

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
INSTYTUT BIOLOGII DOŚWIADCZALNEJ im. M. NENCKIEGO

788

2.5.

POLSKIE ARCHIWUM HYDROBIOLOGII

Tom VI (XIX)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
WARSZAWA 1959


<http://rcin.org.pl>

Treść poprzedniego tomu

Polskie Archiwum Hydrobiologii t. V (XVIII) Nr 2

Irena Cabejszek	
Letni seston rzeki Niemna	9
Irena Cabejszek, Z. Malanowski, J. Stanisławska	
Seston rzeki Wisły na odcinku Góra Kalwaria-Płock	29
I. Biernacka	
Zmiany sezonowe fauny pierwotniaków w osadzie czynnym w oczyszczalni na Zaspie w Gdańsku	51
R. Klekowski	
Przeżywalność wysychających ślimaków <i>Planorbis, planorbis</i> L. w zależności od niektórych warunków środowiska.	71
E. Tranda	
Przyczynek do poznania makrofauny nowo powstałych stawków	91
L. Szlauer	
Obserwacje nad przebiegiem kopulacji u oczlika <i>Cyclops colensis</i> Lilljeborg	101
L. Szlauer	
Obserwacje nad rozmnażaniem oczlika <i>Cyclops colensis</i> Lilljeborg	111
S. Bernatowicz	
Zmienność flory naczyniowej w jeziorze Arklickim	121
B. Cieczuga	
Stynka (<i>Osmerus eperlanus</i> L.) w jeziorze Rajgrodzkim i jej biologia	131
I. Biernacka	
Plankton jeziora Rożnowskiego w czerwcu 1957 r.	147
M. Wierzbicka	
<i>Cyclops furcifer</i> Claus dans la classification du sous-genre <i>Cyclops</i> O.F.M.	161
M. Wierzbicka	
Analyse morphométrique comparée de <i>Cyclops furcifer</i> Claus et de <i>Cyclops strenuus</i> Fischer en provenance de Zaborów et de Parczew	171
Z. Fischer	
<i>Odonata</i> drobnych zbiorników okolic Mikołajek	183
A. Dowgiallo	
Zastosowanie węgla aktywnego do odbarwiania wody przed oznaczeniem wapnia oraz twardości ogólnej metodą wersenianową . .	203

Adres Redakcji Polskiego Archiwum Hydrobiologii: Instytut Biologii
Doświadczalnej im. M. Nenckiego, Warszawa, ul. Pasteura 3
W sprawach prenumeraty i nabywania poszczególnych tomów Polskiego Archiwum Hydrobiologii należy zwracać się do „Ośrodka rozpowszechniania wydawnictw PAN”, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki

POLSKIE ARCHIWUM
HYDROBIOLOGII

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
INSTYTUT BIOLOGII DOŚWIADCZALNEJ im. M. NENCKIEGO

POLSKIE ARCHIWUM
HYDROBIOLOGII

Tom VI (XIX)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
WARSZAWA 1959

<http://rcin.org.pl>

POLSKIE ARCHIWUM HYDROBIOLOGII

jest kontynuacją

ARCHIWUM HYDROBIOLOGII I RYBACTWA

Komitety Redakcyjny

Redaktor M. BOGUCKI

Członkowie

K. DEMEL, M. GIEYSZTOR, J. KONDRACKI, J. MIKULSKI,
L. PAWŁOWSKI, M. STANGENBERG

©by Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa 1960

Wyd. pierwsze. Nakład 925 egz. Ark. wyd. 17,75. Ark. druk. 12,5.
Papier druk. sat. 70g, V kl., 70×100/16. Przekazano do składu w czerwcu 1959.
Druk ukończono w lutym 1960.
Zam. nr: 926/59r. G-76 Cena zł 54:—

Drukarnia im. Rewolucji Październikowej — Warszawa, ul. Mińska 65.

<http://rcin.org.pl>

TREŚĆ — СОДЕРЖАНИЕ — CONTENT

N. Botnariuc, V. Cure	
Les associations de Chironomides (larves) du delta du Danube et l'évolution géomorphologique du delta.	9
A. Chodorowski	
Ecological differentiation of turbellarians in Harsz Lake	33
H. Wysocka	
Note sur le lieu de multiplication de quelques Diatomées d'eau courante.	75
H. Klimowicz	
Tentative classification of small water bodies on the basis of the differentiation of the molluscan fauna	85
E. Styczyńska-Jurewicz	
Expansion of cercariae of <i>Diplostomum spathaceum</i> Rud. 1819 a common parasite of fishes, in the littoral zone of the lake	105
J. Paschalski	
Próba zastosowania mas plastycznych do aparatury hydrobiologicznej	117
J. Paschalski	
Pokarm naturalny głowacza przegopletwego (<i>Cottus poecilopus</i> Heckel) z potoku Poroniec	125
A. Kosicka, S. Kosicki	
Zdjęcie florystyczne jeziora Skonał przy zastosowaniu metody nurkowej	133
B. Czczuga	
Zawartość chlorofilu w osadach dennych jezior Rajgrodzkich w okresie polodowcowym	155
S. Feliksiak	
<i>Valvata (Borysthenia) naticina</i> Menke and <i>Lithoglyphus naticoides</i> (C. Pfeiffer) in the food of roach <i>Rutilus rutilus</i> (Linné) from Vi-stula near Toruń	173
M. Gieysztor	
On a continuous series of lakes	175
E. Fischer	
Bakterie dwóch zbiorników wodnych jaskiń tatrzańskich	189

Н. Ботнарюк, В. Кюре	
Ассоциации хирономидов дельты Дуная и геоморфологическая эволюция дельты	9
А. Ходоровски	
Экологическая дифференциация турбеллярии в озере Гарш . .	33
А. Высоцка	
Заметки о размножении некоторых диатомей речных вод . . .	75
Г. Климович	
Попытка классификации малых водоемов основанной на размещении моллюсков	85
Е. Стичиньська-Юревич	
Распространение церкарий <i>Diplostomum spathaceum</i> R. id. в литорали озера	105
Я. Пасхальски	
Попытка применения пластмассов в гидробиологическом оборудовании	117
Я. Пасхальски	
Пицца <i>Cottus poecilopus</i> Heckel	125
А. Косицка, С. Косицки	
Флористический снимок озера Сконал при применении водозлазного метода	133
Б. Чечуга	
Содержание хлорофилла в донных отложениях Раигродских Озер послеледникового периода	155
С. Феликсяк	
<i>Valvalia (Boryslenia) naticina</i> Menke и <i>Lithoglyphus naticoides</i> (C. Pfeiffer) в пищеводе плотвы из реки Вислы около Торуня	173
М. Гейштор	
О непрерывной серии озер от олиготрофии до эвтрофии . . .	175
Е. Фишер	
Бактерии двух водоемов татранских пещер	189
N. Botnariuc, V. Cure	
Les associations de Chironomides (larves) du delta du Danube et l'évolution géomorphologique du delta	9
A. Chodorowski	
Ecological differentiation of turbellarians in Harsz Lake	33
H. Wysocka	
Note sur le lieu de multiplication de quelques Diatomées d'eau courante	75

H. Klimowicz	
Tentative classification of small water bodies on the basis of the differentiation of the molluscan fauna	85
E. Styczyńska-Jurewicz	
Expansion of cercariae of <i>Diplostomum spathaceum</i> Rud. 1819 a common parasite of fishes, in the littoral zone of the lake . .	105
J. Paschalski	
Attempt of using plastic mass for hydrobiological apparatus . . .	117
J. Paschalski	
Food of the Bullhead (<i>Cottus poecilopus</i> Heckel)	125
A. Kosicka, S. Kosiński	
A floral sketch of Skonal lake done by diving method.	133
B. Czeżuga	
The content of chlorophyll in the bottom deposits of the Rajgrodzkie lakes in the postglacial period	155
S. Feliksiak	
<i>Valvata (Borysthenia) naticina</i> Menke and <i>Lithoglyphus naticoides</i> (C. Pfeiffer) in the food of roach <i>Rutilus rutilus</i> (Linné) from Vistula near Toruń	173
M. Gieysztor	
On a continuous series of lakes	175
E. Fischer	
The bacteria of two water reservoirs in Tatra Caves	189

N. Botnariuc, V. Cure

Les associations de Chironomides (larves) du delta du Danube et l'évolution géomorphologique du delta

Reçu le 26 Mai 1958

Introduction

Le delta du Danube, formation récente, est la plus jeune région de notre pays. Un grand désaccord règne entre les auteurs en ce qui concerne l'âge absolu du delta, quelques-uns (Murgoci 1912) lui accordant 2000 ans d'existence, tandis que d'autres lui accordent quelques dizaines de milliers d'années d'existence; mais quelle que soit l'opinion que nous acceptons, un fait est certain: c'est que le delta est apparu après la dernière glaciation au cours de l'époque la plus récente du quaternaire. Toutes les opinions concordent que le delta s'est formé dans un ancien golfe de la mer Noire.

Bien entendu, la faune aquatique du delta s'est constituée, elle aussi, au fur et à mesure du remplissage de l'ancien golfe par des alluvions ainsi que de la formation des différentes unités géomorphologiques et hydrobiologiques du delta. Donc la faune elle aussi, est d'origine relativement récente.

Les différents éléments de la faune du delta du Danube sont d'origine différente, ce qui augmente la complexité de la composition de cette faune. La faune du delta comprend des éléments relictés du bassin pontocaspique, peut-être aussi des éléments relictés plus anciens (tertiaires) ainsi que de nombreux immigrants venus de tout le bassin du Danube, ou bien appartenant à des complexes fauniques plus éloignés.

Dans le delta tous ces éléments d'origine très différente, se trouvent associés dans certaines biocénoses. Chaque biocénose représente le résultat d'un long processus historique d'évolution, au cours duquel les organismes se sont adaptés aussi bien les uns aux autres qu'aux conditions abiotiques de leur biotope.

Les biocénoses du delta se formèrent au cours de son évolution géomorphologique (c'est-à-dire au cours de la formation des biotopes) et il est normal que leur répartition dans le delta reflète ce processus. Pour l'instant il serait trop tôt pour juger définitivement la manière dont l'évolution géomorphologique du delta se reflète dans la formation et la répartition des biocénoses.

C'est que d'abord, nous ne connaissons pas encore suffisamment les étapes de l'évolution géomorphologique du delta et la manière dont se sont formées ses différentes unités; et que, deuxièmement, on ne connaît pas assez la faune du delta (à l'exception de quelques groupes d'animaux) et presque rien de sa biocénologie.

Néanmoins, la connaissance suffisamment profonde d'un seul groupe d'animaux du delta, justifie, selon nous, l'essai à caractère préliminaire, visant à établir la relation indiscutable qui existe entre l'évolution géomorphologique du territoire du delta et la structure ainsi que la distribution de ses biocénoses.

Pour un tel essai, il ne convient pas de choisir n'importe quel groupe d'animaux, mais seulement celui qui correspond le mieux aux conditions suivantes: a) ses représentants doivent avoir un mode de vie intimement lié au milieu aquatique, car ce n'est qu'ainsi que le groupe pourra refléter le processus de formation des biocénoses aquatiques, caractéristiques pour le delta; b) le groupe devra être représenté par un nombre assez grand d'individus, afin de constituer un facteur important dans l'économie naturelle du delta. Ceci détermine une action intense des facteurs de la sélection naturelle sur le groupe respectif et, par conséquent, l'adaptation de ses représentants aux conditions hydrologiques et biocénologiques très variées du delta; c) le groupe devra être représenté par des espèces assez nombreuses, à spectres oecologiques assez variés, pour pouvoir occuper les biotopes les plus divers et pour pouvoir refléter le caractère spécifiques de ces biotopes.

Les Chironomides remplissent toutes ces conditions.

En effet, la vie des Chironomides, par les stades larvaire et de nymphe, est indissolublement liée au milieu aquatique. Le nombre des formes larvaires du delta connues jusqu'à présent se monte à plus de 70, dépassant ainsi, par le nombre de ses espèces, tous les autres groupes de métazoaires, non vertébrés, aquatiques du delta. Ces espèces sont très variées, beaucoup d'entre elles ayant des spectres oecologiques caractéristiques, ce qui permet leur existence dans certains biotopes et biocénoses déterminés. En même temps, la place occupée par les Chironomides dans l'économie du delta est de première importance vu le nombre immense des individus appartenant à ce groupe. Dans la faune du fond du delta, la production des Chironomides (larves) atteint 44.9 kg/ha (V. Enăceanu 1955). En tenant compte du fait que les formes phytophiles peuvent arriver parfois à un développement plus grand que les formes bentoniques et si on y ajoute que chaque espèce a habituellement, dans le delta,

deux générations par an, nous nous rendrons compte de la grande importance de ces animaux dans la vie et l'économie du delta.

Ces considérations nous ont déterminé de faire dans les pages suivantes un premier essai pour établir d'une manière plus concrète la relation qui existe entre l'évolution géomorphologique du delta et la formation et la répartition des associations animales sur son territoire, en utilisant comme exemple la famille des Chironomides.

Matériel et méthode

Cet ouvrage représente le résultat de l'analyse de 387 prises de Chironomides, récoltées approximativement sur toute la surface du delta¹. Une grande partie de ces prises du fond a été récoltée avec le bodengreifer type „Marinescu” et une autre partie avec des dragues qualitatives de type „Bacescu” ou avec des dragues de type habituel. Parfois, surtout pour la faune phytophile, on a employé le filet limnologique habituel à manche.

Etant donnée la non-homogénéité des méthodes utilisées pour la récolte du matériel, il ne peut pas servir à l'évaluation de la biomasse absolue des larves des Chironomides. Néanmoins le matériel est parfaitement valable pour l'étude systématique et biocénologique. Pour la recherche des aspects biocénologiques, nous avons calculé pour chaque prise les rapports (%) entre les espèces qui forment une population déterminée dans un biotope donné.

Dans cet ouvrage nous avons essayé de montrer aussi les modifications subies par les biocénoses des larves des Chironomides dans les différents biotopes. Dans ce but, nous avons tenu compte de la fréquence de différentes espèces, c'est-à-dire du nombre des prises dans lesquelles elles ont été trouvées, en rapport avec le nombre total des prises récoltées d'un seul biotope. Ceci nous a permis de délimiter dans le delta certaines zones caractérisées par des complexes déterminés d'espèces de Chironomides (larves) et d'essayer une confrontation de ces zones avec les données connues concernant l'évolution morphologique du delta.

Considérations systématiques sur les Chironomides du delta du Danube

Les larves de ce groupe ont constitué l'objet d'une Note antérieure (1953), dans laquelle nous avons cité 51 formes. En 1955, Marcovskii I. M. cite dans son ouvrage sur le delta de Chilia et des „limans” du Nord de ce bras,

¹ Une partie de ces prises a été récoltée par l'un des auteurs, le reste provenant du matériel collecté par le Dr M. Bacescu, ainsi que par les chercheurs de l'Institut de recherches piscicoles: Enăceanu V., Radu D., Popescu E. et aussi par Leonte R. et Leonte V. Nous leur exprimons toute notre gratitude pour l'amabilité dont ils ont fait preuve en mettant à notre disposition leur matériel scientifique. Nous exprimons aussi nos remerciements à la Direction de l'Institut de recherches piscicoles pour nous avoir aidés à effectuer ces recherches.

19 formes larvaires de *Tendipedidae* parmi lesquelles il n'y a qu'une seule espèce ajoutée à notre Note antérieure². D'ailleurs *Marcovski* n'a pas connu notre ouvrage.

Grâce au matériel récolté pendant ce temps, le nombre des formes s'est enrichi jusqu'à 70.

Les rapports entre les sous-familles sont les suivants:

<i>Chironominae</i>	42 espèces	60%
<i>Orthoclaadiinae</i>	13	„ 18%
<i>Corynoneurinae</i>	2	„ 3%
<i>Pelopiinae</i>	13	„ 18%

Etant donnée l'augmentation considérable du nombre de prises (de 42, en 1953, à 387), nous considérons ces chiffres plus proches de la réalité que ceux de 1953. Le rapport entre les *Chironominae* et les autres sous-familles n'a pas changé. Le pourcentage de *Pelopiinae* par rapport aux *Corynoneurinae* et *Orthoclaadiinae* a augmenté.

Ainsi que l'on pouvait s'attendre pour une eau de plaine, le nombre des espèces de la sous-famille des *Chironominae* est catégoriquement prédominant, surtout si on les considère en rapport avec les autres sous-familles examinées séparément. Jusqu'à présent, les formes larvaires suivantes ont pu être identifiées:

Tendipedinae

Tendipedini

1. *Cryptochironomus burganadzeae* Tshern.
2. *Cryptochironomus* gr. *conjugens* Kieff.
3. *Cryptochironomus* gr. *defectus* Kieff.
4. *Cryptochironomus* gr. *fridmanae* Tshern.
5. *Cryptochironomus* gr. *fuscimanus* Kieff.
6. *Cryptochironomus* gr. *pararostratus* Lenz.
7. *Cryptochironomus* gr. *viridulus* F.
8. *Cryptochironomus* gr. *vulneratus* Zett.
9. *Einfeldia* gr. *carbonaria* Mg.
10. *Endochironomus* gr. *dispar* Mg.
11. *Endochironomus* gr. *signaticornis* Kieff.
12. *Endochironomus* gr. *tendens* F.
13. *Glyptotendipes* gr. *gripekoveni* Kieff.
14. *Glyptotendipes* gr. *polytomus* Kieff.
15. *Limnochironomus* gr. *nervosus* Staeg.
16. *Limnochironomus* gr. *tritomus* Kieff.

² Il s'agit de *Cryptochironomus vulneratus*.

17. *Pentapedilum* gr. *exsectum* Kieff.
18. *Polypedilum* gr. *convictum* Walk.
19. *Polypedilum* sp. (*Tendipedinae* „*genuinae*” Nr 3) Lip.
20. *Polypedilum* gr. *nubeculosum* Mg.
21. *Polypedilum* gr. *pedestre* Mg.
22. *Polypedilum* gr. *scalaenum* Schr.
23. *Tendipedi* gen? l. *halophila* Botn. Cindea
24. *Tendipedi* gen? l. *macrophthalma* Tshern.
25. *Tendipes* f. l. *bathophilus* Kieff.
26. *Tendipes* *biappendiculatus* Kruglova.
27. *Tendipes* f. l. *plumosus* L.
28. *Tendipes* f. l. *plumosus-reductus* Lip.
29. *Tendipes* f. l. *reductus* Lip.
30. *Tendipes* f. l. *salinarius* Kieff.
31. *Tendipes* f. l. *semireductus* Lenz.
32. *Tendipes* f. l. *thummi* Kieff.
33. *Sergentia* gr. *longiventris* Kieff.
34. *Xenochironomus* *xenolabis* Kieff.

Tanytarsini

35. *Lauterbornia* Kieff.
36. *Micropsectra* sp.
37. *Stempelina* gr. *bausei* Kieff.
38. *Tanytarsus* gr. *exiguus* Joh.
39. *Tanytarsus* gr. *gregarius* Kieff.
40. *Tanytarsus* gr. *lauterborni* Kieff.
41. *Tanytarsus* gr. *lobatifrons* Kieff.
42. *Tanytarsus* gr. *mancus* v. d. Wulp.

Orthoclaadiinae

43. *Cricotopus* gr. *algarum* Kieff.
44. *Cricotopus* *biformis* Edw.
45. *Cricotopus* *latidentatus* Tshern.
46. *Cricotopus* gr. *silvestris* F.
47. *Orthoclaadiinae* gen? sp.
48. *Eukiefferiella* *bicolor* Zett.
49. *Eukiefferiella* sp.
50. *Limnophyes* gr. *pusillus* Eaton.
51. *Prosilocerus* *danubialis* Botn. Albu.
52. *Psectrocladius* *barbimanus* Edw.
53. *Psectrocladius* *dilatatus* v. d. Wulp.

54. *Psectrocladius* gr. *psilopterus* Kieff.
 55. *Orthocladius* *potamophilus* Tshern.

Corynoneurinae

56. *Corynoneura* sp.
 57. *Thienemanniella* *flaviforceps* Kieff.

Tanypodinae

58. *Ablabesmyia* gr. *lentiginosa* Fries.
 59. *Ablabesmyia* gr. *monilis* L.
 60. *Ablabesmyia* l. *pectinata* Botn. Cîndea
 61. *Ablabesmyia* gr. *tenuicalcar* Kieff.
 62. *Ablabesmyia* *zavreli* Kieff.
 63. *Ablabesmyia* gr. *falcigera* Kieff.
 64. *Ablabesmyia* gr. *tetrasticta* Kieff.
 65. *Anatopynia* *plumipes* Fries.
 66. *Clinotanypus* *nervosus* Mg.
 67. *Pelopia* *kraatzi* Kieff.
 68. *Pelopia* *punctipennis* Mg.
 69. *Pelopia* *villipennis* Kieff.
 70. *Procladius* Skuze.

La répartition des Chironomides dans les eaux du delta

En tenant compte du but poursuivi par cet ouvrage, notamment de trouver une relation entre la distribution des associations des Chironomides dans les eaux du delta et la géomorphologie du delta, il ne suffit pas de présenter la liste des formes trouvées dans ces eaux. Nous considérons nécessaire de présenter aussi la distribution de la faune des larves des Chironomides dans les différentes unités hydrobiologiques.

On peut faire une classification naturelle des eaux du delta en plusieurs catégories différant entre elles quant aux conditions de vie. Ce sont d'abord les „ghioluri”³ du delta, qui occupent la plus grande superficie d'eau du delta. Dans ces „ghioluri” l'eau est d'habitude bien aérée, agitée par les vents et le plus souvent dépourvue de végétation flottante; la végétation submergée est relativement peu développée; le fond en est vaseux, bien minéralisé d'habitude et parfois sablonneux (dans les parties exposées aux vents dominants).

³ ghiol, pl. ghioluri (pron. guiol, pl. guiolour) lacs caractéristiques du delta du Danube, à surface variable mais de profondeur réduite (2—3 m) et bordés seulement par une ceinture de roseaux.

Viennent ensuite les „japše”⁴ qui représentent une phase avancée de colmatage des eaux stagnantes, avec de riches associations de plantes submergées et flottantes; il y a aussi de fréquentes pénétrations de végétation dure. L'eau est peu agitée, rarement et difficilement renouvelée pendant les inondations, chargée de beaucoup de substances organiques; le fond est d'habitude vaseux, faiblement minéralisé, très riche en débris organique (surtout végétal) et faiblement aéré.

Les eaux temporaires forment une autre catégorie. Elles se forment pendant les inondations du printemps et disparaissent le plus souvent dans la saison de sécheresse et chaude. Certaines de ces eaux temporaires proviennent de l'eau des mares qui inondent les „grinduri”⁵ et qui, après la retraite des eaux, demeure dans les parties les plus basses. D'autres pièces d'eau peuvent se former par l'infiltration de l'eau souterraine dont le niveau s'élève pendant les inondations. L'eau apparaît à la surface dans les dépressions des „grinduri”, dépressions dans lesquelles l'eau des mares ne peut pas pénétrer. Evidemment, les conditions de vie dans ces biotopes diffèrent totalement de celles des „ghioluri” et des „japše”.

Enfin, une dernière catégorie est formée par les „girle”⁶ du delta. Dans ces „girle” l'eau est d'habitude bien aérée, dans la majorité des cas le fond est plus dur; en général, il y a un courant. Le courant d'eau des „girle” étant réversible, il représente un moyen important pour la migration des Chironomides dans la phase de larves jeunes.

Nous présenterons maintenant des listes des Chironomides par catégories d'eaux, telles que nous les avons présentés ci-dessus. Les formes déterminées comprendront trois catégories: dominantes (chiffres gras et soulignés) demi-dominantes (chiffres soulignés) et formes subordonnées. Cette division nous facilitera l'analyse des données.

Quelques observations sur l'évolution géomorphologique et biologique du delta

Nous n'avons pas l'intention d'analyser toutes les théories formulées jusqu'à ce jour sur l'évolution géomorphologique du delta, ni l'intention de faire une synthèse des faits connus concernant ce problème, pour ne pas dépasser les

⁴ japšã, pl. jãpše (pron. japcha) superficie d'eau peu profonde et envahie par une riche végétation flottante ou submergée, dans le delta du Danube.

⁵ grind pl. grinduri (pron. grind., pl. grindour) banc de sable ou d'alluvions fluviales, bordant les bras du Danube ou situés à travers du Delta (en direction perpendiculaire par rapport aux bras du fleuve) parallèlement à la côte de la mer Noire.

⁶ girla, pl. girle (pron. gyrła) canal naturel reliant entre eux plusieurs guils du delta du Danube.

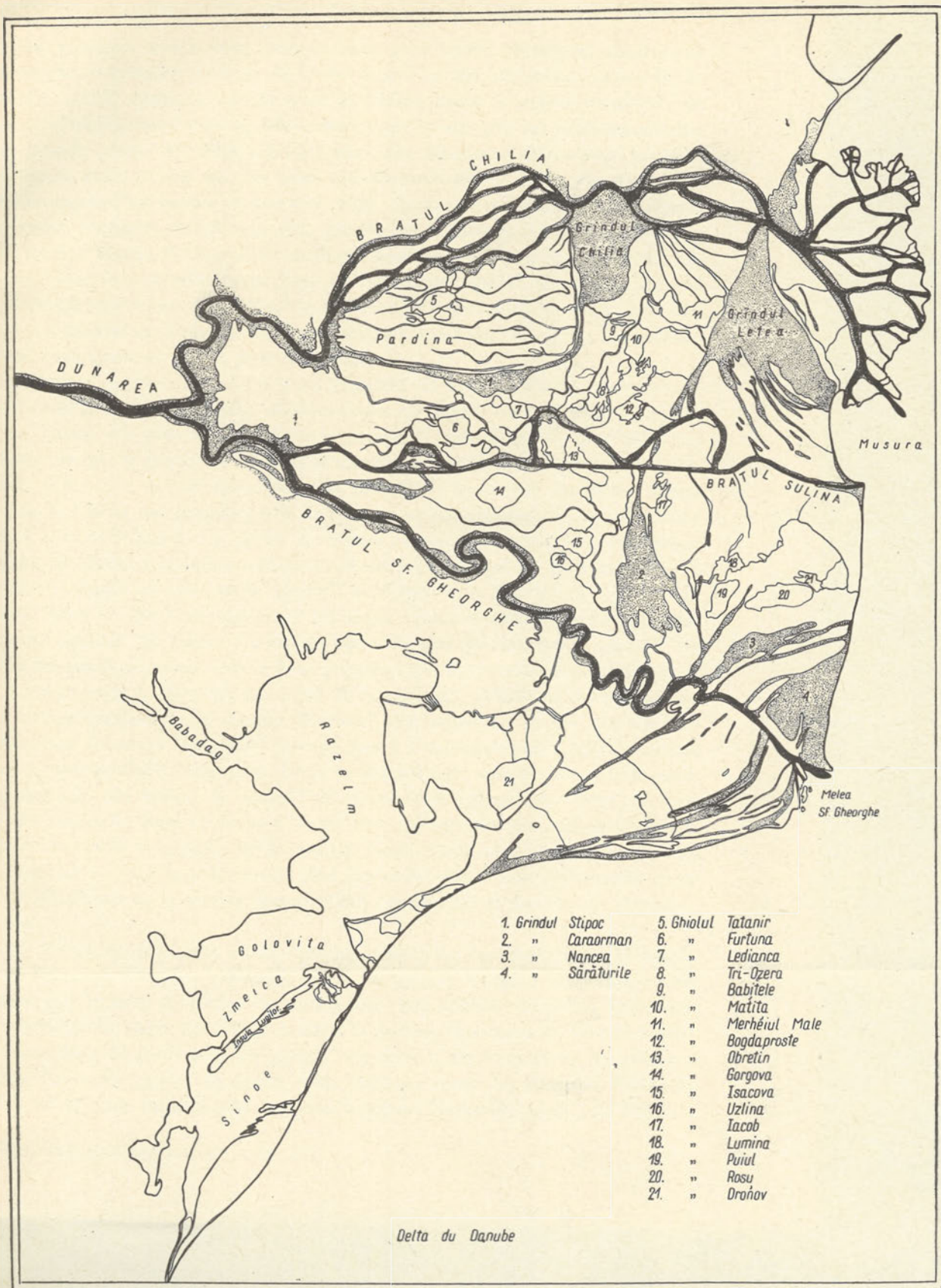
limites de cet ouvrage. Nous tâcherons uniquement de souligner les traits importants pour le sujet qui nous intéresse.

Tous les auteurs, depuis *Antipa* (1914) jusqu'à *Pfannenstiel* (1950) sont d'accord qu'à l'endroit du delta actuel se trouvait, à un certain moment, un golfe ouvert de la mer Noire. Ce dernier auteur précise que ce golfe s'est formé à la fin de la période glaciaire Würm III. A partir de cette étape les opinions diffèrent. D'après *Antipa* (1914), c'est le cordon littoral Jibrieni-Histria qui s'est formé d'abord en fermant le golfe, et ce n'est qu'ensuite que le golfe a été colmaté par les alluvions du Danube, formant ainsi le delta actuel. Les principaux bras du Danube perçaient le cordon dans plusieurs endroits. *C. Brătescu* (1923) considère au contraire que le „grind” maritime du cordon littoral n'a pu se former qu'après le colmatage d'une grande partie du golfe par les bras du delta, arrivant au niveau de la ligne du courant littoral, qui a formé le cordon avec les alluvions charriées par le fleuve. *Pfannenstiel* (1950) considère que les „grinduri” de Letea et de Caraorman sont d'anciennes îles qui s'élevaient des eaux du golfe, et *V. Zencovici* (1956) est d'avis que ces „grinduri”, y compris le „grind” de Jibrieni, représentent une presque île de la mer.

N'importe quelle solution l'on donnera à ce problème, un fait résulte clairement: le bord ouest de ce cordon a le même âge tout le long du delta, et, par conséquent, la séparation des bassins situés immédiatement à l'ouest du „grind” de Caraorman et de Letea s'est produite vers la même époque. Il résulte de même que la partie du delta, située à l'est de Caraorman est plus jeune que celle située à l'ouest de ce „grind”. En ce qui concerne le „grind” de Sărăturile, situé au coin sud-est du delta, les opinions diffèrent beaucoup. Il suffit de signaler que selon *Zencovici* (1956) ce „grind” est le plus jeune, et selon *Petrescu* (1957), le plus ancien. Le dernier auteur apporte de sérieux arguments pour démontrer que le „grind” de Sărăturile est dû à l'activité du bras de Sf. Gheorghe, qui coulait encore récemment le long du bord nord de Sărăturile.

En ce qui concerne l'évolution des principaux bras du fleuve dans la région du delta, les opinions sont aussi très différentes. En tous cas, tous les auteurs sont d'accord que le débit de ces bras a beaucoup oscillé le long des années. Sans doute, le bras de Sf. Gheorghe est le plus ancien des trois et Chilia est de formation relativement récente. *H. Slanar* (1945), par exemple, est même d'avis que ce bras s'est formé dans les temps historiques, au début du moyen-âge.

Malheureusement, on peut dire peu de choses sur l'évolution géomorphologique de l'intérieur du delta, de ses différents bassins. Il n'y a qu'*Antipa* et *Brătescu* qui se soient occupés de ce sujet, quoiqu'en grandes lignes. Les autres auteurs s'occupent exclusivement, ou à peu près, de la genèse et de l'évolution du delta maritime. Mais nous pouvons tirer même de ces données



Mape 1. Delta du Danube
<http://rcin.org.pl>

éparses quelques conclusions intéressantes pour notre problème, conclusions concernant l'évolution du bras de Chilia et des bassins adjacents. Ainsi, Brătescu (1923) démontre que le bras de Chilia, avant d'arriver au niveau du cordon actuel (grindul Letea), débouchait dans la mer par un delta secondaire. Une grande partie du débit du bras avec des alluvions, débouchait pendant longtemps dans la mer par les bras méridionaux de ce delta. Ces bras sont visibles aujourd'hui encore comme des „girle” fortement colmatées — Polucovca, Zamirova, Hangica, Sulimanca, etc., qui relie le bras de Chilia au complexe des „balti” Matita-Merhei. Ceci explique pourquoi de tout ce complexe des „balti” situé à proximité immédiate de l'ouest du „grind” de Letea, du sud de Bogdaproste jusqu'au nord de Merhei, c'est la partie nord qui est le plus colmatée — justement à cause de cette activité soutenue du delta secondaire, formé anciennement par le bras de Chilia.

Le bassin de Pardina est lui aussi adjacent au bras de Chilia, se trouvant entre ce bras et les „grinduri” continentaux de Stipoc et de Chilia. L'origine de ce bassin n'a pas été tout-à-fait éclaircie. L'idée formulée par plusieurs auteurs est que le bassin de Pardina a une origine différente du reste du delta. Ainsi, Antipa (1914) démontre que jusqu'à la formation du cours actuel du bras de Chilia, une grande partie de l'eau de ce bras débouchait probablement dans le bras de Sulina par la „girle” de Siriasa et puis par Sontea. Par conséquent le débit de Chilia était alors très petit. Il est probable qu'il y a eu jadis ici un grand lac, limité au sud par le „grind” de Stipoc et à l'est par le „grind” de Chilia; dans ce lac s'accumulaient les eaux retenues dans leur passage par le grand „grind” de Chilia. Ce lac ne put s'écouler que lorsque le „grind” de Chilia fut percé, il forma alors le bras principal qui le traverse aujourd'hui (27).

Brătescu (1921) dit au sujet de ce bassin: „Finalement, comme un trait caractéristique de la section Bugeac-Chilia rappelons le fait que les lacs se trouvent ici entre les „girle” et non pas à l'extrémité des „girle”, comme dans la section Chilia-Periprava. Dans ce dernier cas, tous les lacs situés entre le grand „M” du Sulina, le „grind” de Chilia et le „grind” de Letea, ne sont que des restes du fond de la mer, restés non sédimentés aux embouchures du sud-est du delta secondaire de la section Chilia-Periprava; dans le deuxième cas, les lacs ne sont que les fonds plus profonds, restés non sédimentés entre le bras du fleuve de la section Bugeac-Chilia ou des restes des lits du Danube” (p. 24).

M. Pfannenstiel (1950) arrive aussi à la conclusion que le bassin de Pardina est d'origine différente et relativement récente. Ce géologue démontre que le bras de Chilia est une partie très récente du delta danubien. Initialement, au cours du Würm I, dans la portion ouest-est, le bras de Chilia coulait le long du bord nord du „grind” de Stipoc, sur l'ancien lit du ruisseau Ialpug, l'actuelle „girle” de Iacob. Plus tard, au cours des périodes Würm II et III, ce lit s'est déplacé plus au nord longeant l'actuelle „girle” de Pardina

et seulement dans la période postglaciaire il arrive à l'endroit où se trouve aujourd'hui le bras de Chilia⁷.

Nous concluons que le bassin de Pardina est de formation récente (bien qu'il soit situé à l'ouest du delta) et qu'il ait une origine différente des autres bassins du delta. Cette conclusion va nous faciliter aussi la compréhension de la composition des associations des Chironomides se trouvant dans ce bassin. Les parties du delta situées au sud-ouest du bassin de Pardina sont plus anciennes que celles-ci, tant au point de vue géomorphologique que comme étape d'évolution biologique.

Malheureusement, aucun auteur ne s'est occupée de ce dernier aspect — l'évolution biologique du delta ou plus précisément, des facteurs biologiques de l'évolution du delta du Danube. *Antipa* a été le seul qui ait souligné le rôle important joué par la végétation dans la transformation du delta, mais sans essayer de faire une analyse plus complète de ce processus.

Il n'est pas question d'analyser ici ce phénomène. A vrai dire, il n'existe pas de données suffisantes pour pouvoir le faire sérieusement. Toutefois, puisqu'il s'agit de souligner les relations existantes entre la distribution des associations des organismes vivants, dans le delta et son évolution géomorphologique, je considère utile de mettre en évidence quelques aspects de ces relations générales.

Je crois ne pas exagérer en affirmant que notre delta est plutôt un phénomène biologique qu'hydrologique. Il suffit de contempler le delta à vol d'oiseau pour nous rendre compte de l'importance du facteur biologique pour son existence. Le delta apparaît comme une mer de roseaux où se miroitent des petites surfaces d'eau — les „ghioluri” et les „girle” du delta. De l'étendue totale du delta (500 000 ha) 300 000 ha sont recouverts de roseau et seulement 140 000 ha représentent la surface libre de l'eau. Il faut ajouter que de l'étendue recouverte de roseau 100 000 ha représentent le „plaur”, cette „terre ferme” d'origine purement biologique, qui modifie complètement l'aspect et l'hydrologie du delta. Mais, considérons les choses de plus près. Dans l'étude du delta, comme dans tout autre processus, il est important de savoir quelles sont les forces motrices du processus. Après avoir mis au clair ce problème, il est plus facile de comprendre le sens de l'évolution du processus respectif, ainsi que la place et le rôle que jouent les différents phénomènes dans ce développement.

En considérant à ce point de vue le delta du Danube, il est clair ainsi que nous l'avons montré dans un autre ouvrage aussi — („La vie dans le delta”) que l'apparition du delta du Danube est un phénomène par excellence hydrologique. C'est le résultat de la contradiction entre l'action du fleuve et de la mer.

⁷ Gr. *Antipa* attribue la migration vers le nord du bras de Chilia à une légère inclinaison vers le nord du sol de la Dobroudgea.

contradiction qui se déploie aux embouchures du fleuve. Ici, par suite de l'interaction des eaux du fleuve et de la mer, à laquelle on doit ajouter l'action des facteurs climatiques et surtout du vent, les alluvions sont sédimentées, organisées et modelées de telle manière, qu'à un moment donné, d'une manière ou d'une autre, des portions de mer sont isolées et incluses, pour ainsi dire, dans le corps du delta. Les facteurs biologiques jouent en cette étape un rôle tout-à-fait subordonné aux facteurs hydrologiques. Cette étape, nous la constatons à présent dans le delta du Danube, même devant les embouchures du fleuve et entre ces mêmes embouchures. Des îles nouvelles surgissent ici des flots de la mer, comme par exemple, Sahalin, en isolant les „zatoane”⁸; c'est ici que commencent à se séparer les nouvelles lagunes, comme celle de Musura, les futurs „ghioluri”, phénomènes dans lesquels les facteurs hydrologiques jouent un rôle extrêmement important. Ce moment dépassé, les relations entre les forces motrices du processus deltaïque changent. Au premier plan surgit la contradiction entre les facteurs hydrologiques du fleuve et les facteurs biologiques, représentés surtout par la végétation. Le „ghiol” Rosu se trouve dans cette étape; c'est le plus jeune „ghiol” du delta. Le grand miroir d'eau libre, le fond profond, formé de vase mêlée de sable, couvert de pelouses de characées, crée des conditions spéciales de vie.

Nous pouvons voir les germes de l'évolution ultérieure, en examinant les environs de ce grand „ghiol”, entouré de massifs infinis de roseaux. A l'abri du rideau de roseaux, le vent ne peut plus agiter l'eau. La vase la plus fine charriée par l'eau, la vase de cellulose, résultée de la décomposition du roseau, les restes d'autres plantes, toutes se déposent sans rencontrer d'obstacle sur le fond, l'enrichissant en substances organiques, en detritus végétal. Le fond s'élève ici rapidement et les associations de plantes submergées parfois même des plantes flottantes commencent à apparaître à la base des roseaux. On peut dire que le processus naturel progresse dans le sens de la désagrégation, de la transformation des „ghioluri” en „jepși”, dans le sens de l'élévation du fond, de l'invasion de l'eau par la végétation et, finalement, de la disparition des „ghioluri”. Si, au début de ce processus les facteurs hydrologiques, les courants d'eau, la quantité d'alluvions apportées par le fleuve jouent un rôle très important, plus tard (ou, dans l'espèce, à l'ouest du delta) le rôle des facteurs biologiques devient prépondérant. La végétation dure, submergée et flottante se développe dans une telle quantité qu'elle empêche complètement le renouvellement de l'eau dans les „jepși” et dans les petits „ghioluri”, même pendant la crue des eaux du Danube. Sur le fond s'amassent chaque année de telles quantités de matières organiques que celles-ci ne peuvent plus être décomposées. L'eau est littéralement remplie par la masse végétale des plantes submergées et la surface se recouvre toujours davantage de plantes flottantes. A un certain

⁸ zaton, pl. zatoane.

moment, même les plantes submergées commencent à disparaître, parce que les plantes flottantes empêchent complètement la pénétration de la lumière dans l'eau. Il est clair que dans une eau pareille les conditions de vie deviennent difficiles et les associations des organismes seront bien différentes de celles vivant dans les grands „ghioluri” ouverts et bien aérés. Peu à peu, la végétation dure invade ces eaux et plus tard cède la place aux saules, c'est ainsi que l'ancien fond de mare devient une forêt ou une prairie.

Il est évident que dans l'évolution du delta proprement dit — de l'est à l'ouest — le rôle des facteurs biologiques et des associations devient toujours plus important. Ces facteurs arrivent à modifier l'hydrologie même du delta (en obstruant les „girle”, en colmatant les „jepsi”, en empêchant le renouvellement de l'eau dans certains „ghioluri”) et déterminent même l'évolution de ses aspects morphologiques.

La relation entre la distribution des associations des Chironomides dans le delta et l'évolution géomorphologique et biologique du delta

En nous basant sur la comparaison des données exposées ci-dessus, nous essayerons de voir quelle est la relation entre la distribution des associations des Chironomides, sur le parcours du delta et les biotopes représentant les différentes étapes de son évolution géomorphologique. Autrement dit, en superposant les associations des Chironomides sur la carte du delta et en connaissant les grandes lignes de l'évolution géomorphologique et biologique du delta, nous essayerons de voir dans quelle mesure ces associations portent l'empreinte des étapes de l'évolution du biotope et donc dans quelle mesure la formation des associations des Chironomides représente une caractéristique de ces étapes. Nous allons commencer par la plus jeune zone du delta, située à l'embouchure du fleuve.

L'une de plus jeunes unités est, sans doute — Baia de Nord ou Musura, située entre l'embouchure du bras de Sulina et le delta du bras de Chilia. C'est un „ghiol” en train de formation, mais communiquant largement avec les eaux de la mer. La différenciation de ce „ghiol” est due aux alluvions apportées par le bras de Chilia, les alluvions qui sont entraînées et déposées en direction sud ou sud-sud-est, sous forme d'une bande de terre qui tend à isoler de la mer l'actuelle Baia de Nord. Aujourd'hui les conditions de vie de Baia se trouvent sous une forte influence tant du fleuve que de la mer et sont donc très variables. Au cours de la période de grandes crues, les eaux de ce golfe sont complètement adoucies, tandis que lorsque le niveau des eaux baisse ou pendant la période des vents du sud-est, les eaux de la mer pénètrent dans le golfe, modifiant brusquement les conditions de vie.

Naturellement, dans un tel biotope, les biocénoses auront un caractère très variable, ne réussissant pas à prendre l'aspect des biocénoses des „ghioluri”

du delta. La biocénose des Chironomides n'est pas encore complètement constituée. On déduit ceci du fait que parmi les 20 formes trouvées en Musura, il n'y en a aucune qui soit nettement dominante (exceptant les formes phytophiles qui ne sont caractéristiques pour aucune unité du delta).

Par conséquent, aucune forme n'a trouvé les conditions nécessaires à un développement en masse. Il faut mentionner ici l'apparition de certaines formes qui, bien quelles soient encore des éléments secondaires, représentent, probablement, les futurs éléments dominants. Tel est *Tendipedini* g. l. *halophila*, qui est aujourd'hui l'élément dominant et caractéristique de tout le complexe de Razelm. L'évolution biocénologique de cet élément dépendra du sens de l'évolution du biotope tout entier. Cette espèce ne se développera au point de vue numérique, que si Musura évoluera dans le sens du complexe de Razelm, en gardant donc le caractère saumâtre des eaux.

Une autre unité en train de formation est la „Meleaua Sf. Gheorghe”, située en face et un peu au sud des embouchures du bras de Sf. Gheorghe. Cette unité évolue pourtant dans un autre sens et se trouve dans un autre stade d'évolution, plus avancé que Musura. L'élévation rapide du fond, à l'ouest de l'île de Sahalin, due aux alluvions charriées par le bras de Sf. Gheorghe, sans isolement préalable des eaux de la mer, a abouti à un riche développement de la végétation. Le fond peu profond garde par endroits un caractère sablonneux, tout en étant fortement embourbé dans certaines autres parties. Ces traits du biotope ont déterminé une autre composition de la biocénose des Chironomides. Des 12 formes trouvées ici, six seulement sont communes avec celles de Musura (voir le tableau No 1). Le fond sablonneux ou vaseux a permis l'installation d'un nombre plus grand de *Cryptochironomus* gr. *defectus* et de *Tendipes* f. l. *semireductus*. Il faut remarquer surtout la présence de *Einfeldia* gr. *carbonaria*, qui, tout en se trouvant ici dans une proportion très réduite, peut devenir un des éléments dominants, comme par exemple, dans le „ghiol” Rosu. En comparant la composition des biocénoses des Chironomides de deux stations mentionnées, Musura et Meleaua Sf. Gheorghe, on peut affirmer que, bien qu'en principe, les unités du delta naissent de la même manière — par l'isolement des eaux de la mer — le processus de différenciation, donc le processus de formation des biocénoses, progresse par différentes voies selon les conditions locales, selon la position de chaque pièce d'eau par rapport aux embouchures du Danube, selon l'histoire spécifique de chaque lieu. On peut généraliser cette idée pour le delta tout entier. On peut affirmer, comme nous allons le montrer plus loin que, bien que toutes les unités du delta évoluent, en principe, selon la même voie, à partir de l'isolement des „ghioluri” de la mer vers leur désagrégation en „jepsi”, suivi du colmatage et de leur disparition — ce processus se déroule en chaque unité d'une manière caractéristique, déterminée par la position actuelle et historique de chaque pièce d'eau dans l'ensemble du delta.

Une preuve est aussi fournie par le fait que même le début de la différenciation des unités, leur isolement de la mer, se déroule différemment dans différents lieux, et les biocénoses elles aussi, prennent dès le commencement des aspects différents, sans être pourtant trop caractéristiques. Les unités définitivement constituées, mais ayant des positions et des âges différents, confirment cette idée. Etant donné que les formes phytophiles ne sont pas caractéristiques pour les „ghioluri”, nous nous occuperons par la suite spécialement des formes benthoniques.

