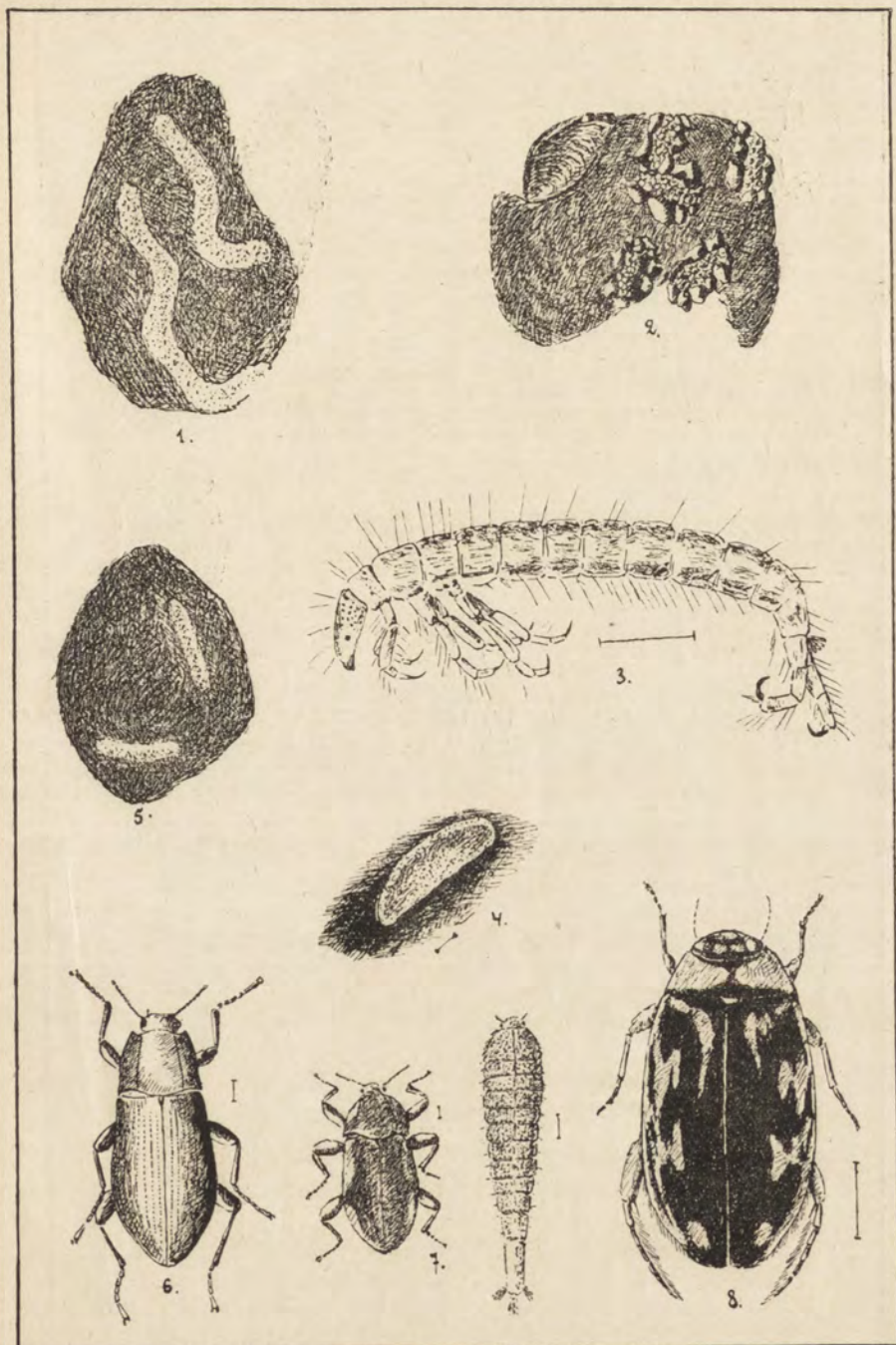
1. *Stylaria lacustris* L.
2. *Valvata piscinalis* Müll. (wedł. Thiele'go).
3. *Limnesia undulata* O. F. Müll.
4. Domek larwy chróścika *Limnophilus marmoratus* Curt. (na którym młoda gąbka).
5. Domek larwy chróścika *Limnophilus politus* Mc. Lach.
6. Larwa chróścika *Cyrrnus flavidus* Mc. Lachl.
7. Domek larwy chróścika *Cyrrnus flavidus* na liściu *Potamogeton natans* (wedł. Wesenberg-Lunda).
8. Larwa ważki *Ischnura elegans* Vanderl.

*Fauna pasma sublitoralne.*

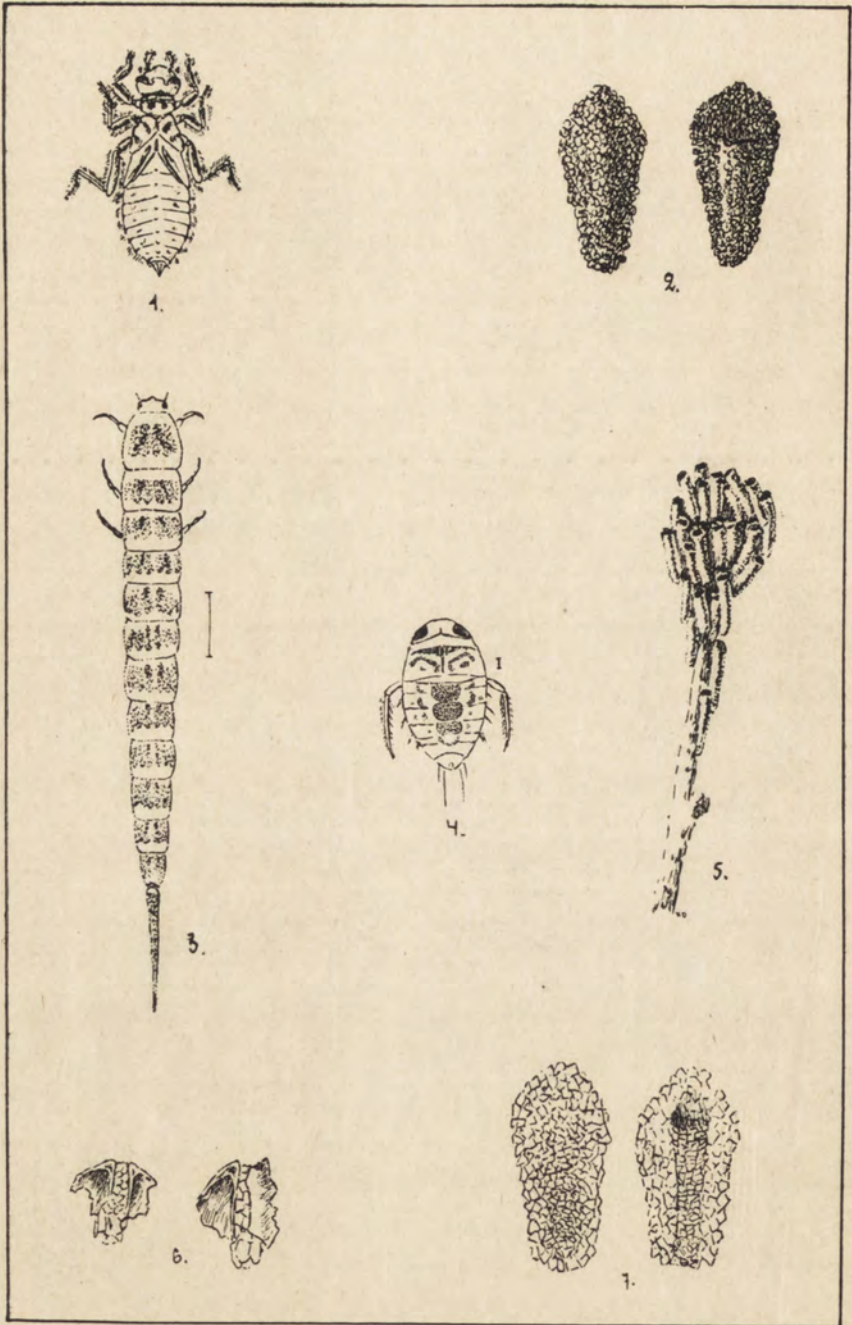
(La faune de la zone sublittorale).