Tableau I

Larves des *Tendipedidae* des embouchures du Delta

Espèces	Lieu	Noms des embouchures	Musura	Meleaua Sf. Gheorghe
		nombre de prises	11	12
Subfam. <i>Chironominae</i>				
<i>Tendipedini</i>				
1		<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>conjungens</i> Kieff.	9	17
2		<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> Kieff.	9	42
3		<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>fuscimanus</i> Kieff.	—	25
4		<i>Einfeldia</i> gr. <i>carbonaria</i> Mg.	—	18
5		<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>gripekoveni</i> Kieff.	18	—
6		<i>Glyptotendipes</i> <i>polytomus</i> Kieff.	9	—
7		<i>Limnochironomus</i> gr. <i>nervosus</i> Staeg.	9	9
8		<i>Limnochironomus</i> gr. <i>tritonus</i> Kieff.	18	—
9		<i>Polypedilum</i> gr. <i>nubeculosum</i> Mg.	9	—
10		<i>Polypedilum</i> gr. <i>scalaenum</i> Schr.	—	9
11		<i>Tendipedini</i> gen.? l. <i>halophila</i> Botn. Cure	9	—
12		<i>Tendipes</i> f. l. <i>plumosus</i> L.	9	—
13		<i>Tendipes</i> f. l. <i>reductus</i> Lip.	9	—
14		<i>Tendipes</i> f. l. <i>semireductus</i> Lenz.	—	50
15		<i>Tendipes</i> f. l. <i>thummi</i> Kieff.	9	—
<i>Tanytarsini</i>				
16		<i>Lauterbornia</i> Kieff.	18	—
17		<i>Tanytarsus</i> gr. <i>exiguus</i> Joh.	9	—
18		<i>Tanytarsus</i> gr. <i>lauterborni</i> Kieff.	55	—
19		<i>Tanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> v. d. Wulp.	—	33
Subfam. <i>Orthocladiinae</i>				
20		<i>Cricotopus</i> gr. <i>algarum</i> Kieff.	27	—
21		<i>Cricotopus</i> gr. <i>silvestris</i> F.	64	25
22		<i>Psectrocladius</i> <i>barbimanus</i> Edw.	9	—
23		<i>Psectrocladius</i> gr. <i>psilopterus</i> Kieff.	9	9
Subfam. <i>Tanypodinae</i>				
24		<i>Pelopia</i> <i>kraatzii</i> Kieff.	18	—
25		<i>Pelopia</i> <i>punctipennis</i> Mg.	—	25
26		<i>Procladius</i> Skuze	18	25

Le „ghiol” Rosu est le plus récent „ghiol” du delta. Le grand étale d'eau, la bonne aération de l'eau par une bonne circulation, l'agitation de l'eau due aux vents qui empêchent la sédimentation de la vase trop fine sur toute l'étendue du „ghiol”, le fort développement des Characées, déterminent certains caractères de la biocénose des Chironomides. Le complexe des Chironomides (voir tableau No II) est caractéristiquement dominé par deux formes benthoniques conductrices *Einfeldia* gr. *carbonaria* et *Propsilocerus danubialis*. Dans les parties le plus fortement envasées se développent *Tendipes* f. l. *plumosus*, qui apparaît comme une forme subordonnée, représentant l'élément qui dominera dans une phase plus avancée de l'évolution du „ghiol”. A côté de cette forme *Procladius* arrive à un grand développement, mais étant une forme carnivore et très eurytope (il se trouve dans toutes sortes d'eau stagnantes, en commençant par les lacs alpins jusqu'aux eaux temporaires des plaines) il ne représente pas un élément caractéristique. En ce qui concerne les autres formes trouvées dans le „ghiol” Rosu, ayant un faible développement quantitatif, nous ne les mentionnons pas ici, mais elles peuvent être suivies sur le tableau.

En même temps que l'évolution ultérieure des „ghioluri”, évolution qui consiste essentiellement dans l'extension des „jepsi” situées autour des „ghioluri”, dans le développement croissant de la végétation dure, dans la réduction de l'étales de l'eau (accompagnées toutes du colmatage du „ghiol”), dans l'élévation du fond et de l'accumulation de plus en plus intense des substances organiques se trouvant dans les dépôts du fond, la population du fond, y compris l'association des Chironomides, se modifie également. Dans ce processus, la première forme qui passe sur le plan secondaire et disparaît même, est *Propsilocerus danubialis* et puis après *Einfeldia* gr. *carbonaria*, qui sont remplacées par d'autres espèces, pour lesquelles le nouveau milieu est plus convenable, fait qui apparaît clairement dans le complexe de „ghioluri” de Mila 23. Si nous examinons les associations des Chironomides de ces „ghioluri”, en allant du sud au nord — Bogdaproste, Tri-Ozera, Matita, Merhei — nous constatons comme suit: à Bogdaproste la forme conductrice est *Einfeldia* gr. *carbonaria*. *Propsilocerus danubialis* passe sur le deuxième plan, étant devenue une forme subordonnée; formes secondaires plus importantes: *Glyptotendipes* gr. *gripenkovi* et *Polypedilum* gr. *nubeculosum*. A remarquer ici, l'apparition dans une seule prise de *Tendipes* f. l. *semireductus*.

Dans Tri-Ozera, l'association des Chironomides est différente: la forme conductrice est *Limnochironomus* gr. *tritonimus*, la forme subordonnée *Tendipes* f. l. *plumosus*; *Einfeldia* gr. *carbonaria* et *Propsilocerus danubialis* existent encore, mais elles deviennent des formes secondaires, cette dernière étant plus fréquente que la première. Cette association correspond à une étape plus avancée de colmatage des „ghioluri”. Grâce à cette végétation abondante, les formes phytophiles se développent rapidement, comme par exemple: *Ablabesmyia monilis* et *Tanytarsus* gr. *gregarius*.

En avançant vers le nord, à Matita, l'association des Chironomides prend un nouvel aspect — *Tendipes* f. l. *plumosus* devient la forme conductrice, la forme subordonnée — *Cryptochironomus* gr. *defectus*; *Einfeldia* gr. *carbonaria* et *Prosilocerus danubialis* persistent comme formes secondaires. À côté de celles-ci *Procladius* se développe également dans un rythme accéléré. Les formes phytophiles *Endochironomus* gr. *tendens* et *Ablamesmyia monilis* sont également bien représentées. À Merhei, la situation apparaît encore plus modifiée. La forme conductrice est *Limnochironomus* gr. *tritonus* et la forme subordonnée — *Tendipes* f. l. *plumosus*; *Prosilocerus danubialis* disparaît complètement. *Einfeldia* gr. *carbonaria* demeure comme forme secondaire. Les formes phytophiles qui présentent un développement plus abondant sont *Tanytarsus* gr. *lobatifrons* et *Ablabesmyia monilis*.

Cette transformation successive de l'association des Chironomides, dans la série de quatre „ghioluri”, du sud au nord, reflète — croyons-nous — un certain processus de leur évolution. Tout le complexe des „ghioluri”, situé entre le „grind” de Chilia et de Stipoc à l'ouest et la „grind” de Letea à l'est, a été séparé de la mer par l'alluvionnement actif du bras de Chilia, de la section Periprava-Vilcov. La séparation et le colmatage de la lagune, et puis des „ghioluri”, s'est faite du nord au sud, et continue à se déployer ainsi à Musura. C'est pourquoi les „ghioluri” du nord sont plus intensément colmatés que ceux du sud. Ainsi, le „ghiol” Bogdaproste, qui est situé au point extrême du sud, est, probablement, le plus récent des „ghioluri”, mais tout de même plus ancien que le „ghiol” Rosu.

Ceci explique le rapprochement qui existe entre la composition des associations des Chironomides de Bogdaproste et celle du „ghiol” Rosu d'une part et, d'autre part, la transformation successive des associations à mesure que l'on avance vers le nord, au fur et à mesure du colmatage, avec prédominance nette des formes iliophiles.

Dans l'île de Sf. Gheorghe, les „ghioluri” d'Uzlina, Isacova et Obretin semblent être dans un stade semblable, ainsi qu'il ressort d'une certaine ressemblance entre les associations des Chironomides de ce système de „ghioluri” et celui du complexe de „ghioluri” de Mila 23. Tandis que dans ce complexe-là, le colmatage des „ghioluri” s'est déployé du nord au sud, ici le colmatage a été plus soutenu dans le sud et moins intense dans le nord, à cause de l'activité du bras de Sf. Gheorghe. Voici pourquoi, afin de faire une meilleure comparaison entre les associations de Chironomides des deux complexes de „ghioluri”, il est plus juste d'examiner ces associations, en partant d'Obretin (que nous considérons comme unitaire en dépit du fait qu'il est coupé par le canal de Sulina) vers Uzlina, c'est-à-dire du „ghiol” moins colmaté vers celui, où ce processus est plus avancé.

Dans le „ghiol” d'Obretin les formes conductrices sont: *Tendipes* f. l. *plumosus*, *Cryptochironomus* gr. *defectus* et *Polypedilum* gr. *nubeculosum*; comme formes

Espèces	Noms des „ghiois”																																		
	Rosu	Puin	Lumina	Bogdaproste	Ty-Ozera	Matita	Merhei	Uzlina	Isacova	Obretin	Gorgova	Furtuna	Tatamir	Tihai	Costin	Costinel	Serhanou Mic	Serhanou Petit	Bacina	Pojareul Grand	Antipa	Dranov	Petre	Marighiol	Colovita	Babadag	Ruzeln	Zmeica	Sinoe	Leahova					
Nombre de prises	35	2	1	5	14	17	8	15	3	6	33	4	9	7	5	2	3	2	2	1	5	20	5	2	11	9	6	4	5	3					
Subfam. Chironominae																																			
Tendipedini																																			
1	<i>Cryptochironomus gr. conjungens</i> Kieff.	9	50					7		17	6			29					50				25	20							11				
2	<i>Cryptochironomus gr. defectus</i> Kieff.	11	50			7	36	12.5	28	33	66	12	50	22		20	100	66			10	15													
3	<i>Cryptochironomus fridmanae</i> Tshern.																															11			
4	<i>Cryptochironomus gr. pararostratus</i> Lenz.	3	50		20			7		17		25	11		20																				
5	<i>Cryptochironomus gr. viridulus</i> F.	9				7		12.5																											
6	<i>Einfeldia gr. carbonaria</i> Mg.	37		+	80	7	6	12.5					67	86			66	50	100	+															
7	<i>Endochironomus gr. tendens</i> F.					21	24			50	6		22				33																		
8	<i>Glyptotendipes gr. gripekoveni</i> Kieff.				40		6	12.5			17	3	25	33	14						10			50	36	11									
9	<i>Glyptotendipes polytomus</i> Kieff.																																22	16	
10	<i>Limnochironomus gr. nervosus</i> Staeg.	6				14																													
11	<i>Limnochironomus gr. tritonus</i> Kieff.	9				50	12	50	21	33	33	6									10														
12	<i>Polypedilum gr. nubeculosum</i> Mg.	9			40	12		14	33	66	6	50	11	43	40																				
13	<i>Polypedilum gr. scalaenum</i> Schr.	3									3																								
14	<i>Sergentia gr. longiventris</i> Kieff.													14				50	50		10														
15	<i>Tendipedini</i> gen.? <i>l. halophila</i> Botn. Cindea																								82	56	33	100	80	100					
16	<i>Tendipedini</i> gen.? <i>l. macrophthalma</i> Tshern.					21	6	12.5																											
17	<i>Tendipes f. l. bathophilus</i> Kieff.	3									17																								
18	<i>Tendipes biappendiculatus</i> Kruglova					28																													
19	<i>Tendipes f. l. plumosus</i> L.	23	50			42	53	25	35	66	66	64	25	22	29	60	100		50	50	60		20		9	22	33								
20	<i>Tendipes f. l. reductus</i> Lip.																					65	20												
21	<i>Tendipes f. l. salinarius</i> Kieff.		50																																
22	<i>Tendipes f. l. semireductus</i> Lenz.	3	50	+	20		6	35		50	42	25	22				33		50			25	60			78	16								
23	<i>Tendipes f. l. thummi</i> Kieff.							7													10			18			16								
24	<i>Xenochironomus xenolabis</i> Kieff.				20																														
Tanytarsini																																			
25	<i>Lauterbornia</i> Kieff.																				10														
26	<i>Micropsectra</i> sp.	3									6																								
27	<i>Tanytarsus gr. exiguus</i> Joh.	3	50														33																		
28	<i>Tanytarsus gr. gregarius</i> Kieff.	3			20	42	6	7		17	6										20														
29	<i>Tanytarsus gr. lauterborni</i> Kieff.	3				7	6	7		17	6	25									10						11								
30	<i>Tanytarsus gr. lobatifrons</i> Kieff.	3						50																											
31	<i>Tanytarsus gr. mancus</i> v. d. Wulp.	9								17	3	50																							
Subfam. Orthoclaadiinae																																			
32	<i>Cricotopus gr. algarum</i> Kieff.					7																			9									25	20
33	<i>Cricotopus biformis</i> Edw.	3																																	
34	<i>Cricotopus latidentatus</i> Tshern.	3																																	
35	<i>Cricotopus gr. silvestris</i> F.							7			3			14	100	50					20	5													
36	<i>Propilocerus danubialis</i> Botn. Albu	37			60	35	18			33			11	14					50	50															
37	<i>Psectrocladius gr. psilopterus</i> Kieff.		50					12,5	14		17	3	50								10														
Subfam. Corynoneurinae																																			
38	<i>Corynoneura</i> sp.							7		17		25																							
Subfam. Tanypodinae																																			
39	<i>Ablabesmyia gr. monilis</i> L.	11			40	63	24	25	7		9				60							5													
40	<i>Anatopinya plumipes</i> Fries.						12							14																					
41	<i>Clinotanypus nervosus</i> Mg.						6																												
42	<i>Pelopia punctipennis</i> Mg.									50	6		11						50			65	100												
43	<i>Pelopia kraatzi</i> Kieff.		50		20		6	7				25	11		20				50		10														
44	<i>Pelopia villipennis</i> Kieff.																				10														
45	<i>Procladius</i> Skuze	20	100	+		14	36	12,5	42	66		52	25	44	14	20		33	50	100		65	80		18	56	33	25							

Espèces	Noms des „japshes”																																																																
	Ledeanca	Văcărești	Orehovo	Hangica	Ereacu	Pereteajca	Măslă	Bezargia Mare	Bezargia Mică	Zelenii Mare	Verde	Turița	Lăpșin	Moise	Bolji	Condura	Ciolic	Zătonul Nou	Zătonul Vechi	Caracatură	Beicing	Crăbulic	Dimbovița	Căblevata	Morșchi	Vostocina	Cuzmenți	Isăcel	Durnaleașca	Gorgovăț	Artimova	Nebo	Clisiova																																
Nombre de prises	3	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	1	2	1	4	1	3	2	7	3	1	1	1																																
Subfam. <i>Chironominae</i>																																																																	
<i>Tendipedini</i>																																																																	
1	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>conjugens</i> Kieff.																																																																
2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> Kieff.																																																																
3	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>pararostratus</i> Lenz																											33	50	33																		100																	
4	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>viridulus</i> F.																																																		25														
5	<i>Endochironomus</i> gr. <i>signaticornis</i> Kieff.																											33	50																																				
6	<i>Endochironomus</i> gr. <i>tendens</i> F.																											33																																					
7	<i>Gliptotendipes</i> gr. <i>gripekoveni</i> Kieff.																												50																																				
8	<i>Gliptotendipes</i> <i>polytomus</i> Kieff.																																																																
9	<i>Limnochironomus</i> gr. <i>nervosus</i> Staeg.																																																																
10	<i>Limnochironomus</i> gr. <i>tritonus</i> Kieff.																												50	33	+																																		
11	<i>Pentapedilum</i> gr. <i>exsectum</i> Kieff.																											33	50	33																																			
12	<i>Polypedilum</i> gr. <i>convictum</i> Walk.																											33																																					
13	<i>Polypedilum</i> sp. (<i>Tendipedinae</i> „genuine” nr. 3) Lip.																											33																																					
14	<i>Polypedilum</i> gr. <i>nubeculosum</i> Mg.																												50																																				
15	<i>Polypedilum</i> gr. <i>pedestre</i> Mg.																													33																																			
16	<i>Tendipedini</i> gen.? l. <i>macrophthalma</i> Tshern.																												50																																				
17	<i>Tendipes</i> f. l. <i>plumosus</i> L.																												50			+																																	
18	<i>Tendipes</i> f. l. <i>plumosus-reductus</i> Lip.																																																																
19	<i>Tendipes</i> f. l. <i>semireductus</i> Lenz.																																																																
20	<i>Tendipes</i> f. l. <i>thummi</i> Kieff.																																																																
21	<i>Xenochironomus</i> <i>xenolabis</i> Kieff.																											33																																					
Subfam. <i>Tanytarsini</i>																																																																	
22	<i>Micropsectra</i> sp.																																																																
23	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>exiguus</i> Joh.																											33																																					
24	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> Kieff.																																																																
25	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>lauterborni</i> Kieff.																												50	66																																			
26	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> v. d. Wulp.																																																																
Subfam. <i>Orthoclaadiinae</i>																																																																	
27	<i>Cricotopus</i> gr. <i>algarum</i> Kieff.																											33		33																																			
28	<i>Cricotopus</i> <i>latidentatus</i> Tshern.																												50																																				
29	<i>Cricotopus</i> gr. <i>silvestris</i> F.																											33	50	33																																			
30	<i>Eukiefferiella</i> <i>bicolor</i> Zett.																												50																																				
31	<i>Propilocerus</i> <i>danubialis</i> Botn. Albu																																																																
32	<i>Psectrocladius</i> gr. <i>psilopterus</i> Kieff.																																																																
Subfam. <i>Corynoneurinae</i>																																																																	
33	<i>Corynoneura</i> sp.																											66	50	33																																			
34	<i>Thienemanniella</i> <i>flaviforceps</i> Kieff.																											33																																					
Subfam. <i>Tanypodinae</i>																																																																	
35	<i>Ablabesmyia</i> <i>monilis</i> L.																													66																																			
36	<i>Ablabesmyia</i> l. <i>pectinata</i> Botn. Cîdea																													33																																			
37	<i>Ablabesmyia</i> gr. <i>tetrasticta</i> Kieff.																											33	50																																				
38	<i>Pelopia</i> <i>kraatzi</i> Kieff.																																																																
39	<i>Pelopia</i> <i>punctipennis</i> Mg.																																																																
40	<i>Procladius</i> Skuze																												50	33																																			

Tableau IV

Larves des *Tendipedidae* des eaux temporaires du delta du Danube

Espèces	Lieu	Sur Stipoc	Sur Leted	Dans le roseau (Siriasa)	Sur le planar (Litecov.)	Stipoc-Ozero	Rosulet
		1	2	1	1	1	1
Nombre des prises		1	2	1	1	1	1
Subfam. <i>Chironominae</i>							
<i>Tendipedini</i>							
1	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> Kieff.	+					
2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>pararostratus</i> Lenz.					+	
3	<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>gripekoveni</i> Kieff.	+	50		+	+	
4	<i>Glyptotendipes</i> <i>polytomus</i> Kieff.		50		+		
5	<i>Polypedilum</i> gr. <i>convictum</i> Walk.						+
6	<i>Polypedilum</i> gr. <i>nubeculosum</i> Mg.	+		+			
7	<i>Limnochironomus</i> gr. <i>nervosus</i> Staeg.		50				
8	<i>Endochironomus</i> gr. <i>dispar</i>		100				
9	<i>Tendipedini</i> gen? l. <i>macrophthalma</i> Tshern.				+		
10	<i>Tendipes</i> f. l. <i>plumosus</i> L.	+	100	+	+	+	+
<i>Tanytarsini</i>							
11	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> Kieff.	+					
12	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>lauterborni</i> Kieff.	+	100				
13	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> v. d. Wulp.						+
Subfam. <i>Orthocladiinae</i>							
14	<i>Cricotopus</i> gr. <i>silvestris</i> F.	+	50		+		+
15	<i>Psectrocladius</i> gr. <i>psilopterus</i> Kieff.	+	50				+
16	<i>Limnophyes</i> gr. <i>pusillus</i> Eaton.		50				+
17	<i>Orthocladiinae</i> gen.? sp.?		50				+
Subfam. <i>Corynoneurinae</i>							
18	<i>Corynoneura</i> sp.		50			+	+
Subfam. <i>Tanypodinae</i>							
19	<i>Ablabesmyia</i> <i>monilis</i> L.	+	50				+
20	<i>Ablabesmyia</i> <i>falcigera</i> Kieff.		100				+
21	<i>Ablabesmyia</i> <i>pectinata</i> Botn. Cindea						+
22	<i>Pelopia</i> <i>kraatzii</i> Kieff.	+					
23	<i>Procladius</i> Skuze	+		+			

subordonnées, on trouve: *Tendipes* f. l. *semireductus*, *Limnochironomus* gr. *tritonus* et *Propsilocerus danubialis*. Outre les formes sus-citées se sont développées *Procladius* et la forme phytophile *Endochironomus* gr. *tendens*. Vers le sud, dans le „ghiol” d’Isacova, on trouve comme formes conductrices *Tendipes* f. l. *plumosus* et *Propsilocerus danubialis* et comme formes subordonnées *Cryptochironomus* gr. *defectus*, *Limnochironomus* gr. *tritonus* et *Polypedilum* gr. *nubeulosum*. (Etant donné le petit nombre de prises que nous avons d’Isacova, il serait possible que l’association décrite de ce „ghiol” ne correspond pas à la réalité, dans le sens que les proportions entre les espèces pourraient être tout autres). Parmi les formes phytophiles *Cricotopus* gr. *silvestris* est le plus développé. Plus au sud, dans Uzline, *Tendipes* f. l. *plumosus* et *Tendipes* f. l. *semireductus* sont les formes conductrices; comme formes subordonnées il y a *Cryptochironomus* gr. *defectus*, et *Limnochironomus* gr. *tritonus*; *Propsilocerus danubialis* se maintient seulement comme forme secondaire, à côté d’autres formes secondaires (voir le tableau II). Parmi les formes existantes *Procladius* s’est beaucoup développé et parmi les formes phytophiles *Psectrocladius* gr. *psilopterus*. Ce qui différencie la population de Chironomides de ces trois „ghioluri” de celle du complexe des „ghioluri” de Mila 23 c’est, avant tout, l’absence de *Einfeldia* gr. *carbonaria*. De même, le développement, au point de vue numérique, de *Tendipes* f. l. *semireductus*. Dans le reste, la formation des associations des Chironomides est la même et montre, en général, une même étape de l’évolution de ces unités.

Les observations biocénologiques faites jusqu’ici concordent avec les conclusions des géomorphologues et des géologues, ainsi que nous l’avons démontré dans le chapitre précédent. De l’ouvrage de Brătescu (1922) par exemple, il résulte que le territoire inclus par le „grind” de Letea, entre ses deux marges, de l’est et de l’ouest, a le même âge que le territoire inclus entre Caraorman et le „grind” de Sulina-Ivancea. „Le rivage actuel de la mer Noire à Sulina date de la même époque que le rivage de la mer au point Ivancea et le premier delta secondaire de Chilia. Cette constatation est un fait inébranlable et n’importe qui analyse la carte hydrologique du delta ne peut le nier” (Brătescu, p. 31—32).

Il en résulte que, en effet, le „ghiol” Rosu, situé à l’est du „grind” de Sulina-Ivancea, est le plus „jeune”. D’autre part, comme nous l’avons déjà dit, la marge ouest du „grind” de Letae (Raducu) a le même âge que la marge du „grind” de Caraorman, ce qui montre que le complexe de „ghioluri” de Mila 23 s’est séparé dans la même période que le complexe Uzline-Isacova-Obretin. A ce fait géomorphologique correspond aussi la ressemblance des associations des Chironomides de deux complexes de „ghioluri”. Bien sûr que chaque complexe a eu ses traits spécifiques pendant son évolution, traits qui ont déterminé aussi quelques différences dans la formation des associations des Chironomides.

Jusqu'à présent nous ne savons pas d'une manière concrète en quoi consistent ces traits particuliers dans l'évolution de chaque complexe.

En allant plus loin, vers l'ouest, nous trouvons les derniers deux grands „ghioluri”: Gorgova et Furtuna. Ces „ghioluri” correspondent à une étape plus avancée de l'évolution du delta et l'association des Chironomides a, en conséquence, une autre structure. Ainsi, à Gorgova, la forme conductrice est *Tendipes* f. l. *plumosus*, la forme subordonnée *Tendipes semireductus*, et comme forme secondaire plus importante *Cryptochironomus* gr. *defectus*. Parmi les autres formes, celle qui s'est la plus développée est *Procladius*. Dans le „ghiol” de Furtuna (avec la même réticence que dans le cas du „ghiol” d'Isacova) parmi les formes du fond, *Cryptochironomus* gr. *defectus* et *Polypedilum* gr. *nubeculosum* sont des formes conductrices et comme formes subordonnées apparaissent *Tendipes* f. l. *plumosus* et *Glyptotendipes* gr. *gripekoveni*. Parmi les formes phytophiles, celles qui se sont le plus développées sont: *Tanytarsus* gr. *mancus*, *Cricotopus* gr. *silvestris* et *Psectrocladius* gr. *psilopterus*. Dans les deux „ghioluri” de Gorgova et de Furtuna, on ne trouve plus d'*Einfeldia* ni de *Propillocerus*.

Le bassin de Pardina, séparé du reste du delta par les „grinduri” continentaux de Stipoc et de Chilia, présente un tout autre aspect. Cet aspect différent consiste dans certains traits inattendus des associations des Chironomides des „ghioluri” et des „jepse” de ce bassin. Mentionnons d'abord que dans tout le delta il n'y a que dans ce bassin que l'on a trouvé dans plusieurs endroits *Sergentia* gr. *longiventris*. Ensuite, notre idée que *Einfeldia* est caractéristique pour les zones situées vers l'est, c'est-à-dire plus récentes du delta, est contredite, au moins en apparence, par le fait, que dans ce bassin *Einfeldia* gr. *carbonaria* apparaît, dans plusieurs unités, comme forme conductrice. En effet, dans les „ghioluri” de Tatanir et de Tihai, cette forme est la seule conductrice et domine le développement des autres formes. Dans le petit Serhănoiu, à côté de *Einfeldia*. et tout aussi développé apparaît *Cryptochironomus* gr. *defectus*. *Einfeldia* gr. *carbonaria* apparaît aussi dans les „ghioluri” du grand Serhănoiu, Bacina et dans le grand Pojaret (nous ne pouvons pas en préciser les proportions à cause de petit nombre de prises). A côté de ces formes, un grand développement est enregistré aussi par *Tendipes* f. l. *plumosus*. L'association des formes rapaces a, elle aussi, un nouvel aspect: à côté de *Procladius* — abondant dans toutes les unités — apparaît *Pelopia punctipennis* et surtout *Pelopia kraatzi*.

En ce qui concerne la position dans l'ensemble du delta, le bassin de Pardina paraît être le plus ancien, mais le caractère de la biocénose des Chironomides ne semble pas confirmer cette hypothèse. La présence très fréquente d'*Einfeldia* gr. *carbonaria* rapproche les biocénoses de ce bassin de celles du complexe de Mila 23 par exemple.

Quelle peut être l'explication de ce fait?

Comme nous l'avons déjà souligné dans le chapitre précédent, le bassin

de Pardina occupe aussi, au point de vue géomorphologique, une place à part, mais celle-ci n'est pas très bien précisée. En conséquence, toute la structure biogéomorphologique, pour ainsi dire, de ce bassin, le met dans une situation spéciale par rapport aux zones environnantes. Probablement que le bassin de Pardina représentait une immense lagune, isolée du reste du delta par le „grind” de Letea à l'est et le „grind” de Stipoc au sud. Le fait que le fond de ce bassin se trouve sous le niveau de la mer Noire, comme d'ailleurs le fond du delta tout entier, plaide pour cette idée. Le colmatage de ce bassin a représenté un long processus. L'absence des „grinduri” ou leur faible développement le long des „girle” Gotca, Repedea, Pardina, Adîncea, etc., de l'intérieur du bassin, démontre que la différenciation du bassin en unités plus petites — „ghioluri”, „jepsi”, „girle” — n'est pas beaucoup plus ancienne que, par exemple, la formation des „girle” du côté nord du complexe de Mila 23: les „girle” de Polucofca, Zamirova, Hamgica, etc. En conséquence, bien que le bassin de Pardina se soit séparé de la mer beaucoup plus tôt que le complexe Mila 23, la formation des „ghioluri” des deux bassins s'est produite à peu près dans la même période. Cela pourrait expliquer aussi les traits semblables des biocénoses des Chironomides des deux bassins.

Si nous avançons vers le sud du delta, dans l'île de Dranov et dans le complexe Razelm, nous observons un paysage tout-à-fait différent et caractéristique pour chacun de ces bassins.

Dans le „ghiol” de Dranov, l'association des Chironomides est caractéristique: *Tendipes* f. l. *reductus* à côté de *Pelopia punctipennis* et *Procladius* arrivent à un développement égal des formes conductrices. En général, il faut souligner le grand développement, dans ce „ghiol”, ainsi que dans le „ghiol” de Petre, des formes benthoniques carnivores. Dans le „ghiol” de Dranov se trouvent comme formes subordonnées: *Tendipes* f. l. *semireductus* et *Cryptochironomus* gr. *conjugens*. Comme forme secondaire plus importante, *Cryptochironomus* gr. *defectus*.

Dans le „ghiol” Petre, beaucoup plus petit et plus colmaté que le Dranov, nous constatons une variante de la même biocénose, les proportions entre les espèces étant modifiées. Le rôle de forme conductrice revient aux espèces carnivores. Sur le premier plan apparaissent *Pelopia punctipennis*, puis *Procladius*; comme forme subordonnée apparaît *Tendipes* f. l. *semireductus*, *Tendipes* f. l. *reductus* se maintient seulement comme forme secondaire à côté de *Cryptochironomus conjugens*. Dans les „jepsi” de cette île, où le degré de colmatage est encore plus avancé, disparaissent aussi bien *Pelopia punctipennis* que *Tendipes* f. l. *reductus*; en échange se développent un grand nombre de *T. f. l. plumosus* et les formes phytophiles comme, par exemple, *Ablabesmyia* gr. *monilis*.

Un tableau, peut-être encore plus caractéristique, peut être constaté dans les „ghioluri” du complexe de Razelm.

Noms des „gyrla”-s		Broele	Lopatna	Sulimanka	Busurca	Impurita	Redica	Iacobova	Zabara	Repede	Crasnicol	Durnostia	Târta	Palude	Dunavâf	Piscinai	Cernet	Siderea	Gjria entre Sontea et Cruhlic	Musura canal sat	Caibeda	Bras Sf. Gheorghe	
Espèces		4	5	1	2	11	3	1	1	1	4	4	1	2	2	2	1	1	1	1	1	6	
Nombre de prises		4	5	1	2	11	3	1	1	1	4	4	1	2	2	2	1	1	1	1	1	6	
Subfam. Chironominae																							
Tendipedini																							
1	<i>Cryptochironomus burganadzeae</i> Tshern.							+															
2	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> Kieff.	25			50			+			25	25									+	+	83
3	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>pararostratum</i> Lenz.	25	40		50						25												
4	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>viridulus</i> F.																					+	+
5	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>vulneratus</i> Zett.																						17
6	<i>Einfeldia</i> gr. <i>carbonaria</i> Mg.									+													
7	<i>Endochironomus</i> gr. <i>dispar</i> Mg.										25												
8	<i>Endochironomus</i> gr. <i>signaticornis</i> Kieff.	25	40																		+		
9	<i>Endochironomus</i> gr. <i>tendens</i> F.		20																				
10	<i>Glyptotendipes</i> gr. <i>gripekoveni</i> Kieff.		40				33				25												
11	<i>Glyptotendipes polytomus</i> Kieff.	25			50	36						50											
12	<i>Limnochironomus</i> gr. <i>nervosus</i> Staeg.	100	40		50		33																
13	<i>Limnochironomus</i> gr. <i>tritonus</i> Kieff.		20	+		9																	
14	<i>Pentapedilum</i> gr. <i>exsectum</i> Kieff.	50	60																			+	
15	<i>Polypedilum</i> gr. <i>convictum</i> Walk.	25																					
16	<i>Polypedilum</i> gr. <i>nubeculosum</i> Mg.	25	20				33	+	+	+											+	+	
17	<i>Polypedilum</i> gr. <i>scalaenum</i> Schr.				50																		
18	<i>Sergentia</i> gr. <i>longiventris</i> Kieff.									+													
19	<i>Tendipedini</i> gen.? l. <i>halophila</i> Botn. Cindea																						
20	<i>Tendipedini</i> gen.? l. <i>macrophthalma</i> Tshern.	75	80				66															+	
21	<i>Tendipes</i> f. l. <i>bathophilus</i> Kieff.																					+	
22	<i>Tendipes</i> f. l. <i>plumosus</i> L.				100	82	33	+	+	+	25			50	50						+	+	
23	<i>Tendipes</i> f. l. <i>reductus</i> Lip.										25	25										+	+
24	<i>Tendipes</i> f. l. <i>semireductus</i> Lenz.																					+	+
25	<i>Tendipes</i> f. l. <i>thummi</i> Kieff.																					+	+
Tanytarsini																							
26	<i>Lauterbornia</i> Kieff.							+															
27	<i>Micropsectra</i> sp.																						
28	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>exiguus</i> Joh.		40				33															+	
29	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> Kieff.				50	9					25											+	
30	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>lauterborni</i> Kieff.	75	60	+	50	27	33					25										+	
31	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>lobatifrons</i> Kieff.		20		50																	+	
32	<i>Tanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> v. d. Wulp.																					+	+
Subfam. Orthoclaadiinae																							
33	<i>Cricotopus</i> gr. <i>algarum</i> Kieff.	75	40				33																
34	<i>Cricotopus latidentatus</i> Tshern.	25	20																				+
35	<i>Cricotopus</i> gr. <i>silvestris</i> F.	50	100	+			66					25										+	
36	<i>Eukiefferiella</i> sp.																						
37	<i>Psectrocladius dilatatus</i> v. d. Wulp.	25	20																				17
38	<i>Psectrocladius</i> gr. <i>psilopterus</i> Kieff.			+			33			+		25		50	50							+	
Subfam. Corynoneurinae																							
39	<i>Corynoneura</i> sp.	75	100									25											
40	<i>Thienemanniella flaviforceps</i> Kieff.	50	20																				
Subfam. Tanypodinae																							
41	<i>Ablabesmyia</i> gr. <i>lentiginosa</i> Fries.							+															
42	<i>Ablabesmyia monilis</i> L.	75	80	+	50		66															+	
43	<i>Ablabesmyia</i> l. <i>pectinata</i> Botn. Cindea		20										+	100		50	+	+				+	
44	<i>Ablabesmyia tenuicalcar</i> Kieff.																						
45	<i>Ablabesmyia tetrasticta</i> Kieff.		20								25												
46	<i>Pelopia kraatzii</i> Kieff.				100	27																	
47	<i>Pelopia punctipennis</i> Mg.													50	50	50							
48	<i>Procladius</i> Skuze				50										50							+	+

Dans toutes les unités de ce complexe une nouvelle forme de *Tendipedini* g. l. *halophila* apparaît comme caractéristique, et dans plusieurs unités, aussi comme forme conductrice.

La formation des associations des Chironomides dans ce complexe est étroitement dépendante de la salinité de l'eau. On sait bien que la salinité de l'eau va ici en croissant à mesure que l'on avance du nord vers le sud. En suivant cette direction, nous constaterons aussi une modification successive de l'association des Chironomides, où le rôle de *Tendipedini* g. l. *halophila* augmente. Ainsi, dans le Razelm, où l'eau est fortement dulcifiée sous l'influence directe du Danube, la nouvelle forme apparaît comme conductrice, à côté d'un développement égal de *Tendipes* f. l. *plumosus* et de *Procladius*. Comme formes subordonnées apparaissent *Tendipes* f. l. *semireductus*, *Tendipes* f. l. *thummi* et *Glyptotendipes polytomus*. A Babadag, où l'eau est devenue assez dulcifiée, *Tendipedini* g. l. *halophila* demeure une forme subordonnée à côté de *Procladius* ayant comme forme conductrice *Tendipes* f. l. *semireductus*. Comme forme secondaire apparaissent *Tendipes* f. l. *plumosus* et *Glyptotendipes polytomus*. A Golovita, où la salinité est plus grande, *Tendipedini*, g. l. *halophila* apparaît comme une forme nettement conductrice et dépasse de loin le développement quantitatif de toutes les autres formes. Comme forme subordonnée apparaît *Glyptotendipes* gr. *gripekoveni*, et comme forme secondaire *Tendipes* f. l. *thummi*, à côté de *Procladius*. A Zmeica, *Tendipedini*, g. l. *halophila* apparaît aussi comme forme nettement conductrice, le nombre des autres espèces étant ici encore plus petit que dans les autres „ghioluri”. A côté de cette forme, parmi les espèces du fond, on trouve seulement *Procladius*, mais faiblement développé, et parmi les formes phytophiles uniquement *Cricotopus* gr. *algarum*.

En avançant vers le sud, à Sinoe, nous rencontrerons dans la faune du fond, seulement la nouvelle forme, et parmi les espèces phytophiles, le même *Cricotopus* gr. *algarum*. Dans le „zaton” de Leahova, qui est sous l'influence plus directe de la mer, nous ne trouvons que *Tendipedini* g. l. *halophila*. Du „zaton” de Peretiajca nous n'avons qu'une seule prise (voir le tableau) provenant probablement, de la partie ouest du „zaton” de la zone littorale ayant des plantes et qui se trouve sous l'influence des eaux dulcifiées du Razelm. C'est pourquoi nous ne considérons pas cette prise comme caractéristique de la composition des associations des Chironomides.

En conséquence, nous pouvons affirmer que toutes les unités du complexe de Razelm sont caractérisées par l'association des Chironomides avec *Tendipedini* g. l. *halophila*, pouvant présenter des variantes différentes, selon la salinité de l'eau. Ceci montre que les associations peuvent subir une modification dans le temps, selon les crues du Danube. Les années où le niveau des eaux du Danube croît et le complexe de Razelm est plus dulcifié, l'association se modifie dans le sens de la diminution du rôle de *Tendipedini* g. l. *halophila*.

Il faut remarquer que la composition caractéristique des associations des

Chironomides de l'île Dranov et du complexe de Razelm correspond à des voies différentes dans l'évolution géomorphologique de ces bassins, par rapport à tout le reste du delta.

Si nous regardons le tableau III, de la répartition des larves des Chironomides dans différents „jepsi”, nous constatons que parmi les formes benthoniques, le rôle nettement conducteur est tenu par *Tendipes* f. l. *plumosus* à côté de *Procladius*. Les „jepsi” étant dans un stade avancé de colmatage surtout biologique, on comprend qu'un rôle important sera tenu par les formes phytophiles, ainsi que l'indique d'ailleurs le tableau: *Tanytarsus* gr. *lauterborni*, *Ablabesmyia monilis*, *Cricotopus* gr. *silvestris* sont parmi les formes les plus répandues. En outre, le nombre des formes phytophiles est généralement relativement grand, dominant même en comparaison avec les formes benthoniques. Nous n'avons pas pu constater une autre caractéristique de la faune des Chironomides des „jepsi”. Nous n'avons pu observer aucune différence caractéristique entre les „jepsi” situés dans les différentes zone du delta. Cela ne peut d'ailleurs pas être autrement, parceque les „jepsi”, tout le long du delta, sont très semblables, bien que leur signification puisse être différente dans les diverses zones du delta. Dans les parties est dans la région des grands „ghioluri”, les „jepsi” représentent les premiers pas dans la désagrégation et le colmatage du „ghiol” tandis que dans les parties ouest, les „jepsi” représentent les derniers vestiges de quelques anciens „ghioluri”. Il n'est pas exclu qu'un matériel plus riche puisse montrer aussi les différences biocénologiques entre ces catégories d'eau.

En passant aux eaux temporaires (Tableau IV) on constate d'abord la baisse du nombre général des formes (24), la prédominance des formes phytophiles. Parmi les formes benthoniques, la plus répandue est *Tendipes* f. l. *plumosus*. C'est ici qu'apparaissent aussi quelques formes que nous n'avons pas trouvées en d'autres eaux — une espèce de *Orthocladiini*, qui n'a pas pu être déterminée et *Limnophyes pusillus*.

Dans les „girle” du delta (voir le tableau V), la faune des Chironomides est plus riche (48 formes) que dans toutes les autres catégories d'eau. Ceci est d'ailleurs normal. Les „girle” du delta sont les artères de communication entre les eaux stagnantes les plus diverses. Le courant y est réversible, le végétation abondante, le fond varié, en commençant par celui le plus fortement colmaté, très riche en détritits organique, et allant jusqu'au fond dur, presque dépourvu d'alluvions. Il est donc naturel que les formes les plus variées y trouvent un abri et des conditions favorables de vie. Parmi les formes benthoniques, la plus commune est le même *Tendipes* f. l. *plumosus*. A remarquer que seulement dans le bras de Sf. Gheorghe on a trouvé *Cryptochironomus* gr. *vulneratus*. Ici non plus — comme dans le cas de „jepsi” — nous n'avons pu constater un trait caractéristique pour les „girle” situées dans les différentes zones du delta.

En essayant de réunir en un aperçu d'ensemble les faits ci-dessus mentionnés et de détacher quelques traits caractéristiques généraux des différents bassins

du delta, nous constatons que nous pouvons le faire en nous basant sur les associations des Chironomides des „ghioluri” et sur les autres catégories d'eaux. En nous étayant des associations des Chironomides des „ghioluri” nous pouvons distinguer dans le delta les 9 zones suivantes:

Z o n e I: Musura et Meleaua Sf. Gheorghe. L'association des Chironomides est en cours de formation et n'est pas encore arrivée à la stabilité d'une biocénose bien définie. C'est la zone de formation, de croissance du delta.

Z o n e II: Le „ghiol” Rosu. Celui-ci apparaît comme l'unité la plus jeune, ayant comme trait caractéristique le fait que dans l'association des Chironomides on trouve deux formes conductrices, également bien représentées: *Propsilocerus danubialis* et *Einfeldia gr. carbonaria*.

Z o n e III: Le complexe des „ghioluri” Mila 23 (Bogda-proste, Tri-Ozera, Matita, Merhei), dans lesquels l'association des Chironomides est caractérisée par la présence, dans toutes les unités, de l'espèce *Einfeldia gr. carbonaria* à côté de laquelle, dans les trois „ghioluri” du sud on trouve aussi *Propsilocerus danubialis*. Dans cette zone, le rôle des deux espèces caractéristiques diminue à mesure que nous avançons du sud au nord. Le rôle dominant revient aux autres formes: *Tendipes f. l. plumosus*, *Limnochironomus gr. tritonus* et *Cryptochironomus gr. defectus*.

Z o n e IV: Elle est située au sud du bras de Sulina et renferme les „ghioluri” d'Obretin, Isacova et Uzlina; l'association des Chironomides est caractérisée par la présence de *Propsilocerus danubialis* dans une association dépourvue totalement d'*Einfeldia* et dans laquelle le rôle conducteur est tenu par *Tendipes f. l. semireductus*, *T. f. l. plumosus* *Polypedilum gr. nubeculosum*, *Limnochironomus gr. tritonus*, *Cryptochironomus gr. defectus*.

Z o n e V: comprend les „ghioluri” de Gorgova et probablement de Furtuna, dans lesquels l'association est dominée par *Tendipes f. l. plumosus* et *Tendipes f. l. semireductus*.

Z o n e VI: le bassin de Pardina, dans lequel l'association des Chironomides est caractérisée par *Einfeldia gr. carbonaria*, qui apparaît comme forme conductrice, à côté de laquelle se développe aussi *Tendipes f. l. plumosus*.

Z o n e VII: l'île Dranov, caractérisée par l'association des Chironomides avec *Tendipes f. l. reductus* et *Pelopia punctipennis*.

Z o n e VIII: — le complexe Razelm, caractérisé par l'association des Chironomides avec *Tendipedini g. l. halophila*.

Enfin, la **Z o n e IX** qui est la zone occidentale du delta, dans laquelle la forme caractéristique et dominante est *Tendipes f. l. plumosus*.

Pour conclure, nous désirons souligner encore une fois l'idée qui nous paraît la plus intéressante et qui croyons nous, se détache du matériel renfermé dans cette Note, notamment qu'il existe une liaison étroite entre l'évolution géomorphologique du delta et son évolution biocénologique. Les biocénoses du delta reflètent assez clairement l'évolution de ce jeune territoire. Si le groupe des

Chironomides, par le nombre relativement grand des espèces, par la sensibilité des différentes espèces aux variations des conditions du milieu, en tant qu'indicateurs biologiques, est particulièrement favorable aux recherches de cette nature dans le delta du Danube, nous avons pourtant la conviction que ce groupe ne fait pas exception à cet égard.

Le même processus de succession régulière des biocénoses déployé selon certaines lois, que nous ne connaissons pas encore, peut être appliqué à d'autres groupes d'organismes comprenant aussi le produit animal le plus précieux, le Poisson.

BIBLIOGRAPHIE

1. Antipa G., 1914. Quelques problèmes scientifiques et économiques concernant le Delta du Danube (en roumain). Analele Academiei Române. T. XXXVI, Memoriile sect. stiintifice, Nr 6.
2. Botnariuc N. et Cîndea V., 1953. Quelques larves nouvelles ou rares, de *Tendipedidae*, trouvées en Roumanie (en roumain). Buletin stiintific. Sect. de st. biologice, agronomie, geologie si geografice T. V, Nr 1.
3. Botnariuc N. et Cîndea V., 1953. Contributions à la connaissance des larves des *Tendipedidae* du Delta du Danube (en roumain). Ibid. T. V. Nr 3, 1953.
4. Brătescu C., 1923. Le Delta du Danube, sa genèse et son évolution morphologique et chronologique (en roumain). Buletinul Societatii Regale Române de Geografie. Anul XLI/1922. Bucuresti.
5. Cîndea V., 1953. Une larve nouvelle de *Tendipedidae* — *Orthocladus l. barbata*, et deux *Tendipedidae* nouvelles pour la faune de la République Populaire Roumaine (en roumain). Buletin stiintific. Sect. de st. biologice, agronomie, geologie si geografice. T. V. Nr 1.
6. Enăceanu V., 1953. L'étude hydrobiologique et piscicole du bassin Matita-Merhei (en roumain). Buletinul Institutului de Cercetari Piscicole. Nr 2.
7. Lepsi I., 1942. Matériaux pour l'étude du Delta du Danube (en roumain). Buletinul Muzeului Regional al Basarabiei, din Chisinău. Nr 10 Chisinău.
8. Marcovskii I. M., 1955. La faune des Invertébrés du cours inférieur des fleuves de l'Ukraine, ses conditions de vie et les possibilités de son utilisation (en russe) Kieff.
9. Petrescu I. Ch., 1957. Le Delta du Danube, genèse et évolution (en roumain). Bucuresti.
10. Pfannenstiel M., 1950. Die Quärtergeschichte des Donaue deltas. Bonn.
11. Slanar H., 1945. Zur Kartographie und Morphologie des Donaue deltas. Mitteilungen des geographischen Gesellschaft Wien. Nr 1—12.
12. Zenkovici V. P., 1956. Le mystère du Delta du Danube (en russe). Priroda. Nr 3. Moscou.