9. *Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars.
10. *Latona setifera* O. F. Müll.

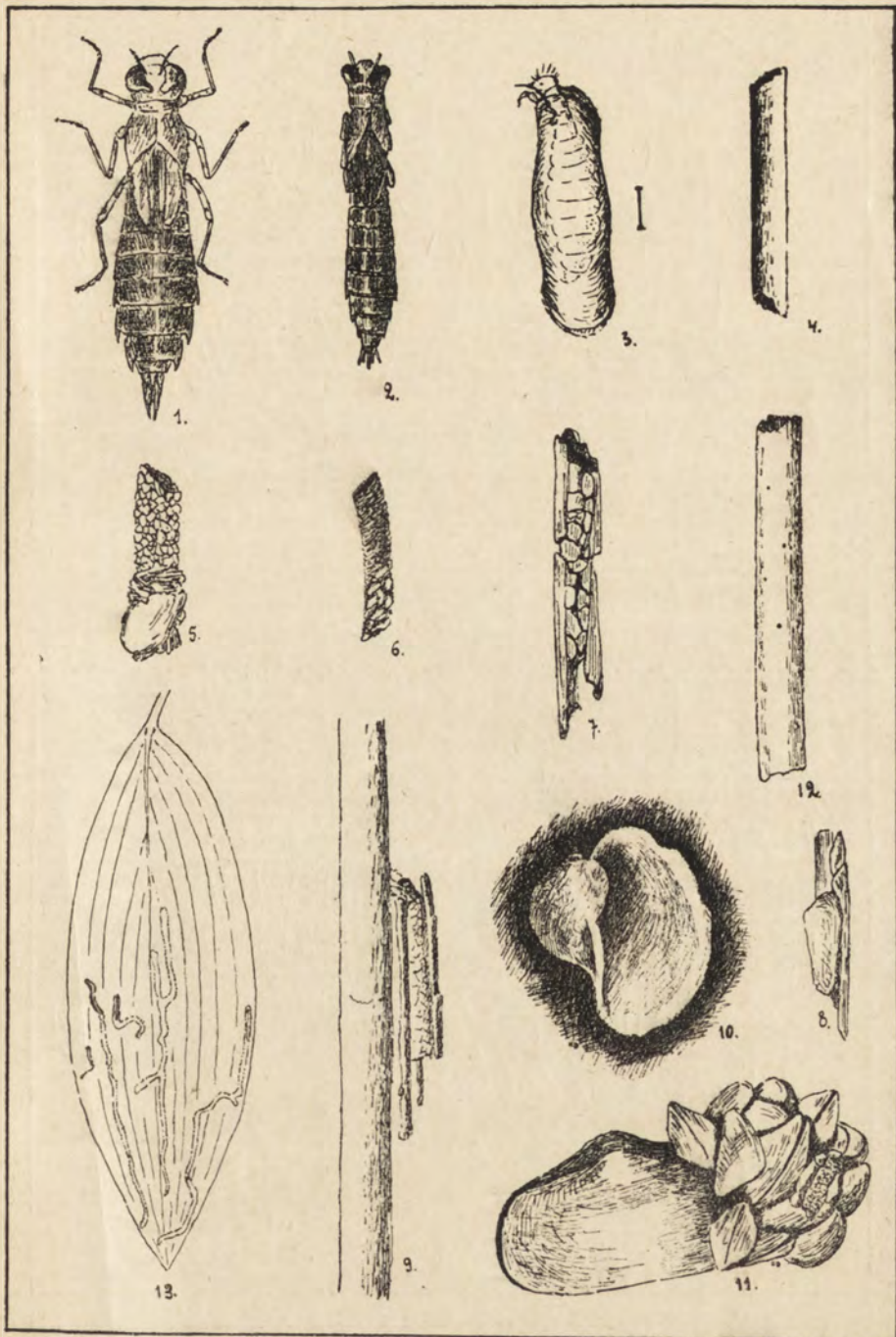
Rys. z nat. K. Demel.



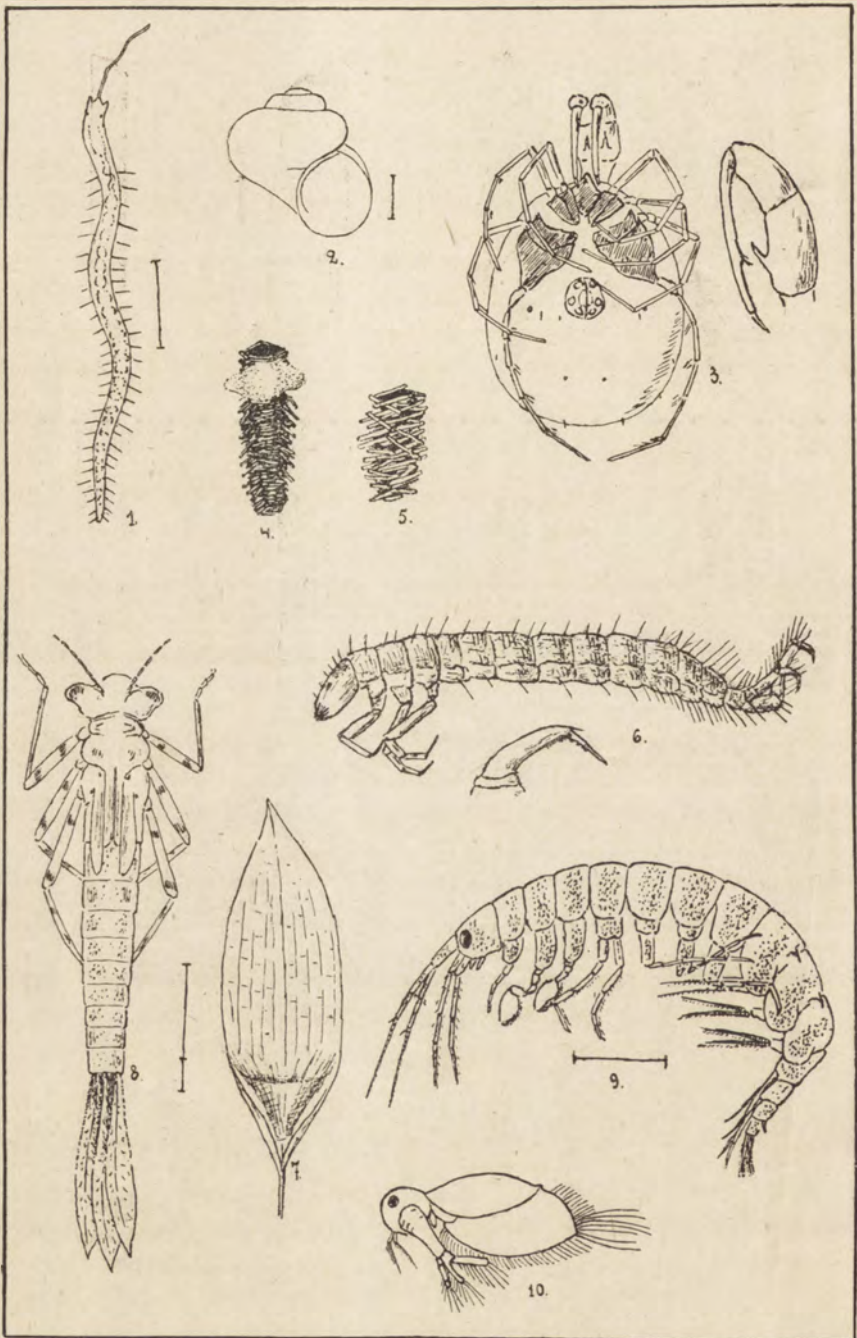
Kazimierz Demel. Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego.



Kazimierz Demel. Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego.



Kazimierz Demel. Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego.



Kazimierz Demel. Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego.

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.  
PRACE INSTYTUTU IM. M. NENCKIEGO.

ZAKŁAD FIZJOLOGJI.

TRAVAUX DE L'INSTITUT M. NENCKI.  
LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE.

№ 30. 1923.