A. Chodorowski

Ecological differentiation of turbellarians in Harsz-Lake

Received 1 December 1958

1. Introduction

The lake turbellarians studies were begun by du Plessis (1878—84) and Forel (1879). They were interested chiefly in morphology and faunistic problems.

In Poland, the systematics and morphology of turbellarians were examined by Schmidt (1858), Jaworowski (1889), Fuliński (1915—33) and Gieysztor (1926—39); this author presents the general review of the research works on this field up to his time. As far as Polish turbellarian fauna is concerned that of Tatra-Mountains lakes is the best known. The earliest records of turbellarians of Tatra lakes were presented by Wierzejski (1882—83) and Minkiewicz (1914). Then, Gieysztor (1934—38) devoted some works exclusively to turbellarians in general and in particular to the turbellarians of Tatra-Mountains lakes. He gives the list of species occurring in the lakes. His investigations were held only in summer.

From the lakes of Lowland of Poland, Wigry lake was examined by Gieysztor (1938—39). He studied chiefly psammonic habitat, *Chara* aggregations and the gravel littoral zone of this lake.

There is as far as we know one work dealing exclusively with the occurrence and distribution of turbellarians in one particular lake. It is „Zur Turbellarian Fauna des Lago Maggiore und des Lago di Como” by O. Steinböck (1949). The author discusses the occurrence of turbellarians in relations to the depth of the lake. One may see that there are two groups of the turbellaria species: 1) those occurring in shallow water (down to 20 m.) and 2) the ubiquitous species which for the most part compose the fauna of profundal zone. It was only Riedl (1953), who carried out the quantitative studies of marine turbellarians, using the underwater breathing apparatus.

There are no works in literature dealing with the occurrence of turbellarians in particular lake habitats. We have poor knowledge of their occurrence in

the particular periods of the year. Especially there is a lack of researches concerning their yearly life-cycle. I intend to show in the present work the distribution of the turbellarian species in particular habitats in the course of successive year seasons. My studies were carried out on Harsz Lake in Mazurian District. I base on the material representing all the habitats of the lake in their whole yearly cycle*.

2. The description of the lake

Harsz Lake belongs to Mamry Lake complex. It consists of two parts: "Wielki Harsz" which is of greater dimensions and is rather deep, and "Mały Harsz" which is small and shallow (Map 1)**. The lake-shore is flat. There is wood on the northern coast of the lake.

"Wielki Harsz" has rather long basin (the length along the axis is about 2.8 km., and the average breadth about 0.5 km.). The area of "Wielki Harsz" is 180 ha. The SE corner of the lake is near the village; in the northern corner is large, shallow bay, cut off from the lake by a belt of reeds. The bay passes into the alder wood which grows on the floating mat of entangled plants. The maximal depth of the lake is found in the middle of its basin (48 m). The northern part of the lake is not deep (less than 15 m.). The littoral sandbanks (their breadth is up to 50 m.) in some cases are separated from the central parts of the lake by a belt of emergent vegetation.

"Mały Harsz" is a small (about 35 ha), rather shallow lake; its slopes are mild. On the western coast there are two small bays. One of them is greater (the depth about 5 m.); the other is very small and shallow. "Mały Harsz" and "Wielki Harsz" are joined by means of a strait. Its length is about 500 m., its breadth — 100 m. The greatest depth is 6 m.

"Wielki Harsz" is alpha-mesotrophic lake, as it is stated by Olszewski (1953), who examined it at the end of July 1949. He came to this conclusion basing on the degree of the oxygen concentration in the water. The characteristic feature of "Wielki Harsz" is the epilimnion rather small and hypolimnion cold and large. The thermocline is situated in the depth 5—17 m. The temperature in the depth below 20 m. is more or less constant (7.6°—7.5°C). The oxygen saturation in the deepest strata is about 30% (July). The transparency of dark-green water is fairly good (5.6 m.).

The chemical character of "Mały Harsz" water is strongly influenced by that of "Wielki Harsz". Bottom water-strata of "Mały Harsz" Lake are more

* The present work has been done in Laboratory of Hydrobiology, Warsaw University, in Polish Muzeum of Zoology and finished in Nencki Institute of Experimental Biology, under the guidance of Professor M. Gieysztor, whom I am grateful for encouragement of my research and many precious suggestions.

** The data above are taken from the bathymetric plan drawn by dr S. Bernatowicz, whom I am very grateful for them, as well as for some help during fieldwork.

eutrophic than surface layer, because the waters of "Mały Harsz" and "Wielki Harsz" constantly mix. It improves the development conditions of organisms, because the food-resources are ample, the thermal conditions are good and oxygen-content at the same time is sufficient.



Map 1. Harsz Lake. Bathymetric Plan. Dots indicate sand-banks. Inside the circles-symbols denoting habitats. The situation of the lake: $21^{\circ}46',25''$ E lat., $54^{\circ}9'$ N long. It is elevated 118 m. above M. S. L. The area of the lake is about 228, 1 ha

We may distinguish the following vegetation-zones in Harsz Lake (Map. 2):

1. The zone of shoreline vegetation. This vegetation is of two kinds: a) the vegetation growing on sand, between the spikerushes (*Heleocharis palustris* and *Schoenoplectus lacustris*) belt and the shoreline; b) the vegetation growing on non-sandy substratum between the zone of emergent vegetation and the coast-line (*Carex rostrata*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Lemna trisulca*).

2. The zone of vegetation growing on submerged sand-banks. Here the following plants may be enumerated: *Chara aspera*, *Potamogeton filiformis*, as well as *Polygonum amphibium*, *Ceratophyllum demersum* and sometimes even *Potamogeton perfoliatus*.

3. The zone of emergent vegetation (Sedges), in which *Carex rostrata* and other species and *Heleocharis palustris* grow.

4. The zone of proper emergent vegetation, which consists in 95% of reeds. In this zone occur, too, *Typha angustifolia* and *Schoenoplectus lacustris*.

5. From May to July on the slope of sand-banks exists the distinct "hedge" of *Batrachium circinatum*, disappearing in the beginning of Summer. Instead of it, *Ceratophyllum* and *Myriophyllum*, as the species of submergent vegetation "meadows" develop. Their size and density are not so great as those of the "hedge" vegetation.

6. In the submergent vegetation zone, from the number of plants, which may reach the surface-level besides the water crowfoot (*Batrachium circinatum*), *Potamogeton lucens* is found.

7. In the zone of rooted plants with floating leaves there is a lack of water-lilies (*Nymphaea*). In some stands *Nuphar luteum* occurs. *Potamogeton natans* as the plant with floating leaves, forms the floating mat in the northern part of the lake.

8. The zone of the submergent "meadows". There are three kinds of them: a) the "meadows" of various submerged plants: *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pussilus* and rarely *Nitella*. There is only one stand, in which all those plants occur together. Usually, only two or three of the species occur and then, *Elodea* or *Ceratophyllum* is a dominant; b) the Chara-"meadows". *Chara* occur in dense aggregations in shallow and calm bays (chiefly *Chara intermedia* and *Chara ceratophylla*); c) the "meadows" of water soldier (*Stratiotes aloides*), which occur in mats in the depth 2—3 m.

3. The methods of work

I began my researches at the beginning of April 1953. For the just three months I have examined the lake. It allowed me to define habitats. This was done in July, when the plants were grown enough. Up from that time the samples have been taken from those habitats once a month. It has been done



Map 2. Harsz Lake. Distribution of plants. The symbols of plants — according to Bernatowicz 1952 (completed)

by means of the plankton net with a bucket. The net was made of bolting cloth nr 13. The length of the netting-period was constant, in order to get the comparable material. The specimens from the psammonic zone have been taken directly into the testing-tubes; those from the profundal zone were get with the net slightly loaded, as to get the surface-layer of mud.

The samples were preserved in the laboratory in the normal, room temperature. As the oxygen saturation of samples diminished the turbellarians were coming to the water-surface. Then, they were examined with the magnifying glass and the turbellarians were taken for microscopic studies.

In the report of the defined species their abundance in a sample is shown in five-degree scale (Classes of Abundance):

- 1 = only 1 individual present (single),
- 2 = 2—3 individuals (not numerous),
- 3 = 4—10 individuals (numerous),
- 4 = 10—20 individuals (very numerous),
- 5 = more than 20 (in abundance).

The second indicator is so called "Constancy of Occurrence". This term is taken directly from plant ecology (Braun-Blanquet 1928). I reckon the percentage of samples in which the specimens of the given species are present in relation to the number of all samples taken from the habitat.

Five classes of "Constancy" were distinguished:

1	.....	0—20%
2	.....	20—30%,
3	.....	30—40%,
4	.....	40—50%,
5	.....	> 50%.

4. Turbellarian fauna of Harsz Lake

List of Species

I have found in Harsz Lake the following species:

Ordo Catenulida

fam. *Catenulidae*

1. *Stenostomum leucops* (Dugès)
2. *Stenostomum unicolor* O. Schmidt

Ordo Macrostromida

fam. *Macrostromidae*

3. *Macrostromum phytophilum* Beklemichev
4. *Macrostromum hystricinum* Beklemichev

fam. *Microstomidae*

5. *Microstomum lineare* (O. F. Müller)

*Ordo Alloecoela*fam. *Prorhynchidae*

6. *Prorhynchus stagnalis* M. Schultze

fam. *Plagiostomidae*

7. *Plagiostomum lemani* (Plessis)

fam. *Planariidae*

8. *Bdellocephala punctata* (Pallas)
 9. *Dendrocoelum lacteum* (O. F. Müller)
 10. *Dugesia lugubris* (O. Schmidt)*
 11. *Dugesia polychroa* (O. Schmidt)*
 12. *Planaria torva* (O. F. Müller)
 13. *Polycelis nigra* (O. F. Müller)

*Ordo Neorhabdocoela*fam. *Dalyellidae*

14. *Microdalyellia brevimana* (Beklemichev)
 15. *Gieysztoria expedita* (Hofsten)
 16. *Gieysztoria lugubris wigrensis* (Gieysztor)
 17. *Gieysztoria triquetra* (Fuhrman)
 18. *Gieysztoria virgulifera* (Plotnikov)
 19. *Castrella truncata* (Abildgaard)

fam. *Phaenocoridae*

20. *Phaenocora megalops* (Dugès)

fam. *Typhloplanidae*

21. *Castrada armata* (Fuhrman)
 22. *Castrada hofmanni* M. Braun
 23. *Castrada* sp. cf. *affinis* Hofsten
 24. *Castrada* sp. cf. *quadridentata* Hofsten
 25. *Castrada* sp. (n. sp.?)
 26. *Castrada viridis* Volz
 27. *Strongylostoma radiatum* (O. F. Müller)
 28. *Rhynchomesostoma rostratum* (O. F. Müller)
 29. *Mesostoma ehrenbergi* (Focke)
 30. *Mesostoma lingua* (Abildgaard)

* When analyzing the habitats both the species were not discerned.

31. *Mesostoma rhynchotum* M. Braun
32. *Bothromesostoma essenii* M. Braun
33. *Bothromesostoma personatum* (O. Schmidt)
34. *Olisthanella halleziana* (Veydovsky)
35. *Olisthanella truncula* (O. Schmidt)
36. *Olisthanella* sp. (n. sp.?)

fam. *Gyratricidae*

37. *Gyratrix hermaphroditus* Ehrenberg

Nemertini

38. *Prostoma clepsinoides* (Dugès)

In the small bodies of water, connected with the littoral zone of the lake, I have found the following turbellarians from the family *Dalyelliidae*:

39. *Dalyellia* (*Scoparia*) *scoparia* (O. Schmidt)
40. *Microdalyellia nanella* (Beklemichev)
41. *Opisthomum pallidum* O. Schmidt.

Those pools are produced by the spring flooding, as the water-level of lake increases. Between them and the proper littoral zone of the lake, drift of plant-deposits is formed. In those pools beside the turbellarians mentioned above, the characteristic species of small ponds, i.e. *Lynceus* (*Euphyllopoda* — *Conchostraca*) occurs.

Remarks concerning taxonomy of some species

Stenostomum leucops (Dugès) and *Stenostomum unicolor* O. Schmidt.

The particular species of the genus *Stenostomum* were defined according to the key by Graff (1913). The basic feature in defining the species is the shape of light-refracting body. The genus was examined by J. W. Nuttyscombe and A. J. Waters (1932—38). They established new classification based on the anatomy of the animal. The classification of mine seems to be rather inadequate. Therefore, *Stenostomum leucops* in my work may be treated as a group of species. In the arenal zone of Harsz Lake are certainly some other species of this genus. But this zone has not been examined carefully by me.

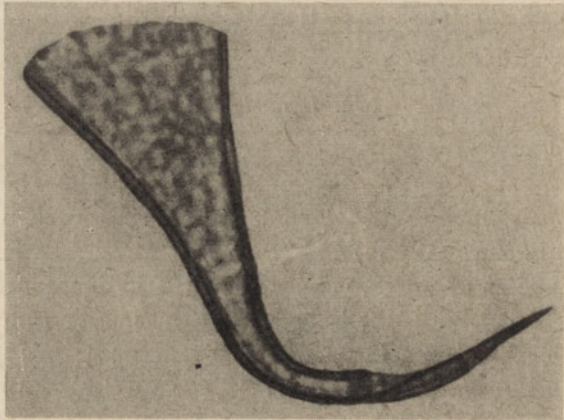
Macrostomum phytophilum Beklemichev (phot. 1)

The name is derived from Beklemichev's work (1951). Probably it is the species which up to his time was known as *Macrostomum viridae* v. Beneden. It is difficult to prove it now.

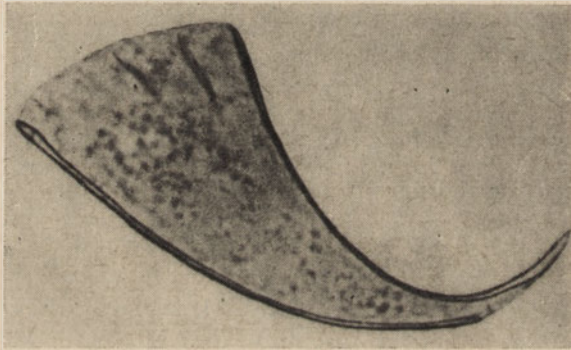
Macrostomum hystricinum Beklemichev (phot. 2)

The name is given according to Beklemichev's work. Primarily O. Fabricius had described the species *Macrostomum appendiculatum*.

This species has been divided by Beklemichev into several others. The most typical species from this group has been described as *M. hystricinum*. Up to this time the species has been known as *M. appendiculatum* f. *typica*.



Phot. 1. *Macrostomum phytophilum*, copulatory apparatus



Phot. 2. *Macrostomum hystricinum*, copulatory apparatus

Gieysztoria lugubris wigrensis (Gieysztor) (fig. 1)

The total size of the body as well as the dimension of the copulatory apparatus are similar to the description given by Gieysztor (1938a). The size of an animal 0.5 mm. The copulatory apparatus: thickness of the ring 0.003—0.004 mm.; the length of the spines about 0.014 mm.; the diameter of the ring about 0.0023 mm.

Phaenocora megalops (Dugès) (fig. 2)

I have perceived great variability of shape of animals in the specimens taken from the same station at the same time.



Fig. 1. *Gieystoria lugubris wigrensis*,
copulatory apparatus

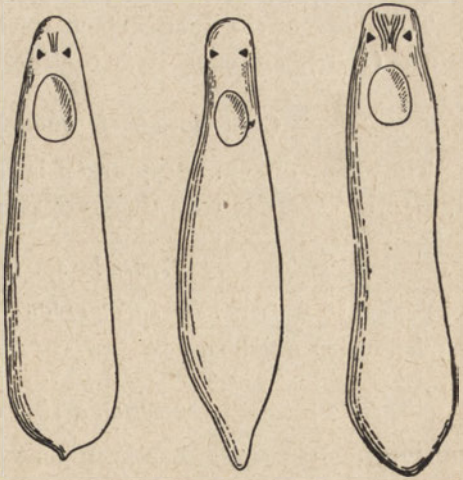


Fig. 2. *Phaenocora megalops*, variability
of shape



Fig. 3. *Castrada* sp. cf. *affinis*, ductus
ejaculatorius



Fig. 4. *Castrada* sp. cf. *quadridentata*, copulatory
organ



Fig. 5. *Castrada* sp.
(n. sp.), copulatory
organ



Fig. 6. *Olisthanella* sp.
(n. sp.), shape of the
body

Castrada sp. cf. *affinis* Hofsten (fig. 3)

The shape of the ductus ejaculatorius is similar to that described by Hofsten (1907), although it is considerably greater.

Castrada sp. cf. *quadridentata* Hofsten (fig. 4)

The shape of copulatory organ is similar to that described by Hofsten (1907). Hofsten says there are four spines, but I have perceived only two.

Castrada sp. (n. sp. ?) (fig. 5)

Probably it is a new species. The shape of its ductus ejaculatorius has not been described as yet.

Mesostoma rhynchotum M. Braun

Only one specimen has been found. It has been similar to that described by M. Braun (1885) in Dorpat and by Gieysztor in the neighbourhood of Warsaw (1926) and in Wigry Lake (1939). It is the vernal species, occurring in small ponds. In Harsz Lake it has been found in shallow littoral zone, in May.

Olisthanella sp. (n. sp. ?) (fig. 6)

The species occurs in arenal habitats. The length of the animal 2 mm.; its breadth 0.4—0.6 mm.; colourless. The anterior part of the body bluntly shaped and slightly extended. The posterior end is slightly tapering but no tail is formed. The intestine does not reach the end of the body. The rosulate pharynx is in the front part of the posterior end of the body. In the ovary about 40 oocytes are present, but only one ovum is mature at one time.

Nemertini

This group of fresh-water species of the chiefly marine genus *Prostoma* comprises 12 different forms. In Central Europe, as it seems, the majority of those forms belong to one species. The group should be examined in details. They may be determined as *Prostoma clepsinoides* (Dugès) by now.

Parasites

Two species of the parasites have been found in the turbellarians of the genus *Gieysztoria*. One of them has been a nematode. It has been found moving in its cyst situated near pharynx in *Gieysztoria virgulifera*.

Besides that there were found two larvae of the trematodes. They possessed two adhesive discs — one on the anterior and one on the posterior parts of their body. In the hind part of the body there is a sac with small yellow vesicles

in it. The flukes have been moving in the cysts which were situated in the front part of the turbellarian. The host in both cases were *Gieysztoria triquetra*. Similar larvae had been found by D o r n e r (1902) in *Derostoma unipunctata* (= *Phaenocora megalops*). He included them into the group *Holostomidae* (now: *Strigeidae* C. D u b o i s 1938).

Occurrence of turbellarian species of Harsz Lake in other parts of Poland

On the table I is shown the list of Turbellarian species of Harsz Lake compared with the list of their occurrence in other parts of Poland and neighbouring countries. The respective data are reproduced after D o r n e r (1902) and G i e y s z t o r (1939). It should be remarked that the absence of some species in particular districts of Poland is due to the lack of lakes and is not due to other factors.

The following species belong to the group of turbellarians (table I) of Harsz Lake that are occurring throughout Poland: *Stenostomum leucops*, *Stenostomum unicolor*, *Castrella truncata*, *Rhynchomesostoma rostratum* (Podole Country is not included), *Mesostoma lingua* (Podole Country is not included), *Gyatrix hermaphroditus*.

The species occurring in all Lowlands of Poland:

Macrostomum hystricinum (= *appendiculatum*), *Phaenocora megalops*, *Strongylostoma radiatum*, *Mesostoma ehrenbergi*, *Bothromesostoma personatum*, *Oliathanella truncula*.

The species occurring exclusively in Mazurian Lakes: *Plagiostomum lemani*, *Gieysztoria lugubris wigrensis*, *Gieysztoria triquetra*, *Bothromesostoma essenii*.

Prostoma clepsinoides (*Nemertini*) which has been found in Harsz Lake, had been recorded in the environs of Cracow, too. It had been found in aquarium. This information is acquired from dr A. C z a p i k — 1954 (Laboratory of Systematic Zoology, Cracow University).

5. Ecology

Habitats

Primarily the kind of vegetation was treated as a basis for habitat distinction. Later on, it was extended and other factors, as Algae occurrence, depth, kind of bottom, etc. were introduced.

The following habitats are distinguished:

1. Arenal habitat (Psammon), which may be divided into: Hydropsammon (Hd), Hygropsammon (Hg) and Eupsammon (Eu).
2. Sandy-beaches(B).
3. Shallow littoral(L).
4. Emergent vegetation(E).

5. Submergent vegetation(S).
 6. Littoral-plants-in-wood(W).
 7. Submergent "meadows"(M).
 8. Profundal(P).

Table I

The occurrence of turbellaria species of Harsz Lake in other parts of Poland*

No.	Species	East Prussia	Wigry Lake	Environs of Warsaw	Podlasie Country	Environs of Cracow	Podole Country	Environs of Lvov	Tatra Mountains
1	<i>Castrada</i> sp. cf. <i>affinis</i>								
2	<i>Castrada</i> sp. cf. <i>quadridentata</i>								
3	<i>Gieysztorja triquetra</i>	X							
4	<i>Bothromesostoma essenii</i>	X							
5	<i>Prostoma clepsinoides</i> (<i>Nemertini</i>)	X							
6	<i>Plagiostomum lemani</i>	X	X						
7	<i>Castrada armata</i>	X	X						
8	<i>Gieysztorja wigrensii</i>		X						
9	<i>Microdalyellia nanella</i> ⁺		X	X					
10	<i>Mesostoma rhynchotum</i>		X	X					
11	<i>Castrada hofmanni</i>	X	X		X				
12	<i>Gieysztorja virgulifera</i>		X		X				
13	<i>Gieysztorja expedita</i>		X	X	X				
14	<i>Dalyellia scoparia</i> ⁺		X	X		X			
15	<i>Microdalyellia brevimana</i>	X	X	X	X	X			
16	<i>Castrada viridis</i>	?	X				X		
17	<i>Opisthomum pallidum</i> ⁺		X	X	X		X		
18	<i>Mesostoma ehrenbergi</i>	X	X	X	X	X		X	
19	<i>Prorhynchus stagnalis</i>	X	X	X	X	X		X	
20	<i>Strongylostoma radiatum</i>	X	X	X	X	X		X	
21	<i>Olisthanella haleziana</i>					X			
22	<i>Macrostomum phytophilum</i>		X				X	X	
23	<i>Olisthanella truncula</i>	X	X	X	X	X	X		
24	<i>Macrostomum hystricinum</i>	X	X	X		X	X	X	
25	<i>Phaenocora megalops</i>	X	X	X		X	X	X	
26	<i>Microstomum lineare</i>	X	X	X	X	X	X	X	
27	<i>Bothromesostoma personatum</i>	X	X	X	X	X	X	X	
28	<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>	X	X	X	X	X		X	X
29	<i>Mesostoma lingua</i>	X	X	X	X	X		X	X
30	<i>Stenostomum leucops</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
31	<i>Stenostomum unicolor</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
32	<i>Castrella truncata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
33	<i>Gyatrix hermaphroditus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X

* The data referring to East Prussia — after Dörner (1902), other data — after Gieysztor (1939).

+ The species occurring in small ponds, connected with the littoral zone of Harsz Lake.

In all habitats investigated, three vegetation-strata were distinguished; they lay one upon another. They are as follows:

- a) the plants occurring on the surface and near the surface of the water;
- b) the plants or parts of them occurring between the surface and the bottom of the lake;
- c) the plants occurring at the bottom of the lake.

Coverage of every particular species stated in the stratum is shown in five-grade-scale, disregarding the fact, whether the whole plant was present in the stratum or only part of it. If the individuals belonging to the species were not numerous and their importance was not great, their presence is marked by the sign "+".

The position of habitats is presented in bathymetrical map of the lake. The characteristic features of the habitats are shown in table II.

It may be perceived, that there are four groups of habitats: 1) sandy-substratum group, 2) emergent vegetation group, 3) submergent vegetation group and 4) profundal group. Every one of them has its characteristic species-composition.

Yet the samples from the stands were taken from July, 1953. In the spring-time (April-June) 1953, only test-samples were taken, as the lack of vegetation had made the defining of the habitats impossible. Therefore the results up from the spring 1953 are shown in the separate table (table III) and here the depth-classes are taken into consideration.

Seasonal occurrence of turbellarians

Care was taken by the author to examine the occurrence of turbellarians in winter, too, as the respective data are completely lacking in actual literature. But, because of technical difficulties only some, most typical habitats were examined.

Table IV shows us the occurrence of Turbellarian species in particular months. The approximate number of the individuals of particular species has been shown by means of five-grades scale.

It is interesting to note here that there are species that may be found in spring in small ponds but in autumn and winter they may be observed in lakes. This is observable in the case of *Mesostoma ehrenbergi* (which appears in Harsz Lake in late summer) or in that of *Prorhynchus stagnalis* (which has been found in water under the ice-cover), but it does not refer to the species, such as *Phaeonocora megalops* which appears only in spring. In the early spring it occurs both in small ponds and in the shallow, littoral zone of Harsz Lake.

The species that occur all the year are either those which are common throughout the world (ubiquistic species, e. g. *Microstomum lineare*, *Stenostomum leucops*) or — probably — wandering ones (e. g. *Plagiostomum lemani*).

Table I

Characteristic features of the habitats

Symbol of habitat	Depth in meters	Breadth of a habitat in meters	Characteristic features of the bottom	Plants of all vegetation strata (a-c)		Species of plants		Density of Algae occurrence (I-V)
				Plants of particular vegetation-stratum				
E ₁	0.4—1.2	6	Entangled roots and thick layer of plant debris	Schoenoplectus lacustris 5	a. <i>Lemna trisulca</i> +, <i>Hydrocharis morsus ranae</i> + b. — c. —		V V —	
E ₂	0.3—1.5	7	Sand	<i>Phragmites communis</i> 4, <i>Carex</i> sp. 1, <i>Equisetum limosum</i> 1, <i>Schoenoplectus lacustris</i> +, <i>Polygonum amphibium</i> +	a. <i>Lemna trisulca</i> + b. — c. <i>Potamogeton</i> sp. 5		— — —	
E ₃	0.4—0.5	3	Sand covered with grey mud	<i>Carex</i> sp. 5, <i>Heleocharis palustris</i> 2, <i>Equisetum limosum</i> 1	a. <i>Lemna trisulca</i> + b. — c. —		— — —	
E ₄	0.3—1.1	6	Sand covered with the layer of plant debris	<i>Equisetum limosum</i> 5, <i>Nuphar luteum</i> 1—3, <i>Polygonum amphibium</i> +	a. <i>Nuphar lut.</i> 3, <i>Hydr. mors. ranae</i> 2, <i>Lemna trisulca</i> 1 b. <i>Nuphar luteum</i> 1 c. <i>Lemna trisulca</i> 5, <i>Nuphar luteum</i> 1		III III —	
E ₅	0.1—0.4	4	Sand covered with thin layer of plant debris	<i>Heleocharis palustris</i> 4, <i>Equisetum limosum</i> 2, <i>Polygonum amphibium</i> 1	a. <i>Lemna trisulca</i> 2, <i>Lemna minor</i> + b. <i>Fontinalis antipyretica</i> 1 c. <i>Lemna trisulca</i> 1		V V V	
E ₆	0.1—0.4	4	Sandy bottom covered with thin layer of plant debris	<i>Carex</i> sp. 5, <i>Heleocharis palustris</i> 2, <i>Equisetum limosum</i> +	a. <i>Lemna trisulca</i> 1 b. <i>Fontinalis antipyretica</i> 1 c. —		I I I	
E ₇	1 —1.5	10	Sand	<i>Phragmites communis</i> 3	a. — b. <i>Myriophyllum spicatum</i> + c. <i>Myriophyllum spicatum</i> +		— — —	
S ₁	3	7	Dark mud	—	a. — b. <i>Potamogeton lucens</i> 3 c. <i>Ceratophyllum demersum</i> 2, <i>Potamogeton lucens</i> 1		— — —	

S ₂	0.5	8	Grey mud	<i>Nuphar luteum</i> 2—4	a. <i>Nuphar luteum</i> 4 b. <i>Nuphar luteum</i> 2 c. <i>Chara intermedia</i> 5, <i>Nuphar luteum</i> 2	— — —
S ₂	0.5	10	Grey mud	<i>Batrachium circinatum</i> 1—5	a. <i>Batrachium circinatum</i> 5, <i>Lemna trisulca</i> + b. <i>Batrachium circinatum</i> 4, <i>Myriophyllum spicatum</i> + c. <i>Chara int.</i> 5, <i>Elodea can.</i> 3, <i>Batr. circ.</i> 1, <i>Myr. spic.</i> +	IV IV —
S ₄	1.8	80.	Grey mud	—	a. — b. <i>Potamogeton lucens</i> 4 c. <i>Chara ceratophylla</i> 5, <i>Potamogeton lucens</i> 1	— II —
S ₆	1—2.5	1	Sand	<i>Batrachium circinatum</i> 1—5	a. <i>Batrachium circinatum</i> 5 b. <i>Batrachium circinatum</i> 4 c. <i>Elodea canad.</i> 4 <i>Ceratoph. demer.</i> 3, <i>Batrach.circ.</i> 1	— — —
S ₆	1	25	Brown mud	<i>Potamogeton natans</i> 4—5 <i>Nuphar luteum</i> +	a. <i>Potamogeton nat.</i> 5, <i>Lemna tris.</i> 2, <i>Nuphar luteum</i> + b. <i>Potamogeton natans</i> 4, <i>Potamogeton lucens</i> 3 c. <i>Potamogeton natans</i> 4	V IV —
S ₇	1.5	7	Grey mud	<i>Nuphar luteum</i> 2—4, <i>Potamogeton natans</i> 1	a. <i>Nuphar luteum</i> 4, <i>Potamogeton natans</i> 1 b. <i>Nuphar luteum</i> 2 c. <i>Chara ceratophylla</i> 5, <i>Nuphar luteum</i> 2	I II V
M ₁	0.5	25	Grey mud	—	a. — b. <i>Batrachium circinatum</i> 1 c. <i>Chara inter.</i> 5, <i>Batr. circ.</i> 1, <i>Myrioph. spic.</i> + <i>El. can.</i> +	— — —
M ₂	4.8	50	Black mud	—	a. — b. — c. <i>Ceratophyllum demersum</i> 5	— — —
M ₃	2.5	3	Dark mud	—	a. — b. — c. <i>Ceratophyllum demersum</i> 5	— — II
M ₄	3—4.5	10	Dark mud	—	a. — b. — c. <i>Elod. can.</i> 5, <i>Myr. spic.</i> 1, <i>Cerat. dem.</i> 1, <i>Chara sp.</i> 1	— — —

Table II continued

Symbol of habitat	Depth in meters	Breadth of a habitat in meters	Characteristic features of the bottom	Plants of all vegetation strata (a-c)		Species of plants	Density of Algae occurrence (I-V)
				Plants of all vegetation strata (a-c)	Plants of particular vegetation-stratum		
M ₅	1.8	150	Brown mud	—	—	a. —	—
						b. —	—
						c. <i>Chara ceratophylla</i> 5, <i>Myriophyllum spicatum</i> +	—
M ₆	2.5	3	Black mud	—	—	a. —	—
						b. —	—
						c. <i>Siratiotes aloides</i> 5, <i>Cerat. dem.</i> 2, <i>Chara</i> sp. 2, <i>Elodea can.</i> 1, <i>Batrachium circ.</i> +, <i>Lemna tris.</i> +	—
M ₇	4-5	20	Black mud	—	—	a. —	—
						b. —	—
						c. <i>Cerat. dem.</i> 5, <i>Nitella</i> sp. 3, <i>Elod. can.</i> 1, <i>Myr. spic.</i> 1	—
L ₁	0.05-0.25	2	Sandy bottom covered with layer of roots and mud with plant debris	—	—	a. <i>Helocharis palustris</i> 4, <i>Carex</i> sp. 3, <i>Equisetum limosum</i> 1, <i>Polygonum amphibium</i> +	—
						b. —	—
						c. <i>Lemna trisulca</i> 5	—
L ₂	0.3	4	Sand	—	—	a. <i>Polygonum amphibium</i> 2	IV
						b. <i>Polygonum amphibium</i> 1	IV
						c. <i>Polygonum amphibium</i> 1, <i>Potamogeton filiformis</i> 1	V
B ₁	0.1-0.2	4	Sand	—	—	a. <i>Polygonum amphibium</i> 4, <i>Lemna trisulca</i> +	—
						b. <i>Polygonum amphibium</i> 2, <i>Potamogeton filiformis</i> +	—
						c. <i>Polyg. amph.</i> 2, <i>Potam. filif.</i> +, <i>Lemna trisulca</i> +	III

B ₂	0.4	4	Sand	—	a. — b. — c. <i>Potamogeton filiformis</i> 5	— — I
B ₃	0.3	40	Sand	—	a. — b. — c. <i>Chara aspera</i> 5	— — —
W ₁	0.4	2	Clayey, brown mud	In wood, among ferns and mosses <i>Carex</i> sp. +	a. <i>Lemna tris.</i> 1, <i>Hydroch. mors. ranae</i> +, <i>Nuphar</i> <i>lut.</i> + b. <i>Lemna trisulca</i> 1, <i>Fontinalis antipyretica</i> 1 c. —	IV IV —
Hd.	0.2	2	Sand under 20 cm. thick water layer	—	—	—
Hg.	0	0.05	Sand, near the shore-line	—	—	—
Eu.	—	0.4	Sand above the water-surface	—	—	—
P ₁	10	—	Mud	—	—	—
P ₂	48	—	Mud	—	—	—

The most numerous group of species is that of the full vegetation period. It is the period of rapid and abundant growth of water-plants.

Triclads occur in Harsz Lake all the year round.

Table III

Occurrence of turbellarians in various depths. Spring (IV, V, VI) 1953
1—5 Classes of Abundance

Species	Depth in meters							
	0—0.15	0.15—0.6	0.6—1.6	1.6—2.6	2.6—4	4—7	8—10	30—48
<i>Phaenocora megalops</i>	2							
<i>Bothrosostoma essenii</i>	4	1						
<i>Bothrosostoma personatum</i>	4	1						
<i>Castrada viridis</i>	3	3						
<i>Rynchomesostoma rostratum</i>	3	2						
<i>Castrada hofmanni</i>	2	2						
<i>Macrostomum hystricinum</i>		3						
<i>Gieysztorja virgulifera</i>		1						
<i>Gieysztorja expedita</i>		1	1					
<i>Castrada armata</i>			1					
<i>Castrella truncata</i>	1	2	1		1			
<i>Macrostomum phytophilum</i>	1	2	1	1	1			
<i>Stenostomum leucops</i>	1		1	1	1			
<i>Gyatrix hermaphroditus</i>	1	1			1		3	1
<i>Microstomum lineare</i>	2	1	3		2	1	1	2
<i>Plagiosomum lemami</i>			1			1	2	
<i>Mesostoma lingua</i>							1	2
<i>Triclada</i>								
<i>Polycelis nigra</i>	3	3						
<i>Dugesia</i>		1	1	2				
<i>Dendrocoelum lacteum</i>				1				

The table IV showing the occurrence-periods of the turbellarians, time of their sexual maturity and the existence of eggs, presents us in some cases the exact picture of the development of the species in the yearly cycle. E. g. *Bothrosostoma essenii* appears in early spring (April). Their abundance increases as the plants develop. In July and August they reach maturity and the eggs are deposited. After that, they disappear up to the next spring. Other species, e. g. *Rynchomesostoma rostratum* lays eggs all its maturity-period, i.e. from April to September, without any change in the intensity of this activity.

One should point out the presence of some species even under the ice-cover. Sometimes they possess mature eggs (e. g. *Castrada viridis*).

Vertical distribution of turbellarians

Their occurrence in the particular depths has not been examined in details. The samples has been taken from the littoral zone and from the deepest spots only. There is a lack of data referring to the transition zone (from 10 m. to 30 m.).

The analysis of vertical distribution of the species is based on the table V. We may distinguish the following groups of species:

1. The species occurring near the water-surface (1—1.5 m.). Here belong: *Bothromesostoma personatum* and *B. essenii*, as well as typical surface species *Castrada hofmanni* and *C. viridis*. Both the latter species swim under the surface of water. It is connected with their ability of assimilation (it is due to then symbiosis with zoochlorellae). In summer they migrate down to the deeper strata of the lake. Migration of those species are probably connected with the fact, that in summer the sunlight penetrates down to deeper strata than in spring.

2. The species occurring near the shore-line and in the deep strata of littoral zone. There is a distinct break in their occurrence in the stratum 1.5—3 m. Here belong: *Strongylostoma radiatum* and *Gieysztoria triquetra*. I suppose, the reason of this phenomenon is that those species prefer the low-and-dense-plant aggregation habitat. Probably they omit the water-movements which are especially strong in the proper emergent vegetation zone.

3. The species occurring in the whole littoral zone (from 0—7m.). Their abundance increases in the lower strata of the littoral zone. Here belong: *Gieysztoria virgulifera* and *Stenostomum leucops*.

4. Eurybathic species — they occur in all the strata of the lake. Here belong all the typically ubiquitous species, e. g. *Gyratrix hermaphroditus* and *Microstomum lineare*.

5. The species occurring only in profundal zone (of Harsz Lake). Here belong: *Mesostoma lingua* and *Olisthanella truncula*.

Table V shows us, that some species move down or up (to the surface of the lake), according to the season of the year. In summer the early-spring species (*Bothromesostoma personatum* and *Polycelis nigra*) pass from very shallow littoral zone to sedges-zone, as the vegetation of this area develop later.

The materials from the spring 1953 are shown in the table III. The depth-classes are taken into consideration. In early spring we see in the lake the distinct group of the species that occur in shallow littoral zone (down to 60 cm.). The characteristic species is *Phaencora megalops*. This group disappears as the water-level lowers.

Occurrence in particular habitats

The turbellarians were found in all the habitats of the lake, except the pelagic zone.

The differentiation in occurrence of the species in particular habitats of the lake is shown on the table VI. The habitats in the table are arranged according

to the depth in which they exist and according to their faunistic relationship*. The table of the species is arranged in such a way as to show the greatest abundance diagonally, from the upper left corner to the lower right one. Introducing of Classes of Abundance allows to record the succession of particular species. The ubiquitous species are presented in the central part of the table.

The species characteristic for different groups of habitats are shown on table VI.

I. Group of shallow-water-species

1. Psammonic species. The group is incomplete. Surely, a lot of new species would be included here after a detailed investigation.

2. Water-surface species. They occur near the water-surface. They are not influenced by depth of the water and the distance of the spot from the coast. The species of this group are adapted to various habitats:

- a) *Castrada viridis* occurs exclusively above sandy bottom.
- b) *Castrada hofmanni* occurs near the surface, above non-sandy bottom.
- c) *Castrella truncata* occurs on the surface of substratum, in various habitats.

3. The species of a very shallow, "swampy" littoral zone. The typical species is *Bothromesostoma personatum*. Similar is the occurrence of a triclad, *Polycelis nigra*.

4. The species of shallow littoral zone. In this group, as in the previous one, specialisation may be noted:

- a) *Bothromesostoma essenii* lives on undersurfaces of the floating leaves of submergent plants.
- b) *Prostoma clepsinoides* lives on the emergent plants (excluding reeds).
- c) *Castrada armata*, *Gieysztoria expedita* and *Prorhynchus stagnalis* occur both on emergent plants and on submergent ones.

II. Group of ubiquitous species

1. The typical ubiquitous species. They occur in all the habitats. Here belong: *Gyratrix hermaphroditus* and *Microstomum lineare*.

2. The species of the shoreline and the "meadows" of submergent plants. The species that belong to it avoid the zone of emergent vegetation. They are associated with low plants, no matter if they grow in shallow or in deeper zones. Here belong, e. g.: *Macrostomum phytophilum* and *Plagiostomum lemani*.

* Thanks to Miss Wierzbicka I have got the data as to the occurrence of turbellarians in the typical pelagic zone of Dargin Lake (Mazurian Lake District), in all the strata of water. It has been impossible to determine the species as the available specimens were conserved with formalin. Probably it is *Microstomum lineare*, the typical ubiquitous species.

Table IV

The Occurrence of turbellaria species in year-cycle
 1—5 Classes of abundance; + mature individual; o mat. ind. with eggs

No.	Species	Month										Period of Occurrence	
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI XII	I II	III		
1	<i>Olisthanella truncula</i>	1											early spring
	<i>Phaenocora megalops</i>	1											
2	<i>Strongylostoma radiatum</i>	2			2	o1							spring-summer
	<i>Bothrosostoma essenii</i>	2	3	3	o4	o4							
	<i>Bothrosostoma personatum</i>	3	1	1	3	4							
3	<i>Macrostomum hystricinum</i>	3				1	1						full-vegetation-period
	<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>	o2	o1		o2	o2	o1						
	<i>Gyatrix hermaphroditus</i>	2	o2	o1	o3	o3	1	2					
	<i>Macrostomum phytophilum</i>	+2			1	+3	1						
	<i>Olisthanella haleziana</i>	1	2					3					
	<i>Mesostoma lingua</i>		3	1	o2	1							
	<i>Castrada hofmanni</i>	+2	2	2	o3	o3	o3		1				
	<i>Castrella truncata</i>	1	2	1	1	o1			+1				
	<i>Gieystoria expedita</i>		o1			o1	1	1					
4	<i>Plagiostomum lemani</i>	1		2		1	1	1	1	1			all-the-year
	<i>Microstomum lineare</i>	o1	3	2	1	o3	3	2	+1	2			
	<i>Castrada viridis</i>	+2		o3	o3	2	+3	3	o3	+3			
	<i>Stenostomum leucops</i>	2		3	4	3	2		1		1		
5	<i>Castrada</i> sp. cf. <i>quadridentata</i>			1		3							summer
	<i>Gieystoria triquetra</i>				o1	o2							
	<i>Mesostoma ehrenbergi</i>				o2	+2	1						
	<i>Microdalyellia brevimana</i>					o2	1						
	<i>Castrada</i> sp. cf. <i>affinis</i>						2						
6	<i>Gieystoria virgulifera</i>			1	o2	o3	o3	3					summer-autumn
	<i>Castrada armata</i>			+1		+1	o2	1	2				
	<i>Olisthanella</i> sp. (n. sp.)				+1		2	1					
7	<i>Prostoma clepsinoides</i> (Nemertini)				1	2	2	2	1	1	2	summer-autumn- -winter	
	<i>Stenostomum unicolor</i>				5	2					1		
8	<i>Prorhynchus stagnalis</i>								1	2	1	winter?	
<i>Triclada</i>	<i>Polycelis nigra</i>	3	3	3		1	1	2	1	3	3	all-the-year	
	<i>Dugesia</i>	2	2			1	2		1	1	1		
	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	1	1		4	1	1		1		1		
	<i>Planaria torva</i>	1	1		3	2	1				1		
	<i>Bdellocephala punctata</i>				3								

Vertical distribution of turbellaria species in various seasons

V = IV—VI—spring; S = VII—IX—summer; A = X—XII—autumn; W = I—III—winter; 1—5 classes of abundance

Depth in meters	Species																	
	<i>Bothrosostoma esseni</i>	<i>Bothrosostoma personatum</i>	<i>Castrada armata</i>	<i>Castrada hofmanni</i>	<i>Castrada viridis</i>	<i>Castrada sp. cf. offinis</i>	<i>Castrada sp. cf. quadridentata</i>	<i>Castralia truncata</i>	<i>Gieystoria expedita</i>	<i>Gieystoria triquetra</i>	<i>Gieystoria virgulifera</i>	<i>Cyatrix hermaphroditus</i>	<i>Macrostomum hystericum</i>	<i>Macrostomum phytophilum</i>	<i>Mesostoma eltrenbegi</i>	<i>Mesostoma lingua</i>	<i>Microdasyella brevitana</i>	
0 — 0.15	4 4	4 4	2 1	2 4	3 4 4 3	2	3	1 1	1	1		2 2	1	1 1	1	1	2	
0.15— 0.6	1 4	2 4	2 2	2 4 1	3			2 1	1 1 1	1	1 1	2 2	3	1 1	1			
0.6 — 1.6		1	1 1	4	2			1 1	1 1	1	2	1 2		2 4	1		1	
1.6 — 2.6			1								2 2	1		1				
2.6 — 4								1			2 2	1 1 1		1 1	2			
4 — 7										2	2 3	4 2		1 2				
8 — 10												4 1				1 2		
30 — 48								1				1				2		
Depth in meters	Species																	
	<i>Microstomum lineare</i>	<i>Olisahanella haleziana</i>	<i>Olisahanella truncata</i>	<i>Olisahanella sp. (n.sp.)</i>	<i>Phenocora megalops</i>	<i>Plagostomum lemami</i>	<i>Proorhynchus stagnalis</i>	<i>Prostoma clepsinoides</i>	<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>	<i>Stenostomum leucops</i>	<i>Stenostomum unicolor</i>	<i>Strongylosoma radiatum</i>	<i>Triclada</i>					<i>Planaria torva</i>	Polyelis nigra
0 — 0.15	2 3	2 3		2	2	1 1	2	1	3		5	1				1	3 1	
0.15— 0.6	1 2					1 1		2	3			1		1	1	2 1	3 1 2 3	
0.6 — 1.6	3 1			1		1	1	2 2 2	1		1	1		1	1		1	
1.6 — 2.6	1 2					1			1		1	1		1	2	1		
2.6 — 4	2 2 2								2		1 2 1				2			
4 — 7	1 3 1					1			4		4	2	3	1	4 1	3	1	
8 — 10	1					2												
30 — 48	3		1															

Stenostomum leucops might be included in one of the previous groups. Yet, as we have here — probably — two species (one is psammonic species and another one is living in the zone of submergent plants “meadows”) it would be better to omit the discussion of their occurrence.

III. Group of profundal species

1. The species characteristic of the submergent plant “meadows” and of emergent vegetation. The density of their occurrence increases in the “meadows” of submergent plants. Here *Mesostoma ehrenbergi* is included.

2. *Gieysztoria virgulifera* is inseparably associated with the submergent-plant “meadows”.

3. The species of the profundal zone. Here are included: *Mesostoma lingua* and *Olisthanella truncula*.

The data referring to triclads are presented at the end of table VI. *Polycelis nigra* occurs in very shallow littoral zone, similarly to *Bothrosostoma personatum*. Other triclads are associated with the zone of emergent vegetation and submergent-plant “meadows”. The species: *Planaria torva*, *Bdellocephala dunctata* and *Dendrocoelum lacteum* are associated with water soldier (*Stratiotes aloides*), occurring abundantly.