---

---

T. VIEWEGER.

**O wytwarzaniu zapasów bezazotowych  
podczas przyswajania białka u zwierząt  
zmiennocieplnych <sup>1)</sup>.**

**(Sur la production des réserves non-azo-  
tées pendant l'assimilation des protéines  
chez les animaux poïkilothermes).**

---

W poprzedniej pracy (T. Vieweger '22) podałem ogólne warunki, w jakich zachodzi przyswajanie białka w okresie pogłódowym u pijawki lekarskiej. Wspomnę, że przemianę białkową w okresie odżywiania charakteryzuje niezwykle intensywny przyrost białka, pozostający w zależności prostej od ilości dostarczonego pokarmu, — w zależności odwrotnej od masy białka uorganizowanego. Pozatem zasługuje na uwagę względnie wysoka wartość współczynnika przyrostowego białka, wynosząca dla zwierząt małych (0.2—0.3 g) w okresie podwojenia wagi około 46.

W niniejszej pracy szło mi o rozstrzygnięcie kwestji, czy w okresie intensywnej przemiany i przyswajania białka zachodzi jednocześnie wytwarzanie zapasów bezazotowych. Kwestja powyższa nasuwa się ze względu na warunki biologiczne odżywiania pijawki. Pijawka pobiera znaczne ilości pokarmu w dużych odstępach czasu. Można przewidywać, że w danym przy-

---

<sup>1)</sup> Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w czerwcu 1923 roku.



padku białko podlega nietylko zużyciu na cele wzrostu ew. restytucji białka utraconego w czasie głodu, lecz i dla nagromadzenia pewnej rezerwy bezazotowej. Do powyższego przypuszczenia skłaniają również pewne dane z prac poprzednich autorów (Pütter '07, Białaszewicz '19), zarówno jak i zestawienia analiz Terroine'a ('19), które wskazują na pewną zmienność zawartości związków bezazotowych w pijawkach głodzonych. Ogólny sposób postępowania w pracy niniejszej był podobny do ustalonego poprzednio. Pijawki, głodzone uprzednio w przeciągu kilku miesięcy, karmiłem krwią królika<sup>1)</sup>. Po upływie 20—40 dni, a więc okresu, w czasie którego zachodzi najbardziej intensywny przyrost białka, usuwałem z pijawek krew pozostałą w przewodzie pokarmowym oraz poddawałem zwierzęta analizie. Oznaczałem glikogen, tłuszcz i azot. Oznaczałem również azot w wydalinach.

W pierwszej serii doświadczeń (tab. I, II) wykonywałem oddzielnie analizy na glikogen i azot na jednych osobnikach, zaś na kwasy tłuszczowe i azot — na innych. Przy oznaczaniu azotu posiłkowałem się metodą Kjeldahla z płynami  $\frac{1}{25}$  normalnymi (T. Vieweger '22); do oznaczania glikogenu — metodą Przyłęckiego ('18) i Michaelis'a ('14); wreszcie przy określaniu kwasów tłuszczowych — metodą Kumagawa-Suto ('08), przyczem oznaczałem kwasy tłuszczowe wagowo. Analizy na azot i glikogen uskuteczniałem na pojedynczych osobnikach. Do oznaczania zaś kwasów tłuszczowych brałem 2—3 pijawki wagi ogólnej około jednego grama. Ilość kwasów tłuszczowych wynosiła w tych warunkach<sup>2)</sup> od 16 do 38 mg.

W drugiej serii doświadczeń (tab. III, IV) oznaczałem w pojedynczych osobnikach kolejno zawartość tłuszczu, glikogenu i azotu. Do oznaczania kwasów tłuszczowych stosowałem metodę Kumagawa-Suto i Banga ('19) w modyfikacji Wasilewskiej ('23). Sposób postępowania był następujący. Pijawki hydrolizowałem ługiem potasowym 25% w naczynkach od centryfugi objętości około 10 cm<sup>3</sup>. Następnie po zakwaszeniu

1) W dzień poprzedzający karmienie królik nie otrzymywał pokarmu.

2) Zastosowalność metody Kumagawa-Suto dla danych ilości kwasów tłuszczowych sprawdziłem przez porównanie rezultatów otrzymanych dla znacznych (około 200 mg) i niewielkich ilości kwasów tłuszczowych, ekstrahowanych z substancji suchej jaj żabich.

ekstrahowałem eterem siarkowym. Wyciąg eterowy po odparowaniu rozpuszczałem w eterze naftowym i przesączałem przez sączek azbestowy Pregla. Po odparowaniu eteru naftowego kwasy tłuszczowe zmydlałem i oznaczałem miareczkowo zapomocą dwuchromianu potasu i tiosarczanu sodu (Wasilewska '23). W pozostałości wodnej (zalkalizowanej natychmiast po oddzieleniu kwasów tłuszczowych) strącałem glikogen alkoholem, odwirowywałem i postępowalem dalej, jak przy zwykłym oznaczaniu glikogenu mikrometodą Przyłęckiego ('18). Wreszcie, po oddzieleniu czystych kwasów tłuszczowych i glikogenu, oznaczałem w pozostałościach azot. Powyższy sposób postępowania pozwalał otrzymać dla jednego osobnika zestawienie jednocześnie zawartości i przyrostów tłuszczu, glikogenu i białka.

Ilość związków przyswojonych obliczałem z różnicy zawartości końcowej (znalezionej) i początkowej (wyliczonej). Zawartość początkową obliczałem na zasadzie danych otrzymanych dla zwierząt-kontroli (tab. I, III). Pijawki używane w serjach I i II pochodziły z dwóch odrębnych hodowli. Serja II zawierała przeważnie zwierzęta większe, głodzone w przeciągu roku. Wykazały one bardzo nieznaczną zawartość glikogenu i znacznie mniejszą zawartość kwasów tłuszczowych, aniżeli pijawki-kontrolne serji I.

Doświadczenia były prowadzone przeważnie w temperaturze stałej 25° (№ 1—22). Jednakże część doświadczeń była wykonana w temperaturze niższej, pokojowej, w dwóch serjach. W serji Ia (№ 23—25) temperatura wahała się od 14°—18° (przeciętna 16°), w serji IIa od 16°—20° (przeciętna 18°. № 26—28 tabela V).

Zauważę, że z powodu braku materiału zarówno jak i trudności technicznych nie mogłem w pracy niniejszej wyodrębnić w dostatecznej mierze wpływu szeregu czynników (czas, wielkość zwierząt, ilość pokarmu), których działanie występuje tak wyraźnie dla przemiany białkowej.

Dane liczbowe dotyczące się serji I i II zestawilem w tabelach I—VIII.

Z zestawienia danych widzimy, że w czasie przyrostu białka zachodzi jednocześnie wzrost ilości glikogenu w ciele, zarówno jak i przyrost kwasów tłuszczowych. Przyrosty glikogenu wynosiły od 5 do 22.3 mg w serji I i od 8.4 do 43.2 mg w serji II.

TABELA I.

Zawartość azotu, glikogenu i kwasów tłuszczowych w pijawkach-kontrolach serji I i Ia.

№ kontroli № de la sangsue-contrôle	Waga zwierzęcia Poids de la sangsue	Zawartość azotu w ciele Quantité d'azote dans le corps	Procentowa zawartość azotu Pourcent d'azote	Zawartość glikogenu w ciele Quantité de glycogène dans le corps	Procentowa zawartość glikogenu Pourcent de glycogène	Zawartość kwasów tłuszczowych w ciele Quantité d'acides gras dans le corps	Procentowa zawartość kwasów tłuszczowych Pourcent d'acides gras
	g	mg	%	mg	%	mg	%
I	0.22	—	—	1.81	0.90	—	—
II	0.33	6.72	2.04	2.10	0.64	—	—
III	0.34	6.68	1.94	3.12	0.92	—	—
IV	0.47	9.19	1.96	5.95	1.27	—	—
V	0.23	21.19	2.06	—	—	21.0	2.0
	0.36						
VI	0.44	20.40	2.00	—	—	20.7	2.0
	0.47						
0.55							
Przeciętna Moyenne	—	—	2.00	—	0.93	—	2.0

Tableau I. Teneur en azote, glycogène et acides gras des sangsues-contrôles de la série I et Ia.

Przy wyprowadzaniu wniosku musimy uwzględnić możliwość pewnego błędu wskutek dość znacznej rozbieżności w zawartości glikogenu w pijawkach-kontrolach (serja I). Wiadomo, że jest to jeden z najważniejszych zarzutów, podnoszonych stale przez Pflügera ('05) w badaniach nad przyrostem glikogenu w organizmie odżywianym. Jednakże wobec niewielkich absolutnie ilości glikogenu w pijawkach głodzonych (od 1.2 do 3.9 mg) błąd powyższy nie posiada większego znaczenia. Możemy zatem stwierdzić obecność znacznych, do 40 mg na zwierzę dochodzących, przyrostów glikogenu.

Zwłaszcza wyraźnie występuje gromadzenie się glikogenu w okresie odżywiania pijawek w zestawieniu z przyrostem białka

## T A B E L A II.

Serja I. Zawartość i przyrost azotu, glikogenu oraz kwasów tłuszczowych w pijakach karmionych. Temperatura 25°.

№ zwierzęcia	№ de la sangsue	Ilość dni ubiegłych od narkarmienia	Nombre de jours de la période d'alimentation			Waga początkowa zwierzęcia	Zawartość azotu w ciele Quantité d'azote dans le corps			Zawartość glikogenu w ciele Quantité de glycogène dans le corps			Zawartość kwasów tłuszczowych w ciele Quantité d'acides gras dans le corps			Azot wydalany Azote des produits de la désassimilation		Ilość azotu krwi pozostałej Quantité d'azote du sang non resorbé	
			Początkowa	Końcowa	Finalna		Przyrost	Azote assimilé	Początkowa	Końcowa	Finalna	Przyrost	Glycogène assimilé	Początkowa	Końcowa	Finalna	Przyrost	mg	mg
1		32	5,60	—	—	0,28	2,60	7,63	5,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2		24	7,40	10,62	3,22	0,37	3,44	12,21	8,77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3		32	4,80	9,97	5,17	0,24	2,15	14,23	12,08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4		40	7,00	15,06	8,06	0,35	3,25	23,81	20,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5		40	4,80	12,93	8,13	0,24	2,23	21,85	19,62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6		24	4,40	13,38	8,98	0,22	2,05	24,39	22,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7		32	13,00	16,33	3,33	0,65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8+9		40	14,60	31,64	17,04	0,32 (0,41)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10		32	10,00	16,19	6,19	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11+12		24	13,00	23,58	10,58	0,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tableau II. Série I. Quantités d'azote, de glycogène et d'acides gras assimilés pendant la période d'alimentation. Température 25°.

w tymże czasie, lub też w odniesieniu do aktualnej masy ciała. W tabelach II, IV, V pominąłem wagę końcową zwierząt. Ze względu na znaczne ilości krwi, pozostałej zazwyczaj w przewodzie pokarmowym, waga powyższa nie daje dokładnego pojęcia o przyroście masy żywej. Natomiast w celach orientacyjnych możemy się posiłkować porównawczo procentowym przyrostem białka i glikogenu, ewentualnie składem substancji organicznej pijawek głodzonych i odżywianych. W tabelach VI i VII zestawilem przyrosty białka, glikogenu i kwasów tłuszczowych w odniesieniu procentowym do ich zawartości początkowej w ciele.

TABELA III.

Zawartość azotu, glikogenu i kwasów tłuszczowych w pijawkach-kontrolach serji II i IIa.

№ kontroli № de la sangsue-contrôle	Waga zwierzęcia Poids de la sangsue	Zawartość azotu w ciele Quantité d'azote dans le corps	Procentowa zawartość azotu Pourcent d'azote	Zawartość glikogenu w ciele Quantité de glycogène dans le corps	Procentowa zawartość glikogenu Pourcent de glycogène	Zawartość kwasów tłuszczowych w ciele Quantité d'acides gras dans le corps	Procentowa zawartość kwasów tłuszczowych Pourcent d'acides gras
	g	mg	%	mg	%	mg	%
VII	0.69	—	—	2.93	0.42	6.8	0.99
VIII	0.49	11.24	2.29	2.28	0.47	—	—
IX	0.23	5.39	2.34	0.86	0.37	2.3	1.00
X	0.76	17.27	2.27	3.21	0.42	7.5	0,98
Przeciętna Moyenne	—	—	2.30	—	0.42	—	0.99

Tableau IV. Teneur en azote, glycogène et acides gras des sangsues-contrôles de la série II et IIa.

W tabeli VIII podałem zawartość procentową białka, glikogenu i tłuszczów w substancji organicznej pijawek-kontroli i pijawek-karmionych serji II <sup>1)</sup>).

<sup>1)</sup> Zawartość białka wyliczono mnożąc azot przez 6.25, tłuszczów—mnożąc ilość kwasów tłuszczowych przez 1.78.

T A B E L A IV.

Serja II. Zawartość i przyrost azotu, glikogenu oraz kwasów tłuszczowych w pijkawkach karmionych. Temperatura 25°.

№ zwierzęcia	№ dni ubiegłych od narkarmienia	Liczba dni karmienia	Liczba dni karmienia	Zawartość azotu w ciele Quantité d'azote dans le corps			Zawartość glikogenu w ciele Quantité de glycogène dans le corps			Zawartość kwasów tłuszczowych w ciele Quantité d'acides gras dans le corps			Azot wydaliny Azote des produits de la désassimilation		Liczba azotu krwi pozostałej Quantité d'azote du sang non resorbé
				Początkowa	Finalna	Przyrost	Początkowa	Finalna	Przyrost	Początkowa	Finalna	Przyrost	Initialna	Koncowca	
13	25	0.28	6.44	7.45	1.01	1.18	9.58	8.40	2.8	3.9	1.1	4.10	3.89		
14	33	0.49	11.27	13.50	2.23	2.06	18.41	16.35	4.9	7.6	2.7	9.18	12.96		
15	30	0.43	9.89	14.16	4.27	1.81	18.32	16.51	4.3	7.0	2.7	—	10.32		
16	30	0.60	13.80	18.12	4.32	2.52	20.83	18.31	5.9	9.2	3.3	11.96	11.81		
17	30	0.52	11.96	16.53	4.57	—	—	—	5.1	8.7	3.6	12.02	—		
18	36	0.33	7.59	14.52	6.93	1.39	23.47	22.09	3.3	8.1	4.8	14.99	18.46		
19	35	0.38	8.74	12.49	3.75	1.60	23.48	21.88	3.8	6.2	2.4	12.38	11.20		
20	30	0.63	14.49	20.96	6.47	2.65	25.58	22.93	6.2	8.3	2.1	15.21	15.60		
21	26	0.94	21.62	27.56	5.94	3.95	32.55	28.60	9.3	13.4	4.1	19.47	45.43		
22	31	0.90	20.70	27.58	6.88	3.78	46.96	43.18	8.9	14.0	5.1	—	—		

Tableau IV. Série II. Quantités d'azote, de glycogène et d'acides gras assimilés pendant la période d'alimentation. Température 25°.

Z danych tabeli VI i VII wynika, że przyrosty białka wynosiły od 44 do 204% w serji I i od 16 do 91% w serji II <sup>1)</sup>. W tym czasie przyrosty glikogenu wahają się od 225 do 1090% w serji I i od 712 do 1589% w serji II. Podobny stosunek przyrostów białka (1.3—47%) i glikogenu (246—1132%) daje się zauważyć również dla zwierząt trzymanyh w temperaturze niższej (№ 23—28). Pod tym względem, zarówno jak i udziału tłuszczów w ogólnym przyroście, serje—Ia i IIa nie dały wyników zasadniczo różnych od serji w temperaturze wyższej.

Widzimy zatem, że w okresie intensywnego odżywiania przyrosty glikogenu dosięgają szesnastokrotnej wartości początkowej, przewyższając kilka-kilkadziesiąt razy (5—40) wartość procentową przyrostów białka.

Powyższe szybkie wytwarzanie zapasów glikogenu powoduje jednocześnie wybitną zmianę w składzie substancji organicznej ciała. Początkowy udział glikogenu w stosunku 2.3—2.6% w pijawkach głodzonych podlega przesunięciu do 13.8—20.9% w pijawkach karmionych (tab. VIII). Gdybyśmy przyjęli, że jednocześnie zawartość procentowa białka w ciele nie uległa większym zmianom (wydaje się to możliwe ze względu na nieznaczną (16—17%) zawartość substancji organicznej), t. j. że wzrost masy żywej zachodził w tym stopniu mniej więcej, co i wzrost ilości białka, to zawartość glikogenu w pijawkach karmionych możnaby ocenić na 20—100 mg na g wagi żywej—w przeciwstawieniu do 4—5 mg w pijawkach głodzonych. Natomiast, jeżeli będziemy się opierać na udziale procentowym substancji organicznej w masie żywej (16—17%), to otrzymamy wartości niższe od 22 do 32 mg w serji I i od 23—35 mg na g wagi w serji II. Te ostatnie liczby możemy uważać za bardziej zbliżone do rzeczywistych, aczkolwiek nieco za niskie wobec tego, że udział substancji organicznej w masie ciała zwiększa się zazwyczaj w okresie pogłodowym (Lipschütz '15).