Groups of coexisting species (taxocenes)

The organisms which live in the lake compose its biocenosis. We can state various kinds of groups of the organisms in the biocenosis. The association is one of many such groups. The association with groups of many species with definite structure, form the relatively completed whole inside the biocenosis. E. g. the organisms of various systematic groups which live on the undersurface of floating leaves form the association as well as those organisms that live in mud (the profundal zone) or those, living on submergent sandy-beaches. The organism of particular systematic units e.g. Turbellarians, *Cladocera*, which occur in such associations, compose the groups of coexisting species. This group may be called taxocene so as to make it distinct from association. We mean by taxocenes all so called associations of particular systematic groups, e.g. “associations” of *Copepoda*, *Cladocera*, etc. The groups of coexisting species (taxocenes) are parts of the suitable associations and, as the latter ones, they possess the dominant structure (dominant, adominant, nondominant)* of their own, provided that they include so many species as to be of some importance in the association.

The taxocenes of turbellarians of Harsz Lake are distinguished on the basis of some species that are considered to be characteristic ones for the proper

* They were distinguished by Järnefeld (1936) and by Lityński (1938).

habitats. Beside that, I distinguish the facies of taxocene. They are connected with the differentiation of habitat. The facies may slightly differ in the number of species present, but there is no difference in the proportion of characteristic species.

There may be one or several characteristic species (usually they are non-dominant) in the taxocene, but they occur in the definite quantity ratios. I have no quantitative data referring to this problem, but it seems to me that the percentage of particular species occurring in the habitat is the most important factor here.

The taxocenes of Harsz Lake (table VII and VIII) may be arranged into four groups corresponding to 4 groups of habitats which were distinguished in the lake:

I. The group of sandy substratum taxocenes; the characteristic species is *Castrada viridis*.

II. The group of emergent vegetation taxocenes; characteristic species: *Castrada hofmanni*.

III. The group of submergent vegetation taxocenes (together with the submergent-plant "meadows"); characteristic species: *Gieysztoria virgulifera*.

IV. The group of profundal taxocenes; characteristic species is *Mesostoma lingua*.

Group I

1. Psammonic taxocene; It has been examined by me in details, as there are some difficulties in classification of its species. It may be divided into three facies: Eupsammon, Hygropsammon, Hydropsammon. Its fauna is related with that of sandy-beaches taxocene. As the proof of that, the occurrence of *Castrada viridis* (the species living near the water-surface) may be considered. The characteristic species is not yet known as there was no close examination of this taxocene.

2. The taxocene of sandy-beaches; the characteristic species is *Castrada viridis*. *Bothromesostoma essenii* occurs if floating leaves of *Polygonum amphibium* are present.

Group II

3. The "swampy" taxocene (the taxocene of very shallow littoral zone); the characteristic species are *Bothromesostoma personatum* and *Polycelis nigra*. This spring taxocene disappears when summer comes. The characteristic species of other littoral taxocenes, e.g. *Castrada hofmanni*, in "swampy" taxocene is not numerous. To this taxocene belongs the facies of littoral plants growing in wood in which the preponderance of dominants is not so strong.

4. The sedge-zone taxocene; the characteristic species are: *Bothromesostoma personatum*, *Castrada hofmanni* and *Polycelis nigra*.

Table VII
Groups of turbellarian taxocenes in Harsz Lake
1—5 Classes of Abundance

Taxocene	Species	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5		
I. Sandy substratum taxocenes	1. Psammonic taxocene	3	1	2	5	1		
	2. Sandy-beaches taxocene	2	1	1	1	3		
	II. Emergent Vegetation Taxocenes	3. "Swampy" taxocene	1	4	4	1	2	
		4. Sedge-zone taxocene	1	3	4	3	2	
		5. Bulrushes taxocene	1	1	3	2	1	
		6. Common reed taxocene	1	1	2	1	1	
		7. Floating-leaves taxocene	2	4	4	2	1	
		III. Submergent Vegetation Taxocenes	8. "Meadows" taxocene	1	1	2	1	4
			9. Profundal taxocene	1	1	3	4	2
Shining pondweed group	1		1	2	1	4		
IV. Profundal Taxocenes	<i>Olithanella haleziana</i>	3	1	2	3	2		
	<i>Macrostomum hystricum</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Olithanella</i> sp. (n.sp.)	2	1	1	1	1		
	<i>Castrada viridis</i>	2	1	1	1	1		
	<i>Castrada</i> sp. cf. <i>affinis</i>	2	1	1	1	1		
	<i>Senostomum unicolor</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Castrella truncata</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Bothromesostoma personatum</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Bothromesostoma esseni</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Castrada hofmanni</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Frostoma clepsinoides</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Castrada arnata</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Geystoria expedita</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Prohynchus stagnalis</i>	1	1	1	1	1		
	<i>Microstomum lineare</i>	1	1	1	1	1		
<i>Strongylostoma radatum</i>	1	1	1	1	1			
<i>Senostomum leucops</i>	1	1	1	1	1			
<i>Macrostomum phytophilum</i>	1	1	1	1	1			
<i>Plagiosomum lemani</i>	1	1	1	1	1			
<i>Microdalyllia brevimana</i>	1	1	1	1	1			
<i>Castrada</i> sp. cf. <i>quadridentata</i>	1	1	1	1	1			
<i>Rhynehomesostoma rostratum</i>	1	1	1	1	1			
<i>Geystoria iriguera</i>	1	1	1	1	1			
<i>Mesostoma ehrenbergi</i>	1	1	1	1	1			
<i>Geystoria virgulifera</i>	1	1	1	1	1			
<i>Mesostoma lingua</i>	1	1	1	1	1			
<i>Olithanella truncata</i>	1	1	1	1	1			
<i>Triclada</i>	1	1	1	1	1			
<i>Polycelis nigra</i>	1	1	1	1	1			
<i>Dugesia</i>	1	1	1	1	1			
<i>Planaria torva</i>	1	1	1	1	1			
<i>Bdellocephala punctata</i>	1	1	1	1	1			
<i>Dendrocoelum lactum</i>	1	1	1	1	1			

Turbellarian taxocenes of the lake

Table VIII

Species The characteristic species are underlined	Class of Abundance (1—5)	Class of Constancy (1—5)	d-Dominant n-Nondominant a-Adominant
1. Psammonic taxocene			
<i>Stenostomum unicolor</i>	5	3	d
<i>Castrada viridis</i>	3	1	n
<i>Olisthanella haleziana</i>	3	1	n
<i>Olisthanella</i> sp. (n. sp.)	2	1	n
<i>Stenostomum leucops</i>	2	2	n
<i>Castrada</i> sp. cf. <i>affinis</i>	2	1	a
<i>Microstomum lineare</i>	1	1	a
<i>Castrella truncata</i>	1	1	a
<i>Prostoma clepsinoides</i>	1	1	a
<i>Castrada armata</i>	1	1	a
<i>Gyatrix hermaphroditus</i>	1	1	a
<i>Macrostomum hystricinum</i>	1	1	a
2. Sandy-beaches taxocene			
<i>Microstomum lineare</i>	3	2	d
<i>Castrada</i> sp. cf. <i>quadridentata</i>	3	1	n
<i>Castrada viridis</i>	2	4	n
<i>Stenostomum unicolor</i>	1	1	a
<i>Bothromesostoma esseni</i>	1	1	a
<i>Gyatrix hermaphroditus</i>	1	1	a
<i>Strongylostoma radiatum</i>	1	1	a
<i>Plagiostomum lemani</i>	1	2	a
3. "Swampy" taxocene (the taxocene of shallow littoral zone)			
<u><i>Bothromesostoma personatum</i></u>	4	4	d
<i>Bothromesostoma esseni</i>	4	3	n
<i>Microstomum lineare</i>	2	1	n
<i>Castrella truncata</i>	1	1	a
<i>Castrada hofmanni</i>	1	1	a
<i>Strongylostoma radiatum</i>	1	1	a
<i>Plagiostomum lemani</i>	1	1	a
<i>Microdalyellia brevimana</i>	1	1	a
<i>Mesostoma ehrenbergi</i>	1	1	a
<i>Triclada</i>			
<u><i>Polycelis nigra</i></u>	3	2	n
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	1	1	a
4. Sedge-zone taxocene			
<u><i>Bothromesostoma personatum</i></u>	3	3	d
<u><i>Castrada hofmanni</i></u>	2	3	n
<i>Prostoma clepsinoides</i>	2	1	a
<i>Castrada armata</i>	2	2	n
<i>Microstomum lineare</i>	2	2	n

Table VIII continued

Species The characteristic species are underlined	Class of Abundance (1-5)	Class of Constancy (1-5)	d-Dominant n-Nondominant a-Adominant
<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	2	1	a
<i>Castrella truncata</i>	1	1	a
<i>Gieystoria expedita</i>	1	1	a
<i>Strongylostoma radiatum</i>	1	1	a
<i>Macrostomum phytophilum</i>	1	1	a
<i>Plagiostomum lemani</i>	1	1	a
<i>Gieystoria triquetra</i>	1	1	a
Triclada			
<u><i>Polycelis nigra</i></u>	3	4	d
<i>Planaria torva</i>	1	1	a
<i>Dugesia</i>	1	1	a
5. Bulrushes (<i>Schoenoplectus lacustris</i>) taxocene			
<i>Microstomum lineare</i>	4	1	n
<i>Stenostomum leucops</i>	4	1	n
<u><i>Castrada hofmanni</i></u>	3	3	d
<u><i>Prostoma clepsinoides</i></u>	2	3	n
<i>Gyratrix hermaphroditus</i> ,	2	1	a
<i>Bothromesostoma personatum</i>	1	1	a
<i>Castrada armata</i>	1	1	a
<i>Prorhynchus stagnalis</i>	1	2	a
<i>Strongylostoma radiatum</i>	1	2	a
<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>	1	1	a
<i>Castrada</i> sp. cf. <i>quadridentata</i>	1	1	a
<i>Stenostomum unicolor</i>	1	1	a
Triclada			
<i>Dugesia</i>	1	1	a
6. Common reed taxocene			
<u><i>Castrada hofmanni</i></u>	2	1	
<i>Microstomum lineare</i>	2	1	
<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	1	1	
<i>Stenostomum leucops</i>	1	1	
<i>Gieystoria triquetra</i>	1	1	
<i>Castrella truncata</i>	1	1	
7. Taxocene of the undersurfaces of floating leaves			
<u><i>Bothromesostoma essenii</i></u>	4	5	d
<u><i>Castrada hofmanni</i></u>	4	4	
<i>Stenostomum unicolor</i>	2	1	
<i>Castrada armata</i>	2	1	
<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	2	1	
<i>Gieystoria virgulifera</i>	2	1	
<i>Gieystoria expedita</i>	1	1	
<i>Prorhynchus stagnalis</i>	1	1	
<i>Microstomum lineare</i>	1	1	

Table VIII continued

Species The characteristic species are underlined>	Class of Abundance (1-5)	Class of Constancy (1-5)	d-Dominant n-Nondominant a-Adominant
<i>Strongylostoma radiatum</i>	1	1	
<i>Mesostoma lingua</i>	1	1	
<i>Triclada</i>			
<i>Planaria torva</i>	1	1	
8. Submergent-plant "meadows" taxocene			
<i>Microstomum lineare</i>	4	2	d
<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	3	3	d
<i>Stenostomum leucops</i>	4	1	n
<i>Gieystoria virgulifera</i>	3	2	n
<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>	2	1	a
<i>Strongylostoma radiatum</i>	2	1	a
<i>Macrostomum phytophilum</i>	2	1	a
<i>Mesostoma ehrenbergi</i>	2	1	a
<i>Gieystoria triquetra</i>	2	1	a
<i>Gieystoria expedita</i>	1	1	a
<i>Plagiosomum lemani</i>	1	1	a
<i>Microdalyellia brevimana</i>	1	1	a
<i>Castrada armata</i>	1	1	a
<i>Triclada</i>			
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	4	2	d
<i>Planaria torva</i>	3	2	n
<i>Bdellocephala punctata</i>	3	1	a
<i>Dugesia</i>	2	1	a
8a. Shining pondweed (<i>Potamogeton lucens</i>) group			
<i>Stenostomum leucops</i>	4	2	
<i>Macrostomum phytophilum</i>	4	1	
<i>Microstomum lineare</i>	2	1	
<i>Gieystoria virgulifera</i>	2	4	
<i>Olisthanella</i> sp. (n. sp.)	1	1	
<i>Gieystoria expedita</i>	1	2	
<i>Strongylostoma radiatum</i>	1	1	
<i>Plagiosomum lemani</i>	1	1	
<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>	1	1	
<i>Castrada hofmanni</i>	4	3	
<i>Castrada armata</i>	1	1	
9. Profundal zone taxocene			
<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	4	4	d
<i>Microstomum lineare</i>	3	2	n
<i>Mesostoma lingua</i>	2	4	n
<i>Strongylostoma radiatum</i>	1	1	a
<i>Plagiosomum lemani</i>	1	1	a
<i>Castrada</i> sp. cf. <i>quadridentata</i>	1	1	a
<i>Olisthanella truncata</i>	1	1	a

Here belongs the facies of spike rushes (*Heleocharis palustris*). The characteristic features of this facies are: small number of coexisting species and the abundance of *Bothromesostoma essenii*.

5. The taxocene of bulrushes (*Schoenoplectus lacustris*) zone; the characteristic species are: *Castrada hofmanni* and *Prostoma clepsinoides*. The characteristic feature of this taxocene is the abundance of periphyton on the stems of bulrushes. *Polycelis nigra*, occurring in great number in the taxocene previously mentioned, here is not present. *Bothromesostoma personatum* is not numerous here.

6. The taxocene of common reed zone; the characteristic species is *Castrada hofmanni*. The species occurring here are not numerous and their abundance is not great. No distinct dominants. To this taxocene belongs the facies of horsetails, in which the number of species is greater; *Castrada hofmanni* may be treated as a dominant in this facies.

7. The taxocene of the undersurface of floating leaves; the characteristic species is *Bothromesostoma essenii*. Here beside this taxocene, two other occur. They are: the taxocene of submergent-plant "meadows" and one of emergent-vegetation taxocenes.

Group III

8. The taxocene of the submergent-plant "meadows". The characteristic species is *Gieysztorja virgulifera*. The taxocene includes many species. Beside the typical facies two other occur: the facies of stonewort and the facies of water soldier (*Stratiotes aloides*). In the facies of stonewort is a lack of dominants. In the latter one — triclads occur. They live on the undersurface of leaves of water-soldier*.

Group IV

9. The taxocene of profundal zone. The characteristic species is *Mesostoma lingua*. The taxocene possesses two facies: one typical and is situated in the deep profundal zone, another is in the shallow profundal zone.

In the latter one many ubiquitous species occur.

It is easy to perceive that taxocenes change in the year-cycle, it is connected with seasonal plant development. Some taxocenes develop late (July, August), others, e.g. the "swampy" one — early (April) and disappear in summer. In early spring one may observe the poor development of the taxocenes in the zone in which the plants are growing. It refers especially to the proper emergent vegetation zone.

* To shining pondweed (*Potamogeton lucens*) group may be included: the taxocene of the submergent-plant "meadows" in the lower strata and that of the common reed zone near the water-surface.

Ecological characteristics of species

The ecological characteristics of the turbellarian species are based on the material available only from Harsz Lake.

The characteristics of particular species are presented according to the following items:

1) The seasonal occurrence; 2) the vertical distribution and the migrations in the year-cycle; 3) the distribution in the lake; 4) the kind of taxocene.

Bothromesostoma essenii

1. Spring-summer species. It occurs from IV to VIII inclusively. The maximum of occurrence in VII and VIII. Mature eggs in IV and VIII.

2. It occurs in the depth 0—60 cm. It occurs chiefly near the surface of the water and in shallow littoral zone. In summer vertical migration is observed (down to 60 cm.). It is probably a consequence of zonal plant development.

3. It occurs in "swampy" habitats, in bulrushes (*Schoenoplectus*), in the littoral plants in wood zone, in the zone of rooted plants with floating leaves, on water crowfoot (*Batrachium circinatum*) and in the zone of sandy-beaches with *Polygonum amphibium*. The species is closely associated with the leaves floating on the water-surface or with other similar habitats, e.g. the mats of *Batrachium*. Chiefly occurs on the undersurface of the leaves of *Nuphar luteum* and *Hydrocharis morsus ranae*. Close adaptation to the habitat.

4. The characteristic species of the taxocene of undersurfaces of floating leaves. In the taxocene it occurs as a dominant (it is rather an exceptional case). Abundance — 4; Constancy — 5.

Bothromesostoma personatum

1. Spring-summer species. It occurs from IV to VIII. The most numerous in VIII.

2. It occurs in the depth 0—60 cm.; rarely down to 1 m. near the shore-line.

3. It occurs in the "swampy" habitats, in sedges and bulrushes (*Schoenoplectus lacustris*) zones and in the littoral plants in wood zone. The species is associated with the littoral vegetation particularly with the "swampy" littoral zone (very shallow one). Here Abundance is 5.

4. The characteristic species of "swampy" and sedges-taxocenes, where it occurs as a dominant (Abundance: 4 or 3). It occurs, too as an adominant in bulrushes taxocene (Abundance — 1).

Castrada armata

1. Summer-autumn species. It occurs from VI to XI; the most numerous in IX and XI; mature eggs up from VIII.

Table IX

Turbellarian fauna of "meadows" in Harsz and Wigry Lakes

No.	Species	Wigry	Harsz	
		Chara meadows	Chara meadows	all meadows
1	<i>Macrostomum appendiculatum</i>	X		
2	<i>Gieysztoria lugubris wigrensis</i>	X		
3	<i>Castrada viridis</i>	X		
4	<i>Mesostoma lingua</i>	X		
5	<i>Macrostomum viride</i>	X	?	?
6	<i>Castrella truncata</i>	X		X
7	<i>Strongylostoma radiatum</i>	X		X
8	<i>Stenostomum leucops</i>	X	X	X
9	<i>Microstomum lineare</i>	X	X	X
10	<i>Gieysztoria expedita</i>	X	X	X
11	<i>Gieysztoria virgulifera</i>	X	X	X
12	<i>Microdalyellia brevimana</i>	X	X	X
13	<i>Castrada armata</i>	X	X	X
14	<i>Mesostoma ehrenbergi</i>	X	X	X
15	<i>Gyratrix hermaphroditus</i>	X	X	X
16	<i>Plagiostomum lemani</i>	X	X	X
17	<i>Gieysztoria triquetra</i>		X	X
18	<i>Rhynchomesostoma rostratum</i>		X	X

2. Occurrence depth 0—2.6 m. Abundance: 1—2; the most numerous in depth 15—60 cm.

3. It occurs in the zone of rooted plants with floating leaves, in sedges zone and rarely in *Hydropsammon* and in the submergent plant "meadows", etc. Abundance: 2.

4. It occurs as an adominant in numerous taxocenes. In sedges taxocene is more important. Here is nondominant. The species is not a characteristic one.

Castrada hofmanni

1. The species of full vegetation period. It occurs from IV to X. From V to IX more numerous. (Abundance: 3); mature eggs in IV and in VII—IX.

2. It occurs in the depth 0—1 m., rarely deeper. In spring and in autumn — down to 60 cm., in summer — down to 1 m. It is the characteristic species of the lake-surface (because the light is required for the assimilation held by zoochlorellae).

3. It occurs in all the surface habitats (Abundance: 2—3). It avoids "swampy" habitats (where *Bothromesostoma personatum* flourishes) in which its Abundance is = 1. It does not occur in sandy-beaches habitat where its substitute is *Castrada viridis*. Its Constancy and Abundance — similar to the previous one.

4. The characteristic species of all the surface taxocenes where there is no sandy substratum; it occurs as nondominant. In reed and bulrushes taxocenes it becomes dominant species. It avoids "swampy" taxocene (here it becomes adominant and its Abundance decreases to 1).

Table X

Psammonic turbellarians in Harsz and Wigry Lakes
Hd — Hydropsammon; Hg — Hygropsammon; Eu — Eupsammon

No.	Species	Wigry Lake		Harsz Lake		
		Hd	Hg	Hd	Hg	Eu
1	<i>Gieystoria cuspidata</i>	X				
2	<i>Olisthanella truncula</i>	X				
3	<i>Rhynchoscolex simplex</i>	X	X			
4	<i>Dochmiotrema limicola</i>		X			
5	<i>Microstomum lineare</i>	X		X		
6	<i>Castrada viridis</i>	X		X		
7	<i>Castrada armata</i>	X		X		
8	<i>Stenostomum leucops</i>	X		X	X	X
9	<i>Gyatrix hermaphroditus</i>	X	X	X	X	
10	<i>Macrostomum viride</i>		X		X	
11	<i>Macrostomum appendiculatum</i>		X			X
12	<i>Stenostomum unicolor</i>				X	
13	<i>Prostoma clepsinoides (Nemertini)</i>				X	
14	<i>Castrada sp. cf. affinis</i>					X
15	<i>Olisthanella haleziana</i>				X	X
16	<i>Castrella truncata</i>				X	X

Castrada viridis

1. The species occurs all the year. Abundance: 3; it remains more or less unchanged during the whole year, only at the end of winter and in early spring its Abundance decreases. Mature eggs VI—VII and XI.

2. It occurs in the depth 0—60 cm., rarely down to 1 m. (chiefly in summer).. Very often it appears on shallow sandy beaches.

3. Exclusively in sandy habitats. The greatest Abundance (=4) in Hydro-psammon. It excludes *Castrada hofmanni*.

4. Characteristic species of sandy-beach taxocene. Abundance increases as the sandy beach becomes more and more shallow. In Hydropsammon is rather numerous (Abundance: 4). Though it is not typical psammonic species,, yet it often occurs in hydropsammon as the proof of some interrelation of psammonic — and sandy-beaches taxocenes.

Castrada sp. cf. affinis

1. Summer species. It occurs in IX (Abundance: 2). (The data referring to this species are not sure enough, because the specimens have been rarely found).

2. The specimens were found in the depth 0—15 cm.

3. It occurs in arenal zone (Hydropsammon). The species should be examined in details and more stands of it should be discovered.

4. Probably the psammonic species.

Castrada sp. cf. *quadridentata*

1. Exclusively summer species. It occurs in VI (Abundance: 1) and in VIII (Abundance: 3).

2. The specimens have been found in the depth 8—10 m. (VI) (Abundance: 1) and in the depth 0—10 cm. (VIII) (Abundance: 3).

3. The species occurs in profundal zone of "Mały Harsz" Lake, as well as on sandy beaches (Abundance: 3). There is a lack of systematic and ecological data referring to this species.

4. It is adominant species in profundal and sandy-beaches taxocenes.

Castrella truncata

1. The species occurs in full vegetation period, from IV to XI. But it does not occur in IX and in X. This break cannot be properly explained. Perhaps it is a lack of data concerning the occurrence of one or two generations, or it is a winter-spring species (but this is highly improbable). Mature eggs in VIII.

2. It occurs in the depth 0—1.5 m., exceptionally 3—4 m.

3. The water-surface species; some specimens have been found in psammonic and "swampy" habitats as well as in sedges zone and in the littoral-plants-in-wood zone. It avoids the typical emergent vegetation and it does not occur in the zones of submergent vegetation and in the submergent-plant "meadows".

4. It occurs as an adominant in psammonic "swampy"-sedges and reeds taxocenes.

Gieysztoria expedita

1. The species of full vegetation period. It occurs in V—X; is lacking in VI and VII. Mature eggs in V and VIII.

2. It occurs in the depth 0—1.5 m.

3. It occurs in the habitats of sedges, spike rushes (*Heleocharis*), horsetails, on the undersurfaces of floating leaves of *Nuphar*, in the submergent vegetation zone and in the submergent-plant "meadows".

4. In numerous taxocenes from sedges taxocene up to that of submergent plant "meadows" it occurs as adominant.

Gieysztoria triquetra

1. Summer species. It occurs in VII and VIII; the most numerous in VIII; mature eggs in VII and in VIII; Abundance: 2.
2. It occurs in two strata: from 0 to 1.5 m., from 4 to 7 m.; the distinct break in 1.5—4 m.
3. It occurs in the habitats of sedges, horsetails, common reeds, *Batrachium* and especially in the submergent plant "meadows" Abundance: 2.
4. In sedge — and common reed taxocenes as well as in that of submergent plant "meadows", it is adominant.

Gieysztoria virgulifera

1. Summer-autumn species. It occurs from VI to X; the most numerous VIII—X; Abundance: 3; mature eggs from VII to IX.
2. It occurs in the littoral zone, from 0—7 m.; the most numerous in the depth 4—7 m. (Abundance: 3).
3. It occurs chiefly in the habitat of submergent plant "meadows" (Abundance: 4) and in submergent vegetation habitat.
4. It is the characteristic species of submergent plant "meadows". In other taxocenes its occurrence is probably connected with the presence of submergent plant "meadows". In those cases it appears as adominant (Abundance: 2 or 3; Constancy: 2 or 3).

Gyatrix hermaphroditus

1. The species of full vegetation period. It occurs from IV to X. The most numerous in VII and VIII. Mature eggs from V to VIII.
2. It occurs in all the strata (0—48 m.); eurybathic species. One distinct maximum of occurrence (4—10 m.) on the border of deep littoral and profundal zone; Abundance: 4; another maximum not so distinct, in shallow littoral zone; Abundance: 2.
3. Ubiquistic species. Maximum of its Abundance in submergent-plant "meadows" and in profundal habitat. Abundance: 3—4; generally — only 2.
4. It occurs in all the taxocenes, except "swampy" and bulrushes ones. In the profundal and the submergent-plant "meadows" taxocenes it is dominant. In other taxocenes it occurs as an adominant.

Macrostomum hystricinum

1. The species of full vegetation period. It occurs in IV and in VIII—IX; the most numerous in IV. Its Abundance is 3. Probably two generations occur.

2. Occurrence depth 0—60 cm. In spring it has been found in deep water-strata, in summer it migrates up. The data referring to the species are very poor.

3. It occurs in eupsammon as well as on *Fontinalis* plants, which float near the shore-line.

4. In psammonic taxocene, as an adominant. Probably, it occurs in other taxocenes, too. This should be verified.

Macrostomum phytophilum

1. The species of full vegetation period. It occurs in IV; later on in VII, VIII, IX. The most numerous in VIII. Abundance: 3 or 2. The mature individuals are recorded in IV and in VIII.

2. It occurs in two strata: from 0 to 160 cm. and 2.6 to 7 m.; the most numerous in the 1 m. depth.

3. It occurs in psammonic-, sedges- and submergent-plant "meadows" habitats. It does not occur in the zone between the sedges-belt and the submergent-plant "meadows".

4. It occurs in psammonic- and sedges taxocenes as well as in the submergent-plant "meadows", as an adominant.

Mesostoma ehrenbergi

1. Summer species. It occurs from VII to IX. The most numerous in VII and in VIII. Abundance: 2. Mature individuals are recorded in VII and in VIII; the specimens with eggs in VII.

2. It occurs in the depth 0—1.5. m. and 2.6—7 m.; the most numerous in the deeper strata (Abundance: 2). Similarly to *Macrostomum phytophilum*, there is a break in its occurrence in the middle layers of littoral zone.

3. It occurs in "swampy" littoral and in horsetail zone as well as in the submergent-plant "meadows". Here is the most numerous.

4. In "swampy" and reed taxocene is adominant. In the taxocene of submergent-plant "meadows" it occurs in greater number and more often.

Mesostoma lingua

1. The species of full vegetation period. It occurs in V—VIII. Mature eggs in VII. No exact data referring to this species.

2. The species occurs in the depth 8—48 m. exceptionally one specimen has been found in the depth 0—15 cm. In spring — greater Abundance in the deep layer; in summer — in shallower strata.

3. It occurs in profundal habitat (Abundance: 2). Once, it has been found in the habitat of floating leaves of *Batrachium*, on the water-surface.

4. The characteristic species of the profundal taxocene. Here it occurs as nondominant.

Microdalyellia brevimana

1. Late-summer species. It occurs in VIII and in IX; the most numerous in VIII. Mature eggs in VIII.

2. It is recorded in the depth 0—160 cm.; the most numerous in the stratum 0—15 cm.

3. It occurs in “swampy” habitat and in submergent-plant “meadows”. The characteristic break exists in the intermediate habitats, similar to that observed in the occurrence of *Macrostomum phytophilum*.

4. In “swampy” taxocene and in taxocene of submergent plant “meadows” it is adominant.

Microstomum lineare

1. All-the-year species. The most numerous in V, VIII and IX. Mature individuals are recorded in IV, VIII and XI; specimens with eggs in VIII.

2. Eurybathic species; it occurs in all the strata of the lake.

3. It is ubiquitous and eurytopic species (in Dargin Lake it occurs as a planktonic species).

4. It occurs in all the taxocenes. In the taxocene of sandy-beaches and in the submergent plant “meadows” is dominant; in other — is adominant.

Olisthanella haleziana

1. The species of full vegetation period. Very small number of the specimens was found in IV, V and X.

2. They were found in the depth of 0—15 cm.

3. It occurs in arenal habitat (Eupsammon).

4. Probably the characteristic species of psammonic taxocene (Abundance: 3).

Olisthanella truncula

1. Early-spring species. It was found in IV. Too little is known about the species for discussion.

2. It was found in the depth greater than 40 m.

3. The specimen was found in profundal habitat.

4. No data.

Olisthanella sp. (n. sp.?)

1. Summer-autumn species. It occurs in VII—X; the most numerous in IX. Mature individuals are recorded in VII.

2. In summer it occurs in the depth 0—15 cm. (Abundance: 2); in autumn 60—160 cm.

3. It occurs in arenal habitat (Eupsammon and Hygropsammon) and in the zone of submergent vegetation (*Potamogeton lucens*).

4. In the psammonic taxocene is nondominant. Probably it is the characteristic species of this taxocene.

Phaenocora megalops

1. Early-spring species. It occurs in IV.
2. It occurs near the water-surface (0—15 cm.).
3. It is abundant in very shallow littoral zone (in those parts of it that are cut off periodically by the heaps of water plant debris from the main body of the water), but rarely occurs in the proper littoral zone (in "swampy" habitat).
4. The characteristic species of small pools; it occurs as adominant in "swampy" taxocene.

Plagiostomum lemani

1. The species occurs all the year. Abundance: 1. The most numerous in VI (Abundance: 2).
2. It occurs in the depth 0—10 m. is lacking in the stratum 2.6—4 m. In spring it has been found in the deeper strata, in summer — in shallower ones.
3. It occurs in the following habitats: sandy beaches, "swampy" one, sedges, submergent vegetation zone, submergent plant "meadows" of the shallow profundal zone (8—10 m.). The distinct break in the sedges zone and the zone of submergent plant "meadows".
4. It occurs in sandy beaches, "swampy" - and sedges taxocenes as well as in those of submergent plant "meadows" and of profundal zone. In all of them is adominant.

Prorhynchus stagnalis

1. Autumn-winter species (it occurs rather in winter). It occurs from XI to III.
2. It occurs in the depth 0—1.5 m.; it is lacking in depth of 15—60 cm.
3. It occurs in bulrushes habitat, in the periphyton on these plants and in *Potamogeton natans* aggregations under the ice-cover (Abundance: 2).
4. It is not possible to include it to one, particular taxocene as there are no other turbellarians present. It has been found together with *Prostoma* and *Dugesia lugubris*. Probably it is adominant in the bulrushes taxocene and in that of rooted plants with floating leaves.

Rhynchomesostoma rostratum

1. The species of the full vegetation period. It occurs from IV to IX; maximum of its occurrence in IV, VII and in VIII; mature eggs from IV to IX.
2. It occurs in the depth 0—7 m., in the whole littoral zone. In spring — the most numerous in the stratum 0—60 cm. (Abundance: 3). In summer is found in the bottom strata 60 cm. —7 m. (Maximum of its occurrence in the depth 4—7 m.).

3. It occurs in submergent plant "meadows" and in the zone of submergent vegetation; in littoral plants in wood zone (Abundance: 2) and in bulrushes habitat.

4. Adominant in submergent plant "meadows" taxocene. Nondominant in the facies of littoral-plants-in-wood. Adominant in bulrushes taxocene.

Stenostomum leucops

1. The species occurring all the year. The most numerous in VII. Abundance: 4.

2. It occurs in the whole littoral zone in the depth 0—7 m.; maximum of its occurrence in the stratum 4—7 m.

3. It occurs in the habitats: arenal zone, bulrushes zone, common reeds and littoral-plants-in-wood. It lives, too, in the submergent plant "meadows" and in the zone of submergent vegetation. The most numerous in arenal habitat and in the submergent plant "meadows".

Probably there are two species: one — occurring in arenal habitat, another — in the submergent plant "meadows".

4. In submergent plant "meadows" taxocene, in bulrushes-one, and in psammonic taxocene is nondominant. In common reed and "swampy" taxocenes is adominant.

Stenostomum unicolor

1. Summer-autumn-winter species. Because of some difficulties of classification only few individuals have been determined. It occurs in VII—VIII and in III; the most numerous in VII.

2. It occurs in psammonic fauna (0—15 cm.), Abundance: 5; and in the depth 60—160 cm. (Abundance: 1).

3. It occurs in the following habitats: arenal one, sandy-beaches, bulrushes zone, rooted plants with floating leaves. The greatest Abundance (=5) — in arenal habitat.

4. In the taxocene of psammonic zone is dominant. In sandy-beaches and in that of bulrushes zone is adominant.

Strongylostoma radiatum

1. Spring-summer species. It occurs in IV and in VII—VIII. Mature eggs in VIII.

2. It occurs in the depth 0—160 cm. and 4—7 m.; the distinct break in the strata 1.6—4 m.

3. Ubiquistic. It occurs in the following habitats: sandy-beaches, "swampy" littoral zone, sedges, bulrushes, horsetails, *Nuphar luteum*, *Potamogeton lucens*,

submergent plant "meadows" and shallow profundal zone (Abundance: 1). In the habitat of submergent plant "meadows" its Abundance = 2.

4. In all the taxocenes of the lake, except the psammonic one, is adominant.

Bdellocephala punctata

1. It occurs in VII. Only one numerous group of specimens has been found.

2. It has been found in the depth 4—7 m.

3. It is difficult to define its proper habitat as only one group of the specimens has been found (Abundance: 3). Probably, it occurs exclusively on the undersurface of water soldier (*Stratiotes aloides*) leaves.

4. It occurs in submergent plant "meadows" taxocene. Probably it is the characteristic species of water soldier facies in submergent plant "meadows" taxocene.

Dendrocoelum lacteum

1. All-the — year species.

2. It occurs in the strata 0—7 m.; here are two breaks in its vertical occurrence.

3. It occurs in "swampy" habitat (Abundance: 1) as well as in that of submergent plant "meadows". In water soldier habitat its Abundance = 4; the species occurs in stonewort aggregation, too.

4. The species is closely associated with the submergent plant "meadows" taxocene; especially — with water soldier facies and stonewort facies.

Dugesia sp.*

1. All-the-year species. The maximum of its occurrence is in spring IV—V.

2. It occurs in the depth 15 cm.—7 m.; the most numerous — in the stratum 4—7 m. In winter and in spring it has been found in the depth 0.15—2.6 m.; in summer and in autumn — 2.6—7 m.

3. It occurs chiefly in submergent "plant meadows" and in bulrushes habitat.

4. In submergent plant "meadows" taxocene is adominant.

Planaria torva

1. It occurs from III to IX; the most numerous in VII—VIII.

2. It occurs in the depth 0—1.5 m. and in the stratum 4.7 m.

The distinct break in its occurrence in the depth 1.6—4 m. It is recorded in the shallow and in deep littoral zone.

3. It occurs in sedges and *Potamogeton natans* habitats as well as in that of submergent plant "meadows". The most numerous on the undersurface

* Examined samples consisted of *Dugesia lugubris* (80%) and *D. polychroa* (20%).

of water soldier leaves (Abundance: 3). In general, it is the species of submergent plant "meadows".

4. Nondominant in submergent plant "meadows" taxocene; adominant in sedges taxocene and in that of rooted plants with floating leaves.

Polycelis nigra

1. All-the-year species; the most numerous in II—VI; Abundance: 3.

2. It occurs in the depth 0—1.5 m.; once it has been found in the stratum 4—7 m. (1 specimen only). Similarly to *Bothrosostoma personatum* it migrates in summer and in autumn down to the bottom, in winter it begins to move up to the water-surface.

3. It occurs in "swampy" habitat, in sedges, spike rushes, horsetails habitats and in littoral-plants-in-wood. It lives near the shoreline.

4. Together with *Bothrosostoma personatum* it is the characteristic species of "swampy" and sedges taxocenes. In sedges taxocene it is dominant. In "swampy" taxocene is nondominant; in common reed taxocene — adominant.

Prostoma clepsinoides

1. Summer-autumn-winter species. It occurs in VII—III; maximum of its occurrence in VIII, IX and X. Mature individuals up from VIII.

2. It occurs in the stratum 0—1.5 m. In winter it occurs rather in deeper stands: 60 cm. to 1.5 m.

3. It occurs in sedges, spike rushes and bulrushes habitats. One specimen has been found in Hygropsammon. In spring their larvae migrate to all the habitats.

4. In sedges and in bulrushes taxocenes is adominant. It is the characteristic species of bulrushes taxocene.

Comparison of turbellarian fauna of Harsz Lake with that of Wigry Lake

The best known turbellarian fauna in Poland is that of Wigry Lake (Gieysztor 1939). From May to July, 1930, he investigated the turbellarians of *Chara* sp. aggregation of Wigry Lake. Table IX presents the data concerning Harsz Lake compared with those from Wigry Lake. The component species in both cases are nearly the same, but two species are lacking in Wigry Lake; *Gieysztoria triquetra* and *Rhynchomesostoma rostratum*. But there is a lot of species in Wigry Lake that are absent in Harsz Lake. E. g. *Macrostomum appendiculatum* (*hystricinum*) scarcely occurs in Harsz Lake; it is recorded only in arenal zone on the mosses *Fontinalis antipyretica*. *Gieysztoria lugubris wigrensis* has been found only in sedges zone; *Castrada viridis* occurs in Harsz Lake exclusively in sandy substratum habitats; *Mesostoma lingua* — in profundal zone (only one specimen has been found in submergent plant "meadows").

The characteristic species of submergent plant "meadows" in Harsz Lake is *Gieysztoria virgulifera*; it rarely occurs in Wigry Lake.

The other group of habitats which have been more carefully investigated are arenal ones. Table X shows the comparison of those habitats in both lakes. I have not found in psammonic fauna of Harsz Lake the following species which occur in Wigry Lake; *Rhynchoscolex simplex*, *Gieysztoria cuspidata*, *Dochmiotrema limicola* and *Olisthanella truncula*.

The most numerous specimens, which have been found in arenal zone of Harsz Lake, belong to the genus *Stenostomum*. Besides that, the characteristic species of those habitats belong to the genus *Olisthanella*.

Summary

From April 1-st, 1953 to the end of June, 1954, the ecology of turbellarians, living in Harsz Lake, was examined.

Once a month or once a fortnight the samples have been taken from 32 stations (They were situated in all the habitats of the lake; map I and II; table II).

The quantitative data, referring to turbellarians of that lake are presented in five-degree-scale of Abundance. In description of the materials, the term "Class of Constancy" is introduced.

The following are the results of this work:

1. 39 species of turbellarians and 1 fresh-water Nemertine (found for the first time in Poland) have been described (see: List of species.)
2. The appearing and disappearing of turbellaria species populations in their year-cycle is presented (table IV).
3. Vertical distribution of turbellarian species has been investigated (table III and V).
4. Occurrence of turbellarian species in 32 habitats has been examined (table VI).
5. The existence of 9 coexisting groups of turbellarian species have been distinguished. They are called "taxocenes" and they are parts of association (table VII and VIII).
6. The ecological characteristics of species occurring in Harsz Lake are presented.

REFERENCES

1. Beklemichev W. N., 1949. Nemertini. Žizn' priesnykh vod SSSR. 2, p. 35—37, f. 33.
2. Beklemichev W. N., 1951. O vidach roda *Macrostomum* (Turbellaria Rhabdocoela) SSSR. Bull. Soc. Nat. Moscou, p. 31—40, f. 1—58.
3. Bernatowicz S., 1952. O kartograficznym oznaczaniu makrofitów wodnych. Wszeczeńświat, (1/2), p. 54—56.

4. Braun M., 1885. Die Rhabdocoeliden Turbellarien Livlands. Arch. f. d. Nat. Kuden Liv. Ehst. ü kurl. Dorpat 10.
5. Braun-Blanquet, 1928. Pflanzensoziologie. Berlin.
6. Czapik A., 1954. Wstężniaki w okolicach Krakowa. Wszecławiat (7), p. 183.
7. Dorner G., 1902. Darstellung der Turbellarienfauna des Binnengewässer Ostpreussens. Schriften d. Physikal.-ökonom. Ges. 43, p. 1—58.
8. Dubois G. 1938. Monographie des Strigeida (*Trematoda*). Mem. de la Soc. Neuch. des Sc. Nat.
9. Forel F. K., 1879. Materiaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Lac Lemman. Bull. Soc. Vand. Sc. Nat. 16, p. 213—227.
10. Fuliński B., 1915. Materiały do fauny wirków (*Turbellaria*) Ziemi Polskich. I. Niektóre wirki ze Lwowa, Gródka i innych. Rozpr. Wiad. Muz. Dzieduszyckich 1 p. 159—175.
11. Fuliński B., 1922. Materiały do fauny wirków (*Turbellaria*) Ziemi Polskich. Niektóre wirki Ziemi Sokalskiej. Spr. Kom. Fizj. PAU 55.
12. Fuliński B., Szynal F., 1927. O dwu nowych gatunkach wirków z rodzaju *Dalyellia* J. Fleming. Zwei neue Turbellarien Arten aus den Gattung *Dalyellia* J. Fl. Kosmos. 52.
13. Fuliński B., Szynal F., 1933. O faunie wirków Ziemi Grzymałowskiej (Podole). Kosmos, Ser. A. 57, p. 117—217, f. 1—8.
14. Gieysztor M., 1926. Über die Rhabdocoelidenfauna aus der Umgebung von Warschau. Bull. Ac. Pol. Sc. Cracovie, p. 617—671.
15. Gieysztor M., 1929. Zur Kenntnis einiger *Dalyellia*-, *Castrella*- und *Castrada*-Arten. Ac. Pol. Sc. Cracovie, p. 155—195.
16. Gieysztor M., 1934. Über die *Dayellia viridis*-Artengruppe (Rhabdocoela). Mem. Ac. Pol. Sc. Cracovie, p. 207—219.
17. Gieysztor M., 1938a. Sistematisch-Anatomische Untersuchungen an Turbellarien Polens. Zool. Poloniae, 2, p. 215—248.
18. Gieysztor M., 1938b. Über einige Turbellarien aus dem Süßwassersammon. Arch. Hydr. i Ryb. Suwałki, 11, p. 364—382.
19. Gieysztor M., 1939. Übersicht der Rhabdocoelen und Alloecoelen Polens. Arch. Hydr. i Ryb. Suwałki, 12, p. 1—50.
20. Graff L., 1913. Turbellaria II. Rhabdocoelida. Das Tierreich.
21. Hofsten N., 1907. Drei neue Rhabdocoelen aus Schwedischen Binnengewässer. Ark. Zool. Stockh. 3, p. 1—15.
22. Hofsten N., 1916. Über die Gattung *Castrada* O. Schm. Zool. Biol. Uppsala 5.
23. Järnefelt H., 1936. Zur Limnologie einiger Gewässer Finlands. Ann. Soc. Zool. Bot. Fenn. Helsinki.
24. Jaworowski A., 1889. Wirki dotychczas w okolicy Krakowa znalezione. Spr. K.F.A.U. 23, p. 98—111.
25. Lityński A., 1938. Biocenoza i biosocjacja. Arch. Hydrob. i Ryb. Suwałki 11, p. 167—209.
26. Luther A., 1905. Zur Kenntnis des Gattung *Macrostoma*. Helsingfors. Fest. -sch.f. Palmen. 5, p. 1—61.
27. Luther A., 1955. Die Dalyelliden. Acta Zoologica Fennica 87, p. 337.
28. Minkiewicz S., 1914. Przegląd fauny jezior tatrzańskich. Kraków Spr. K.F.P.A.U. 48.
29. Nuttycombe J. W. and Waters A. J., 1938. The American Species of the Genus *Stenostomum*. Proceedings of the Amer. Phil. Soc. 79, p. 213—300.
30. Olszewski P., 1953. Kilka przekrojów chemicznych z jezior Pojezierza Mazurskiego. Ekologia Polska. 1 (2), p. 29—47.
31. Papi F., 1951. Ricerche sui Turbellari Macrostromidae. Arch. Zool. Italiano 36, p. 289—340

32. Plessis du G., 1878, Sur l'origine et la repartition des Turbellaries de la faune profonde du Leman. Verh. Sweiz. Naturf. 60, p. 233—239.
33. Plessis du G., 1884. Rhabdocoeles de la faune profonde du Lac Leman. Arch. Zool. Exp. et Gen. 2, p. 36—37.
34. Riedl R., 1953. Quantitativ ökologische Methoden mariner Turbellarienforschung. Zool. Inst. Univ. Wien. Osterr. Zool. Z. 4, p. 108—145.
35. Schmidt O., 1858. Die rhabdocoelen Strudelwürmer aus der Umgebung von Kraków. Denk. der. mat. nat. Cl. der. K. Ac. der Wiss. 15.
36. Steinböck O., 1949. Zur Turbellarien Fauna des Lago Maggiore und des Lago di Como. Mem. dell. Inst. Italiano di Idrobiol. 5, p. 229—254.
37. Steinböck O., 1951a. Turbellarienstudien aus Lago Maggiore I. Memorie dell. Inst. Ital. Idrobiol. 6, p. 137—164.
38. Steinböck O., 1951b. Turbellarienstudien aus Lago Maggiore II. Memorie dell. Inst. Ital. Idrobiol. 6, p. 165—176.
39. Wierzejski A., 1882. Materiały do fauny jezior tatrzańskich. Spr. K.F. 16.
40. Wierzejski A., 1883. Zarys fauny stawów tatrzańskich. Kraków. Pam. Tatr. 8.

H. Wysocka

Note sur le lieu de multiplication de quelques Diatomées d'eau courante

Laboratoire d'Hydrobiologie Expérimentale de l'Institut M. Nencki
de l'Académie Polonaise des Sciences, Varsovie

Reçu 9.I.1959

Parmi les facteurs écologiques les plus favorables à la multiplication des Diatomées d'eau douce les donnés sur le rôle d'un support stable, font presque complètement défaut. Même dans les études sur l'écologie des Diatomées (Cholnoky 1927a, b), Cholnoky 1929, Germain 1936) cette dépendance n'a pas été envisagée suffisamment.

Dans la note présente on a essayé la méthode expérimentale des lamelles en verre pour souligner l'importance de la stabilité d'un support submergé pour la biologie des Diatomées d'eau courante. On a essayé également de mettre en évidence sa base stable comme lieu du développement et de la constitution des colonies sessiles.

Matériel et méthode

Les recherches sur le periphyton des rivières polonaises du bassin de la Vistule et de l'Odra, entreprises en 1949—1955 ont donné des récoltes où, parmi les autres algues, les Diatomées étaient les plus abondantes. Voici quelques espèces les plus caractéristiques: *Melosira varians*, *Diatoma vulgare*, *D. elongatum*, *Ceratoneis arcus*, *Synedra ulna*, *S. acus* var. *radians*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Achnanthes minutissima*, *Frustulia rhomboides*, *Amphora ovalis*, *Nitzschia acuta*, *N. palea*, *N. Kuetzingiana*, *N. holsatica*, *N. acicularis*.

Les lamelles en verre (Hentschel 1923, Thomasson 1926, Duplakoff 1933) ont été submergées ca 20 cm au dessous de la surface de pleine

eau des diverses rivières pendant une période fixe de 3—10 jours en été, dans certains cas en automne ou en hiver. Ensuite, après leur séchage, elles devenaient un objet facile pour l'étude de qualité et de quantité d'algues fixées et développées sur la surface des lamelles, particulièrement dans les rivières dont le degré de la pollution d'eau n'était pas trop élevé. Le nombre de Diatomées a été calculé sur la surface d'1 cm² de deux lamelles en verre suspendues en même temps et dans les mêmes conditions.

Pour les données plus précises quant à la technique de travail au moyen de cette méthode v. Wysocka 1952, 1957, 1958.

Pour obtenir, autant que possible, le contour des frustules secs, associés en colonies sessiles, les photographies ont été faites à grossissement faible avec oculaire 6 et objectif 24, en laissant de côté les questions de la structure des frustules. Ce ne sont que les fragments du processus d'envahissement d'un support stable par les Diatomées.

Observations et conclusions

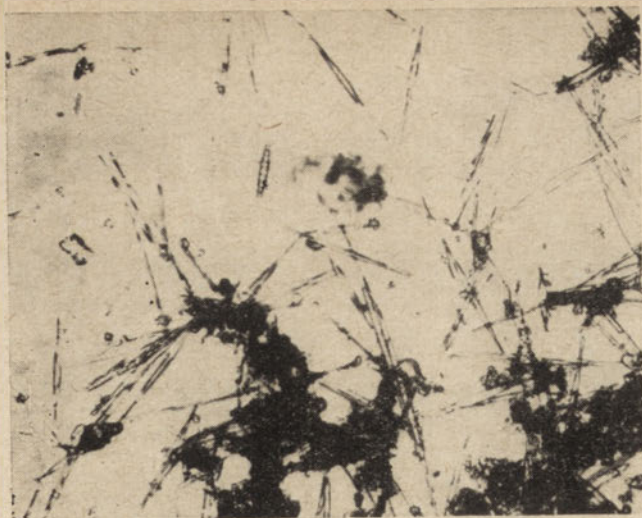
Le tableau I ne présente que les espèces qui se distinguèrent par leur fréquence et leur abondance. Il s'y trouve, cependant, des espèces moins fréquentes dont le nombre d'individus, dépassait, dans un cas particulier — 100 exemplaires par 1 cm².

Ce qui frappe surtout dans cette liste, c'est la fréquence de *Nitzschia acicularis*, dont la quantité maximale montait à 3436 individus par 1 cm². Cette Diatomée connue comme espèce arrachée aux rives par le courant d'eau (U t e r m ö h l 1925) vit fixée sur des racines de Graminées, soit en association avec *Navicula pelliculosa* (Bréb.) Hilse dans les lames muqueuses (G e r m a i n 1936) contrairement à l'opinion de H u s t e d t 1930 et Z a b i e l i n a 1951, qui la considèrent comme planctonique.

Reliée à la base stable des lamelles en verre, *Nitzschia acicularis* des rivières polonaises, forme des colonies sessiles où les individus sont accolés par 2, 3, 4, ou davantage, souvent sans aucun ordre (Planche I, fig. 1).

Il arrive que cette espèce forme des colonies sessiles plus compliquées, dont une fixée à la lamelle sert elle-même de support à une autre colonie, celle-ci à son tour porte la suivante e.t.c. (fig. 1, 2); les extrémités des frustules étaient probablement réunies par un mucus très peu apparent, mélangé avec des petits grains du tripton. La disposition des colonies composées en forme „d'étage” permet probablement leur développement par suite du peu de place qu'elle occupe ainsi sur le support. Ce mode de vie peut offrir en plus un contact possible avec le support, enfin il explique l'apparition facultative des éléments dissociés dans la zone pélagique lorsque l'eau est très agitée.

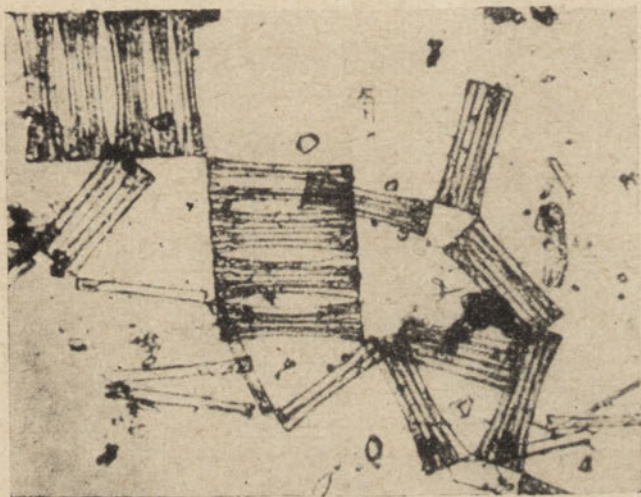
J'ai porté mon attention sur certains frustules de la *Nitzschia*, recourbés en forme de faucille (fig. 2, la colonie supérieure à droite), qui semblent chercher



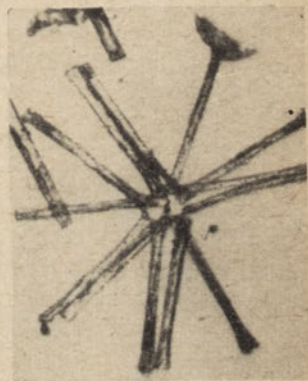
1



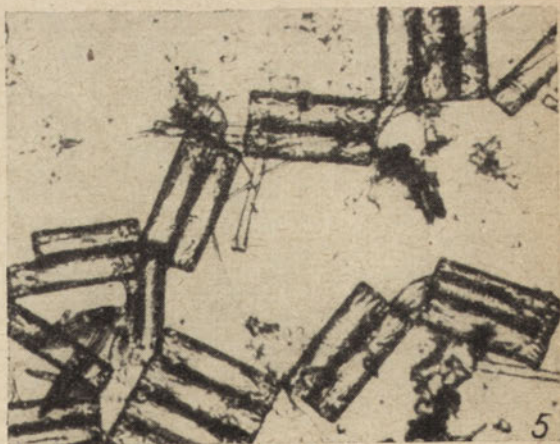
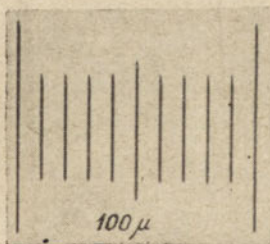
2



3



4



5

PLANCHE I

1 — *Nitzschia acicularis*; 2 — *Diatoma elongatum*; 3 — *Diatoma elongatum*; 4 — *Diatoma elongatum*; 5 — *Diatoma vulgare*. Clichés A. Kowalczewski

Diatomées d'eau courante développées sur un support stable submergé ca 20 cm au dessous de la surface d'eau (Quantité d'individus par 1 cm²)

Tableau I

Rivières et leurs affluents	Profils hydrométriques	Dates	ESPÈCES																
			<i>Melosira varians</i> C.A.A.G.	<i>Diatoma</i>		<i>Ceratoneis arcus</i> Kütz.	<i>Synedra</i>		<i>Cocconeis</i>		<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) de Toni	<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	<i>Nitzschia</i>					
				<i>vulgare</i> Bory	<i>elongatum</i> Ag.		<i>ulna</i> (Nit. Ehr.)	<i>acus v. radians</i> (Kütz.) Hust.	<i>pediculus</i> Ehr.	<i>placentula</i> Ehr.				<i>acuta</i> Hant.	<i>palea</i> Grun.	<i>Kuetzingiana</i> Hilse	<i>holsatica</i> Hust.	<i>acicularis</i> W.Sm.	
Wisła (Vistule)	Tyniec	22—29.IV.53	—	—	—	25	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32
	Kraków (Cracovie)	20—31.V.54	40	3	—	—	7	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Pulawy	10—17.V.54	—	—	36	—	14	—	266	—	—	—	4	—	—	—	—	—	540
	Warszawa plus haut de Varsovie	22—30.V.49	—	1	70	—	—	—	—	—	—	—	463	—	—	—	—	—	—
	Warszawa plus bas de Varsovie	26—29.IX.51	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	39	—	—	3436
	Plock	1—7.V.55	—	—	—	—	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97
	Włocławek	18—25.V.54	—	—	11	—	114	148	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	1404
	Torun	25—31.V.54	—	—	—	—	111	—	—	80	—	—	—	—	58	—	—	—	943
	Tczew	23—30.V.54	—	—	902	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97
	Swibno	16—18.VI.52	—	—	7	—	14	111	—	40	—	—	4	—	44	—	—	—	223
Affluents de Vistule	Dunajec	Czorsztyn	9—16.VIII.52	—	—	—	70	—	—	47	673	—	—	—	—	228	—	—	215
		„	3—10.X.52	—	4544	—	—	1310	—	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—
		„	15—22.II.53	—	11420	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		„	15—22.V.53	—	428	—	806	62	—	—	—	—	—	—	—	64	—	—	132
	San	Radomysl	13—20.IX.54	—	—	—	—	86	—	—	246	—	—	—	98	41	—	—	824
	Wieprz	Kosmin	12—18.V.55	—	—	—	—	410	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77
		Klarysew	3—7.VII.53	—	—	—	—	—	—	86	—	—	189	—	—	84	—	—	42
	Jeziorka	Borek	7—12.VII.53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55	—	—	—	—	—	—
		Zawady (rive gauche)	26—30.VIII.53	4694	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	476	—	—
		Zawady (rive droite)	26—30.VIII.53	—	—	—	—	—	—	40	64	—	52	—	—	1608	—	—	—
Białka	Dojlidy	22—26.IX.52	—	—	—	—	186	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	196	
	Bacieczki	22—26.IX.52	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Drwęca	Brodnica	24.IV—1.V.55	—	—	—	—	209	2075	32	115	—	—	—	—	—	—	1369	361	
Brda	Tuchola	18—25.V.55	—	—	83	—	117	—	—	67	—	—	—	—	—	—	92	683	
	Gozdowice	25.V—3.VI.53	—	—	—	—	—	—	—	828	1174	—	—	32	—	—	—	76	
Odra	Widuchowo	10—20.X.52	—	—	—	—	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	160	
	Trzebiez	15—22.VI.53	—	4	—	—	—	—	11	4	—	—	—	—	—	—	—	7	
Affluents d'Odra	Warta	Konin	19—26.VII.53	—	—	—	—	4	—	439	—	—	—	—	—	—	—	11	
		Poznan	19—25.VIII.53	—	3	—	—	3	—	3	—	—	3	—	72	—	—	20	
	Gorzow	10—17.V.55	—	—	212	—	40	792	7	58	—	—	4	—	—	—	—	2412	
	Noteć	Drezdenko	7—14.X.55	34	35	56	—	703	15	56	528	—	450	—	—	—	—	90	
	Nysa	Wojeice	22—29.X.55	53	—	—	—	16	8	16	—	—	—	—	—	—	—	—	119
	Kłodzka	Zagan	1—7.VII.55	—	—	—	—	—	93	—	—	—	—	—	—	—	—	104	58
Bobr	Zagan	1—7.VII.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ślupia	Ślupsk	16—29.V.55	—	549	578	20	—	107	4	29	—	275	—	—	—	—	41	61	

les points d'insertion de même que pour var. *closterioides* Grün.: Hustedt 1930 (p. 423), Huber-Pestalozzi 1942 (p. 479, pl. CXLI, fig. 578 A), Zabielińska 1951 (p. 532), qui l'a signalé dans le plancton des lacs, Cleve-Euler 1952 (fig. 1509 e, f).

Evidemment, les frustules de *N. acicularis* nommés sub „var. *closterioides*” ne représentent que le polymorphisme du type de l'espèce (*N. acicularis* α



Fig. 1. *Nitzschia acicularis*. W. Sm-1, 2. Disposition en colonie sessile

typica A. Cleve), par suite d'une multiplication spécifique en relation avec le support stable.

L'écologie d'autre espèce (moins fréquente dans mon matériel) de *Diatoma elongatum* (α *genuinum* Meyer f. *typica* A. Cleve) dont les éléments des colonies sont disposés en rubans (Woloszyńska 1911, Pl. V, 2) en rubans dissociés (Cleve-Euler 1953, fig. 330 e, d'après Kützing), en étoile (Woloszyńska l.c., Pl. V, 3), en étoile-chaines (Cleve-Euler 1953, fig. 330,

f, g, h, i) et le plus souvent suivant plusieurs auteurs, en zig-zag, a été violemment discutée. On a admis, deux formes écologiques: „Ruheform” des auteurs allemands, constituées en ruban-zig-zag par rapport au support, et la forme en étoile „Plankton-stadium” se développant en pleine eau. Leur multiplication est surtout réglé par l'époque de l'année et même par les conditions climatiques (W o ł o s z y ń s k a l.c. H u b e r - P e s t a l o z z i l.c., Z a b i e l i n a l.c.)

On peut s'étonner de voir dans le matériel de la région polonaise, particulièrement en été toutes les phases de la structure des colonies et même leurs intermédiaires adaptés au support (planche I, fig. 2, 3, 4). Il faut souligner que *Diatoma elongatum* en étoile était fixée au support par un disque gélatineux bien net.

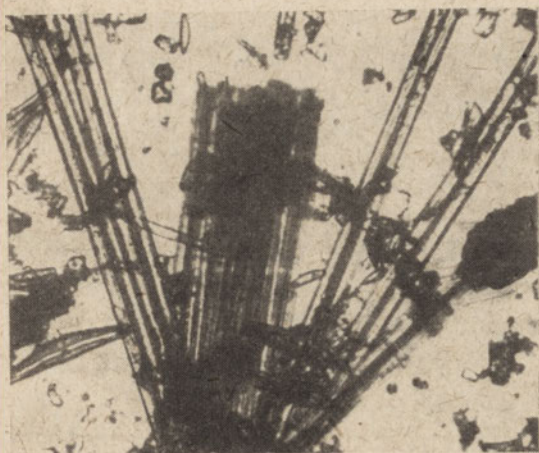
On doit admettre que les phases des colonies en zig-zag ou en étoiles proviennent par dissociation des individus composant ultérieurement une phase en ruban, qui est une forme peut-être élémentaire. La vie pélagique de *Diatoma elongatum*, en ressemblance avec *Nitzschia acicularis*, est alors aussi facultative.

Ce vient à l'encontre de l'opinion des algologues mentionnés plus haut aussi celle de G e r m a i n, qui signale *Diatoma elongatum* comme caractéristique pour le plancton hivernal et ne provenant pas de la région littorale; en ce cas on peut supposer leur développement sur la base de la lisière inférieure de la glace ou les autres objets submergés.

Il semble que *Diatoma elongatum* var. *actinastroides* Krieg. (K r i e g e r 1927, pl. III, fig. 2, H u s t e d t 1930, fig. 114, H u b e r - P e s t a l o z z i 1942, pl. CXXIX, 523 A. Z a b i e l i n a 1951 sub „forma *actinastroides*” Krieg., C l e v e - E u l e r 1953, p. 23, sub *D. elongatum* α *genuinum* f. *actinastroides* Krieg.) en accord avec supposition de H u b e r - P e s t a l o z z i, n'est pas guère une variété; il s'agit donc probablement d'une phase de la colonie en ruban étant en train de séparer plus rapidement des extrémités supérieures des frustules, ce qui vient aussi en cas des étoiles.

Les frustules associés en colonie sessile des autres espèces communes dans le milieu du periphyton des rivières, présentent la disposition des frustules analogue à celle de *Diatoma elongatum*: par exemple une phase de passage entre ruban et zig-zag de *Diatoma vulgare* (pl. I, fig. 5), rependus particulièrement en hiver, leur maximal développement montait jusqu'à 11420 individus sur 1 cm²; un court ruban de *Synedra Ulna* (pl. II, fig. 6 au milieu), dissociation de celle-ci (fig. 6 à deux côtés et pl. II, fig. 7) enfin un long ruban dissocié surtout à leurs extrémités supérieurs (pl. II, fig. 8).

Les éléments dissociés sans doute continuent, toujours rattachés au support, leur développement en composant des touffes sphériques comme p. ex. chez *Synedra acus* var. *radians*. Certains auteurs signalent le *Synedra acus* var. *radians* comme caractéristique pour le plancton des lacs.



6



7



8



9



10

PLANCHE II

6 — *Synedra ulna*; 7 — *Synedra ulna*; 8 — *Synedra ulna*; 9 — *Ceratoneis arcus*; 10 — *Ceratoneis arcus* var. *lanceolata*. Clichés A. Kowalczewski

Une espèce sessile moins connue, *Ceratoneis arcus* et ses variétés, forme des colonies circulaires (pl. II, fig. 9, 10) autour d'un point central et leur point de départ est, il semble, la phase en ruban court (v. Zabielińska 1951, p. 130, fig. 1 a; Cleve-Euler 1953 sub. *Fragilaria (Ceratoneis) arcus* (Kütz.) Cll α *genuina* A. Cleve, fig. 373 d). En dehors des espèces dont les frustules sont reliés à leur support par une extrémité au moyen du mucus, telles que: *Nitzschia acicularis*, *Diatoma elongatum*, *D. vulgare*, *Synedra ulna*, *S. acus* var. *radians*, *Ceratoneis arcus*, *Melosira varians*, *Achnanthes minutissima*, il convient de mentionner des espèces dont les frustules sont appliqués au support sur toute leur longueur: *Amphora ovalis*, *Cocconeis pediculus* et *C. placentula*.

Dans le periphyton des rivières j'ai rencontré une fois seulement *Amphora ovalis* en quantité remarquable (189 individus par 1 cm², v. pl. III, fig. 11). Notons, à part d'une large amplitude écologique de cette espèce, que les rives et les objets flottants dans l'eau courante sont rarement indiqués comme les lieux de son développement.

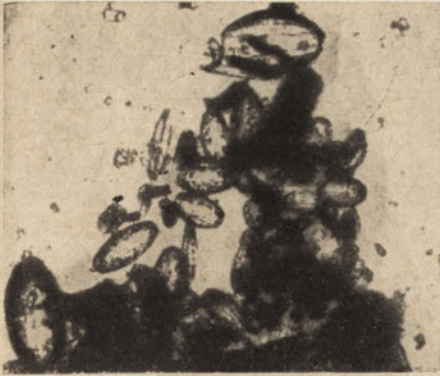
Entre deux espèces du genre *Cocconeis*, repandues dans le periphyton des lamelles en verre, c'est pour *C. pediculus* que Germain a vu les filaments de *Cladophora glomerata* comme milieu d'élection. D'après mes observations cette affinité entre *C. pediculus* et le genre du support n'existe pas (pl. III, fig. 13). On voit alors, que le support en verre peut seul servir à l'étude des épiphytes, contrairement au point de vue de Cholnoky 1929 (p. 313 — 314).

Un autre mode de vie à l'état sessile représente *Frustulia rhomboides* qui s'apparut dans deux stations en plaques presque pures composées par des individus au nombre de 450 et 275 sur 1 cm²; leurs frustules étaient libres (pl. III, fig. 12), non enrobés dans un tube muqueux si caractéristique pour ce genre-là. En mon cas, la relation entre les individus et un support stable, se borne probablement à l'époque de leur développement. Mes observations sur le *Frustulia rhomboides* cadrent avec celle de Germain tant qu'il s'agit de leur milieu de développement tel que p. ex. les rives des grands cours d'eau et non plus exclusivement les tourbières ou l'eau stagnante (Hustedt 1930).

La pauvreté des renseignements sur la biologie des espèces de *Nitzschia*: *N. acuta*, *N. palea* et *N. Kuetzingiana* pour lesquelles je n'avais que des données sur leur quantité (v. Tableau I) me permet seulement de supposer la même dépendance (que chez *Frustulia*) du support stable.

Il nous reste à noter le remarquable développement d'une espèce encore, celle de *Nitzschia holsatica* (jusqu'à 1369 individus par 1 cm²) signalée comme espèce pélagique (Hustedt 1930, Zabielińska 1951) ou purement planctonique (Huber-Pestalozzi 1942).

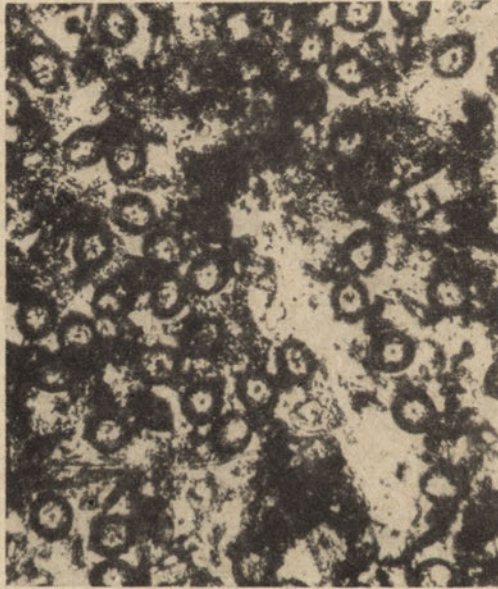
Elle reclame sans doute un support stable pour constituer des colonies en forme de touffes sphériques (pl. III, fig. 14) et qui ressemblant à celle des autres



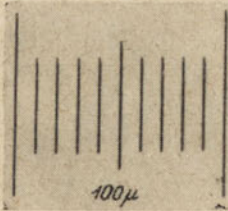
11



12



13



100 μ



14

PLANCHE III

11 — *Amphora ovalis*; 12 — *Frustulia rhomboides*; 13 — *Cocconeis pediculus*; 14 — *Nitzschia holsatica*. Clichés A. Kowalczewski

Diatomées p.ex. *Synedra ulna*, *Synedra acus* var. *radians*; *Nitzschia holsatica* (d'après Cleve-Euler 1952 „*N. holsatica* Hust.” fig. 1507b n'est qu'un petit exemplaire de *Nitzschia actinastroides* (Lemm.) v. Goor, fig. 1507a) n'a jamais été signalée comme vivant à l'état fixe, son séjour sur un support n'est alors que passager.

Conclusion

1. En ce qui concerne l'importance d'un support stable, c'est sa stabilité qui joue un rôle du premier ordre, à côté des relations entre les Diatomées et l'habitat ainsi que le genre de support. C'est ne qu'à la surface d'un pareil support que les Diatomées se multiplient; elles restent ensuite dans leur lieu de naissance ou le quittent pour vivre en état libre. Un support stable dans le periphyton devient donc une sorte de „tremplin” s'il s'agit de la biologie et de l'écologie des Diatomées.

2. En se basant sur les recherches concernant quelques Diatomées en abondance dans le jeune periphyton des rivières polonaises et sur leur mode de vie, on peut admettre la classification générale suivante: a) les unes Diatomées, semi-sessiles, reliées au support à l'époque de leur multiplication, vivent ensuite en pleine eau et sur le fond à l'état libre comme individus séparés ou accolés en colonie, b) les autres, sessiles, adhérentes à un support pendant leur développement et multiplication, restent fixées.

3. En accord avec Wołoszyńska 1911 (p. 212 — 216), la morphologie des colonies n'a pas d'importance dans la systématique des Diatomées; elle est cependant d'intérêt primordial pour la biologie et l'écologie. P. ex. les phases de ruban, étoilé et zig-zag sont liées étroitement avec la vie sessile. Aussi le polymorphisme des individus semble, en certains cas, être bien en rapport avec le mode de constitution des colonies sessiles (Wysocka 1959). C'est ainsi que *Diatoma elongatum* var. *actinastroides* Krieg. et *Nitzschia acicularis* var. *closterioides* Grun. sont les formes types de ces espèces et non pas des variétés.

4. *Nitzschia holsatica* Hust. (aussi que *Nitzschia actinastroides* (Lemm.) v. Goor) connue comme l'espèce pelagique ou planctonique, à cause de son mode de vie, peut être considérée, d'après mes observations, comme l'espèce semi-sessile. Son séjour en pleine eau est alors facultatif.

5. A l'occasion on a constaté que les espèces des Diatomées suivantes: *Diatoma vulgare*, *Synedra ulna*, *Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, mentionnés par Germain (l.c.) comme exclusives ou exigeantes s'il s'agit du support (p. ex. les filaments de *Cladophora*, les limbes de *Nuphar* et de *Nymphaea*) doivent être considérées comme n'ayant pas de préférence sous ce rapport.

BIBLIOGRAPHIE

1. Cholnoky B. v., 1927 a. Beiträge zur Kenntnis der Bacillariaceen-Kolonien *Hedwigia* 67, p. 27—38.
2. Cholnoky B. v., 1927 b. Untersuchungen über die Oekologie der Epiphyten. *Arch. f. Hydrob.* 18, p. 661—683.
3. Cholnoky B. v., 1929. Epiphyten-Untersuchung im Balatonsee *Intern. Rev. d. ges. Hydrob. u. Hydrograph.*, 22, p. 313—354.
4. Cleve-Euler A., 1952. Die Diatomeen von Schweden und Finnland *Kungl.-Svens. Vetenskap. Handling.*, Bd. 3, N. 3, Teil V.
5. Cleve-Euler A., 1953. Die Diatomeen von Schweden und Finnland *Ibid* Bd. 4, N.1, Teil II.
6. Duplakoff S. N., 1933. Materialien zur Erforschung des Periphytons *Arb. d. Linn. St. z. Kossino. d. Hydromet. Kom. d. U.S.S.R.* 16, p. 5—160, Moskau.
7. Germain H. 1936. Les lieux de développement et de multiplication des Diatomées d'eau douce. *Bull. d. Sc. Nat. de l'Ouest*, p. 1—200, Nantes.
8. Hentschel E., 1923/24. Abwasseruntersuchung mit biologischen Methoden im Hamburger Elbgebiet. *Techn. Gemeindeblatt*, 26, p. 113—115.
9. Huber-Pestalozzi G., 1942. Das Phytoplankton des Süßwassers. Die Binnengewässer, 16 (2), p. 367—549, Stuttgart.
10. Hustedt F., 1930. Die Süßwasserflora Mitteleuropas, H. 10: Bacillariophyta, p. 1—466, Jena.
11. Krieger W., 1927. Zur Biologie des Flussplanktons, *Pflanzenforschung* 10, p. 1—66.
12. Thomasson H., 1926. Methoden zur Untersuchungen der Mikrophyten der limnischen Litoral und Profundalzone. *Abd. Hand. d. biol. Arbeitsmethod.*, 9 (2), p. 681—712, Berlin.
13. Utermöhl H., 1925. Limnologische Phytoplanktonstudien. *Arch. f. Hydrob.*, suppl. 5 (1—3), p. 1—527.
14. Wołoszyńska J., 1911. Zmienność i spis glonów planktonowych stawów polskich. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Ak. Um.*, 51 (B), p. 159—230.
15. Wysocka H., 1952. Algues de la Vistule au rayon de Varsovie, p. II: Periphyton. *Act. Soc. Bot. Pol.*, 21 (3), p. 369—400.
16. Wysocka H., 1957. Próba zastosowania metody płytek szklanych w biologiczno-sanitarnej analizie wody. *Prace Inst. Gosp. Kom.*, IV (4), p. 19—29, Warszawa.
17. Wysocka H., 1958. O zastosowaniu metody szkiełkowej dla oceny stopnia czystości wody. *Biuletyn Informacyjny Nr 1 Kom. Hydrob. PAN*, p. 115—131, Warszawa.
18. Wysocka H., 1959. On the morphology and biology of *Centronella Reicheltii* Voigt. *Act. Soc. Bot.* 28 (2), p. 263—275.
19. Zabielińska M. M., Kisielew N.A., ... 1951. Diatomowyje wodorosli. *Opr. priesn. wod. SSSR*, 4, Moskwa, p. 1—488.

H. Klimowicz

Tentative classification of small water bodies on the basis of the differentiation of the molluscan fauna

Received 21. July 1958

Molluscs are relatively well explored faunistically, and in a way also ecologically. Almost any monograph on molluscs describes the environmental conditions in which the species of the given region occur, and with regard to aquatic species, the authors invariably described the character of the water body in which they had collected the material. This concerns most of the faunistic works of our century. As an example I shall quote several authors who described Poland's molluscs, including also those from small water bodies, while world literature of this type is extremely profuse. My list includes the following authors: Hilbert (1908), Poliński (1913), Geyer (1919), Urbąński (1933-8), Jankowski (1933-7), Feliksiak (1935, 1938, 1938a), Riedel (1954), Wiktor (1958). Consequently we know well enough from literature what species of molluscs may be found in small water bodies. However, there are only a few publications devoted exclusively to the molluscan fauna of small water bodies. Thus, for instance Zhadin (1926), compiled the biology of molluscs of seasonal water bodies, Adensamer (1934) described the biology of several species belonging to the family *Sphaeriidae*, and Warwick (1949) described molluscs from bomb crater ponds in England. However, comparative studies on molluscan communities in various differing minor water bodies appear to be altogether absent. In view of far reaching differences between small water bodies with regard to siting as well as morphological, chemical, floristic, and faunistic features, I have explored some with regard to their molluscan communities. Thereby I hoped to arrive at a typological basis for the classification of such bodies.

Since the last world war, minor water bodies have attracted the attention of numerous scientists, but the problem of typology has remained unsolved.

Classification criteria should cover the widest possible range of environmental factors, and this could not be done but by a relatively large group of specialists from various fields studying the same objects. A group of hydrobiologists under Professor Dr. M. Gieysztor engaged in detailed studies of 16 small water bodies in the environs of Mikołajki in Pojezierze Mazurskie (Mazurian lake district.) The studies covered variability of morphological features, temperature and chemistry of the water, and flora and fauna of the water bodies, and lasted from April to December 1956. It devolved on me to explore the molluscan fauna.

Here it is my privilege to express to Professor Dr. M. Gieysztor my gratitude for his valuable expert guidance. I also wish to thank Mr. A. Szczepański, in charge of the Mikołajki Hydrobiological Station, for making available to me all the necessary facilities, to Mrs. Jahilnicka for most chemical analyses of the water, to Mrs. B. Solińska, for making available the floristic list of the water bodies, and to Mr. L. Berger for checking the identification of some molluscan species.

Material and methods

The material was collected with the aid of an ordinary net and a dredge, biweekly between April and December 1956; additional material was collected in June 1957, and May 1958. The small size of the water bodies made it possible to cover their entire area, and care was taken to select the widest possible variety of types. The choice of the region is amply justified by the fact that the lake district, with its great diversity of configuration, offers a multitude of minor different water bodies. The environs of Mikołajki are sparsely populated and human interference with the natural development of the water bodies is not conspicuous. It would be difficult to find similarly favourable conditions in the neighbourhood of larger towns where natural conditions are continually modified by economic activities.

The figures in table I indicate the morphological characteristics and dry-state periods of specific water bodies*.

Table II lists the molluscan species collected; their frequency of occurrence is indicated by the figures, the dominant species for each water body, being marked "1".

Natural classification of small water bodies

Minor water bodies and their systematics as objects of study became a point of interest even in the twenties of this century. The following is a list of the first publications on this subject which were available to me. Sukchatshov

* The water bodies are described in detail by Z. Fischer (1959).

(1926) distinguishes groundwater bodies, which he terms as eutrophic, and surface waters from precipitations to which he refers as oligotrophic. This type of oligotrophy must be taken with some reservations, since such small water bodies, whose trophism is determined by the environment, are very rich in mineral salts and organic substances washed down from the proximate terrain. Furthermore, when they freeze over in winter, there is an absolute oxygen deficit under the ice.

S p a n d l's division (1926) is based on the origin: 1) abandoned beds, 2) pools of ice-water, 3) rain pools, and 4) groundwater pools. He is a pessimist as regards classification, owing to the great variability of the features of small water bodies, which he did not explore in detail. He distinguishes after M r a z e k whom he omitted in the bibliography, only groundwater bodies in open spaces and in forests. He believes that any aquatic molluscs in small water bodies are brought in by high-water from large bodies and die when the water dries out.

Table I

Morphology of the water bodies surveyed in 1956

Name of reservoir	Maximum area in sq. m.	Maximum depth in cm.	Maximum depth (monthly average) in cm.	Volume in cub. m.	No. of dry-state periods	No. of dry-state days
"Rzęsisty"	1208	180	170	146.89	—	—
"Turzycowy"	965	145	134		—	—
"Huczkowy"	700	100	80	57.39	—	—
"Cyrkowy"	308	85	66	30.81	—	—
"Ósemkowy"	242	72	46	19.89	1	3
"Hirocephalusowy"	217	125	36	18.99	3	99
"Trójkątny"	216	60	40	17.07	1	10
"Leśny"	184	60	45	14.82	1	3
"Romantyczny"	176	62	22	12.97	2	50
"Olszynkowy"	138	27	18	14.50	1	50
"Świerkowy"	96.5	108	77	7.81	—	—
"Komarowy"	77	94	85	6.43	3	70
"Polny (old name) Efemeryczny"	51.5	75	49	4.16	3	132
"Krzaczkowy"	29.4	78	65	8.19	—	—
"Szczawiowy"	22	60	38	15.40	1	15
"Gospodarski"	600	70	55			

Deckbach (1929) considers on the basis of literature astatic water bodies (cf. Gajl 1924), and divides them into permanent and seasonal ones. In the former he includes even large lakes and abandoned beds which lose periodically most of the water. Among seasonal water bodies he distinguishes: 1) microreservoirs, 2) macroreservoirs, and 3) large reservoirs. Deckbach's criteria are based primarily on considerations of genesis.

Kisielew (1950) bases on Cizerling (1932) and other authors and divides minor water bodies (bolota) into eutrophic, mesotrophic, and oligotrophic ones. This division would be correct if he took into consideration also hydrological factors, which are occasionally perhaps even decisive in determining the fauna.

Zhadin (1952) mentions two types of water bodies (bolota) in the environs of the "Zaluche" Biological Station (Kalininsk oblast), namely the sedge grass type and the sphagnum one, and describes the molluscan fauna characteristic for these.

It is hardly possible to ignore two other authors who make no reference to typological considerations but wrote detailed studies on minor water bodies, namely Gessner (1932) and Gieysztor (1934). Gessner was concerned with questions of chemistry, and refers also to difficulties in classification which are due to the great variability of the features of minor water bodies as compared to these of lakes. Over a period of one year Gieysztor surveyed in detail two water bodies with regard to morphology, changes of water level, thermal conditions, oxygen, hardness, and pH. Gieysztor's work is of fundamental significance for the knowledge of minor water bodies, and the first of its kind.

The most convincing classification of minor water bodies, occasionally subject to dry-state periods, appears to be that distinguishing 1) through-flow, 2) drained, and 3) closed water bodies: The latter group is further divided into three subgroups: a) closed semi-permanent bodies, which dry up once in several years and even so for not more than 20 days, b) intermittent ones, i. e. those drying up several times in a year but not for more than 3 months at a time, and c) ephemeral ones, that is those drying up very often, transient pools. Here the most important role will be played by dry period. Allowance has to be made also for chemo-physical factors, which call for a further subdivision into three series on trophic lines. These series will be referred to as oligotrophic, eutrophic, and dystrophic.

The pattern of classifications is given in table III. Some specific water bodies are obviously outside this pattern, for instance salt water ones, and some others with peculiarities of their own. The terms oligotrophic, eutrophic, and dystrophic, as used herein, depart rather considerably from the classic sense in which they are applied to lakes, but so does the trophism of minor water bodies, owing to their shallowness and small size. This trophism is de-

Table II

Occurrence of molluscan species in the water bodies surveyed

Trophic type		Eutrophic					Dystrophic										
		Ephemeral	Closed intermittent	Closed semi-permanent	Drained	Through-flow	Through-flow	Drained	Closed semi-permanent	Closed intermittent	Ephemeral						
Hydrological type																	
Name of species																	
1	<i>Segmentina nitida</i>		1	1	4	2	1	4	1	1	6	1	1	5	5		
2	<i>Galba palustris</i>			5	7	1	6	3	11	6		3	3	4	1		
3	<i>Pisidium (Eupisidium) obtusale</i>				2	9	7	10	10	9		5	4	2	2	1	
4	<i>Anisus (Anisus) septemgyratus</i>		3	2			4	6	2	5	3	2		6	4		
5	<i>Valvata (Tropidina) pulchella</i>		4		1		3	2	6	2				1			
6	<i>Sphaerium (Musculium) lacustre</i>			4		8		15	3			4	2		3		
7	<i>Planorbis planorbis</i>		2				2	11	4	4	1			3			
8	<i>Sphaerium (Sphaerium) corneum</i>				3	10	8	9		3							
9	<i>Pisidium (Eupisidium) casertanum</i>				9	5	10	12	8		2						
10	<i>Anisus (Bathyomphalus) contortus</i>				5	3		8	5	8							
11	<i>Valvata (Valvata) cristata</i>																
12	<i>Hippeutis riparius</i>			3		4	5	5									
13	<i>Aplexa hypnorum</i>				6	7	9	1									
14	<i>Galba truncatula</i>			6									5				
15	<i>Acroloesus lacustris</i>					8	6										
16	<i>Armiger crista</i>					11				7							
17	<i>Coretus corneus</i>							7		10							
18	<i>Limnaea stagnalis</i>									11							
19	<i>Bithynia tentaculata</i>							13									
20	<i>Viviparus contectus</i>							14									
Name of reservoir		„Chirocephalusowy” „Polny” „Świerkowy” „Turzycowy” „Huczkowy” „Gospodarski” „Trójkątny” „Ósemkowy” „Krzaczkowy” „Olszynkowy” „Rzęsisty” „Cyrkowy” „Szczawiowy” „Romantyczny” „Leśny” „Komarowy”															

terminated by the nature of the catchment area and, therefore, the relatively permanent and stabilized features typical for lakes can hardly be expected to be found here. The water balance is here subject to much more rapid and frequent changes than in lakes, and so are obviously also the trophic conditions. In the warm season virtually all the water is amply oxygenated. (Gieysztor 1934), organic matter is vigorously decomposed and can return into circulation. In eutrophic or dystrophic minor water bodies which dry up completely, bottom deposits are much poorer than in shallow lakes of a similar type. Therefore the molluscan fauna is in the former quantitatively more profuse.

The oligotrophic type was not met with in the environs of Mikolajki; it should be expected rather in the mountainous regions with crystalline rocks, and in the plains only in exceptionally poor soils with a clayey subsoil.

The eutrophic type is found in open spaces, such as fields and meadows. Calcium compounds were abundant, and pH varied between 6.1 and 7.7.

Dystrophic types were surrounded usually by trees and shrubs. The bottom was thickly covered with leaves and twigs. The remains of plants on the bottom and the water drained from the proximate terrain, which was covered with a thick layer of litter, supplied vast amounts of humus causing decalcification and pH between 6.6 to 5.0.

Table III

Classification of small water bodies

Types		
Oligotrophic	Eutrophic	Dystrophic
In every type one may distinguish the following hydrological series		
Through-flow		
Drained		
Closed semi-permanent		
Closed intermittent		
Ephemeral		

While studying the molluscan fauna I was able to take into consideration bathymetric, chemical, thermal, floristic and faunistic factors affecting the molluscan communities in specific type of water bodies (the term "type" will be used herein in the colloquial and not typological sense).

Molluscs appear to provide a basis for a fairly adequate classification of minor water bodies. Owing to their slow movements and relatively large size none of the species actually present in a small area are likely to escape dis-

covery, while migration from one water body to another has to be discounted as extremely rare.

The relationship between the molluscan fauna and specific types of water bodies is shown in table II. With regard to eurytopic forms it is difficult to define a fauna characteristic for particular types of water bodies, but as we come to more stenotopic species further below in the table, the malakozological peculiarities of such types become increasingly manifest. The distinction of eutrophic and dystrophic types is supported by the distributional pattern of *Valvata cristata* and *Hippeutis riparius*, which appeared only in the former. Less suggestive evidence is supplied by *Acroloxus lacustris*, which was found in two reservoirs only. *Sphaerium corneum* occurred in four eutrophic reservoirs, but occurred also in a dystrophic one, and cannot be considered, therefore, as exclusively typical of the former. A species specific for the dystrophic type is *Aplexa hypnorum*; only a few odd specimens were found in the "Trójkątny" reservoir, which belongs to the eutrophic type.

No water molluscs were found in any of the ephemeral reservoirs. In the non-ephemeral "Leśny" reservoir, situated in a forest, only one species was found. In others the number was higher, and in the "Trójkątny" even 16 species were found. If molluscs were not sensitive to chemo-physical factors, reservoirs very similar in morphological and floristic respects would harbour the same species, but this was not so in fact. Moreover, in one case ("Olszynkowy") the species *Segmentina nitida*, very numerous elsewhere, was found in very small numbers and only on a single spot, in a little bay next to a ditch, at a place where excess water spills over into another reservoir in spring. "Olszynkowy" is exceedingly shallow and freezes to the bottom; hence the molluscs were originally thought to come in spring from an adjacent reservoir. However, no such fact has ever been established. Throughout the brief existence of "Olszynkowy", *Segmentina nitida* was found only in that particular place and failed to move further.

This tentative classification is not designed as a typological system of minor water bodies and is merely concerned with systematization according to molluscan faunas. Consequently, it will be purely malakozological and regional in nature since it refers only to the environs of Mikolajki, or at best, to Pojezierze Mazurskie. It would be interesting to explore whether relationships between molluscs and the factors referred to herein are similar also in other regions.

Through-flow water bodies

These are depressions filled with water from a transit brook, usually of distant origin. The brook very often flows through several water bodies and carries fauna specimens from one to the other. Water flows through such re-

servoirs usually in the snow-melting period and in the autumn rain period, but in summer only in exceptionally wet years. In summer time first the brook and then the reservoir dry up for several weeks. The bottom is usually covered with sand and silt brought by the brook. When in an open space, the dry bottom (very fertile) grows over with meadow herbs which can be gathered as hay even several times in a year. The species usually met with comprise: *Agrostis canina* L., *Carex fusca* Bell et All, *C. vesicaria* L., *Equisetum limosum* L., *Glyceria fluitans* (L.), R. Br., *Hottonia palustris* L., *Heleocharis palustris* (L.), R. et Sch., *Iris pseudoacorus* L., *Juncus conglomeratus* L., *Phalaris arundinacea* L., and *Polygonum amphibium* L. The bottom of dystrophic reservoirs is covered after drying up by decaying plant remains. Plant cover in the dry period is here much more sparse, and comprises *Bidens cernuus* L., *Epilobium montanum* L., *Juncus effusus* L., *J. conglomeratus* L., *Lysimachia thyrsoflora* L., *L. vulgaris* L., *Carex vesicaria* L., *Glyceria fluitans* (L.), R. Br. In reservoirs that dry up for a shorter period, there is not enough time for a plant cover to develop. Although there is much ooze, it does not cause acidification detrimental to the molluscs since periodical drying up favours mineralization of the ooze. When the brook originates in meadows and cultivated land (eutrophic type) the chemistry of the water creates optimum conditions for the development of a variety of molluscan species, which correspond to the fauna of other water bodies further upstream as was shown by relevant investigations. In prolonged dry periods all the less resistant molluscs perish. Since there is a substantial variety of species in wet periods, they must be assumed to be brought in from upstream.

It is very difficult to draw up for this type of reservoirs a list of characteristic species since new ones keep coming in. In the type in question we may even find species characteristic for rivers and lakes.

When the reservoir is fed with water from forests or wooded peat meadows of a dystrophic nature (see table II), the molluscan fauna, determined by the catchment area and much less by the dry period, is much poorer.

Drained water bodies

Their characteristic feature as compared to other types is a more constant water level in the snow-melting and rain periods. They are usually confined on three sides by elevations and are fed by precipitations (surface water), although there are also instances of a very small and therefore easily overlooked supply of groundwater. They keep their water the longer the less permeable their bed and the greater their relative depth. This also determines their flora; when they hold water over a major part of the vegetation period, even aquatic plants may appear: *Lemna trisulca* L., *L. minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.),

Schleiden, and *Hottonia palustris* L. In less permanent reservoirs only plants typical for wet country are found: *Alisma plantago-aquatica* L., *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.), Gertn. Mey et Schreb, *Carex Hudsonii* Bennet, *C. vesicaria* L., *Glyceria fluitans* (L.), R. Br., *Iris pseudoacorus* L., *Phalaris arundinacea* L., *Polygonum amphibium* L., and *Typha latifolia* L.

When the reservoirs, and consequently the ooze, become dry there appear also plants requiring less moisture: *Comarum palustre* L., *Deschampsia caespitosa* (L.), P. B., and *Agrostis canina* L.

The discharge carries off a part of the decomposing organic substances responsible in some degree for acidification. This creates congenial conditions for the development of molluscs, often much better ones than those in closed water bodies. The type in question is oligotrophic in spring, and subsequently, when the water evaporates in the summer the organic compounds become more concentrated and cause a slight shift towards eutrophy or dystrophy. The trophic level of the type is affected by atmospheric precipitations which contribute organic compounds and mineral salts washed down from the surrounding slopes. The trophic nature is here strictly dependent on the catchment area. Similarly as in the case of through-flow reservoirs, open spaces contribute towards eutrophy, and trees and shrubbery towards dystrophy.

Closed semi-permanent water bodies

They are situated in major depressions enclosed on all sides by prominences. As a rule they do dry out annually, but in wet summers they only become reduced in size. Here the eutrophic type (table II) is profusely covered throughout by palustral and aquatic plants, for instance: *Carex Hudsonii* Bennet, *Lemna minor* L., *L. trisulca* L., *Lysimachia thyrsiflora* L., and *Oenanthe aquatica* (L.), Poir. When the dry state is brief, they survive, but when it is long they are supplanted by those typical for meadows. The dystrophic type is also overgrown throughout, but sparsely so, and palustral species, although predominant, are much less numerous. In the eutrophic type the bottom is thickly covered with ooze, whereas in the dystrophic one there are peat-type sediments with an admixture of ooze. The molluscan fauna is notably richer in the former, since in the latter large proportions of humic acids cause decalcification and acidification of the water. In addition to the trophic conditions which tend to suppress molluscs, also the length of the dry period plays an important role since it upsets the development of the biocoenosis of molluscs; typical lake species would not survive and, consequently, were not found even in water bodies drying out very rarely.