Liczby powyższe zyskują na znaczeniu, jeżeli je porównamy z zawartością glikogenu w tkankach innych zwierząt. Tak np. według Cramera zawartość glikogenu w ciele noworodka wynosi około 10 p. m., według Schöndorffa maksymalna

<sup>1)</sup> Niskie stosunkowo przyrosty białka w serji II tłumaczą się części niewielkimi ilościami pobranego pokarmu (№ 13, 15, 17), części znaczną wielkością pijawek (T. Vieweger '22).

TABELA V.

Zawartość i przyrost azotu, glikogenu i kwasów tłuszczowych w pijawkach karmionych serji Ia i IIa.  
Temperatura pokojowa.

№ zwierzęcia	Ilość dni ubiegłych od narkarmienia	Liczba dni karmienia	Temperatura pokojowa		Waga początkowa zwierzęcia	Poids initial de la sangsue	Zawartość azotu w ciele Quantité d'azote dans le corps			Zawartość glikogenu w ciele Quantité de glycogène dans le corps			Zawartość kwasów tłuszczowych w ciele Quantité d'acides gras dans le corps			Azot wydaliny Azote des produits de la désassimilation		Azot krwi pozostałej Azote du sang non resorbé	
			Początkowa	Finalna			Przyrost	Początkowa	Finalna	Przyrost	Początkowa	Finalna	Przyrost	Początkowa	Finalna	Przyrost	mg		mg
Serja Ia. Temperatura średnia 16°.																			
23		32	0.16	0.28	0.16	0.28	3.20	4.38	1.18	1.49	5.16	3.67	—	—	—	—	2.36	5.63	
24+25		45	0.28	0.29	0.28	0.29	11.40	16.73	5.33	—	—	—	—	11.4	12.0	0.6	13.44	57.58	
Serja IIa. Temperatura średnia 18°.																			
26		24	0.38	0.47	0.38	0.47	8.74	8.85	0.11	1.60	6.32	4.72	3.8	6.5	2.7	3.38	1.21		
27		35	0.47	0.44	0.47	0.44	10.81	13.91	3.10	1.97	17.44	15.47	4.7	8.0	3.3	8.91	13.43		
28		32	0.44	0.29	0.44	0.29	10.12	14.63	4.51	1.85	22.79	20.94	4.4	7.5	3.1	—	—	17.12	

Tableau V. Série Ia et IIa. Quantités d'azote, de glycogène et d'acides gras assimilés pendant la période d'alimentation. Les animaux tenus à la température de la chambre (moyen.: série Ia 16°, série IIa 18°).



## T A B E L A VI.

Serja I i I-a. Zestawienie procentowych przyrostów białka, glikogenu i tłuszczów.

№ zwierzęcia № de la sangsue		1	2	3	4	5	6	7	8+9	10	11+12	Serja Ia			
												23	24	25	
Procent przyrostu Pourcent d'accroissement	białka des protéines	—	44	108	115	169	204	26	117	62	81	37	47		
	glikogenu du glycogène	193	225	562	636	880	1090	—	—	—	—	246	—		
	tłuszczów des graisses	—	—	—	—	—	—	23	37	200	192	—	5		

Tableau VI. Série I et I-a. L'accroissement des protéines, du glycogène et des graisses en pourcent de leurs quantités initiales dans le corps.

## T A B E L A VII.

Serja II i II-a. Zestawienie procentowych przyrostów białka, glikogenu i tłuszczów.

№ zwierzęcia № de la sangsue		13	14	21	16	22	17	15	19	20	18	Serja Ia		
												26	27	28
Procent przyrostu Pourcent d'accroissement	białka des protéines	16	20	27	31	33	38	43	43	45	91	1.3	29	45
	glikogenu du glycogène	712	794	724	727	1142	—	912	1367	865	1589	295	785	1132
	tłuszczów des graisses	39	55	44	56	57	61	63	63	34	145	70	70	70

Tableau VII. Série II et II-a. L'accroissement des protéines, du glycogène et des graisses en pourcent de leurs quantités initiales dans le corps.

zawartość glikogenu w mięśniach psa wynosi 37 p. m., w wątrobie od 43 do 187 (Pflüger '05). U zwierząt zmienno ciepłych zawartość glikogenu wynosi w żabie całej 7—10 p. m. (Pflüger '05), przyczem w wątrobie według Mangolda dosięga 200 p. m., u rekina (Botazzi) 9.3 — 23.8 p. m. (Hammarsten '14). Wreszcie według danych Weinlanda i Lessera zawartość glikogenu u robaków, należących do różnych ugrupowań, wynosi od 15 do 71 mg na g wagi żywej (Weinland '10). Widzimy zatem, że pijawka gromadzi w okresie odżywiania dość znaczne, nawet w porównaniu do innych zwierząt, ilości glikogenu.

Przechodząc do rozpatrzenia przyrostów kwasów tłuszczowych, musimy zwrócić uwagę na pewną niejednorodność wyników serji I. Pijawki № 10—12 wykazały największe wogóle przyrosty tłuszczu, odbiegające znacznie od pozostałych (№ 7—9). Przyczyną tego może być pewna rozbieżność indywidualna w zawartości kwasów tłuszczowych w pijawkach głodzonych. Ponadto pijawki № 10—12 wzięte były do doświadczenia o kilkanaście dni wcześniej od innych. Natomiast serja II, na której będziemy głównie opierać nasze wnioski, wykazuje znaczną zgodność wyników.

Naogół przyrosty kwasów tłuszczowych były mniejsze, aniżeli przyrost glikogenu. W serji I ilość kwasów tłuszczowych wzrosła o 3 do 20 mg, w serji II—1 do 5 mg dla jednego osobnika. Białaszewicz ('19) ustalił stosunek ilościowy substancji tłuszczowych pijawki do zawartych w nich kwasów tłuszczowych na 1.78. Biorąc tą liczbę za podstawę obliczania ilości tłuszczów otrzymujemy przyrost tłuszczu od 1.8 do 8.9 mg na zwierzę. Wartości procentowe przyrostów tłuszczu wahają się od 34 do 145% (serja II). Przewyższają one naogół (1,5—3 razy) wartość procentową przyrostów białka (tab. VII), jednakże w znacznie mniejszym stopniu, aniżeli to zachodzi dla glikogenu. Wskutek tego udział tłuszczów (10.2—12.2%) w substancji organicznej pijawek odżywianych nie wiele odbiega od tegoż pijawek głodzonych (10.4—10.7%). Gdybyśmy uważali przyrost białka za miarodajny dla wzrostu masy żywej, to zawartość tłuszczu w pijawkach karmionych możnaby ocenić na 15—40 mg na g wagi żywej. Powyższe ilości tłuszczu są znacznie mniejsze aniżeli te, jakie mogą występować wogóle w ciele zwierząt stało- lub zmienno ciepłych.

T A B E L A VIII.

Skład substancji organicznej pójawek kontroli i pójawek karmionych serji II i II-a.

№ zwierzęcia № de la sangsue	Pójawki kontrole Sangsues controlées			Pójawki karmione Sangsues alimentées								Serja II a					
	VII	VIII	IX	X	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	26	27	28
Białko mg	—	70.2	33.7	107.9	46.6	84.4	88.5	113.2	103.3	90.8	78.1	131.0	172.2	172.4	55.3	86.9	91.4
Proteiny %	—	—	—	87.3	73.9	72.6	72.5	75.3	—	70.6	69.4	76.3	75.3	70.6	75.5	73.3	71.7
Glikogen mg	2.9	2.3	0.9	3.2	9.6	18.4	18.3	20.8	—	23.5	23.5	25.6	32.6	47.0	6.3	17.4	22.8
Glycogène %	—	—	—	2.3	15.2	15.8	15.3	13.8	—	18.2	20.9	14.9	14.3	19.2	8.6	14.7	17.9
Tłuszcze mg	12.1	—	4.1	13.3	6.9	13.5	12.5	16.4	15.5	14.4	11.0	14.8	23.9	24.9	11.6	14.2	13.3
Graisses %	—	—	10.4	10.7	10.9	11.6	12.2	10.9	—	11.2	9.7	8.8	10.4	10.2	15.9	12.0	10.4

Tableau VIII. Composition de la substance organique des sangsues-controles et des sangsues-alimentées de la II et II-a série.