Closed intermittent water bodies

This category forms in shallow depressions collecting ice water, and usually dry up late in May or early in June. In subsequent months, till September they may reappear periodically after heavy rains, and invariably do so in very wet autumn. In open spaces, which favour eutrophy, the bottom uses to be profusely overgrown with plants typical for wet meadows. Owing to longer dry periods, ooze is much less abundant than in the preceding category. Over prolonged dry periods, when oxygen has ready access, organic detritus is vigorously decomposed and the dry ooze becomes brown in the dystrophic type, and black-grey in the eutrophic one. Consequently, when the reservoir is refilled, chemical conditions are much more congenial for molluscs than in the preceding category, since there is less humus and therefore lower acidification. In open spaces, i. e. eutrophic conditions, the molluscan fauna is qualitatively poor owing to prolonged periods of dry state. As a rule only four to six species are found. In thickly wooded terrain, which makes for dystrophy, this is so not only because of prolonged periods of dry state, but also owing to decalcification and acidification up to pH 4.0 (20. VIII. 1956), which are another important and adverse factor. Bivalves are usually represented only by *Pisidium obtusale*. Cases where up to six molluscs species were found in this category were exceptions.

Ephemeral water bodies

This group covers pools of ice water formed in slight depressions over sparingly permeable subsoil in spring. In open spaces (fields, meadows) they are frequent, but much less so in forests where most of the excess water accumulates in the litter. Such pools last one or maximum two months in a year. In the winter they freeze to the bottom which excludes any vegetation; subsequently they dry out for the entire summer period. Very occasionally they fill after heavy rains, but evaporate again within a few days. When dry, the bottom may be seen to consist of the same soil as that of the surrounding fields, and plants with higher moisture requirements are altogether absent. After a prolonged period of dry state the reservoirs reform during autumn rains. In open spaces they show a eutrophy very notably shifted towards oligotrophy. In wooded terrain they are dystrophic in character. All efforts to find aquatic molluscs were in vain. However, similarly as in the wet and partially flooded peripheral zones of all the reservoirs under survey, the following land species were found in conspicuous numbers actually in the water: *Zonitoides nitidus* (Müll.), *Succinea pfeifferi* Rossm., *S. putris* (L.), *Vertigo* (*Vertigo*) *anti-vertigo* (Drop.), and *Cochlicopa lubrica* (Müll.). It appears that at least some of the species should be reckoned into the liminal land-water fauna (fauna liminaria).

As regards ephemeral water bodies, unlike Z h a d i n (1926), I feel inclined to side with S p a n d l (1926), who said that "Strictly speaking, among molluscs, we find no species which would occur in drying out reservoirs. The fauna of periodically flooded reservoirs is occasionally very rich, although the forms in question are invariably brought in by high water, live for some time, and perish when the water dries out." Z h a d i n, on the other hand, claims that "Drying out reservoirs have their characteristic molluscan fauna which is well adapted to the periodical drying out of water." S p a n d l will be absolutely right with regard to ephemeral water bodies, that is those existing only one or maximum two months in a year. When there is no connection with another larger water body during an exceptional freshet, no aquatic molluscs will be found. Should nevertheless any occur, we may be certain that they have been brought in from some other reservoir and will perish within a brief period in this environment.

The geological permanence of minor water bodies as compared to that of lakes

The relatively brief life-time of lakes, determined by intensive deposition of ooze and the rock material contributed by rivers, is fairly well known from literature. It is even possible to calculate the age of lakes and approximately the time of their future disappearance. This can be done with the aid of Perfilev's method (1927), by calculating the annual increment of bottom deposits or the rock detritus carried into the lake. The Lake of Geneva is expected to disappear within roughly 30 000 years, the Teletskoie lake in the Altai Mts. exists 22 000 years and will disappear within 36 000 years. Some lakes also grow, but only slightly. (Sevan in Armenia or the Lake of Constance have risen by some tens of centimetres.)

The evolution of minor water bodies, with the exception of those of the ephemeral type, runs a similar course. Through-flow reservoirs become gradually filled with sand and other material brought in by the brook. The same applies, in a lesser degree, to drained reservoirs. The volume of closed semi-permanent water bodies, especially in the dystrophic type and less so in the eutrophic, is rather rapidly reduced by plant detritus and sand. The process is less rapid than in lakes because owing to better oxygenation, especially in the dry-state period, organic compounds are very vigorously mineralized. Small intermittent water bodies, i. e., those drying up several times in a year, undergo similar processes of regression, but still less rapidly. The ephemeral type however, situated in a glen between hills, has theoretically chances to survive as long as the relief of its catchment area, a formation relatively permanent in the geological sense. Absence of water over long periods at a time, and consequent thorough oxygenation of the bottom, prevent the develop-

ment of peat and deposition of major amounts of bottom ooze. Organic substances, whether of local origin or brought in from catchment area, seriously contribute towards the disappearance of water bodies but are here vigorously mineralized; this prevents major modifications of the bed and makes possible continuance of the reservoir over a very appreciable space of time in a form essentially unchanged.

Systematic list of the material collected

The list was drawn up on the basis of the system given by Zhadin in his monograph (1952)

Limnea stagnalis (L.)

The species has been occasionally reported from periodically drying water bodies, although conditions of this type are unfavourable for it. Two specimens were collected in a dystrophic drained reservoir. Their presence is rather mysterious, and they are likely to have been carried over from a lake roughly one kilometre away.

Galba palustris (Müller)

Very numerous, except in ephemeral water bodies, and "Leśny" of the intermittent type where annual average acidity was rather high (pH 5.0) and "Olszynkowy". In the "Olszynkowy" it appeared to be superseded by *Galba truncatula*, but the two species cannot be mutually exclusive since both were found in the "Świerkowy". It tolerates well periods of dry state.

Galba truncatula (Müller)

This typical inhabitant of minor water bodies, an intermediate host of the liver fluke was very rare. It was found occasionally in the "Olszynkowy", and a bare 6 specimens were found next to the "Świerkowy" on a little meadow which was flooded in spring. Well tolerant of periodical drying out of the water.

Aplexa hypnorum (L.)

Here a typical inhabitant of through-flow and drained reservoirs of the dystrophic type, which provide optimum conditions for development. Well tolerant of periods of dry state.

Planorbis planorbis (L.)

Very frequent in through-flow and semi-permanent water bodies. Surprisingly enough, it was absent from three reservoirs which appeared to provide optimum conditions for development, namely "Turzycowy", "Huczkowy" and "Świerkowy". Tolerates well periods of dry state.

Coretus corneus (L.)

The species requires littoral waters of slightly larger reservoirs. Very few specimens were found only in "Trójkątny" and "Krzaczkowy", both of the through-flow type.

Anisus (Anisus) septemgyratus (Rossmassler)

Very frequent in the reservoirs surveyed, but very often absent from those with prolonged periods of dry state. Surprisingly, it was absent also from two semi-permanent eutrophic reservoirs "Huczkowy" and "Turzycowy". Another striking fact was the absence of other representatives of the genus, as for instance *A. leucostoma* Millet or *A. spirorbis* L., which are more typical for minor water bodies. However, each specimen was invariably identified upon accurate morphological examination as *A. septemgyratus*.

Anisus (Bathyomphalus) contortus (L.)

Occurs in all but intermittent and ephemeral reservoirs. Poorly tolerant of dry periods.

Armiger crista (L.)

The species was found only in two reservoirs, although care was taken not to overlook it in others.

Segmentina nitida (Müller)

This species was found everywhere except in ephemeral and the "Leśny" reservoirs; in the latter it was eliminated by the dystrophic conditions in conjunction with the high acidity (average pH 5.0). Occasional specimens were collected in "Olszynkowy". Some specimens resembled *S. nitida* f. *distinguenda* Gredl.

Hipeutis riparius (West.)

In monographs (Geyer 1927, Ehrmann 1933, Zhadin 1952, Urbaniński 1957) it is reckoned among the rarest of aquatic snails. In the environs of Mikołajki it was frequent, but difficult to be noticed owing to its small size. Typical for through-flow, drained, and closed water bodies semi-permanent and eutrophic in character. Survives brief periods of dry state.

Acroloxus lacustris (L.)

Found in eutrophic closed and semi-permanent water bodies. All efforts to find it in others failed. Also this species can survive periodical drying out, which appears to have been ignored in literature.

Valvata (Tropidina) pulchella Studer

Very frequent, but absent in dystrophic closed semi-permanent and intermittent reservoirs; "Szczawiowy" was an exception owing to atypical dystrophy and relatively low acidity (seasonal average 5.7). For reasons unknown it was absent from "Huczkowy" and "Świerkowy", where it was supplanted by *Valvata cristata*. Well tolerant of periodical dry periods.

Valvata (Valvata) cristata Müller

A species very typical for eutrophic semi-permanent reservoirs; exceptionally absent from "Turzycowy". Survives brief periods of dry state.

Viviparus contectus (Millet)

Specimens were found only in "Trójkątny" (through-flow type); they were brought from another water body further upstream.

Bithynia tentaculata (L.)

As before.

Sphaerium (Sphaerium) corneum (L.)

It was found in semi-permanent eutrophic through-flow, drained, and closed reservoirs. As a matter of exception it was found also in one dystrophic water body ("Krzaczkowy"), but here acidity was also low (pH 6.6). It occurs in deeper reservoirs and is less resistant to dryness than *Sphaerium lacustre*.

Sphaerium (Musculium) lacustre (Müller)

Frequent everywhere except in ephemeral reservoirs and in "Leśny" where pH was exceptionally low. This and the preceding species appear to be reciprocally exclusive in small water bodies, and were found together only in two reservoirs: "Trójkątny" with a fauna carried over from elsewhere, and "Huczkowy". In the former, the species was vastly outnumbered by *Sphaerium corneum* and only 4 specimens were collected over a period of three years. In "Huczkowy" the situation was reversed.

Pisidium (Eupisidium) casertanum (Poli)

Its occurrence appears to cut through all divisions, but a preference for eutrophic reservoirs seems to be discernible. It tolerates fairly well periodical drying as well as freezing to the bottom.

Pisidium (Eupisidium) obtusale (Lam?) Jenyns

This is the rather frequent species and was found to be the most resistant of all to acidification. Jewell and Brown (1929) say it may occur at pH 5.8 or above, but in "Leśny", where it was the only representative of molluscs,

it occurred at an annual average pH 5.0; minimum pH was in this reservoir 4.0 (20.VIII. 1956). The species was absent from ephemeral and intermittent eutrophic reservoirs. In general facies some specimens resemble *P. casertanum*, but a closer study of the hinge (cardo) proves them to belong to *Pisidium obtusale*.

General characteristics of small water bodies as habitats of molluscs

The great profusion of minor water bodies in the environs of Mikołajki is determined by the morainic character of the terrain. All the reservoirs surveyed are similarly situated, namely between minor clayey-sandy hills either wooded or cultivated. The clayey subsoil makes rapid percolation of water impossible. Ground water may play a role negligible and difficult to notice. Consequently, the water balance of the reservoirs is determined exclusively by precipitations and evaporation. It needs to be emphasized that spring, summer and autumn 1956 were extremely wet in the environs of Mikołajki. Heavy rains continually raised the water level, and only in the subsequent two years was it possible to determine the features of the water bodies under survey, many of which existed throughout 1956 but eventually dried up for varying periods in 1957 and 1958.

Morphological features are the most essential factor governing the numbers of molluscs; indirectly they largely determine the water balance and character, through-flow, drained, or closed, of the water bodies in question. Depth was usually rather small, and the maximum recorded at high water time was roughly 150 cm.; maximum average depth was less than 70 cm. Differences in water level were conspicuous, and complete drying up was frequent. During prolonged periods of dry state the less resistant molluscs perished, but they survived brief periods very successfully, as was also noted by Z h a d i n (1926).

Chemistry of the water is obviously another important factor determining occurrence of molluscs. It depends among others on the amount of leaves, twigs, etc., decomposing at the bottom, and on the size of the catchment area. Decaying organic debris consume very much oxygen. Notable oxygenation, especially in the dry-state period, prevents strong acidification, unlike in dystrophic reservoirs which never dry up to the bottom. In winter there is below the ice cover an absolute oxygen deficit, but within a week after melting the water is abundantly oxygenated throughout and down to the bottom layer. Even within the first few days, when there is an ice-free littoral zone of not more than 1 or 2 m., and when the ice-cover further off is still very thick, the water temperature rises on sunny days to more than 10°C., and molluscs may be seen to be very active, with the exception of *Limnaeidae*, which are represented here only by occasional specimens. Owing to their small surface and negligible depth small water bodies are usually overgrown throughout with plants. In

the case of eutrophy, the cover is dense, and in that of dystrophy sparser. The bottom is as a rule covered with terrestrial plants, and aquatic plants are very rare; but marsh plants are very frequent. Densely wooded shores make for much smaller diurnal variations of temperature (M. Gieysztor 1934). In open spaces these variations, as between day and night, may be even very high in summer, much more so than in spring and autumn when the air is cooler and insolation less intensive. Under ice-cover, the water temperature drops below 4°C.: when the depth is 50 cm. or less, the temperature is between 1 and 2°C., and only at depths of 1 m. and above do we meet with bottom layers of a temperature approaching 4°C. The water frequently freezes down to the bottom, at least most of it. In agreement with other authors, the majority of the molluscan species survived very well prolonged freezing in into the ice. This was reported by Boldyreva already in 1930; she collected lumps of ice with frozen-in molluscs, which resumed their ordinary activities when the ice melted in the laboratory.

Notable amounts of humic acids (in wooden terrain) give a brown coloration to the water, which is acidic and creates thereby a typical dystrophic environment distinctly eliminating molluscs. Usually pH is far from optimum, which is between 7 and 8. Jewell and Brown (1929) say that by and large snails do not occur at pH less than 6.1. However, in the reservoirs in question, 5 snail species were found at an average pH of 5.7 and minimum 5.0 ("Romantyczny", and "Szczawiowy"). The above authors also say the lower threshold for mussels to be pH 5.8, at which calcium deposition is said to be still possible. *Pisidium obtusale*, however, was here found at an average pH of 5.0 and minimum 4.0. But acidity is not always the decisive factor in eliminating molluscs, which may occasionally be found in very small numbers even at optimum pH values, and in this work I have not been successful in discovering the other factors which restrict occurrence of the various species in the region surveyed.

Some authors say ammonia has a considerable effect on the specific pattern of the molluscan fauna. Thus, Nikitinsky and Mudrezowa-Wyss (1930) claim *Sphaerium lacustre* to be less tolerant to ammonia than the related species *Sphaerium corneum*. I cannot confirm this observation.

Without a more detailed analysis, each of the water bodies in question appears to provide optimum conditions for the development of all species of molluscs. All were drying out, had similar size and morphology (see table I), and similar thermal relations in winter, none suffered from a prolonged oxygen deficit in summer, and all had an absolute oxygen deficit in winter. Plant cover, geographical position and geological setting were all similar. Samples from the upper bottom layer showed everywhere the same seemingly exactly similar dark greyish ooze, with a small addition of sand and peat debris. However, despite all these apparent similarities, the molluscan populations inhabiting them varied very considerably in composition, and each type of water bodies

had a characteristic biocoenosis of its own. In some no molluscs at all were found, in others 1 or few more species, and in still others they numbered 10, and even more. The fauna may be widely different even in reservoirs lying in very close proximity. Thus, in "Rzęsisty" there were five species, whereas in the near-by "Komarowy" (ephemeral type) there were none. In "Krzaczkowy" there were 11 species and in the neighbouring "Polny" only four.

Specific patterns are very much the same throughout the seasons, whether in early spring or late in autumn. It would be very difficult to note any developmental succession of species; all developed more or less parallel, except that over the first month after the melting of ice *Limnaeidae* were rather scarce. Yet in every type of reservoirs there is also a peculiar pattern as regards dominant species, and this is essentially preserved throughout the reservoir's existence in the season. There are not infrequently substantial quantitative differences between specific parts of the reservoir, although it may be small in size and throughout of more or less the same depth. Similar differences in distribution were noted also in the vast Vistula Lagoon (K l i m o w i c z 1958). The mollusc species found in minor water bodies are morphologically very much like those found in the littoral zone of larger waters, but they differ in viability since the former are much more tolerant of adverse conditions (K l e k o w s k i 1959) than those from permanent (i. e. never drying) waters. Yet, it ought to be borne in mind that the former are characterized by a small and difficult to explore plasticity with regard to environment. Molluscs are apparently very sensitive to changes in environment, since the populations of the various types of reservoirs differ in pattern within very wide limits (cf. table II). Judging by my observations, the occurrence of the molluscs depends very much on the character of the environment.

Summary

The molluscs inhabiting in a number of minor water bodies (maximum depth at high water 150 cm.) in the environs of Mikołajki (Mazurian lake district) have been surveyed. A total of 20 species was found (see table II). Differences in character between the reservoirs were found to be reflected in the specific composition of the molluscan faunas. Even in reservoirs lying in close proximity, the faunas may differ very notably in numbers of species. An example is supplied by "Krzaczkowy" with 11 species and the close-by "Polny" with but 4 species; similarly, "Rzęsisty" had 5 species, and the adjacent "Komarowy" none at all. These faunistic differences are frequently determined by the permanence of the reservoir, the rate of inflow and discharge, and the chemical and physical features of the water and catchment area.

In summer there are pronounced diurnal variations in temperature, and in winter, under ice cover, temperature falls below 4°C., to between 1 and

2°C. at depths of 50 — 70 cm. In summer no continued oxygen deficit was noted in the bottom layers, but under ice cover it was absolute.

Deposition of ooze is slower than in lakes, since abundance of oxygen, especially in the dry-state period, promotes mineralization of organic compounds.

The lowest pH at which molluscs were still present was 4.0. The lowest seasonal average pH for *Pisidium obtusale* was 5.0, with a minimum of 4.0. Five species of snails were found to occur at an average pH of 5.7, and minimum 5.0.

In almost every reservoir there were different dominant species, and the pattern was usually constant throughout the season. All species occurred simultaneously throughout the period with the only exception of *Limnaeidae*, which, in spring, become active much later than the other species. Minor water bodies were classified according to complete data on molluscan biocoenoses in various types. The following types were distinguished: 1) through-flow, 2) drained, and 3) closed. The latter type was subdivided into: a) semi-permanent, which dry out once in a few years for not more than 10 or 20 days; b) intermittent, which dry out several times in a year, but for not more than three months at a time; and c) ephemeral, i.e., short-lived pools, very frequently dry. All these were divided into three groups according to trophic levels (see table III): oligotrophic, eutrophic, and dystrophic. The water bodies surveyed represented only the eutrophic and the dystrophic types.

REFERENCES

1. Adamowicz J., 1939. Materiały do fauny mięczaków (*Mollusca*) Polesia. *Fragm. Faunistica Mus. Zoolog. Pol.*, Vol. 4, No. 3, Warszawa.
2. Adensamer W., 1934. Notiz zur Biologie der *Sphaeriidae* (*Bivalvia*), *Zoologischer Anzeiger*, Vol. 105, Fascicle 7—8.
3. Boldyreva N. W., 1930. Perezimovka vodnykh organismov vo ldu. *Gidrobiologicheskii Zhurnal*. Vol. IX, No. 1—3.
4. Cinzerling Iu. D., 1932. Gheografia rostitelnovo pokrova severo zapada Evropeiskoi Czasti SSSR. *Trudy Ghidromorfol. Inst.* No. 4.
5. Deckbach N. K., 1929. Zur Klassifikation der Gewässer vom astatischen Typus. *Archiv. für Hydrobiologie*. Vol. XX, Stuttgart.
6. Ehrmann P., 1933. Mollusken (Weichtiere) Brahmers P. Ehrmann, P., Ulmer G., „Die tierwelt Mitteleuropas“, Leipzig, Vol. 2.
7. Feliksiak S., 1933. Mięczaki Rezerwatu Żubrego w Białowieży. *Rozp. i Sprawozd. Inst. Badawcz. Lasów Państw.* No. 10. Warszawa.
8. Feliksiak S., 1938. *Pisidium subtruncatum* Malm v. *lenuilineatiformis* v. n. oraz kilka nowych lub rzadkich dla Polski groszkówek (*Pisidium* C. Pfeiffer). *Fragm. Faunistica Mus. Zoolog. Pol.* Vol. 3, No. 24.
9. Feliksiak S., 1938. Badania morfologiczno-biologiczne nad otulką, Warszawa, *Archiwum Nauk Biologicznych Tow. Nauk. Warszawskiego*. Vol. VII. Fascicle 2.
10. Fischer Z., 1959. *Odonata* w drobnych zbiornikach okolic Mikołajek. *Pol. Arch. Hydrobiol.* Vol. V (XVIII) No 2.

11. Gajl K., 1924. Über zwei faunistische Typen aus der Umgebung von Warschau auf Grund von Untersuchungen an *Phyllopoda* und *Copepoda* (excl. *Harpacticidae*) Bull. Acad. Polon. Sc. Lettr. Cl. Sc. Math. Nat., Ser. B., Cracovie.
12. Gessner F., 1932. Schwankungen in Chemismus kleiner Gewässer in ihrer Beziehung zur Pflanzen assimilation. Arch. für Hydrob. Vol. 24.
13. Geyer D., 1927. Unsere Land und Süßwassermollusken 3d edition, Stuttgart.
14. Gieysztor M., 1934. Limnologische Untersuchungen an einigen Kleingewässern. Arch. Hydrobiol. i Ryb. Vol. 8.
15. Gieysztor M., 1934. Warunki życia w drobnych zbiornikach wodnych. Wszechświat, No. 3.
16. Hilbert R., 1908. Die Molluskenfauna des Kreises Sensburg in Lebensgenossenschaften. Nachrichtenblatt der Deutschen Malakozologischen Gesellschaft. a. M., 40.
17. Hilbert R., 1913. Über neue Wiechtierfunde in Ost und Westpreussen. Schrift. Physik. — Ökonom. Ges. Königsberg, 53.
18. Hilbert R., 1913. Zur Kenntniss der Weichtierwelt Altpreussen. Ibidem. Königsberg, 54.
19. Hilbert R., 1917. Malakozologische Beobachtungen in Ost und Westpreussen während des Krieges. Ibidem. Königsberg, 68.
20. Jankowski A., 1933. Mięczaki Warszawy. Spraw. Kom. Fizjograf. Pol. Ak. Um. Kraków. 67.
21. Jankowski A., 1937. Mięczaki Warszawy. (Uzupelnienie), ibidem, 71 Kraków.
22. Jewell M. E., and Brown H. W., 1929. Studies on Northern Michigan Bog Lakes, Ecology, Vol. X, No. 4, Ecological Society of America.
23. Kisielew I. A., 1950. Zhizn v bolotakh i bolotnyie otlozhenia. Zhizn presnykh i solonovatykh vod SSSR., Moskva — Leningrad.
24. Klekowski R., 1959. Przeżywalność wysychających ślimaków *Planorbis planorbis* L. w zależności od niektórych warunków środowiska. Pol. Arch. Hydrobiol. Vol. V. No. 2.
25. Klimowicz H., 1958. Mięczaki Zalewu Wiślanego i zależność ich rozmieszczenia od zasolenia. Pol. Arch. Hydrobiol., Vol. V.
26. Nikitinsky J., M., Mudrezowa - W y s s, 1930. Über die Wirkung der Kohlensäure, des Schwefelwasserstoffs, des Methans und der Abwesenheit des Sauerstoffs auf Wasserorganismen, Zentralbl. Bakteriol. Parasitenk. Infektionskr. II. Abt., 81.
27. Perfilov B. V., 1927. K metodike isuchenia ilovykh otlozhenii. Tr. Borod. Presn. Biol. St. v Karelii, Vol. V.
28. Riedel A., 1954. Mięczaki okolic Kazimierza nad Wisłą. Fragm. Faunistica, Vol. 7, Fascicle 2, Warszawa.
29. Spandl H., 1926. Die Tierwelt vorübergehender Gewässer Mitteleuropas. Archiv für Hydrobiologie. Vol. XXVI, Fascicle 1, Stuttgart.
30. Sukchatshov V. N., 1926. Bolota, ich obrazovanie, rozvitie i svoistva, 3d issue.
31. Urbański J., 1933—38. Beiträge zur Kenntniss der Molluskenfauna der Woiewodschaft Poznań, I and II, Fragmen. Faunist. Mus. Zool. Pol., Warszawa.
32. Urbański J., 1957. Krajowe ślimaki i małże. Warszawa.
33. Warwick J., 1949. The colonisation of bomb crater pond st. Marlow Buckinghamshire. The Journal of Animal Ecology, Vol. 18, No. 2.
34. Wiktor A., 1956. Fauna mięczaków Masywu Sobótki. Poznań, Tow. Przyjac. Nauk. Wydz. Matemat. Przyrodn., Prace Kom. biolog., Vol. 18, Fascicle 5.
35. Zhadin V. I., 1926. K biologhii molluskov peresykhaiushchikh vodoiomov. Russkii Gidrobiologhicheskii Zhurnal, Vol. V, No. 1—2.
36. Zhadin V. I., 1952. Molluski presnykh i solonovatykh vod SSSR. Moskva and Leningrad.

E. Styczyńska-Jurewicz

Expansion of cercariae of *Diplostomum spathaceum* Rud. 1819, a common parasite of fishes, in the littoral zone of the lake

Department of Experimental Hydrobiology, Nencki Institute, Warszawa

Received 15.II.1959

Investigations directed by Wiśniewski (1956, 1958) on Goldapiwo and Drużno Lake showed differences in parasitological relations of different parts of the lake; *Trematoda* are dominant parasites in the littoral and *Cestoda* in the pelagial zone. According to Wiśniewski the space of the littoral area affects the qualitative and quantitative abundance of the parasites. Hare (1943) in his research on Portage Lake has made similar observations. According to Hare — parasitism occurs more in shallow than deep water. In shallow water the dominant parasites of fishes are *Trematoda* and in deep — *Cestoda*.

The purpose of the present work was to investigate, in which part of the littoral zone of the lake occurs the highest invasion of fishes with the cercaria of *Diplostomum spathaceum* as well as to determine the rate of accumulation of parasites in the invaded specimens.

Material, methods and area investigated

The first intermediate hosts of cercaria of *Diplostomum spathaceum* Rudolphi 1819 (fig. 1.) (syn. c. of *Diplostomum volvens* Nordmann 1832, *Cercaria* C. Szidat 1924) are some species of *Limnaeidae*, namely according to Schäperclaus (1954) — *Limnaea stagnalis* L., *L. palustris* Müll., *L. ovata* Müll., *L. auricularia* Müll. Wikgren (1956) has added to this list *L. pereger* Müll.

From the invaded snail thousands of cercariae emerge every day. The snails show a distinct variability in the individual production of cercariae, but the whole emission of the single snail is very high. And so one naturally

invaded specimen of *L. stagnalis*, observed in our laboratory, produced about 12 000 cercariae in 24 hours, while about 20 000 emerged from another one. In the course of the next days this emergence decreased and after some time (about a week) it was completely inhibited. The large scale emergence of cercariae from their snail hosts was observed at the temperature of 18°C. and higher.

The movements of cercariae and their floating position in water are very characteristic. In the resting position the cercaria is hanged in water and falls down slowly with its tail turned up and furca opened like a parachute (see fig.1, B). After some time the tail of the worm makes some rapid movements and the animal swims up in a vertical or oblique direction then returning to its former resting position.

In contact with a fish cercariae penetrate its body in any point then migrate to the optic lenses. According to Ferguson (1943) who investigated a closely

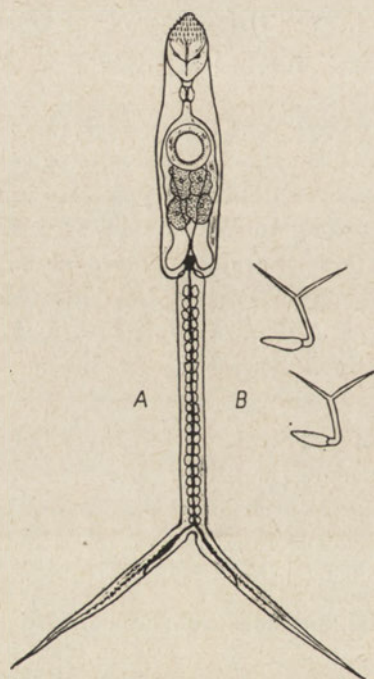


Fig. 1. The cercaria of *Diplostomum spathaceum* (Rud. 1819)
A — entire; B — floating position in water

related species — cercaria of *Diplostomum flexicaudum*, cercariae reach the eye in about two hours from the moment of invasion. The chief channels of migration within the host are blood vessels (S z i d a t 1924, F e r g u s o n 1943).

K o z i c k a (1959) proved that in fry the way through the tissues is used mainly and cercariae reach lenses after a few minutes. The development to grown up metacercaria stage takes 14 days (S z i d a t 1924).

Final hosts of *Diplostomum spathaceum* are several *Lari* — gulls and terns. Adult worms existing in the digestive tract of gulls produce a limited number of eggs (D u b o i s 1938). The most intense multiplication of the parasites takes place in the snail (C o r t and O l i v i e r 1941), therefore even the low percentage of invaded snails occurring in the biotope may be sufficient to cause the high density of cercariae in water.

As the object for our experiments fishes of *Leucaspius delineatus* Heckel*, a common species occurring in different kinds of waters, were used. Fishes (4 — 6.5 cm long) were caught in the lake, then preserved during three days in laboratory aquaria. During such a quarantine metacercariae resulting from pre-experimental natural invasion were to some extent advanced in their development. After the quarantine period fishes were closed in some wiry net boxes (30 cm long, 21 cm wide and 20 cm high; the diameter of mesh was one millimeter), which were deposited on the lake bottom in different distances from the shore line. The number of boxes used and mode of their



Fig. 2. The investigated part of the littoral zone of Łuknajno Lake

location was different in several variants of experiment. Fishes (2 — 5 specimens in one box) were kept in boxes for two or three days, then killed, their lenses were extirpated and the number of cercariae present in lenses was counted under the microscope.

* In the previous preliminary report (S t y c z y Ń s k a — J u r e w i c z 1958) the species was erroneously printed as *Leuciscus leuciscus* L.

It was possible that fishes used in the experiments were previously invaded during their free life in the lake. Some error in determination of number of cercariae resulting from this fact seems to be of no importance and may be omitted because of following reasons:

1. the natural invasion rate of fishes was very low (6%, the average invasion with cercariae — 0.08. Data of 1957),

2. metacercariae older than 6 days (quarantine + experimental period) may be distinguished from those 1 — 3 days old,

3. the mode of distribution of fishes was quite at random and there was an equal chance for a fish invaded on a natural way before the experiment to be closed in the box deposited near or far from the shore line.

The area investigated was a shallow bay among reeds on the east shore of Łuknajno Lake (Mazury, in lat. 53°48' N, in long. 21°37'E) near the village of Osa. Łuknajno Lake is a small (620 ha) and shallow one (maximal depth 5.0 m) with a vast littoral area. In the investigated bay the lake shore was low and swampy, overgrown with *Glyceria* sp. (fig. 2). Plants occupied water zone of about 3.5 meters wide. In the part of the littoral free of plant vegetation the bottom was covered with sand and lowering gradually. Snails occur most numerous near the shore and their general distribution was limited to the water area overgrown with plants. The dominant species was *Limnaea palustris* (up to 100 specimens of various size per one square meter in 1—1.5 meter wide zone of maximal density), on the second place was *L. stagnalis*; *L. ovata* and *Coretus corneus* were rather rare.

The rate of invasion of *Limnaea palustris* with cercariae of *Diplostomum spathaceum* was low — in August 1957 (100 specimens examined) it was only 1% plus 3% of snails invaded with sporocysts containing immature furcocercus cercariae.

All the field experiments and observations on Łuknajno Lake were made in August of 1957 and 1958.

Description of experiments and results

Variant I (including three experiments)

In experiment number one, which lasted 48 hours, eight boxes were deposited in two rows on the bottom in the distance of one and four meters from the shore line; in experiment two and three (72 hours each) — in the distance of one, four, seven and ten meters (see scheme — fig. 3). The average temperature of water in the depth of ten centimeters was 21.5°C in experiment number one, 20.0°C. in exp. two and 21.0°C. in exp. three. Boxes were deposited in the lake at noon and taken off at the same hour after two or three days. Boxes number one and two (see fig. 3) had protruded about 2 — 4 centimeters upon the water surface, boxes three and four were submerged equally

Table I

The decrease of number of cercariae in fishes with the distance from the shore growing

Box No.	Distance from the shore in meters	Experiment 1 11—13.VIII.1957		Experiment 2 14—17.VIII.1957		Experiment 3 23—26.VIII.1958			
		fishes in one box	number of cercariae in single fish	average	fishes in one box	number of cercariae in single fish	average	fishes in one box	number of cercariae in single fish	average
1		5	21, 19, 14, 5, 3		2	13, 13	2	12, 4	4.5
2	1	5	28, 22, 20, 17, 7	15.6	3	17, 5, 4		2, 0	
3		5	1, 0, 0, 0, 0	0.7	2	3, 3	2	4, 0	0.8
4	4	5	3, 2, 1, 0, 0		2	11, 3	3	0, 0, 0	
5					2	2, 2	2	0, 0	0.4
6	7				2	4, 0	3	2, 0, 0	
7					2	0, 0	2	2, 0	0.4
8	10				2	2, 0	3	0, 0, 0	

with the water level, boxes five and six — 3—5 cm under the surface and seven and eight were submerged about ten centimeters under the water surface.

Table I presents the results of all the experiments. The data from table I prove that simultaneously with the increase of distance from the shore the number of cercariae in fishes decreases. The greatest differences were observed

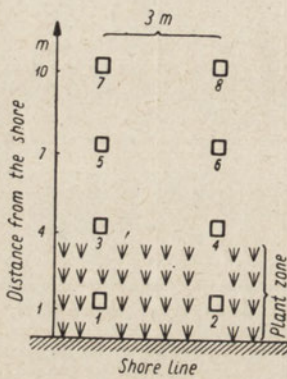


Fig. 3. Scheme of distribution of boxes in variant I

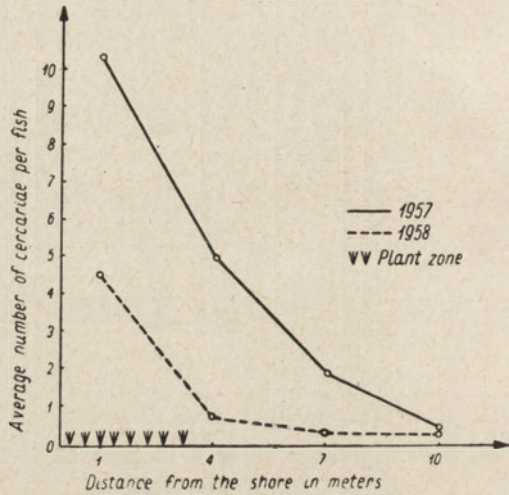


Fig. 4. Diagram illustrating the decrease of average number of cercariae in fishes with the distance from the shore growing. Variant I

in the rate of invasion of fishes placed among plants, in the snail habitat (i. e. in the distance of one meter from the shore line) as compared with those placed outside close to the limits of the plant area (in the distance of four meters from the shore, i. e. 0.5 meter from the plant line — see fig. 4).

The rate of invasion of fishes placed on a great distance (seven and ten meters) is very low, but attention should be paid on fact, that general influence of snails gathered in a narrow zone extends far towards the open water — cercariae were found in fishes placed even in the distance of 6.5 meters from the snail habitat and, of course, the experiments presented didn't prove if it is the last border of their presence in water.

The shore line is a natural barrier of expansion of cercariae, so their migrations are directed from the shore towards the open water space. It seems to be interesting, how this process develops in a homogenic environment, where no direction of expansion is favoured. The purpose of the experiment in variant II was to investigate this problem.

Variant II

Eight boxes, with three fishes in each, were deposited in an isolated, free of snails and parasites, ephemeral pool, formed on the meadow after rainfall.

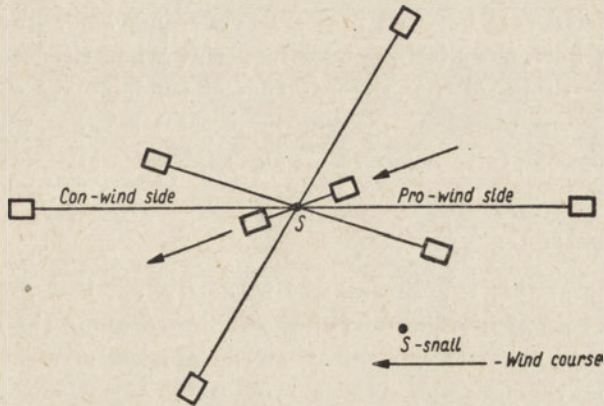


Fig. 5. Scheme of distribution of boxes in variant II

Boxes were distributed according to the radiant scheme (see fig. 5) in the distance of 0.25, 1.0, 1.5 and 2.0 meters round the singular emitting cercariae

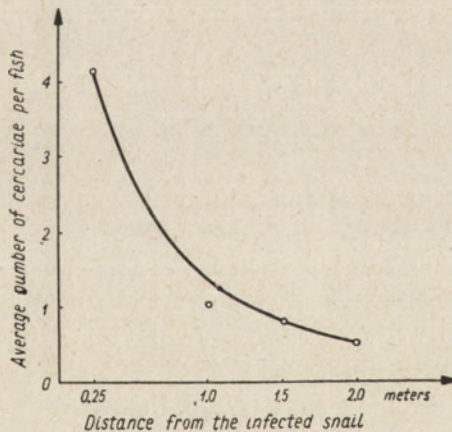


Fig. 6. Diagram illustrating the decrease of average number of cercariae in fishes with the distance from the invaded snail growing.
Variant II

snail enclosed in the gauzy box as well. Since at the beginning of the experiment there was a slight wind — four boxes were placed on the pro-wind and

other four on the con-wind side. Experiment takes 20 hours — from 8 o' clock p. m. in August 20th 1957 up to 4 o' clock p. m. the next day. The water temperature at the beginning was 21.5°C and at the end — 18°C.

The results (see table II) show that cercariae are dispersed quickly and equally in any direction round the snail. There are observed some differences in the invasion rate between pro- and con-wind side, but total number of cercariae on both sides is too small to decide what the effect of the wind was. It could be supposed that the influence of winds on the expansion of cercariae in conditions of a lake may be important, because we can see, how easily these animals are transported by the slightest water streams in laboratory aquaria.

V a r i a n t III

The purpose of this experiment was to determine, how great are the differences in the rate of invasion of fishes distributed along the shore line, i. e., indirectly, how great is the variability of the number of cercariae present in water in different points along the shore.

Six boxes were deposited in three meters intervals in a row (A) distant one meter from the shore, the second parallel row (B) was deposited in the distance of two meters from the shore line (see fig. 7). In each box there were

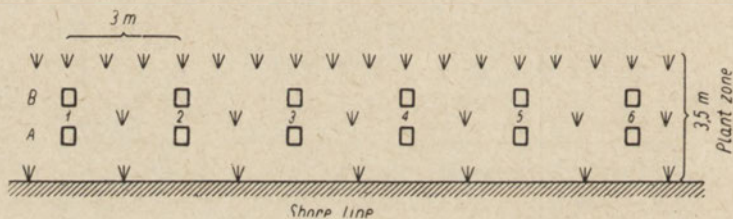


Fig. 7. Scheme of distribution of boxes in variant III

closed three fishes. Submergence of all boxes was equal — two to four centimeters under the water surface. Incubation had lasted for three days — from 1 o' clock p. m. of August 23th 1958 up to the same time of August 26th. The average water temperature was 21°C.

As the result we have obtained great differences in the rate of invasion of fishes in several boxes in the row (A) situated close to the shore (see tab. III). Probably in the nearest environment of boxes with the maximal invasion rate (number one, three and five) there existed snails — invaded and actually emitting cercariae.

In the more distant row the process of dispersion of cercariae levels these differences, the amplitude of oscillations between several boxes are not so wide. The average number of cercariae per fish in several boxes of the row

Table II
Decrease of number of cercariae in fishes with growing distance from the invaded snail

Distance from the invaded snail in meters	Pro-wind side		Con-wind side		Average number of cercariae per fish on both sides
	number of cercariae in single fish	total number of cercariae per box	number of cercariae in single fish	total number of cercariae per box	
0.25	7, 3, 3	13	5, 3, x*	8+x	4.15
1.0	3, 2, 1	6	0, 0, 0	0	1.0
1.5	1, 1, 0	2	2, 1, 0	3	0.85
2.0	1, 0, 0	1	1, 1, 0	5	0.5
Total on both sides		22		13+x	

* One fish had flight away when was taken off the box.

Table III
Oscillations of number of cercariae between fishes placed in several points along the lake shore

Numbers of successive boxes	1		2		3		4		5		6	
	number of cercariae in single fish	average number of cercariae per fish	number of cercariae in single fish	average number of cercariae per fish	number of cercariae in single fish	average number of cercariae per fish	number of cercariae in single fish	average number of cercariae per fish	number of cercariae in single fish	average number of cercariae per fish	number of cercariae in single fish	average number of cercariae per fish
A	10, 6, 4	6.7	5, 1, 0	2.0	10, 5, 3	6.0	6, 3, 2	3.7	14, 9, 4	9.0	4, 1, 0	1.7
B	4, 3, 2	3.0	3, 3, 1	2.3	4, 2, 0	2.0	5, 4, 4	4.3	5, 4, 3	4.0	4, 2, 2	2.7

B is almost equal to the same number in the corresponding boxes of the row A (see fig. 8) or lower.

The general decline of number of cercariae present in water, as the distance from the shore was growing, is clearly expressed just in the area over-

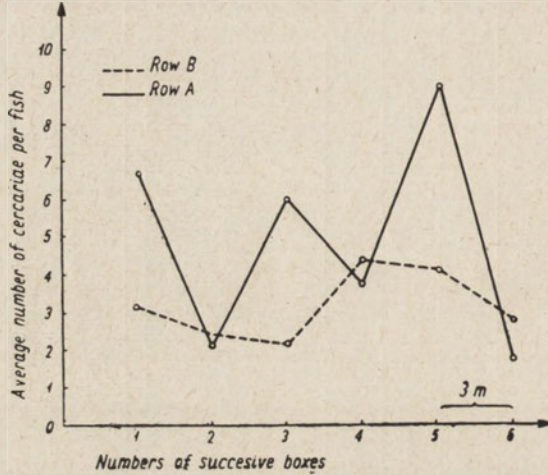


Fig. 8. Diagram illustrating oscillations of average number of cercariae in fishes between several boxes deposited in two parallel rows — A and B. Variant III

grown with plants, since the general average number of cercariae per fish for the total row A is 4.8 and for row B only 3.0.

Discussion

The decline of the average invasion of fishes with cercariae of *Diplostomum spathaceum* in variant II was illustrated with a curve (fig. 6) the shape of which is related to the dispersion process of cercariae round the snail and suggests the chaotic and random character of the movements of these animals. The shape of similar curve in variant I (see fig. 4) is formed probably by the process of expansive dispersion of cercariae as well as by the decrease of invasivity of cercariae in time (Miller and McCoy 1930), for cercariae reach a certain distance from the shore after a certain time — in this time their vitality decreases. The span of life of cercariae of *Diplostomum spathaceum* (or rather — the span of their presence in water space), as observed in our laboratory, was never longer than 48 hours. Schäperclaus (1954) assumed it to be also two days. Therefore general extent of expansion of cercariae directed from the littoral towards the open water space is always limited by their short span of life.

It is interesting that there was never observed the death of fishes in experimental boxes, however the intensity of invasion was in some cases very

high (up to 28 cercariae per fish, see table I). Probably in natural conditions of the lake the process of accumulation of the parasites in fish is so slow that cercariae penetrating even in great numbers, but gradually, don't kill their fish host immediately, which covers with the opinions of other authors (Kozicka 1958). In our laboratory there was observed the death of few *Leucaspilus delineatus* of 3—4 cm long after being penetrated each with 20 cercariae during two minutes. This same number, but penetrating gradually (g. e. during 48 hours — see variant I, exp. one) didn't kill fish. It may be supposed that in fishes with full freedom of movements (in contrast to those enclosed in boxes) the rate of accumulation could be still lower and would be settled by the flight from the places, where there is a high density of cercariae in water.

On the other hand in small and enclosed habitats, g. e. in river branches separated from the main current by sinking water, where there are breeding-places for many river fishes, the effect of cercariae on the state of health and mortality rate of fry may be important (Kozicka 1959) and we cannot make no account of it. In conditions of the lake the highest invasion takes place near the shore and littoral zone is the most dangerous for the fry, occurring numerously in shallow and warm water overgrown with plant vegetation. These same conditions are optimal for the snails and for the development of eggs and larvae of *Trematoda* as well, then, from the ecological point of view, a conflict between young fish and cercariae is necessary. The above presented experiments proved that the rate of this conflict is different in various parts of the littoral zone and that the density of cercariae occurring in water (to which the rate of invasion of fishes is closely related) in this same point of the littoral area may be various in several days in summer (see data of August 1957 in comparison with those of 1958 in several experiments). The origin of this variability is clear — cercariae don't reach to maturity in all invaded snails contemporary, when some snails finish the emission then the others begin it, the emergence of cercariae depends on temperature and changes with it (Cort 1922, Rees 1948), the rate of invasion of snails depends on visits of birds, then may be and is varying from year to year.

Summary and conclusions

The invasion rate with the cercaria of *Diplostomum spathaceum* Rud. in fishes of *Leucaspilus delineatus* L., closed in wiry net boxes distributed in several points of a shallow littoral zone of Łuknajno Lake (Poland, Mazury) was investigated. Following conclusions are obtained:

1. General extent of expansion of cercariae is more far than the limits of their snail-vectors habitat.
2. Within the limits of the snail habitat the density of cercariae in water (correlated with the rate of invasion of fishes) is variable, but may be high

and dangerous especially for the fry, occurring, as a rule, in shallow and overgrown water.

3. The average invasion of fishes declines gradually with the distance from the shore growing.

4. The process of accumulation of cercariae in fishes in natural conditions of the lake is very slow. The rate of accumulation depends mainly on the presence of fish in actually more or less infested habitat.

Acknowledgements

The author expresses the best thanks to Dr A. S z c z e p a ń s k i, the Director of the Hydrobiological Station of the Polish Academy of Sciences at Mikołajki for the kindfull technical help in this work as well as to kind corrector of the English manuscript Mrs. M. N e y m a n n M. A.