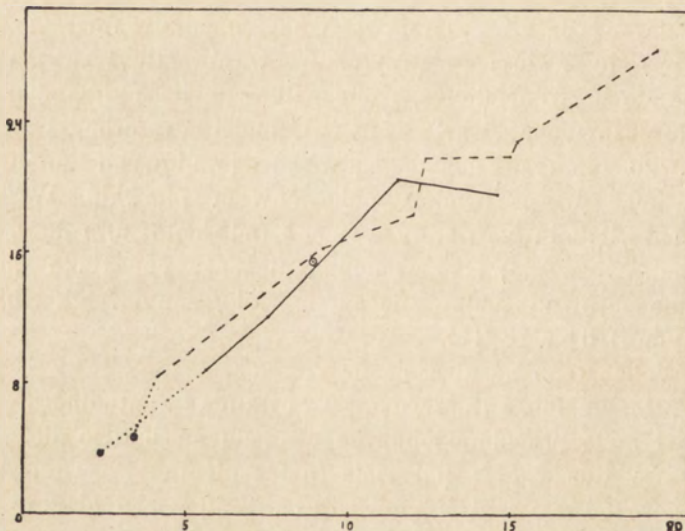
Bezpośrednie wyniki naszych doświadczeń możemy sformułować w sposób następujący: podczas okresu intensywnego odżywiania zachodzi u pijawki gromadzenie stosunkowo znacznych ilości glikogenu i znacznie mniejszych ilości tłuszczów.

Wobec powyższych wyników bezpośrednio nasuwa się kwestja pochodzenia przyrostu glikogenu i tłuszczu. Musimy odrzucić możliwość powstawania rozpatrywanych ilości glikogenu z glukozy zawartej we krwi. Lyttkens i Sandgren (Hammarsten '14) podają dla glukozy we krwi królika wartość stosunkowo wysoką 2.2 p. m. W naszych doświadczeniach pijawki pobierały ilości krwi nie przewyższające naogół jednego-półtora grama, częstokroć zaś mniejsze. Ilość glukozy zawartej w pokarmie stanowi zatem nieznaczny ułamek przyrostu glikogenu. Pomijamy przytem w danym przypadku całkowicie zużycie glukozy na przemianę zachowawczą, jakie prawdopodobnie ma miejsce w czasie 20—40-dniowego okresu odżywiania. Wreszcie, i dotyczy to zwłaszcza przyrostu kwasów tłuszczowych, nie wydaje się prawdopodobne, ażeby całkowita ilość glukozy i kwasów tłuszczowych, zawarta we krwi, podległa resorbcji i zużyciu. Przeciwno temu przemawia zjawisko stopniowego użytkowania krwi w przewodzie pokarmowym pijawki. W chwili zabicia zwierzęta zawierały znaczne (od 5 do 80%) ilości krwi pobranej. Krew ta, jak wiadomo, nieznacznym tylko podlega zmianom zarówno pod względem morfologicznym, jak i biochemicznym (Löchner '15).

Wobec tego nasuwa się przypuszczenie powstawania glikogenu z białka lub z tłuszczów. Ta ostatnia ewentualność wydaje się zbyt mało prawdopodobna ze względu na bardzo nieznaczną zawartość tłuszczu w pokarmie (patrz niżej). Pozostaje zatem możliwość powstawania nadmiaru glikogenu z ciał białkowych.

Dzięki badaniom Claude Bernarda, Voita, Külza, Minkowskiego z jednej, Pflügera, Schöndorffa z drugiej strony, kwestja udziału białka w wytwarzaniu glikogenu została postawiona jako jedna z ważniejszych i najbardziej spornych zdolności syntetycznych ustroju zwierzęcego. Dwie ewentualności przytem się nasuwają: albo glikogen powstaje na drodze odszczepienia łańcuchów węglowodanowych preformowanych w białku lub też naskutek syntezy łańcuchów węglowych prostszej

budowy, powstałych przy dalej posuniętym rozpadzie drobiny białkowej. Pierwsza ewentualność prawdopodobnie w niewielkim stopniu może wchodzić w rachubę. Z badań Langsteina ('01—'02) i innych wynika, że zawartość łańcuchów węglowodanowych w białkach krwi (serumalbumina, globulina, fibrynogen) jest bardzo znikoma, częstokroć wątpliwa. Pozatem z doświadczeń Bendixa ('01), Stookeya ('03), Lühjego ('04), Tschannena ('14) wypływa fakt napozór paradoksalny, że białka, nie wykazujące ogniw węglowodanowych, wyraźniej współdziałają przy wywiązywaniu się glikogenu, aniżeli białka o łańcuchach węglowodanowych wyraźnie preformowanych. Natomiast z drugiej strony badania Cohna ('95), Luska ('03), Embdena ('04) zdają się wskazywać, że produkty daleko posuniętego rozpadu białka (aminokwasy) mogą być źródłem węglowodanów w organizmie zwierzęcym.



Rys. 1. Zależność pomiędzy ilością glikogenu przyswojonego i azotu wydaliniowego. Na osi pionowych zaznaczono przyrosty glikogenu, na osi poziomych azot wydaliniowy w mg. Linja ciągła odpowiada danym serji I; linja ..... serji II. Kótkami oznaczono dane serji Ia i IIa.

Dessein 1. Le rapport entre les quantités de glycogène assimilé et l'azote des produits de la désassimilation. On a marqué sur l'axe des ordonnées le glycogène assimilé et sur l'axe des abscisses l'azote des excréments en mg. Ligne continue correspond aux données de la série I; ligne ..... de la série II, les cercles—de la série Ia et IIa.

Jeżeli jednak powstawanie glikogenu pozostaje w związku z rozpadem drobin białkowej, wówczas należy się spodziewać wyraźnej zależności pomiędzy ilością zdeponowanego w organizmie glikogenu a ilością białka rozpadowego. Wyniki serji I i II potwierdzają powyższe przypuszczenie. Z tabeli II i IV widzimy, że zwiększanie się ilości azotu wydalinowego i glikogenu zachodzi mniej więcej równolegle — jeżeli pominiemy wahania prawdopodobnie natury indywidualnej. Podobnie wykres 1 przekonywa nas, że ilości glikogenu zdeponowanego pozostają naogół w zależności prostej od wielkości procesów rozpadowych białka. Naogół stosunek przyrostów glikogenu do azotu wydalinowego waha się w dosyć wąskich granicach 1.2—1.8. Zatem około 25% węgla białkowego jest zatrzymane przez organizm, wchodząc w skład glikogenu.

Wyniki powyższe pozwalają nam wnioskować, że proces rozpadu białka u pijawki zachodzi drogą skomplikowaną: procesom dezamidacji towarzyszy uwalnianie łańcuchów węglowych, które mogą być zużyte w celach syntezy ogniw węglowodanowych. Obecność w wydalinach pijawki kwasów organicznych łatwotnych (Pütter '07), nasuwa ponadto przypuszczenie, że powyższe związki (np. kw. mrówkowy) mogą pozostawać również w pewnym związku przyczynowym z wytwarzaniem glikogenu.

Pozatem z tabeli II widzimy, że naogół daje się stwierdzić zależność prosta pomiędzy ilością glikogenu zdeponowanego a ilością białka przyswojonego. Zależność powyższa nie jest jednak tak ścisła, jak pomiędzy przyrostem glikogenu a ilością azotu wydalinowego. Wynika to stąd, że zależność powyższa jest charakteru pośredniego. W poprzedniej pracy stwierdziłem, że wartość przemiany rozpadowej białka pozostaje u pijawki w zależności od dwóch czynników, a mianowicie od ilości pokarmu i masy ciała. Przytem ilość pokarmu wpływa w jednakowy sposób na natężenie procesów rozpadowych, jak i na szybkość przyswajania białka. Stąd wynika, że u zwierząt zbliżonej wagi, procesy syntezy białka i glikogenu pozostawać będą w jednakowej zależności od ilości białka pokarmowego; tem się tłumaczy zależność prosta pomiędzy przebiegiem powyższych procesów, wybitnie zaznaczona w serji I. Natomiast u zwierząt różnej wagi lub też w różnych okresach odżywiania procesy przyswajania białka i syntezy glikogenu mogą przebiegać bardziej niezależnie (tab. IV).