REFERENCES

1. Cort W. W., 1922. A study of the escape of cercariae from their snail hosts. J. Parasit. 8; 177 — 184.
2. Cort W. W., Olivier L., 1941. Early developmental stages of strigeid trematodes in the first intermediate host. J. Parasit. 27; 493 — 504.
3. Dubois G., 1938. Monographie des Strigeida (Trematoda). Mem. Soc. Neuchatel Sci. nat. 6; 1 — 535.
4. Ferguson M. S., 1943. Migration and localization of an animal parasite within the host. J. Exptl. Zool. 93 (3); 375 — 399.
5. Hare R. C., 1943. An ecological study of the worm parasites of Portage Lake fishes. Ohio J. Sci. 43 (5); 201 — 208.
6. Kozicka J., 1958. Parasites of fishes of Drużno Lake. Acta Parasit. Pol., 6; 393 — 432.
7. Kozicka J., 1959. Observations on the invasion rate of fry with the cercaria of *Diplostomum spathaceum* (Rud. 1919) in conditions of Vistula river branches and some notes on the ways of migration and pathogenic effect of this parasite on the fry. In press.
8. Miller H. M., McCoy O.R., 1930. An experimental study on the behaviour of *Cercaria floridensis* in relation to its fish intermediate host. J. Parasit., 16; 185 — 197.
9. Rees F. G., 1948. A study of the effect of light, temperature and salinity on the emergence of *Cercariae purpurae* Lebour from *Nucella lapillus* (L.). Parasitology. 38; 228 — 242.
10. Schäperclaus W., 1954. Fisch Krankheiten. Akad. — Verlag, Berlin III ed.; XII — 1 — 708.
11. Styczyńska — Jurewicz E., 1958. Field experiments on the invasion process with the cercaria of *Diplostomum spathaceum* Rud. in fishes. Wiad. Parazytologiczne, 4; 640 — 641. Prelim. rep.
12. Szidat L., 1924. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Holostomiden. II. Entwicklung der *Cercaria* C. Zool. Anz., 61. ; 249 — 266.
13. Wikgren B.J., 1956. Studies on finnish larval flukes with a list of known finnish adult flukes. Acta Zool. Fennica., 91.; 1 — 106.
14. Wiśniewski W.L., 1956. Research on the parasites of Goldapiwo Lake. Prelim. report. Wiad. Parazytologiczne, 2, Supp. ; 213 — 215.
15. Wiśniewski W. L., 1958. Characterization of the parasitofauna of an eutrophic lake. Acta Parasit. Pol. 6. ; 1 — 64.

J. Paschalski

Próba zastosowania mas plastycznych do aparatury hydrobiologicznej

Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego
PAN, Warszawa

Otrzymano 29.X.1958

Szerokie zastosowanie mas plastycznych (P a b s t 1952), a między innymi szkła organicznego — polimetakrylanu metylu (niemiecki pleksiglas, pleksigum; amerykański perspex) — do przeróżnych celów, nasunęło myśl zastosowania tego materiału do budowy aparatury hydrobiologicznej. Spodziewano się bowiem przy tym szeregu korzyści, wynikających z następujących cech szkła organicznego:

1. Łatwość obróbki przez cięcie, toczenie, szlifowanie, polerowanie.
2. Łatwość kształtowania w temperaturze około 100° z płaskich arkuszy powierzchni wypukłych, krzywizn, walców itp.
3. Łatwość klejenia poszczególnych części.
4. Możliwość łączenia z metalami.
5. Większa odporność mechaniczna na kruszenie i gniciecie w porównaniu ze szkłem.
6. Mniejszy ciężar właściwy — 1,18 g/cm³ w porównaniu ze szkłem, którego ciężar właściwy waha się zależnie od gatunku od 2,2 do 6,38 g/cm³.
7. Gorsze przewodnictwo ciepła — 0,16 kcal/m. h.°C w porównaniu ze szkłem, którego przewodnictwo cieplne, zależnie od gatunku, waha się w granicach od 0,4 do 1,0 kcal/m. h.°C.
8. Chemiczna obojętność wobec wody.

W związku z powyższymi cechami szkła organicznego, przy wykonywaniu czerpaka wody systemu Ruttnera (R u t t n e r 1952) wbudowano zamiast dotychczas stosowanego walca ze szkła nieorganicznego, walec ze szkła organicznego.

Stosując powyższą modyfikację uniknięto trudności wynikającej z tego, że hutom szkła nie opłaca się wykonanie zbyt małej ilości rur potrzebnych do budowy czerpaków Ruttnera.

Przeprowadzono następujące obserwacje w celu sprawdzenia, czy w warunkach pracy terenowej na jeziorze, między czepakiem Ruttnera o walcu ze szkła nieorganicznego oraz ze szkła organicznego, zachodzą istotne różnice w odczytach temperatur, dokonywanych termometrami umieszczonymi w tych przyrządach.

Wymienione dwa czepaki zaopatrzone w rtęciowe termometry decymalne pochodzące z jednej wytwórni i wykonane przez nią równocześnie. Seria powyższych termometrów, sprawdzana wrywkowo przez Główny Urząd Miar w Warszawie, wykazała różnice odczytów temperatur na różnych odcinkach podziałki od $-0,07$ do $+0,2^{\circ}$.

Dwa termometry z tej serii, użyte do obserwacji, porównane ze sobą, wykazały nieznaczne różnice od $0,05$ do $0,15^{\circ}$ na całej długości podziałki. Natomiast w granicach podziałek termometrów, od $8,3$ do $12,2^{\circ}$, to jest w granicach zróżnicowania temperatur wód jeziora, różnice odczytów temperatur na porównywanych termometrach nie przekraczały $0,05^{\circ}$, były więc one bez istotnego znaczenia.

Pomiary porównawcze przeprowadzono dnia 31 maja 1957 r., na głęboczku Jeziora Mikołajskiego, gdzie pobierano wodę czepakami Ruttnera i odczyty-

Tabela I

Równoczesne pomiary temperatur wód Jeziora Mikołajskiego wykonane 31.V.1957 r. trzema przyrządami oraz różnice temperatur

Simultaneous measurements of water temperature carried out with the use of three apparatus

Głębokość w m Depth in meters	Pomiar temperatury w $^{\circ}\text{C}$ Temperature measurements in $^{\circ}\text{C}$			Różnice w odczytach temperatur między termistorem a czepakiem Differences in temperature data between thermistor and mercury thermometers	
	termometr termistorowy Thermistor thermometer	termometr rtęciowy mercury thermometer		szkło organiczne organic glass	szkło nieorga- niczne inorganic glass
		czepak szkło organiczne organic glass scoop	czepak szkło nieorganiczne inorganic glass scoop		
0	12,0	12,2	12,2	+0,2	+0,2
1	11,9	12,2	12,2	+0,3	+0,3
2	11,6	11,8	11,8	+0,2	+0,2
3	11,3	11,7	11,7	+0,4	+0,4
4	11,3	11,6	11,8	+0,3	+0,5
5	11,3	11,6	11,8	+0,3	+0,5
6	11,3	11,6	11,6	+0,3	+0,3
7	11,3	11,6	11,6	+0,3	+0,3
8	11,3	11,6	11,6	+0,3	+0,3
9	11,2	11,6	11,4	+0,4	+0,2
10	10,8	11,6	10,9	+0,8	+0,1
15	8,7	8,9	8,8	+0,2	+0,1
20	8,3	8,6	8,6	+0,3	+0,3
25	8,3	8,5	8,5	+0,2	+0,2

wano jej temperatury w słupie, do głębokości 25 m. Porównawcze pomiary temperatur przeprowadzono w epilimnionie i metalimnionie co 1 m, a w hypolimnionie co 5 m (tab. I i rys. 1).

Równocześnie też mgr A. Synowiec z Instytutu Geografii PAN przeprowadzał pomiary temperatur termometrem termistorowym na tych samych głębokościach.

Obserwacje prowadzono między godziną 11⁰⁰ a 12³⁰, przy temperaturze powietrza około 18,0°, częściowym (1/2) zachmurzeniu (Cumulus) oraz wietrze północno-zachodnim o szybkości 3 m/sek*. Falowanie wód jeziora było niewielkie.

Różnice temperatur między powietrzem i wodą były znaczne, od 6,1 do 9,8°, nasłonecznienie silne, przy dodatkowym świetle rozproszonym, pochodzącym od odbłasku, spowodowanego przez chmury kłębiaste.

Opisane warunki meteorologiczne oraz słabe falowanie wód sprzyjały obserwacjom, gdyż stwarzały możliwości powstawania różnic w odczytach temperatur w wyniku różnic termicznych między wodą a powietrzem oraz zmieniającym się bezpośrednim czy też rozproszonym działaniem promieni słonecznych. Słabe falowanie umożliwiło utrzymywanie się zanurzonych czerpaków na stałej głębokości i ułatwiało pracę na łodziach.

Czujnik termometru termistorowego oraz czerpaki opuszczano do wody i wyciągano na powierzchnię przy pomocy kołowrotów z licznikami głębokości. Czerpaki trzymano pod wodą przez trzy minuty, a po ich wyciągnięciu na powierzchnię natychmiast odczytywano temperaturę, osłaniając przyrządy od bezpośredniego działania promieni słonecznych.

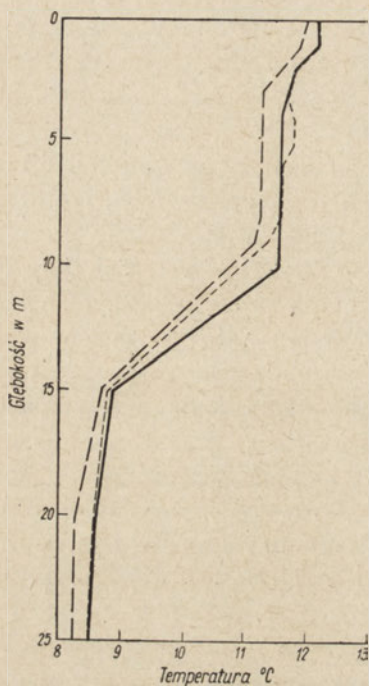
Wyniki pomiarów, zestawione na tabeli I i rysunku 1, wskazują, że pomiędzy odczytami temperatury na trzech równocześnie obserwowanych przyrządach występowały niewielkie różnice. Mieściły się one w granicach od 0,1 do 0,4°, a więc w granicach występujących przy pomiarach ciepłoty wód, wykonywanych termometrami decymalnymi w czerpakach Ruttnera. Różnice 0,5 i 0,8° zostały wyłączone z zestawień i wspólnej analizy, wymagają bowiem odrębnego omówienia.

Analizując dane zestawione w tabeli I, stwierdzamy, że wszystkie pomiary, dokonane obu czerpakami, były wyższe od pomiarów dokonanych termometrem termistorowym. Pochodzić to może od stałej różnicy, wynikającej prawdopodobnie ze sposobu wyskalowania termometru termistorowego, na co wskazuje wzajemne położenie krzywych termicznych, sporządzonych na podstawie danych z tych pomiarów. Gdyby uwzględnić powyższą różnicę wynoszącą około 0,2°, krzywe zbliżyłyby swe wzajemne położenie (rys. 1). Inne niejednakowe różnice w odczytach temperatur mogły być wywoływane przeciąganiem czerpaków przez zróżnicowane termicznie warstwy wód jeziora, ponadto

* Dane meteorologiczne uzyskano ze Stacji Geograficznej PAN w Mikołajkach.

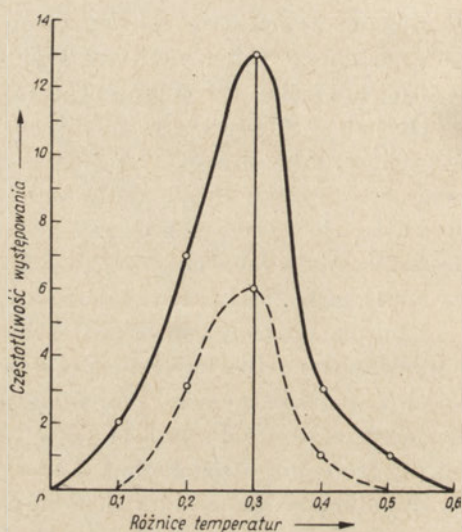
wyjmowaniem ich na powierzchnię, w przeciwieństwie do stale pozostającego pod wodą czujnika termometru, termistorowego, wreszcie wskutek drobnych trudności w równoczesnym operowaniu trzema przyrządami.

Wśród wszystkich różnic stwierdzanych w pomiarach temperatur między termometrem termistorowym a termometrami rtęciowymi, znajdującymi się



Rys. 1. Równoczesny pomiar temperatur wód jeziora Mikołajskiego trzema przyrządami, przeprowadzony dnia 31.V.1957

Czerpaki Ruttnera z obudową ze szkła:
 - - - - - nieorganicznego, ———— organicznego;
 ———— termometr termistorowy



Rys. 2. Różnice odczytów temperatur wód na jeziorze Mikołajskim 31.V.1957 występujące między trzema przyrządami

———— pojedyncze różnice odczytu temperatur między termometrami rtęciowymi umieszczonymi w czerpach Ruttnera;
 - - - - - jednakowe dla obu czerpaków odczyty różnic temperatur między termometrami rtęciowymi w czerpach Ruttnera a termometrem termistorowym

w czerpach Ruttnera, najczęstszą była różnica $0,3^{\circ}$ — 50%, potem $0,2^{\circ}$ — 26,5%, $0,4^{\circ}$ — 11,5%, $0,1^{\circ}$ — 7,7% i $0,5^{\circ}$ — 3,9% (rys. 2 tab. II).

Dziesięć pomiarów, to jest 71,4%, nie dało różnic w odczytach temperatur dokonanych termometrami decymalnymi, umieszczonymi w dwu czerpach Ruttnera. Były to więc różnice wspólne i identyczne dla obu czerpaków w stosunku do termometru termistorowego. Odczyty te różniły się od wskazań termometru termistorowego w granicach od $0,2$ do $0,4^{\circ}$. Wśród nich najczęstszą była różnica $0,3^{\circ}$, tj. 60%, $0,2^{\circ}$ — 30% i $0,4^{\circ}$ — 10% (tab. II, rys. 2). Cztery

pomiary dały odrębne różnice w odczytach temperatur dokonanych równocześnie na trzech porównywanych przyrządach, lecz różniące się między sobą tylko o 0,1 lub 0,2°.

Występujące dla głębokości 4 i 5 m większe odczyty temperatur w czerpaku ze szkła nieorganicznego spowodowane były chwilowo niezauważonym, niedostatecznym osłanianiem przyrządu od promieni słonecznych. Natomiast różnica 0,8°, przy czerpaku ze szkła organicznego, stwierdzona na głębokości 10 m, spowodowana była zakłóceniami w działaniu zaczepu czerpaka, co wywoływało konieczność przetrzymywania go dłużej nad powierzchnią wody w ciepłym powietrzu dla dokonania naprawek. Różnica ta nie może być więc brana pod uwagę przy porównywaniu przyrządów, jest ona jednak znamienna dla ogólnych uwag o posługiwaniu się tym przyrządem.

Przedstawione wyniki wskazują na brak istotnych różnic w odczytach temperatur między trzema porównywanymi przyrządami, z uwzględnieniem poczynionych uwag. Wskazują one równocześnie na poprawność pomiarów temperatur wód jeziorowych, dokonywanych termometrem rtęciowym, umieszczanym w czerpaku Ruttnera, w którym szkło nieorganiczne zastąpiono szkłem organicznym.

Tabela II

Wielkość i częstotliwość różnic pomiarów temperatur wód przeprowadzonych trzema przyrządami 31.V.1957 r.

The range and frequency of differences in the water temperature measurements carried out with the use of three apparatus

Wielkość różnic odczytów temperatur w °C The range of differences in temperature measurements in °C	Częstotliwość występowania różnic między termometrem termistorowym a termometrami w czerpakach Ruttnera Frequency of differences between thermistor thermometer and thermometers in Ruttner's scoops	
	wszystkie różnice all the differences	różnice identyczne dla obu czerpaków identical differences in both scoops
0,1	2	0
0,2	7	3
0,3	13	6
0,4	3	1
0,5	1	0

Nieliczne nieco większe różnice pomiarów temperatur celowo opisano i przeanalizowano dla podkreślenia wpływu różnych okoliczności powstających w czasie pracy na jeziorze, na poprawność pomiarów termiki wód, dokonywanych termometrami rtęciowymi umieszczonymi w czerpakach Ruttnera.

Szersze stosowanie szkła organicznego przy budowie czerpaków Ruttnera, w celu jak najdalej posuniętego ograniczenia użycia metalu, usunie jego wpływ termiczny i chemiczny, a sam aparat będzie lżejszy, co pozwoli na powiększenie pojemności czerpaka.

Obserwacje terenowe wykonano na Stacji Hydrobiologicznej Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN w Mikołajkach przy współdziałaniu Stacji Geograficznej Instytutu Geografii PAN w Mikołajkach.

Streszczenie

Szerokie zastosowanie mas plastycznych, a w szczególności szkła organicznego, nasunęło myśl zastosowania go do budowy czerpaka wody systemu Ruttnera.

Zastosowanie szkła organicznego, zamiast szkła nieorganicznego, może być szczególnie korzystne z uwagi na to, że daje się ono łatwo obrabiać, kształtować, kleić, łączyć z metalem. Szkło organiczne wykazuje ponadto dużą odporność mechaniczną, ma mniejszy ciężar, gorsze przewodnictwo ciepła w porównaniu ze szkłem nieorganicznym oraz jest ono chemicznie obojętne wobec wody.

Dnia 31.V.1957 r. w Jeziorze Mikołajskim przeprowadzono równoczesne porównanie pomiarów temperatur wód przy pomocy termometru termistorowego oraz rtęciowych termometrów decymalnych, umieszczonych w czerpakach Ruttnera o cylindrach ze szkła organicznego i nieorganicznego.

W wyniku tych porównań stwierdzono niewielkie różnice w pomiarach temperatur, dokonanych wymienionymi przyrządami.

Wskazuje to, że zastosowanie szkła organicznego do budowy czerpaka Ruttnera stwarza dobre warunki do pomiaru temperatur wód w warunkach terenowych.

Г. Пасхальски

Попытка применения пластмассов в гидробиологическом оборудовании

Резюме

Применение органического стекла вместо стекла неорганического может быть особенно полезным ввиду того, что плексигласс легко формируется, склеивается, соединяется с металлом, хорошо подвергается обработке, кроме того, по сравнению с обыкновенным стеклом органическое стекло обладает большой механической сопротивляемостью, имеет меньший вес, худшую теплопроводимость, а также является химически нейтральным по отношению к воде.

31.V.1957 в Миколайском озере проведены были сравнительные измерения температуры вод с помощью термисторового и ртутных десятых термометров, помещенных в черпаках Руттнера с цилиндрами из органического и из неорганического стекла.

Разницы температур, измеренных с помощью выше описанных приборов, оказались небольшими.

Таким образом, применение органического стекла при построении черпака Рутнера создаёт хорошие условия для измерения температуры вод в полевой обстановке.

Список рисунков

График 1. Одновременное измерение температуры вод Миколайского озера тремя приборами. Измерения проведено 31.V.1957

Черпаки Рутнера из стекла: ----- неорганического, ————— органического; — — — — термисторовый термометр

График 2. Разницы показании температуры воды между тремя приборами (Миколайское озеро 31.V.1957)

————— разницы показаний между рутными термометрами в черпаках Рутнера и термисторовым термометром;

----- одинаковые показания разниц температур между рутными термометрами в черпаках Рутнера и термисторовым термометром

J. Paschalski

Attempt of using plastic mass for hydrobiological apparatus

Summary

Substitution of inorganic glass by plexiglass presents considerable convenience, as this material is easy for manufacturing and shaping objects, for sticking and does not resist joining with metal.

Plexiglass also shows a strong mechanical resistance, a lower weight and heat conductivity than the inorganic glass and does not react with water.

On May 31 1957 on the Mikołajskie Lake, measurements of water temperature were carried out; using a thermistor and 2 decimal mercury thermometer simultaneously, both placed on Ruttner's scoops with 1) inorganic glass, and 2) plexiglass cylinders. The results were confronted and insignificant differences in temperature data with the two types of scoops were found.

In conclusion it may be stated that applying plexiglass for construction of Ruttner's scoop proves advantageous for water temperature measurements in terrain studies.

List of figures

Diagram 1. Simultaneous measurements of water temperature of Mikołajskie Lake carried out on May 31th 1957 with the use of three apparatus:

- Ruttner's scoop with inorganic glass cover;
 ————— Ruttner's scoop with organic glass cover;
 — — — — — thermistor thermometer

Diagram 2. Differences in the temperature measurements of Mikołajskie Lake water on May 31th 1957 shown by three apparatus used

- differences in the temperature measurements shown by mercury thermometers placed in Ruttner's scoops and thermistor thermometer;
 ----- identical differences of temperature shown by the mercury thermometers in Ruttner's scoops and thermistor thermometer

PIŚMIENICTWO — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHY

1. P a b s t F., 1955. Tworzywa sztuczne. Poradnik PWT. Warszawa.
2. R u t t n e r F., 1952. Grundris der Limnologie. Berlin.

J. Paschalski

Pokarm naturalny głowacza przęgopłetwego (*Cottus poecilopus* Heckel) z potoku Poroniec

Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego
PAN, Warszawa

Otrzymano 29.X.1958

Wśród wiadomości o składzie pokarmu naturalnego ryb słodkowodnych Polski brak jest opracowań dotyczących głowacza przęgopłetwego (*Cottus poecilopus* Heckel).

Staff (1950) podaje, że pokarm głowacza przęgopłetwego (*Cottus poecilopus* Heck.) jest taki sam jak głowacza białopłetwego (*Cottus gobio* L.) oraz że ten ostatni „żywi się fauną przydenną, głównie larwami owadów i skorupiakami, nie gardzi ikrą ryb, chętnie pożera młody narybek pstrąga i lososia”.

Thienemann (1954) stwierdza, że brak jest dokładnych badań o odżywianiu się głowacza białopłetwego oraz że stan ten poprawił Müller (1952). Uwaga powyższa, poza charakterem ogólnym, wskazuje równocześnie na brak wiadomości dotyczących tego zagadnienia w odpowiedniej literaturze niemieckiej.

Pliszka (1956), oceniając znaczenie organizmów wodnych w żywieniu się ryb, podaje, że w górnym biegu rzek, zasiedlonych między innymi przez głowacza białopłetwego, większą rolę odgrywają kielże (*Gammaridae*), larwy jętek (*Ephemeroptera*) i chruścików (*Trichoptera*). Dalej, że ryba ta pobiera niewielkie ilości glonów nitkowatych (*Algae*).

W górnym biegu Wisły stwierdził Pliszka (1956), że głowacz białopłetwy korzysta z larw ochotkowatych (*Chironomidae*) do 50% wagi pobranego pokarmu. Duże znaczenie mają tu ponadto chruściki (*Trichoptera*) oraz meszki (*Simulium*). Wśród wymienionych grup pokarmowych dwie pierwsze dochodzą do 50—60% pobranej masy pokarmowej.

Wśród dalszych wiadomości, dotyczących tego zagadnienia, a zawartych

w pracach szeregu autorów, Dahl (1925) wskazuje, że głowacz białopłetwy żywi się głównie larwami owadów (*Insecta*), skorupiakami (*Crustacea*) oraz narybkiem, a zwłaszcza narybkiem pstrąga (*Salmo trutta m. fario* L.). Trjettia i kow (1949) podaje, że głowacz białopłetwy wyżera ikrę pstrąga. Nikolski (1957) znalazł w przewodach pokarmowych ryb tego gatunku, pochodzących z górnej Peczory, larwy chruścików, ochotkowatych i jętek. Trafiły się również małe ryby. Bauch (1955) podaje, że głowacz białopłetwy pobiera drobne zwierzęta oraz niszczy narybek, a Brem (1956), że gatunek ten, jako drapieżnik, powoduje wielkie szkody w potokach pstrągowych. Opracowanie Dyka (1956) potwierdza obserwacje wymienionych autorów.

Poznany dotychczas sposób odżywiania się głowacza białopłetwego wskazuje na zbieżność pokarmową ryb tego gatunku z zespołem ryb zasiedlających górskie odcinki rzek, a zatem i z ważnym dla gospodarki człowieka zespołem ryb lososiowatych (*Salmonidae*).

Wobec podobieństwa w odżywianiu się obu wymienionych gatunków głowaczy (Staff 1950) zagadnienie zbieżności w pobieraniu pokarmu, zachodzące między głowaczowatymi (*Cottidae*) a lososiowatymi (*Salmonidae*), dotyczy również i głowacza pręgopłetwego (*Cottus poecilopus* Heck.).

Material i metoda

Materiał był zebrany latem 1926 r., w potoku Poroniec w górnym dorzeczu Dunajca, w czasie prac prowadzonych w tym dorzeczu przez Zakład Ichtiologii i Rybactwa Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie (Spiczakow 1927).

Przewody pokarmowe, wypreparowane przy połowie, konserwowano formaliną i przewieziono do pracowni, gdzie w roku 1935 oznaczono treść 50 przewodów.

Częstotliwość występowania poszczególnych grup składników pokarmowych ujęto w tabeli I, podając procent ryb, których przewody pokarmowe zawierały poszczególne grupy, natomiast stosunek ilościowy organizmów poszczególnych grup pokarmowych wyrażono w procentach całkowitej ilości pobranego pokarmu (tab. II).

Mimo że materiały były zebrane i opracowane stosunkowo dawno, zdecydowano się je opublikować wobec braku wiadomości o żywieniu się głowacza pręgopłetwego (*Cottus poecilopus* Heckel).

Biorąc pod uwagę, że potok Poroniec płynie przez tereny objęte gospodarką Tatrzańskiego Parku Narodowego nie należy przypuszczać, aby w składzie jego fauny zaszły jakieś istotne zmiany. W przypadku, gdyby zmiany te zaistniały, opublikowany materiał może być w pewnej mierze wskaźnikiem porównawczym dla ich ustalenia.

Przeгляд wyników

Wśród opracowanych 50 przewodów pokarmowych głowacza przegopletwego 3 przewody (czyli 6%) były puste.

Przewody z pokarmem zawierały głównie larwy owadów wodnych (*Insecta*) w 98,0% ogólnej ilości pobranych form pokarmowych, ponadto niezbyt liczne, drobne ryby (*Pisces*) — 1,1%, wreszcie zupełnie nielicznie występujące glony (*Algae*) — 0,5% i pajęczaki wodne (*Acarina*) — 0,4%.

Wśród pobranych owadów wodnych stwierdzono następujące grupy: ochotkowate (*Chironomidae*), chruściki (*Trichoptera*), widelnice (*Plecoptera*), jętki (*Ephemeroptera*), muchówki (*Diptera*), chrząszcze (*Coleoptera*). Natomiast wśród pobranych ryb stwierdzono narybek głowaczowatych (*Cottidae*) i lososiowatych (*Salmonidae*) oraz nieoznaczalne resztki ryb.

Nielicznie pobrane glony należały do form nitkowatych (*Oedogonium*, *Ulothrix* i *Desmidiium* sp.).

Przedstawione wyniki wskazują, że głowacz przegopletwy z potoku Poroniec odżywiał się głównie larwami owadów wodnych. Wśród nich najczęstszymi i najliczniejszymi były ochotkowate (tab. I i II), występujące prawie we wszystkich badanych przewodach pokarmowych i to w przeważającej ilości. Dalej, mniej licznie i mniej często były pobrane chruściki, widelnice, jętki, muchówki i chrząszcze.

Tabela I

Procent ryb według pobranych grup pokarmowych
Percentage of fishes according to food groups
consumed

Grupy pokarmowe	%
<i>Chironomidae</i>	90
<i>Trichoptera</i>	72
<i>Plecoptera</i>	48
<i>Ephemeroptera</i>	38
<i>Coleoptera</i>	26
<i>Diptera</i>	16
<i>Pisces</i>	14
<i>Algae</i>	6
<i>Acarina</i>	2

Oceniając przewagę ilościową ochotkowatych wśród pobranych jako pokarm owadów, zaznaczyć należy, że inne grupy owadów o większych rozmiarach i wadze ciała poszczególnych osobników, choć mniej licznie pobrane, mogą mieć jednak duże znaczenie w procesie odżywiania się głowaczowatych (*Cottidae*). Z tych też przyczyn duże znaczenie w odżywianiu się głowaczowatych może mieć pobrany pokarm w postaci ryb.

Występujące nielicznie i sporadycznie glony pobrane zostały prawdopodobnie przypadkowo, przy okazji pobierania pokarmu zwierzęcego, a zwłaszcza larw owadów zasiedlających skupiska glonów obrastających kamienie w korycie potoku.

Tabela II

Stosunek ilościowy organizmów poszczególnych grup pokarmowych wyrażony w procentach całkowitej ilości pobranego pokarmu

Quantitative ratio of organisms in several food groups expressed in percentage of the total quantity of food consumed

Grupy pokarmowe	%
<i>Chironomidae</i>	74,6
<i>Trichoptera</i>	8,3
<i>Plecoptera</i>	4,9
<i>Ephemeroptera</i>	4,4
<i>Diptera</i>	3,7
<i>Coleoptera</i>	2,1
<i>Pisces</i>	1,1
<i>Algae</i>	0,5
<i>Acarina</i>	0,4

Porównując uzyskane wyniki z dotychczasowymi wiadomościami stwierdzamy brak skorupiaków (*Crustacea*), a zwłaszcza kielży (*Gammaridae*), tak charakterystycznych dla potoków górskich. Brak drobnych form skorupiaków planktonowych związany jest zapewne z warunkami środowiskowymi Porońca, jako potoku typowo górskiego. W potokach górskich bowiem rozwój drobnych form planktonowych jest ograniczony (Thienemann 1925, Schröder 1928, Lityński 1937, 1952, Žadin 1950).

Nie stwierdzono również ikry ryb, gdyż latem, to jest w czasie gdy zbierano materiały, nie odbywa się tarło ryb zasiedlających potoki górskie.

Uwagi końcowe

Porównując dotychczasowe wiadomości o odżywianiu się głowaczowatych (*Cottidae*) w potokach górskich oraz wyniki analizy pokarmu głowacza pręgo-płetwego (*Cottus poecilopus* Heck.) z potoku Poroniec z pokarmem łososiowatych (*Salmonidae*), zamieszkujących górskie krainy rzek, stwierdzamy istnienie zbieżności w pobieraniu pokarmu między głowaczowatymi a łososiowatymi.

Te ostatnie bowiem, wobec takiego samego sposobu odżywiania się pstrąga (*Salmo trutta* m. *fario* L.) i młodych roczników lososia (*Salmo salar* L.) oraz troci (*Salmo trutta* L.), żywią się według Schimenz a (1911 i 1924), Wil-

lera (1924), Dahla (1925) i in. poza wodnymi kręgowcami (*Vertebrata*), mięczakami (*Mollusca*) i skorupiakami (*Crustacea*) oraz allochtonicznym pokarmem lądowym — larwami owadów wodnych, a w szczególności chrzączek (*Trichoptera*), ochotkowatych (*Chironomidae*), jętek (*Ephemeroptera*), widelnic (*Plecoptera*), muchówek (*Diptera*) itd. Stosunki ilościowe pobranych grup pokarmowych przedstawiają się różnie, zależnie od środowiska wodnego (Enger 1936).

Istotne, z uwagi na współzawodnictwo pokarmowe z głowaczowatymi, są dane o żywieniu się pierwszych roczników lososiwatych, które według Schäperclausa (1933) i Neresheimera (1937) żywią się przede wszystkim ochotkowatymi (*Chironomidae*) i innymi drobnymi larwami owadów wodnych, co potwierdzają Starmach (1951) i Dyk (1958).

Zbieżność pokarmowa między głowaczowatymi (*Cottidae*) a lososiwatymi (*Salmonidae*) zarysowuje się zatem szczególnie wyraźnie także w stosunku do roczników młodszych. W warunkach odżywiania się ryb w potoku górskim, zależność ta przechodzi zapewne również i we współzawodnictwo pokarmowe. Sytuacja ta oceniana łącznie ze sprawą pożerania ikry i narybku lososiwatych przez głowaczowate wskazuje na ich szkodliwy wpływ na pogłowie tych cennych ryb.

Sprawa tej zależności między omawianymi rodzinami nabiera dużej ostrości i ma istotne znaczenie gospodarcze z uwagi na zmniejszanie się pogłowia pstrąga, a zwłaszcza jego roczników starszych, wyżerających głowaczowate.

Okoliczności te mogą powodować nadmierny wzrost głowaczowatych, co zagraża bezpośrednio młodzieży lososiwatych i pogarsza warunki jej żerowania.

Najbardziej niebezpieczny wydaje się okres po wylęgnięciu ryb, kiedy to prawie nieruchomy lub bardzo jeszcze nieudolnie rozpoczynający pływanie wylęg lososiwatych może być łatwo zjadany przez głowaczowate.

Przytoczone okoliczności winny być brane pod uwagę szczególnie tam, gdzie przeprowadza się zarybianie potoków górskich narybkiem lososiwatych oraz gdzie wyznaczane są tarliska czy obręby ochronne lub wprowadzone inne ograniczenia połowów.

Г. Пасхальски

Пицца речного подкаменщика (*Cottus poecilopus* Heckel)

Резюме

Исследовалось содержание 50 пиццеводов *Cottus poecilopus* Heckel — из потока Поронец в верхнем бассейне Дунайца.

Полученные результаты обнаружили, что этот вид кормится главным образом, водными насекомыми.

Больше всего найдено *Chironomidae* наряду с ними найдены были, но во все меньшем количестве, *Trichoptera*, *Plecoptera*, *Ephemeroptera*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Acarina* и кроме того, немногочисленные водоросли.

В пище обнаружено наличие молодняка *Salmonidae* и *Cottidae*.

Сравнение пищи [*Salmonidae* с пищей *Cottidae* указывает на сходство в питании этих видов, а также на непосредственное угрожение *Salmonidae* в связи с тем, что *Cottidae* пожирают их молодняк.

J. Paschalski

Food of the Bullhead (*Cottus poecilopus* Heckel)

Summary

Contents of alimentary tract of 50 specimens of *Cottus poecilopus* Heckel from Ponoriec stream (the affluent to Dunajec river) have been examined.

It was found that *Cottus* feeds mostly on aquatic insects larvae. Among them most numerous occurred midges (*Chironomidae*), and then in gradually decreasing frequency were found: caddis flies (*Trichoptera*), stoneflies (*Plecoptera*), mayflies (*Ephemeroptera*), flies (*Diptera*), some beetles (*Coleoptera*), mites (*Acarina*), and also a few species of Algae. The presence of *Salmonidae* and *Cottidae* fry was stated in food as well.

Comparison of *Salmonidae* and *Cottidae* food shows a close convergence in feeding of those families. It also proves that *Salmonidae* are in some danger, as their fry is being destroyed by *Cottidae*.

PIŚMIENNICTWO — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHY

1. Bauch G., 1955. Die einheimischen Süßwasserfische. Radebeul und Berlin.
2. Brehm A., 1956. Brehms Tierleben. Bd. 2. Leipzig-Jena.
3. Dahl F., 1925. Die Tierwelt Deutschland und der angrenzenden Meresteile. Jena.
4. Dyk V., 1956. Naše ryby. Československa Akademie Zemedelskych Véd. Praha.
5. Enger M., 1936. Zur Monographie der Bachforelle. Zeitschrift für Fischerei Bd. 34. Neudamm und Berlin.
6. Lityński A., 1937. Problemy hydrobiologiczne Polesia i prace polskich wypraw naukowych w roku 1935, 1936. Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa. T.X. Nr 4. Suwałki. i.
7. Lityński A., 1952. Hydrobiologia Ogólna. Warszawa.
8. Müller K., 1952. Die Mühlkoppe und ihre Nahrungs-Konkurrenz zur Bachforelle. Der Limnolog. Flusstat. Freudentahl III — za Thienemannem (1954).
9. Neresheimer E., 1937. Die Lachsartigen (*Salmonidae*). Demmoll-Mayer Handbibuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Bd. III, I Tl. Stuttgart.
10. Nikolskij G.W., 1947. Ryby baseina wierchniej Pieczory. Materiały k poznaniu faunauny i flory SSSR. Moskwa.

11. Pliszka F., 1956. Znaczenie organizmów wodnych jako pokarmu ryb w świetle badań polskich. Polskie Archiwum Hydrobiologii. T. III (XVI). Warszawa.
12. Schäperclaus W., 1933. Lehrbuch der Teichwirtschaft. Berlin.
13. Schimenz P., 1911. Die Bewirtschaftung der Forellengewässer. Fischerei Zeitung. Bd. 14.
14. Schimenz P., 1924. Die Nahrung unserer Süßwasserfische. Die Naturwissenschaften. Jahrg.12, H. 26. Berlin.
15. Schröder T., 1928. Die erste natürliche Nahrung ausgesetzter Bachforellenbrut. Zeitschrift für Fischerei. Bd. 26. Neudamm und Berlin.
16. Spiczakow T., 1927. Badanie dorzecza Dunajca w lecie 1926 r. Okólnik Rybacki Nr 1. Kraków.
17. Staff F., 1950. Ryby słodkowodne Polski i krajów ościennych. Warszawa.
18. Starmach K., 1951. Życie ryb słodkowodnych. Warszawa.
19. Thienemann A., 1925. Die Binnengewässer. Bd. I. Stuttgart.
20. Thienemann A., 1954. Chironomus. Die Binnengewässer. Bd. XX. Stuttgart.
21. Trjетиakov D.K., 1949. Ryby i krugłarotyje, ich żyżń i znaczenie. Moskwa-Leningrad.
22. Willer A., 1924. Die Nahrungstiere der Fische. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas. Bd. I. Stuttgart.
23. Żadin W. I., 1950. Żыżń прjesnych вод SSSR. T. III. Moskwa-Leningrad.

A. Kosicka i S. Kosicki

Zdjęcie florystyczne jeziora Skonał przy zastosowaniu metody nurkowej

Stacja Hydrobiologiczna Polskiej Akademii Nauk w Mikołajkach

Otrzymano 17.XII.1958

Wstęp

Dorobek na polu prac florystycznych wodnych w Polsce w latach powojennych ogranicza się w zasadzie do dwóch prac. Opracowań takich doczekało się jezioro Charzykowo (S. T o ł p a — 1950) oraz jezioro Tajty (L. K o c ó ł — 1953). W obu tych przypadkach stosowano metodę profili i następnie drogą interpolacji, a także podkładu socjologicznego (Charzykowo) stworzono pełne zdjęcia florystyczne.

W pracach nad jeziorem Skonał, które należy do jezior raczej średniej wielkości (88 611 m²), posługiwaliśmy się metodą, która w konsekwencji dała pełny obraz florystyczny tego jeziora bez uciekania się do metod profili i interpolacji.

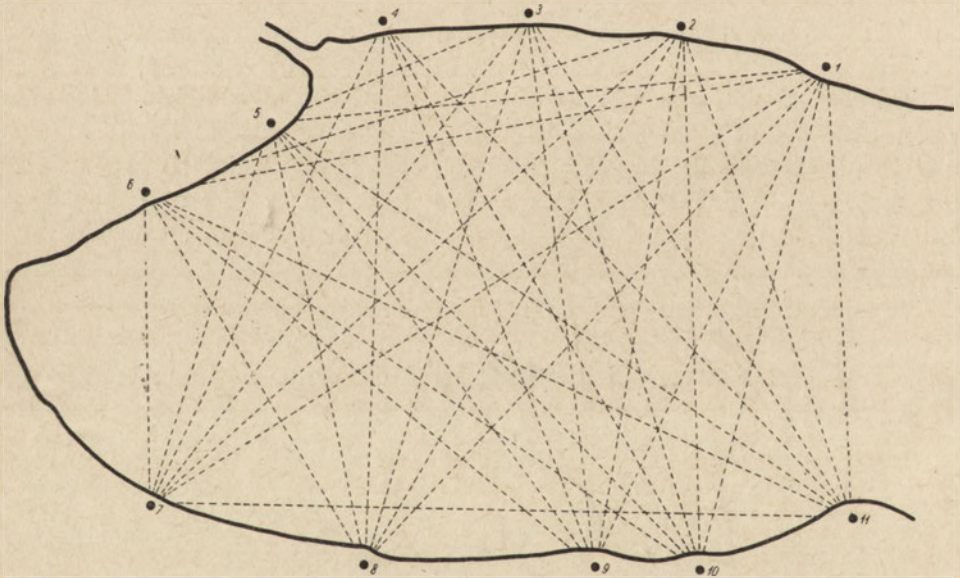
Celem naszym było danie pełnego obrazu obszarów makroflory jeziora Skonał z dokładnym uwzględnieniem powierzchni, jakie poszczególne gatunki roślin zajmują oraz ich stosunku do całej powierzchni jeziora. Osiągnięcie tego stało się realne przez zastosowanie pomiaru metodami geodezyjnymi, a także przez wykorzystanie obecności człowieka pod wodą. To ostatnie stało się możliwe dzięki zastosowaniu aparatury pletwonurkowej. W latach przedwojennych prace podwodne prowadził R. J. Wojtusiak (1939). Stosował on jednakże hełm nurkowy, który pozwalał tylko na picną postawę w wodzie, a tym samym ograniczał zdolność swobodnego poruszania się.

Metoda pletwonurkowa umożliwiła zbadanie całego dna jeziora i uchwycenie wszystkich koniecznych czynników do stworzenia pełnego zdjęcia florystycznego.

Pragniemy podziękować Szczecińskiemu Klubowi Płetwonurków za udostępnienie aparatury, a szczególnie członkowi tego Klubu Panu Jerzemu Unierzyskiemu za bezinteresowną pomoc przy wykonywaniu pracy terenowej.

Metodyka

Wyznaczenie w terenie i następnie przeniesienie na plan granic obszarów zajętych przez rośliny na jeziorze, przy zachowaniu maksimum dokładności, zmusiło nas do zastosowania metody pomiaru zbliżonej w swym sensie do metod geodezyjnych. W przypadku pomiarów florystycznych jeziora Skonał zastosowaliśmy metodę „wizur” — linii widzialności przebiegających ponad powierzchnią wody. Każda z tych linii kończyła się dwoma punktami stałymi na brzegu. Punkty te stanowiły tyczki pomiarowe znajdujące się na przeciwległych brzegach jeziora. Ustawienie wielu takich punktów stałych wzdłuż brzegów, a widzialnych prawie z każdego miejsca na wodzie, stworzyło gęstą siatkę krzyżujących się ze sobą linii (rys. 1). Sytuowanie łódki na wodzie w każ-



Rys. 1. Siatka linii widzialności łączących tyczki pomiarowe na brzegach, narzucona na wycinek jeziora (1 : 1000)

dym dowolnym punkcie na jeziorze dokonywaliśmy przy pomocy węgielnicy pomiarowej. Przyrząd ten, działający na zasadzie pryzmatów połączonych, umożliwia odnalezienie każdego skrzyżowania dwóch linii widzialności, a także posuwanie się wzdłuż tych linii w jednym lub drugim kierunku. W ten sposób odnalezione punkty na miejscu były przenoszone na plan, na którym uprzednio

została naniesiona siatka linii widzialności. Metodę tę stosowaliśmy przy wyznaczaniu granic arealów roślin wynurzonych, tzn. widzialnych na powierzchni.

Przy odnajdywaniu i wyznaczaniu granic łąk roślinności podwodnej, posługiwaliśmy się metodą pletwonurkową. W skład wyekwipowania badacza-



Fot. 1. Pletwonurek wraz z ekwipunkiem przed zejściem pod wodę

-pletwonurka wchodzi przede wszystkim „aparat powietrzny” umożliwiający swobodne oddychanie pod wodą bez żadnych dodatkowych instalacji, które by łączyły się z powierzchnią i ograniczały możliwość poruszania (fot. 1). W naszym przypadku stosowaliśmy aparat typu Delfin III produkowany przez Dräger-Werk Heinr. & Bernh, Dräger Lübeck — NRF. Składał się on z dwu butli

aluminiowych o pojemności wystarczającej na 35—minutowe przebywanie pod wodą. Waga aparatu wynosiła około 15 kg, a po zanurzeniu była zrównoważona wypornością. W przypadku prac przy niskiej temperaturze wody używaliśmy kombinezonu z gumy piankowej, który jest szczelny i doskonale chroni od różnicy temperatur. Twarz była izolowana szczelną maseczką gumową zaopatrzoną z przodu w grubą, owalną płytę szklaną umożliwiającą obserwację. Nogi były uzbrojone w elastyczne płetwy znakomicie zwiększające szybkość poruszania się i zwrotność przy niewielkim użyciu energii.

Nurek schodzący pod wodę zaopatrywany był także w małe pływaki służące do znakowania wykrytych roślin na dnie jeziora. Pływak taki składał się z białej piłeczki pingpongowej, która unosila się na powierzchni wody i była połączona nicią styłonową zbiegającą pionowo w dół i kończąca się na dnie ciężarkiem



Fot. 2. Pływaki na powierzchni wody oznaczające zasięg wykrytej łąki podwodnej

metalowym. Nić styłonowa tak była umocowana do piłeczki, iż pozwalało to na dowolne jej skracanie lub wydłużanie w zależności od głębokości, na której pływak został ustawiony. Badacz schodzący pod wodę zabierał ze sobą dwa lub trzy pływaki. Płynął on zwykle przy samym dnie, a pływaki, które się nad nim

unosily, wskazywały na jego kierunki poszukiwań. Penetracja taka odbywała się zawsze w uprzednio ustalonej strefie i jeżeli badacz napotykał na rosnące pojedynczo rośliny lub ich większe obszary, to zakotwiczał pływak i wynurzał się oznajmiając swoje znalezisko. Miejsce takie zaznaczało się na planie. Równocześnie nurek wydobywał próbkę roślin rosnących w tym miejscu na dnie, która zostawała umieszczona w zielniku i opracowana. W przypadku znalezienia większego obszaru łąki podwodnej nurek płynął wzdłuż granicy łąki stawiając w odległościach 3—5 m pływaki (fot. 2). Po opłynięciu takiej łąki dookoła i usytuowaniu jej na planie dokonywaliśmy poszukiwań na obszarze samej łąki, aby uchwycić wszystkie gatunki roślin wchodzące w jej skład i ich wzajemny stosunek liczbowy na badanym obszarze.

Poszukiwań podwodnych dokonaliśmy w miesiącu sierpniu 1957 roku. Powtórzyliśmy je we wrześniu tegoż roku mając na celu kontrolę badań poprzednich dla uwzględnienia ewentualnych poprawek.

Po wykonaniu planu zasięgu arealów roślin jeziora Skonał w skali 1:500 dokonaliśmy obliczeń powierzchni metodą planimetryczną. Skala 1:500 zezwalała na wyodrębnienie skupisk jednogatunkowych, nawet o nieznacznej powierzchni w granicach od 5 do 8 m². Ta dokładność spowodowała, iż mogliśmy podać ogólne powierzchnie dla każdego gatunku i stosunki procentowe między poszczególnymi powierzchniami. W niektórych przypadkach zmuszeni byliśmy zastosować określenia „areale zespołowe” dla tych powierzchni, na których kilka gatunków roślin tworzy zwarte asocjacje i niemożliwe było wyodrębnienie tam powierzchni jednogatunkowych. Obszary arealów zespołowych wynoszą 4,4% ogólnej powierzchni badanej.

Przy oznaczaniu roślin posługiwaliśmy się kluczami S z a f e r a (1953) i D a b s k i e j (1953).