Na drugim planie pozostaje kwestja przyrostu tłuszczów w pijawkach karmionych. Jako źródło przyrostu nasuwa się tłuszcz zawarty we krwi pokarmowej. Zawartość powyższa dla kwasów tłuszczowych wynosi 1—4 p. m. Liczby powyższe nie wydają się całkowicie wystarczające dla pokrycia przyrostu kwasów tłuszczowych przy ilościach krwi strawionej. Jednakże pewna zmienność w zawartości kwasów tłuszczowych we krwi, zarówno jak i nieznaczna stosunkowo wartość nadwyżki przyrostu nie pozwalają na sprecyzowanie źródeł. Jedynie dla pijawek № 10—12 wartości przyrostów są nieco większe. Mogą tutaj wchodzić w grę ciała tłuszczowate krwi, zapasy węglowodanowe, lub też ewentualnie białko pokarmowe. Jednakże przebieg przyrostów tłuszczowych nie wykazuje zależności wyraźnej od ilości białka rozpadowego, jak to ma miejsce dla glikogenu. Natomiast daje się stwierdzić, że zachodzi on równolegle do przebiegu przyrostów białka — którego rola, jako substancji zapasowej, jest ściśle ograniczona.

Zestawienie składu substancji organicznej zwierząt odżywianych wykazuje stosunkowo znaczną (do 21%) zawartość glikogenu. Glikogen, sądząc z danych pracy niniejszej, jest poważnym źródłem zapasu bezazotowego. Pod tym względem zdaje się zachodzić analogja do roli glikogenu, jaką on odgrywa u innych robaków. Natomiast tłuszcze stanowią około 10% substancji organicznej, przyczem zawartość ich znacznie mniejszym podlega wahaniom. Wobec tego wydaje się wątpliwe, czy tłuszcze mogą być uważane za rezerwę pokarmową w większym stopniu. Faktowi powyższemu nie nadajemy bardziej ogólnego znaczenia, ze względu na ściśle specyficzne warunki odżywiania pijawki. Jak wynika z dotychczasowych, częstokroć sprzecznych badań, zdolność syntezy tłuszczów z białka zdaje się być bardzo ograniczona w ustroju zwierzęcym.

Pozostaje do omówienia kwestja udziału materjalnego i energetycznego przyrostu w ogólnej przemianie w okresie odżywiania. W poprzedniej pracy ustaliłem, że dla pijawek wagi około 0.2—0.3 g w początkowym (20—30-dniowym) okresie odżywiania wartość współczynnika przyrostu białkowego wynosi około 46. Z obecnych poszukiwań wynika, że wyzyskanie materjalne i energetyczne białka w celach przyrostu jest jeszcze wyższe. Jeżeli przyjmiemy liczbę przeciętną 1.6 jako wyrażającą stosunek

ilościowy glikogenu zdeponowanego do azotu wydalinyowego, to otrzymamy, że glikogen stanowi około 25% (wagowo) białka rozpadowego. Przy wartości współczynnika przyrostu azotowego 46, odpowiada powyższy udział glikogenu 14% (wagowo) całkowitej ilości białka przetworzonego (przyrost białkowy + białko rozpadowe). Wyzyskanie materjalne białka sięga zatem 60%. Potwierdzenie tego znajdujemy w wynikach niniejszej pracy. Tak na przykład z danych tabeli II możemy oznaczyć udział przyrostów glikogenu i białka w ogólnej przemianie białkowej na 56% dla pijawki № 3, 58% dla pijawki № 4. Wobec niewielkich różnic ciepła spalania białka i glikogenu w ustroju wyzyskanie energetyczne niewiele odbiega od powyższej wartości, podanej dla wyzyskania materjalnego białka. Z drugiej strony ponieważ białko stanowi główny (przeszło  $\frac{9}{10}$ ) składnik odżywczy krwi, nieznaczny zaś przyrost kwasów tłuszczowych pokryty jest prawdopodobnie przez tłuszcze zawarte we krwi—należy przewidywać, że współczynnik wyzyskania energii pokarmowej (krwi) zbliża się do wartości wyżej podanej.

Wyzyskanie zatem materjalne i energetyczne pokarmu przez pijawkę jest w okresie intensywnego przyswajania białka stosunkowo wysokie, znacznie wyższe, aniżeli współczynnik ekonomiczny ustalony przez Rubnera ('08) dla zwierząt stałocieplnych. Zbliża się ono natomiast do liczb podanych przez Tangla ('18) dla zwierząt zmiennocieplnych w okresie ich rozwoju. Naturalnie wartość współczynnika przyrostowego zmniejsza się wraz ze zmniejszaniem się zapasów pokarmowych, jak i wzrostem masy ciała (T. V i e w e g e r '23). Tak np. dla pijawki № 13, zawierającej niewielkie ilości krwi niestrawionej, wartość współczynnika, wyliczona w powyżej podany sposób, wynosi 46. Dla pijawek № 14, 21 o wadze 0.49 i 0.94 g 42 i 41 — aczkolwiek te ostatnie pobrały znaczne ilości krwi i wykazały przyrost azotowy w wysokości 20 i 27%.

W miarę zmniejszania się nateżenia procesów ściśle wzrostowych, związanych z przyswajaniem białka, i zwiększania się procesów rozpadowych w związku ze wzrostem masy ciała, wyzyskanie pokarmu przyrostowe musi się z konieczności zmniejszać, ograniczając się wreszcie do przyrostów związków bezazotowych.



### W y n i k i.

1. W okresie odżywiania daje się stwierdzić u pijawki wzrost zawartości glikogenu w ciele (od 4—43 mg na zwierzę) i w mniejszym stopniu przyrost kwasów tłuszczowych (1—20 mg).

2. W doświadczeniach omawianych przyrosty glikogenu procentowo wahały się od 200 do 1600% i przewyższały one znacznie przyrosty tłuszczów (5—150%), zarówno jak i białka (1.3—200%).

3. Ilości glikogenu przyswojonego pozostają w stosunku prostym do natężenia przemiany rozpadowej białka. Stosunek glikogenu do azotu wydalinyowego waha się około 1.6. Przyrost glikogenu zachodzi głównie na drodze syntezy łańcuchów węglowych, powstających przy procesach dezamidacji białka.

4. Ilości gromadzonego glikogenu wskazują na to, że odgrywa on u pijawki prawdopodobnie znaczną rolę jako substancja zapasowa. W mniejszym znacznie stopniu zdaje się to dotyczyć tłuszczów.

5. Temperatura w granicach rozpatrywanych ( $16^{\circ}$ — $25^{\circ}$ ) nie zdaje się wyraźnie wpływać, w stosunku do przemiany białkowej, na stopień gromadzenia się zapasów bezazotowych.

6. Współczynnik przyrostowy (jeżeli uwzględnimy stopień przyswajania glikogenu) dla pijawek małych w okresie intensywnego odżywiania i przyswajania białka dosięga liczby 60.

## PIŚMIENNICTWO.

- Bang I. 1919. Verfahren zur titrimetrischen Mikrobestimmung der Lipoidstoffe. *Bioch. Zeitschr.* **91**.
- Bang I. 1913. *Der Blutzucker*. Wiesbaden.
- Bendix E. 1901. Über physiologische Zuckerbildung nach Eiweissdarreichung. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **32**.
- Białaszewicz K. 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. I. Głód i odżywianie u pijawek. *Prace Tow. Nauk. Warsz.* **32**. (Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique. I. L'inanition et la nutrition chez les Hirudinées. *Trav. de la Soc. des Sciences de Varsovie*, **32**).
- Cohn R. 1895. Zur Frage der Zuckerbildung aus Eiweiss. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **28**.
- Embden G. u. Salomon H. 1914. *Zeitschr. f. d. gesam. Bioch.* **5, 6**, (według Pflüger'a 05).
- Hammarsten O. 1915. *Lehrbuch der physiologischen Chemie*. Wiesbaden.
- Kumagawa M. u. Suto K. 1908. Fettbestimmung. *Bioch. Zeitschr.* **8**.
- Langstein L. 1901. Die Kohlehydrate des kristallisierten Serumalbumins. *Hofmeister's Beitr. z. chem. Physiol.* **1**.
- Langstein L. 1902. Die Bildung von Kohlehydraten aus Eiweiss. *Ergebn. der Physiol.* **1**.
- Lipschütz A. 1915. *Allgemeine Physiologie des Hungers*. Braunschweig.
- Löhner L. 1915. Über künstliche Fütterungs—und Verdauungsversuche mit Blutegeln. *Biolog. Centralbl.* **35**.
- Lüthje H. 1904. Zur Frage der Zuckerbildung aus Eiweiss. *Pflüger's Arch.* **106**.
- Michaelis L. 1914. Mikroanalyse des Zuckers im Blut. *Bioch. Zeitschr.* **59**.
- Pflüger E. 1904. Über die im thierischen Körper sich vollziehende Bildung von Zucker aus Eiweiss und Fett. *Pflüger's Arch.* **103**.
- Pflüger E. 1905. *Das Glykogen*. Bonn.
- Przyłęcki S. 1918. O sposobie ilościowego oznaczania glikogenu w drobnych ilościach tkanki. *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* **11** (Une méthode quantitative pour déterminer le glycogène dans de petites quantités de tissus. *Compt. Rend. Soc. d. Sciences de Varsovie*, **11**).
- Pütter A. 1907. *Der Stoffwechsel des Blutegels*. *Zeitschr. f. allg. Physiol.* **6**.

- Rubner M. 1908. Das Wachstumsproblem und die Lebensdauer des Menschen und einiger Säugetiere vom energetischen Standpunkt aus betrachtet. Arch. f. Hyg. 66.
- Stiles P. u. Lusk G. 1903. On the formation of dextrose in metabolism from the end-products of a pancreatic digest of meat. Amer. Jour. of Physiol. 9.
- Stookey L. 1903. On the formation of glycogen from glycoproteids and other proteids. Ibid.
- Tangl F. 1918. Über die Gültigkeit des Rubnerschen Wachstumsgesetzes in verschiedenen Tierklassen. Bioch. Zeitschr. 89.
- Terroïne E. 1919. Contribution à la connaissance de la physiologie des substances grasses et lipoidiques. Ann. Sc. nat. Zool. sér. 40, 4.
- Tschannen A. 1914. Der Glykogengehalt der Leber bei Ernährung mit Eiweissabbauprodukten. Bioch. Zeitschr. 59.
- Wasilewska J. 1923. O modyfikacji i zastosowaniu metody Banga oznaczania małych ilości kwasów tłuszczowych. Prace Inst. im. M. Nenckiego, № 28 (Sur la modification et l'application de la microméthode de Bang du dosage des acides gras. Trav. de l'Inst. M. Nencki № 28).
- Weinland E. 1910. Der Stoffwechsel der Wirbellosen. Oppenheimer's Hand. d. Bioch. 4.
- Vieweger T. 1922. O warunkach przyswajania białka w czasie restytucji pogłodowej u zwierząt zmiennocieplnych. Prace Zakł. Fizjol. Inst. im. M. Nenckiego, T. I, № 15 (Sur les conditions de l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes pendant la période post-jeûnale. Trav. du labor. de Physiol. de l'Inst. M. Nencki, T. I, № 15).
-

## R É S U M É.

Dans un travail précédent j'ai fait connaître les principaux facteurs, qui interviennent pendant l'assimilation des protéines chez la sangsue médicale (T. Vieweger '22). Dans le travail présent j'ai voulu déterminer y-a-t-il l'accumulation des réserves non-azotées (glycogène et graisses) pendant la période d'une vive assimilation des protéines.

Pour résoudre le problème j'ai exécuté plusieurs séries d'expériences. Les sangsues étaient préalablement soumises au jeûne de plusieurs mois. On les nourrissait ensuite avec du sang de lapin. Après la période d'alimentation, qui durait 20—40 jours, les animaux ont été tués et analysés. Les analyses ont porté sur la teneur du corps en azote, glycogène et acides gras.

Dans la I et I-a séries d'expériences (tabl. I, II, V) je dosais dans certains individus le glycogène et l'azote, dans les autres — les acides gras et l'azote. Pour les dosages de glycogène je me suis servi de la méthode de Przyłęcki ('18) et de Michaelis ('14), pour les dosages d'acides gras — de la méthode de Kumagawa-Suto ('08) et enfin pour les dosages d'azote — de la méthode de Kjeldahl.

Dans la série II et II-a (tabl. III, IV, V) je dosais sur le même individu l'azote, le glycogène et les acides gras. La manière d'agir a été la suivante. J'hydrolysais la sangsue avec la potasse caustique, ensuite je faisais l'extraction des acides gras et je les dosais par la méthode de Bang ('19) en modification de Wasilewska ('23). Après, je déterminais dans le liquide aqueux le glycogène suivant la méthode de Przyłęcki et enfin je dosais l'azote dans les résidus solides et liquides de lavage. Les quantités d'azote, de glycogène et d'acides gras assimilés ont été calculées par la différence entre les quantités initiales (sangsues inaniées) et les quantités finales (sangsues alimentées). Pour déterminer les quantités initiales des substances considérées j'analysais les animaux contrôles (tab. I, III) provenant de la même culture que les sangsues, qui furent ensuite

alimentées. En me basant sur le poids du corps des animaux devant servir aux expériences et sur le pourcent moyen d'azote, de glycogène et d'acides gras dans le corps (sangues-contrôles), je calculais leur teneur initiale en ces trois sortes de substances.

En outre, je déterminais l'azote des produits de la désassimilation (dans les excréments).

Les expériences de la série I et II ont été exécutées à la température constante de 25°, de la série I-a et II-a—à la température de la chambre.

Les résultats des expériences peuvent être resumés de la manière suivante. Pendant la période d'assimilation des protéines il y a en même temps l'accumulation d'une certaine quantité (4—43 mg par animal) de glycogène et d'une quantité moindre (1—20 mg) d'acides gras. La quantité de glycogène assimilé varie entre 200—1589% de la quantité initiale, tandis que pour les graisses les mêmes chiffres correspondent au 5—150% et pour les protéines 1.3—200% (tabl. VI et VII).

L'augmentation du glycogène se faisant beaucoup plus vite, que celle des protéines et de la masse-vive du corps, la composition de la substance organique du corps change beaucoup pendant la période d'alimentation. La teneur en glycogène de la substance organique des sangues alimentées varie entre 13.8—20,9%, tandis que pour les sangues inaniées le même chiffre correspond à 2.3—2.6%. Par rapport au poids du corps cela fait 0.4—0.9% pour les sangues inaniées et plus que 2.0—3.5% pour les sangues nourries.

Il paraît donc probable que le glycogène joue chez les sangues le rôle de réserve ternaire au même titre que chez les autres animaux. Quant aux graisses, dans les conditions d'alimentation protéique des sangues, leur teneur dans le corps des animaux nourris semble être moins variable et leur rôle de réserve alimentaire bien limité.

La quantité de glycogène assimilé pendant la période d'alimentation ne peut pas provenir de la glucose alimentaire, vu la faible quantité de glucose contenue dans le sang. Il ressort de l'analyse des faits qu'il existe une dépendance directe et assez étroite entre les quantités de glycogène assimilé et de protéines désassimilés. Ceci démontre, que le surplus de glycogène contenu dans les tissus des sangues alimentées résulte d'une syn-

thèse des chaînes carbonées, provenant de la désamidation des protéines. Dans le travail précédent nous avons fait connaître que pour les animaux de petite taille (0.2—0.3 g) environ 46% d'azote métabolisé est assimilé par les tissus. Il résulte du travail présent que le rapport de  $\frac{\text{glycogène assimilé}}{\text{azote désassimilé}}$  oscille autour 1.6.

Cela signifie qu'environ 25% de protéines désassimilés est retenu sous forme de réserve ternaire. De là nous pouvons conclure, que dans les conditions favorables de nutrition et pendant la période d'une vive croissance, le coefficient d'utilisation des protéines atteint le chiffre 60% de la matière et de l'énergie totale.

---