Wyniki

Jezioro Skonał, nie wliczając przyległej doń z północo-wschodu mlaki, posiada powierzchnię 88 611 m². Z tego 37 612 m² przypada na obszar pokryty roślinnością, co stanowi przeszło 42% całej powierzchni jeziora. W tym trzecina zajmuje w przybliżeniu powierzchnię 14 400 m² i pod względem obszaru jest dominantem w stosunku do innych występujących tam roślin.

Na całym obszarze jeziora wykryliśmy 21 gatunków roślin wodnych, wyszczególnionych poniżej.

Tolypellopsis stelligera (Bauer) Mig. Tworzy duże obszary łąk podwodnych w południowej części jeziora. Rośnie w gęstych zwartych skupieniach osiągając ponad 1 m wysokości od dna. Pokrywa obszar 5764 m², co stanowi drugą co do wielkości powierzchnię po trzcinie. Rośnie na głębokości do 4 m.

Chara ceratophylla Wallroth. Rośnie w dwóch małych skupiskach w północnej części jeziora na głębokości poniżej 3 m.

Equisetum limosum L. Występuje w płytkiej strefie przybrzeżnej w dwóch miejscach oznaczonych przez sektory Va i Vb (rys. 3). Są to punkty, w których nie rośnie *Phragmites communis* Trin.

Polygonum amphibium L. Rośnie w kilku punktach przy krawędzi pasów trzcin na głębokości od 1 do 3 m przy południowym i zachodnim brzegu.

Nuphar luteum (L.) Sm. i *Nymphaea candida* Presl. Występują często obok siebie, wzdłuż brzegów, tworząc liczne kępy przy pasach trzcin i sitowia oraz kilka niewielkich łąk na otwartej wodzie w południowej części jeziora. Do liczniej występujących należą grązele.

Ceratophyllum demersum L. Tworzy niewielkie skupiska na głębokości 1—1,5 m pośród łąk podwodnych osoki w południowej zatoce jeziora.

Ceratophyllum submersum L. Występuje w północnej partii jeziora tworząc liczącą kilkadziesiąt metrów kwadratowych łąkę na głębokości 2,5—3 m. Łąka ta przylega do płycej rosnących obszarów osoki i pływacza.

Utricularia vulgaris L. Znajduje się na głębokości 2—2,5 m w północnej części jeziora pośród osoki, rogatka krótkoszyjkowego i rdestnicy pływającej.

Sagittaria sagittifolia L. Bardzo nieliczne stanowiska tego gatunku spotyka się tylko w rowie łączącym jezioro Skonał z jeziorem Tałty.

Stratiotes aloides L. Osoka występuje w obu, północnej i południowej partii jeziora, tworząc tam nie wynurzone łąki wspólnie z rogatkami, charą rogatkową i pływaczem. Na jeziorze Skonał rośnie do głębokości ponad 2,5 m.

Potamogeton natans L. Tworzy drobne skupiska monogatunkowe w pobliżu rowu łączącego jeziora Skonał i Tałty, a także większe zgrupowania w północnej części jeziora rosnąc tam wspólnie z grązelem żółtym i rdestnicą połyskującą. Przekracza głębokość 3 m.

Potamogeton perfoliatus L. i *P. lucens* L. Występują licznie na całym jeziorze tworząc szereg łąk przyległych do pasów trzcin, a także w pewnym oddaleniu od brzegów, szczególnie w południowej części jeziora. Rdestnica przeszyta występuje liczniej wzdłuż brzegu zachodniego osiągając głębokość maksymalną 3,70 m, natomiast rdestnica połyskująca gromadzi się szczególnie przy brzegu wschodnim i w południowej części jeziora. *Potamogeton lucens* L. zajmuje trzecią co do wielkości powierzchnię, która wynosi 14,7% ogólnej powierzchni zajętej przez roślinność. Przekracza głębokość 4 m.

Schoenoplectus lacustris (L.) Palla. Występuje nielicznie wśród trzciniowisk w pobliżu rowu łączącego jeziora Skonał i Tałty, poza tym w niewielkich skupiskach przy brzegu zachodnim i wschodnim oraz liczniej w północnej przybrzeżnej części jeziora. Jest częstym składnikiem w arealach zespołowych. Przekracza głębokość 3 m.

Schoenoplectus tabernaemontani (Gmel.) Palla. Występuje jedynie przy zachodnim brzegu w miejscu nie zajętym przez trzcinę, oznaczonym jako sektor Vb (rys. 3).

Heleocharis palustris (L.) R. et Sch. Rośnie w dwóch punktach na jeziorze, w strefie przybrzeżnej południowej i wschodniej, w miejscach, w których nie występuje trzcina, a oznaczonych jako sektory Va i Vc (rys. 3).

Carex vesicaria L. Występuje w strefie przybrzeżnej we wszystkich miejscach, w których brak jest trzciny oraz w rowie łączącym jeziora Skonał i Tałty. Jest jednym ze składników w arealach zespołowych.

Phragmites communis Trin. Z wyjątkiem trzech miejsc oznaczonych jako sektory Va—Vc (rys. 3) występuje wzdłuż całej długości brzegów, tworząc pasy o szerokości od trzech do czterdziestu metrów. Zajmuje 39,4% ogólnej powierzchni pokrytej przez roślinność oraz jest dominującym składnikiem w arealach zespołowych. Przy pomocy kwadratów o powierzchni 1 m² obliczyliśmy średnie zagęszczenie osobników trzciny na 1 m², które wynosi 49 roślin. Skrajne ilości osobników na 1 m² wynosiły na jeziorze Skonał 18 i 96. W pracach na jeziorze Tajty (L. K o c ó ł 1953) podawana jest liczba do 280 osobników na 1 m². Ilość ta jest wynikiem stosowania innej metody, mianowicie, na jeziorze Tajty do obliczeń zagęszczenia trzciny używano kwadratu o boku 15 cm i następnie przeliczano ilość osobników na 1 m². Wyniki nasze otrzymane także z innych jezior na ogół pokrywają się z wynikami z jeziora Skonał. I tak np. na jeziorze Mikołajki zagęszczenie trzcin waha się w granicach od 29 do 84 osobników na 1 m², zaś na jeziorze Śniardwy od 22 do 76 osobników na 1 m². Trzcina na jeziorze Skonał schodzi do głębokości około 3 m (A. K o s i c k a 1958), wysokość zaś pojedynczych osobników licząc od kłącza do wierzchołka osiąga 4 m.

Acorus calamus L. Rośnie w pojedynczych stanowiskach tylko w rowie łączącym jeziora Skonał i Tałty.

Typha angustifolia L. W wielu miejscach wzdłuż brzegów rośnie wspólnie z trzcina występując raczej na zewnętrznej krawędzi pasów trzcin. Jej zupełny brak odnotowaliśmy wzdłuż prawie całego brzegu wschodniego. Schodzi do głębokości ponad 3 m.

W końcowej rubryce tabeli I podano wielkość powierzchni zajmowanych przez poszczególne gatunki roślin wyrażone w % całej powierzchni pokrytej roślinnością. Dla gatunków *Equisetum limosum* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Schoenoplectus tabernaemontani* (Gmel.) Palla, *Heleocharis palustris* (L.) R. et Sch., *Carex vesicaria* L. i *Acorus calamus* L. nie udało się nam wyodrębnić osobnych powierzchni, gdyż gatunki te występują bardzo nielicznie lub występują w arealach zespołowych.

W celu łatwiejszego zobrazowania układu roślinności, na ogólnym planie florystycznym (rys. 2), dokonaliśmy podziału roślinności na grupy ekologiczne, podobnie jak to przyjęli A. N. Lipin (1950), B. A. Fedczenko (1949) i S. Bernatowicz (1951). W specyficznym układzie roślinności jeziora Skonał wyodrębniliśmy trzy grupy roślinności, podobnie jak S. Berna-

to wicz, natomiast A. N. Lipin przyjął 4 grupy, a B. A. Fedczenko 5 grup podziału. Autorzy ci jednakże przyjęli za punkt wyjścia do swych podziałów dane florystyczne spotykane w innych środowiskach roślinności wodnej, natomiast w przypadku jeziora Skonał nie było to konieczne.

Do pierwszej grupy — roślin wyrastających ponad powierzchnię wody — zaliczyliśmy następujące gatunki: *Equisetum limosum* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *S. tabernaemontani* (Gmel.) Palla, *Heleocharis palustris* (L.) R. et Sch., *Carex vesicaria* L., *Phragmites communis* Trin., *Acorus calamus* L. i *Typha angustifolia* L.

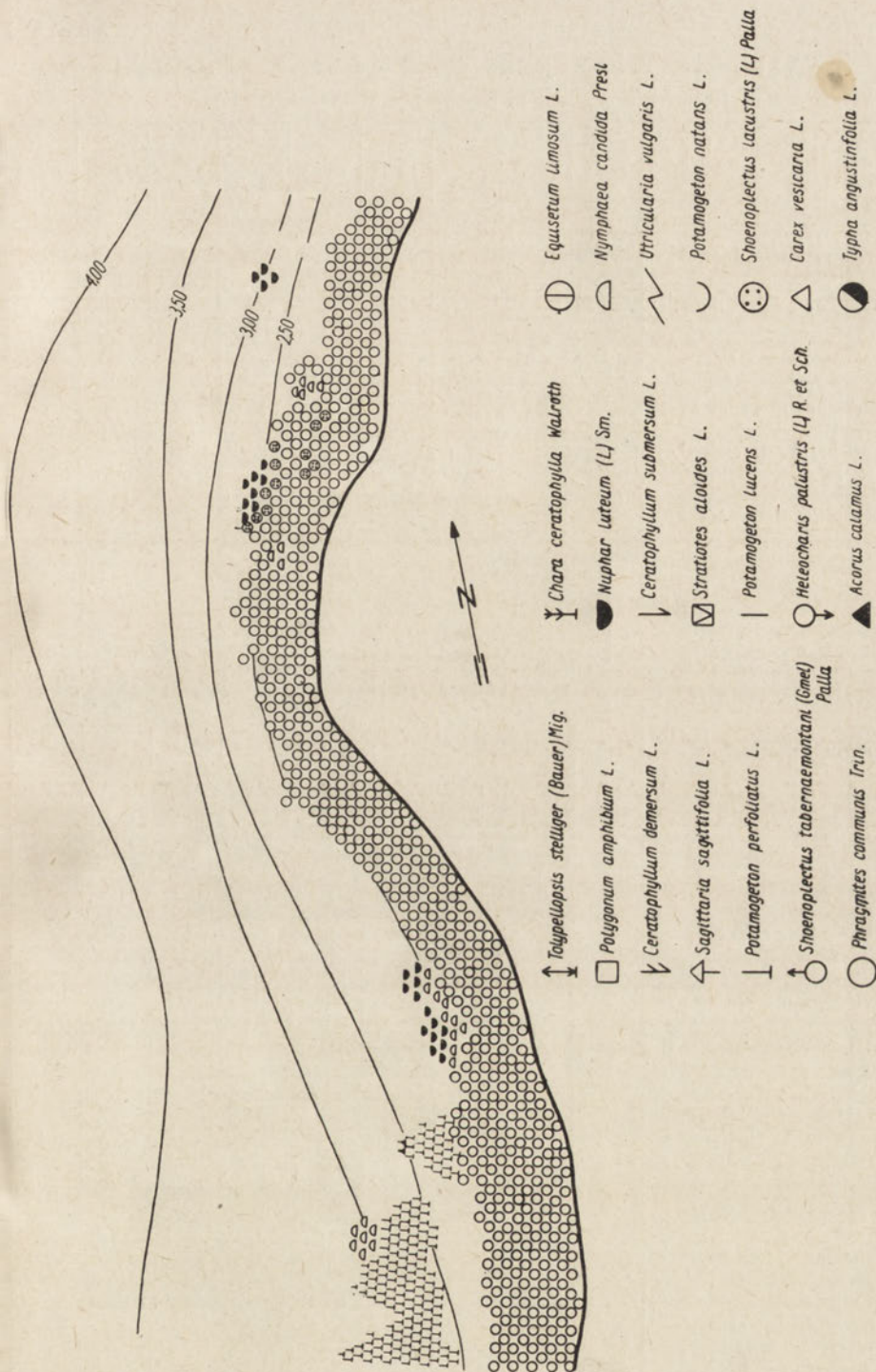
Do grupy — roślin osiagających powierzchnię wody — należą: *Polygonum amphibium* L., *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Nymphaea candida* Presl., *Potamogeton natans* L., *P. perfoliatus* L. i *P. lucens* L.

Grupę trzecią — roślin nie dorastających do powierzchni wody — stanowią: *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig., *Chara ceratophylla* Wallroth, *Ceratophyllum demersum* L., *C. submersum* L., *Utricularia vulgaris* L. i *Stratiotes aloides* L.

Tabela I obrazuje skalę głębokości, na jakiej występują poszczególne gatunki roślin w Jeziorze Skonał. W płytszych częściach jeziora występują głównie rośliny pierwszej grupy podziału, czyli wynurzone, aby w miarę wzrostu głębokości przejść poprzez gatunki reprezentujące drugą grupę, do roślin grupy trzeciej, czyli nie dorastających do powierzchni wody, które unikają miejsc płytszych. Daje się zauważyć istnienie wyraźnej korelacji poprzednio wymienionych trzech grup ekologicznych i głębokości.

W celu łatwiejszego omówienia obszarów zajętych przez roślinność na Jeziorze Skonał dokonaliśmy podziału na sektory (rys. 3). Przy podziale tym kierowaliśmy się takimi czynnikami, jak: 1) wyodrębnienie sektorów przybrzeżnych od śródwodnych; 2) obecność w sektorach gatunków reprezentujących poszczególne grupy ekologiczne; 3) stosunki między gatunkami w danym sektorze z punktu widzenia zajmowanych przez nie powierzchni; 4) głębokość, na jakiej roślinność występuje. W ten sposób wyodrębniliśmy 32 sektory, w tym 14 przybrzeżnych. Sektory posiadające pewne cechy wspólne oznaczone zostały tymi samymi liczbami rzymskimi z dodaniem kolejnych liter alfabetu.

Sektor I. W sektorze tym ujęliśmy długi odcinek brzegu wschodniego. Charakteryzuje się on przede wszystkim zwartym i wąskim pasem monogatunkowym *Phragmites communis* Trin., który zajmuje 91,3% ogólnej powierzchni sektoru. W jednym tylko punkcie tego pasa występuje *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla oraz w kilku miejscach na zewnętrznym skraju tego sektoru rosną w małych skupiskach *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Nymphaea candida* Presl., *Potamogeton perfoliatus* L. i *P. lucens* L. Roślinność tego sektoru dochodzi do głębokości 3 m. Trzcina osiąga tu zagęszczenie 37 osobników na 1 m², a szerokość jej pasa waha się w granicach od 4,5 do 14,5 m. Skupiska rdestnic i grążeli wybiegają na 22 m od brzegu. Wyjątkowa wąskość tego pasa roślinności spowodowana jest mało rozwiniętym litoralem i bliskością stoku.



Rys. 4. Plan szczegółowy I — Plan rozmieszczenia roślin wodnych na odcinku sektora I (1 : 250)

Występowanie roślin na jeziorze Skonał w zależności od głębokości
Occurrence of plant in dependence of the water depth

Głębokość w metrach Depth in m.	0—0,5	0,5—1	1—1,5	1,5—2	2—2,5	2,5—3	3—3,5	3,5—4	4—4,5
<i>Carex vesicaria</i> L.									
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.									
<i>Acorus calamus</i> L.									
<i>Equisetum limosum</i> L.									
<i>Heleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.									
<i>Phragmites communis</i> Trink.									
<i>Typha angustifolia</i> L.									
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla									
<i>Potamogeton lucens</i> L.									
<i>Stratiotes alojdes</i> L.									
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sm.									
<i>Nymphaea candida</i> Presl.									
<i>Potamogeton natans</i> L.									
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> Palla									
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.									
<i>Chara ceratophylla</i> Wall- roth									
<i>Polygonum amphibium</i> L.									
<i>Utricularia vulgaris</i> L.									
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.									
<i>Tolypellopsis stelligera</i> (Bauer) Mig.									
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.									

Pod symbolem sektora II (abcd) ujeliśmy cztery odcinki brzegu, w których pasy trzcinowisk są szersze — do 16 m, występuje więcej gatunków roślin, a trzciny nie tworzą tak wyraźnie jednogatunkowych populacji, jak to miało miejsce w sektorze I.

Sektor IIa. Jest to sektor o charakterze przejściowym pomiędzy sektorem I i sektorami IIb, c i d. W odróżnieniu od sektora I ten odcinek brzegu charakteryzuje się szerszym pasem trzcinowisk (7,5 m — 15 m) oraz stosunkowo większymi kępami roślinności przyległej. Zwiększenie szerokości pasa roślinności przybrzeżnej w tym sektorze spowodowane jest brakiem stoku i występującymi tu pływaczami ciągnącymi się daleko w głąb jeziora. Zagęszczenie trzciny na 1 m² wynosi 26 osobników. Poza trzciną występują tu: *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Nymphaea candida* Presl. i *Potamogeton lucens* L., które w niektórych miejscach łączą się z sąsiednimi łąkami obejmującymi duże obszary jeziora. Roślinność tego sektora schodzi do głębokości 3,5 m.

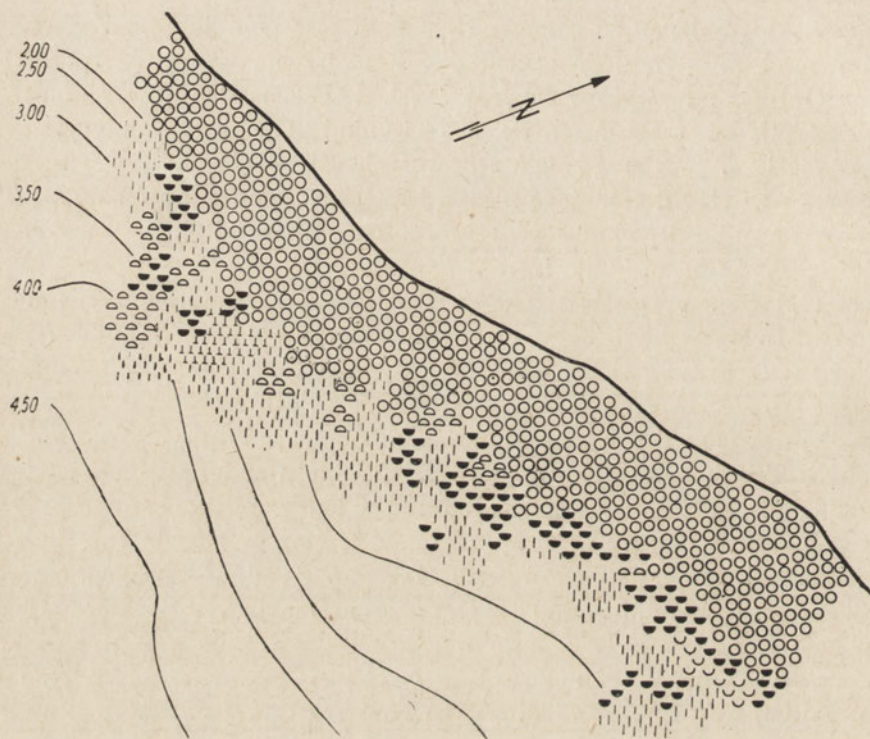
Sektor IIb. Dominującą rośliną jest także *Phragmites communis* Trin. Zajmuje 66% powierzchni tego sektora. Na skraju jej obszarów występuje nielicznie *Typha angustifolia* L., a także niewielkie skupiska tworzą *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Nymphaea candida* Presl. oraz *Potamogeton perfoliatus* L. i *P. lucens* L. Poza tym rośnie tu na kilkunastometrowej powierzchni *Polygonum amphibium* L. oraz niewielką pojedynczą wysepkę tworzy *Potamogeton natans* L. Roślinność tego sektora przekracza głębokość dwóch metrów.

Sektor IIc. Tak jak i poprzednio, dominuje w tym sektorze *Phragmites communis* Trin. (68,4% ogólnej powierzchni sektora), a inne rośliny jak *Typha angustifolia* L. i *Potamogeton natans* L. rosną tu bardzo nielicznie i tworzą trudne do wyodrębnienia zwarte asocjacje łącznie z trzciną o obszarze 15,2% ogólnej powierzchni sektora. *Nuphar luteum* (L.) Sm. (9,6%) i *Nymphaea candida* Presl. (6,8%) występują w skupiskach na zewnętrznej stronie sektora schodząc do ponad 3 m głębokości.

Sektor IID. To też obszar pokryty głównie przez *Phragmites communis* Trin. zajmujący 61,6% ogólnej powierzchni sektora, jednakże z poważnym już dodatkiem gatunków: *Nuphar luteum* (L.) Sm. (19,1%) i *Nymphaea candida* Presl. (1,3%) oraz *Potamogeton lucens* L. (6,3%). Nie występuje tu natomiast *Potamogeton perfoliatus* L., a jego miejsce zajmują *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla oraz *Polygonum amphibium* L. występując w areale zespołowym o wielkości 11,6% ogólnej powierzchni sektora. Skrajne rośliny tego sektora osiągają głębokość 3 m.

Sektory IIIa, b, c. To także obszary roślinności przybrzeżnej jednakże o szerokości pasów przekraczających miejscami 35 m. Skład gatunkowy roślinności w zasadzie nie różni się od sektorów poprzednich, tzn. że dominującą rośliną jest w dalszym ciągu *Phragmites communis* Trin., a towarzyszą jej *Nuphar luteum* (L.) Sm. i *Nymphaea candida* Presl. we wszystkich trzech sektorach.

W sektorze IIIa występuje licznie *Typha angustifolia* L. na obszarze wynoszącym 4,5% ogólnej powierzchni sektora, tworząc z trzcina populację dwu gatunków zajmującą prawie połowę powierzchni sektora. Na skraju tego obszaru roślinności występuje w licznych skupiskach *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla. Spostrzegamy tu zupełny brak rdestnic. Zagęszczenie trzciny wynosi tylko 18 osobników na 1 m². Sektor ten obejmuje niewielki cypel jeziora o dnie kamienistym. Roślinność tego obszaru schodzi do głębokości 3,5 m.



Rys. 5. Plan szczegółowy II — Plan rozmieszczenia roślin wodnych na odcinku sektora IIIb (1 : 250)

Legenda: patrz rys. 4 na s. 141.

W sektorze IIIb występują, poza już wymienionymi roślinami, licznie *Potamogeton lucens* L. (17,0%) oraz w dwóch miejscach *Potamogeton natans* L. i *P. perfoliatus* L. Brak tutaj oczeretu jeziornego i pałki wąskolistnej. Łąki rdestnicy połyskującej i grzybienia północnego przekraczają głębokość 4 m.

W sektorze IIIc trzciny tworzą szeroki pas jednogatunkowy, a na zewnętrznej jego krawędzi występują duże łąki *Potamogeton lucens* L. (22,6%)

współ z grążelem żółtym i grzybieniem północnym. Roślinność tego obszaru schodzi do głębokości 4 m.

Jako sektory IVa, b, c wyodrębniliśmy te skupiska roślinności jakie występują w obu krańcowych zatoczkach jeziora, północnej i południowej, oraz trzecie, które zarasta obszar przybrzeżny w pobliżu rowu łączącego jeziora Skonał i Tałty. W sektorach tych roślinność nie występuje w postaci pasów przybrzeżnych, ale rozrasta się szeroko ku środkowi jeziora. Są to obszary płytkie o głębokości nie przekraczającej 2,5 m.

W sektorze IVa występują: *Phragmites communis* Trin., *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Nymphaea candida* Presl., *Potamogeton lucens* L., *Typha angustifolia* L. i *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla. Trzcina jest nadal dominantem zajmując 54,4% powierzchni sektora, a następnie najwięcej przypada na *Nuphar luteum* (L.) Sm. — 15,7%. Rośliny te z wyjątkiem trzciny, która rośnie wzdłuż brzegu na płytszych stanowiskach, tworzą niewielkie skupiska przylegające do siebie. Średnie zagęszczenie trzciny wynosi tu 43 osobniki na 1 m².

Sektor IVb o powierzchni 3556 m² charakteryzuje się dużą różnorodnością gatunków. Przyczyną tego nie bez znaczenia jest obecność w tym sektorze rowu łączącego dwa jeziora, w którym gromadzi się szereg gatunków nie spotykanych w innych partiach jeziora. Występują tu: *Phragmites communis* Trin. w towarzystwie *Typha angustifolia* L. i *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla tworząc areale zespołowe o 37,7% powierzchni. Poza tym jednakże trzcina i palka wąskolistna rosną oddzielnie w skupiskach monogatunkowych wynoszących 34,4% i 3,8% ogólnej powierzchni sektora. W strefie rowu rosną ponadto tworząc konglomeraty: *Acorus calamus* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Carex vesicaria* L. i *Potamogeton natans* L. Ten ostatni występuje także w zewnętrznych partiach sektora zajmując 10,9% powierzchni. Rośnie tam w towarzystwie *Potamogeton perfoliatus* L., *P. lucens* L., *Polygonum amphibium* L., *Nuphar luteum* (L.) Sm. i *Nymphaea candida* Presl. Grążel żółty i grzybień północny tworzą niewielkie wynurzone skupiska rosnąc w oddaleniu od siebie. Roślinność tego przybrzeżnego sektora oddala się od brzegu do odległości 65 m.

Sektor IVc. Najbliższa strefa brzegowa tego sektora posiada identyczny jak w poprzednich skład gatunkowy roślin. Trzcina rośnie w towarzystwie palki wąskolistnej i oczeretu jeziornego, tworząc areale zespołowe. Trzcina posiada również obszary monogatunkowe o wielkości 52,0% powierzchni sektora. Zagęszczenie wynosi 96 osobników na 1 m². Na zewnątrz tego pasa występuje głównie *Potamogeton natans* L. oraz w niewielkich ilościach *Potamogeton lucens* L., *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Nymphaea candida* Presl.

W sektorach Va, b, c wyodrębniliśmy te trzy fragmenty litoralu jeziora Skonał, w których nie występuje trzcina. Brak *Phragmites communis* Trin. spowodował, iż rosną w tych sektorach inne gatunki roślin nie spotykane



Rys. 6. Plan szczegółowy III — Plan rozmieszczenia roślin wodnych w południowej zatoce jeziora (1 : 250)

Legenda: patrz rys. 4 na s. 141.

na obszarach zajętych przez trzcinę. Wg obserwacji A. Kosickiej (1958) obszary te zmniejszają się z roku na rok wskutek ekspansji trzcin, a roślinność tam występująca wycofuje się.

W sektorze Va rosną: *Typha angustifolia* L., *Carex vesicaria* L., *Equisetum limosum* L., *Heleocharis palustris* (L.) R. et Sch. oraz kilka osobników *Phragmites communis* Trin. Jedynie pałka wąskolistna tworzy tu skupisko monogatunkowe o wielkości 43,3% ogólnej powierzchni sektora.

Sektor Vb charakteryzują następujące gatunki roślin: *Typha angustifolia* L., *Polygonum amphibium* L., *Carex vesicaria* L., *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *S. Tabernaemontani* (Gmel) Palla, *Equisetum limosum* L., *Potamogeton natans* L., *P. lucens* L. i *Nuphar luteum* (L.) Sm. Te dwa ostatnie tworzą populacje monogatunkowe o powierzchni 12,1% i 32,4%.

W sektorze Vc rosną: *Typha angustifolia* L., *Carex vesicaria* L., *Heleocharis palustris* (L.) R. et Sch., *Potamogeton natans* L., *P. perfoliatus* L. oraz *Nuphar luteum* (L.) Sm. i *Nymphaea candida* Presl. Grażel żółty zajmuje 21,3%, a rdestnica przeszyta 23% powierzchni. Reszta gatunków tworzy areal zespolowy.

W następnych sektorach ujeliśmy łąki roślinności podwodnej często także wynurzonej, leżące w oddaleniu od brzegu.

Sektor VI. Jest to obszar wielkości 1175 m² leżący w południowej zatoce jeziora. Roślinność tego sektora występuje na głębokości od 1 do 2 m. Dominantami są tu *Stratiotes aloides* L. — 35,5% powierzchni oraz *Potamogeton lucens* L. — 37,9% powierzchni sektora. Mniej licznie występują tu: *Nuphar luteum* (L.) Sm. i *Nymphaea candida* Presl. oraz rosnący wśród osoki *Ceratophyllum demersum* L.

Sektory oznaczone symbolami VIIa — h to skupiska głównie rdestnic, grażeli i grzybieni położone w południowej partii jeziora.

Sektor VIIa. Jest to skupisko *Potamogeton perfoliatus* L. (94,2%) z przyległą doń małą wysepką *Nymphaea candida* Presl. Powierzchnia tej łąki wynosi 353 m². Roślinność występuje tu na głębokości od 3 do 3,5 m.

Sektor VIIb. Łąka ta o obszarze 55 m² zasiedlona jest przez *Potamogeton perfoliatus* L. Głębokość tej łąki waha się w granicach 3—3,5 m.

Sektor VIIc. To także monogatunkowy obszar *Potamogeton lucens* L. o powierzchni 670 m² rosnący na głębokości poniżej 3,5 m.

Sektor VIIId. Obszar tego sektora wyrosi 1780 m². Skład gatunkowy to przede wszystkim *P. lucens* L. (86,2%) i *Potamogeton perfoliatus* L. (7,8%) z małymi wkładkami gatunków *Potamogeton natans* L. i *Nuphar luteum* (L.) Sm. oraz *Nymphaea candida* Presl. Roślinność ta występuje tu na głębokości od dwu do poniżej 3 m.

Sektor VIIe. Skład roślinny tej łąki to *Potamogeton lucens* L. i *Nuphar luteum* (L.) Sm., które zajmują obszar 220 m², a głębokość występowania waha się w granicach od 1 do 2 m.

Sektor VIII f. *Potamogeton lucens* L. występuje tu na głębokości 2,5—3 m i tworzy monogatunkowe skupisko o powierzchni 455 m².

Sektor VII g. To też jednorodna łąka *Potamogeton lucens* L. o powierzchni 60 m² i głębokości występowania 3—3,5 m.

Sektor VIII h. Małeńka wysepka *Potamogeton perfoliatus* L. na głębokości 3,5 m o powierzchni 12 m².

W skład czterech sektorów VIII a—d wchodzi gatunki z rodziny *Nymphaeaceae* tworząc niewielkie kępy w pobliżu pasów roślinności przybrzeżnej.

Sektory VIII a i VIII d są zasiedlone wyłącznie przez *Nuphar luteum* (L.) Sm. o niewielkich powierzchniach 50 i 40 m² i głębokości nie przekraczającej 3,5 m.

Natomiast w sektorach VIII b i c występuje tylko *Nymphaea candida* Presl. zajmując powierzchnie 20 i 17 m² oraz rosnąc na głębokości 1,5—2,5 m.

Sektory IX a, b, c charakteryzuje *Potamogeton natans* L. jako roślina dominująca. Położone one są w pobliżu pasów roślinności przybrzeżnej w okolicy rowu łączącego teren badany z jeziorem Tałty.

Sektor IX a obejmuje powierzchnię 285 m². W jego składzie gatunkowym przeważa *Potamogeton natans* L. (91,9%). Reszta przypada na *Potamogeton perfoliatus* L. Głębokość sektora mieści się w granicach 2—3 m.

Sektor IX b sąsiaduje z poprzednim i tworzy monogatunkową populację *Potamogeton natans* L. w postaci dwu niewielkich łąk o łącznej powierzchni 137 m². Głębokość występowania w granicach 2—2,5 m.

Mianem sektoru IX c objęliśmy 11 niewielkich kęp *Potamogeton natans* L. położonych z dala od siebie o łącznej powierzchni 520 m². W jednym punkcie rdestnicy pływającej towarzyszy gatunek *Nymphaea candida* Presl. Głębokość występowania tych łąk nie przekracza 3,5 m.

Jako sektory X a, b wyodrębniliśmy obszary roślin typowo podwodnych dla jeziora Skonał.

Sektor X a położony w północnej części jeziora charakteryzuje się występowaniem następujących gatunków: *Stratiotes aloides* L., *Ceratophyllum submersum* L., *Chara ceratophylla* Wallroth i *Utricularia vulgaris* L. Obszar tej łąki podwodnej wynosi 587 m², a głębokość występowania roślin waha się w granicach 2—3 m. Największą powierzchnię zajmuje tu *Ceratophyllum submersum* L. Wynosi ona 27,5% ogólnej powierzchni sektoru.

Sektor X b, o powierzchni łącznej 5777 m², składa się z czterech dużych łąk podwodnych. Tworzą je bardzo charakterystyczne monogatunkowe populacje *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig. pooddzielane od siebie wąskimi pasami niezarośniętego dna. W tym całym ogromnym obszarze występuje tylko w jednym punkcie małeńka wysepka osoki o 0,2% ogólnej powierzchni sektoru. *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig. rośnie tu na głębokości od 2 do 4 m.

Tabela II

Powierzchnie zajęte przez poszczególne gatunki roślin, w procentach, w kolejnych sektorach
Occurrence area of particular plant species in per cent of the area of examined sectors

Gatunki Species	Sektory Sectors																												Ogółem Total				
	I	IIa	IIb	IIc	IId	IIIa	IIIb	IIIc	IVa	IVb	IVc	Va	Vb	Vc	VI	VIIa	VIIb	VIIc	VIIId	VIIe	VIIIf	VIIg	VIIh	VIIIa	VIIIb	VIIIc	VIIIId	IXa		IXb	IXc	Xa	Xb
<i>Tolypellopsis stelligera</i> (Bauer) Mig.																																99,8	15,6
<i>Chara ceratophylla</i> Wallroth																															13,4	0,2	
<i>Equisetum limosum</i> L.					●							●	●																			●	
<i>Polygonum amphibium</i> L.			6,0		●					0,4			●																			0,2	
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sm.	1,9	6,0	7,4	9,6	19,1	9,7	12,8	9,5	15,7	5,3	2,7		32,4	21,3	3,2					1,9	6,8			100,0			100,0				6,1		
<i>Nymphaea candida</i> Presl.	1,9	2,1	4,3	6,8	1,3	8,1	5,4	2,1	5,7	3,1					6,7	5,8			3,4					100,0	100,0				1,5		2,6		
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.															3,8																	0,1	
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.																														27,5		0,4	
<i>Utricularia vulgaris</i> L.																														14,3		0,2	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.										●																						●	
<i>Stratiotes aloides</i> L.															35,5															22,0	0,2	1,4	
<i>Potamogeton natans</i> L.			1,1	●			0,6			10,9	10,0		●	●						0,7								91,9	100,0	98,5		4,5	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	2,0		10,0				1,3			0,3				23,0		94,2	100,0			7,8			100,0				8,1				2,3		
<i>Potamogeton lucens</i> L.	0,9	16,8	0,9		6,4		17,0	22,6	13,2	4,1	1,4		12,1		37,9			100,0	86,2	93,2	100,0	100,0									14,7		
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	2,0				●	9,5			12,2	●	●		●																			0,6	
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (Gmel.) Palla													●																			●	
<i>Heleocharis palustris</i> (L.) R. et Sch.												●		●																		●	
<i>Carex vesicaria</i> L.										●		●	●	●																		●	
<i>Phragmites communis</i> Trin.	91,3	75,1	66,0	68,4	61,6	26,0	62,9	65,8	54,4	34,4	52,0	●																				39,4	
<i>Acorus calamus</i> L.										●																						●	
<i>Typha angustifolia</i> L.			4,3	●		4,5			8,8	3,8	●	43,3	●	●																		1,1	
Arealy zespolowe				15,2	11,6	42,2				37,7	33,9	56,7	55,5	55,7	12,9															22,8		10,7	

● Gatunki te występują w arealach zespolowych danego sektora.
Species occurring in the areas of mixed vegetation.

Tabela II podaje procenty powierzchni zajmowanych przez poszczególne gatunki roślin w sektorach. W kolejnych sektorach brzeżnych daje się zauważyć spadek wielkości powierzchni zajmowanej przez trzciny na korzyść innych gatunków roślin, szczególnie przedstawicieli rodzin *Nymphaeaceae* i *Potamogetonaceae*. Wśród sektorów śródlodowych dominującą rolę odgrywają wymienione rodziny, natomiast brak jest wielu gatunków, które wchodziły w skład sektorów przybrzeżnych. Tych, które na planie ogólnym I oznaczone zostały jako pierwsza grupa ekologiczna. W sektorach ostatnich roślinności nie wynurzonej dominują *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig., *Ceratophyllum submersum* L. i *Stratiotes aloides* L.

W tabeli III można wyróżnić trzy grupy roślinności. Pierwsza to grupa gatunków tworzących areale przybrzeżne, obok której występują rośliny wchodzące w skład łąk przyległych do arealów brzeżnych. W środkowej partii tabeli skupiają się jedynie rośliny tworzące łąki śródlodowe, zaś w końcowych rubrykach zgromadziły się gatunki zasiedlające areale podwodne.

Roślinność zasiedlająca pasy przybrzeżne jeziora nie we wszystkich jego punktach jest jednakowo rozwinięta. Najuboższa w roślinność jest wschodnia partia brzegu szczególnie na odcinku sektora I (rys. 4). Symbolikę oznaczeń roślin na planach szczegółowych przyjęliśmy wg S. Bernatowicza (1952) po odpowiednich uzupełnieniach (rys. 4). Na planie szczegółowym (rys. 4) widać w zasadzie jeden pas roślinności reprezentowanej głównie przez *Phragmites communis* Trin. Powierzchnie zajmowane przez inne gatunki roślin są znikome. Liczbowo przedstawia się to następująco: *Phragmites communis* Trin. 91,3%, *Nuphar luteum* (L.) Sm. i *Nymphaea candida* Presl. po 1,9%; *Potamogeton perfoliatus* L. i *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla po 2,0% oraz *Potamogeton lucens* L. 0,9% ogólnej powierzchni tego odcinka.

Rysunek 5 przedstawia odcinek brzegu o znacznie bogatszym rozwoju roślinności przybrzeżnej. W tym przypadku występują już dwa wyraźne jej pasy. Jeden przybrzeżny składający się z monogatunkowej populacji *Phragmites communis* Trin. Pas ten jest szerszy aniżeli na odcinku poprzednim i zajmuje 62,9% powierzchni. Jest on odgraniczony od strefy wolnej wody drugim równoległym pasem roślinności, w skład którego wchodzi gatunki: *Nuphar luteum* (L.) Sm. 12,8%, *Nymphaea candida* Presl. 5,4%, *Potamogeton natans* L. 0,6%, *P. perfoliatus* L. 1,3% i *P. lucens* L. — 17,0% ogólnej powierzchni tego odcinka.

Zupełnie nie ograniczony rozwój roślinności obserwujemy w południowej zatoce jeziora (rys. 6 — plan szczegółowy III). Występuje tu więcej gatunków roślin aniżeli w poprzednio omawianych przykładach i tworzą znacznie większe skupiska jednorodne. Wzdłuż brzegów gromadzą się pasy trzciny, a na ich zewnętrznej stronie występują skupienia pałki wąskolistnej i oczeretu jeziornego, aby następnie przejść, w miarę oddalania się od brzegów, w łąki reprezentowane przez przedstawicieli rodzin *Nymphaeaceae* i *Potamogetonaceae*. Im dalej

będziemy posuwać się ku środkowi jeziora, tym skupienia rdestnic, grążeli i grzybieni będą mniejsze, a ich miejsce zajmą *Stratiotes aloides* L., *Ceratophyllum demersum* L. i *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig. W zatoce tej rozwój roślinności nie jest ograniczony głębokością, toteż prawie 3/4 przedstawionej na planie powierzchni jest przez nią zajęte.

Zastosowanie metody polegającej na wykorzystaniu obecności człowieka pod wodą oraz posiadanych przez niego możliwości swobodnego poruszania się, wnosi dla prac florystycznych wodnych dwie zasadnicze nowości. Pierwszą będzie to, iż zasięgi roślin wynurzonych nie pokrywają się z rzeczywistym przebiegiem granic obszarów tych roślin. Osobniki nie dorastające do powierzchni wody są z powierzchni wody niedostrzegalne i dopiero człowiek będący pod wodą może tę różnicę zauważyć. Do takich roślin należą przede wszystkim gatunki z rodzin *Nymphaeaceae* i *Potamogetonaceae*. Szczególnie *Nymphaea candida* Presl. i *Nuphar luteum* (L.) Sm. tworzą na jeziorze Skonał, obok wynurzonych, również i nie wynurzone kępy podwodne nawet w dużej odległości od brzegów.

Drugą, to dotychczasowe metody kotwiczki, dragi, grabi itp., zezwalające jedynie na odnotowanie, czy w miejscu opuszczenia przyrządu znajduje się roślinność, nie dawały obrazu całości tego specyficznego biotopu. Metoda nurkowa nie tylko zezwala na uchwycenie całego obszaru łąki i uczynienie go „czytelnym” z powierzchni wody, ale także umożliwia odnotowanie pojedynczych roślin rosnących na dużych obszarach dna. Obecność badacza w bezpośredniej bliskości obiektu badanego wyklucza niedokładności poprzednich metod.

А. Косицка, С. Косицки

Флористический снимок озера Сконал при применении · водолазного метода

Резюме

Совершение полных измерений поверхности ареалов водных растений оказалось возможным благодаря применению метода подводных исследований.

Этот метод дал возможность точного обозначения всей подводной растительности, невидимой из поверхности воды. Применяя линию видимости и угломер, мы составили план прощажения растений в масштабе 1:500 и рассчитали планиметрически все поверхности занятые растительностью. 42% поверхности озера Сконал, которого площадь равна 88 611 м², покрыто растительностью. Доминирует *Phragmites communis* Trin., который занимает 39,4% поверхности, занятой растительностью, создавая на этих пространствах популяцию моновидовую. Камыш выступает в пробережной

полосе за исключением трех небольших участков литорала, обозначенных как секторы V. Второе и третье место с точки зрения поверхности занимают *Tollipellopsis stelligera* (Bauer) Mig. 15,6%, а *Potamogeton Lucens* L. 14,7% общей поверхности занятой растительностью. *Tolypellopsis stelligera* составляет подводный луг о поверхности 5777 м² в южном заливе озера. *Potamogeton lucens* L. выступает наиболее многочисленно у восточного берега и в южной части озера. Кроме выше перечисленных, мы обнаружили еще 18 других видов водных растений, занимающих от 0,2% до 6,1% общей поверхности занятой растительностью.

Применение водолазного метода увеличивает точность флористических исследований.

Протяжение растений достигающих поверхности не совпадает с действительной границей их ареала. Особи, не достигающие поверхности воды, невидны из поверхности и только человек, находящийся под водой, может обнаружить их присутствие.

Список иллюстраций

- Фот. 1. Водолаз в полном снаряжении перед спуском в воду
 Фот. 2. Поплавки, обозначающие границу подводного луга
 Рис. 1. Сетка линии видимости, соединяющих измерительные жерди, брошенная на участок озера (1:1000)
 Рис. 2. Общий план I — озеро Сконал — план флористический — состояние в августе 1957 г. (1:500)
 Рис. 3. Общий план II — озеро Сконал — разделение на флористические участки
 Рис. 4. Подробный план I — План распределения водных растений в участке I (1:250)
 Рис. 5. Подробный план II — План распределения водных растений в участке II (1:250)
 Рис. 6. Подробный план III — План распределения водных растений в южном заливе озера (1:250)

A. Kosicka, S. Kosicki

A floral Sketch of Skonal Lake done by Diving Method

Summary

A full measurement of water flora areas has been rendered possible owing to the application of a diving apparatus. This method has allowed an exact localization of all communities of underwater vegetation, invisible from the water's surface.

By application of visual lines and measuring square we have established a plan of the plant's expansion in a 1:500 scale and then by a planimetric system all the surfaces covered with plants have been computed.

42⁰/₀ of the Skonał Lake measuring 88 611 m² is covered with vegetation. *Phragmites communis* Trin., covering 39.4⁰/₀ of the surface occupied by vegetation is here dominant. Reeds appear along coast lines with the exception of three small littoral segments, marked out as sector V. *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig. covering 15.6⁰/₀ and *Potamogeton lucens* L. with 14.7⁰/₀ of the total surface covered by vegetation have the second and third place. *Tolypellopsis stelligera* (Bauer) Mig. forms areas of underwater meadows having a surface of 5772 m² in the lake's southern bay. *Potamogeton lucens* L. appears most often along the east coast and in the lake's southern part. Outside those mentioned above we have discovered 18 more species of water plants covering 0.02⁰/₀—6.1⁰/₀ of the total surface of vegetation area.

The application of a diving apparatus rendering available direct observation of the underwater phenomena has greatly increased the accuracy of floristic researches in the water environment. Individual plants not reaching the water's surface are invisible for observers staying above the water and it is only the diver who may exactly note their occurrence under the water's surface.

List of figures

Phot. 1. Divers equipment

Phot. 2. Floaters showing the range of submergent plant area

Fig. 1. Net of lines between particular stocks placed on the lake shore

Fig. 2. General outlook of the vascular plant distribution in Skonał Lake (August 1957)

Fig. 3. Sectors of the vegetation area according to the occurrence of specific plant communities

Fig. 4. Distribution of plants in sector I

Fig. 5. Distribution of plants in sector IIIb

Fig. 6. Distribution of plants in the southern bay of Skonał Lake

PIŚMIENICTWO — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHY

1. Bernatowicz S., 1951. Botanika rybacka. Państwowe Wydawnictwa Rolnicze i Leśne. Warszawa.
2. Bernatowicz S., 1952. O kartograficznym oznaczaniu makrofitów wodnych. Wszczęświat. zeszyt 1/2, str. 55 — 56 Kraków.
3. Dąbska I. i Karpiński J., 1954. Ramienice — Klucz do oznaczania gatunków krajowych. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
4. Fedczenko B. A., 1949. Wyższyje rastienija. w pracy: Żyźń presnych wod SSSR pod red. Żadina, str. 311 — 338. Izdatelstwo Akademii Nauk SSSR. Moskwa-Leningrad.
5. Kocół L., 1953. Rozmieszczenie roślinności w litoralu jeziora Tajty. Roczniki Nauk Rolniczych, 67-D. Warszawa.
6. Kosicka A., 1958. Rozprzestrzenianie się trzciny — *Phragmites communis* Trin. — na jeziorze Skonał. Doniesienie tymczasowe. Polskie Archiwum Hydrobiologii V(XVIII). Warszawa.
7. Lipin A. N., 1950. Presnyje wody i ich żyźń. Uczpiedgiz. Wyd. 3. Moskwa.

8. Szafer W., Kulczyński S. i Pawłowski B., 1953. Rośliny Polskie. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa.
9. Tołpa S., 1950. Rośliny naczyniowe jeziora Charzykowo. Instytut Badawczy Leśnictwa — Prace badawcze — Jez. Charzykowo. Cz. I. opracowanie zbiorowe. Państwowe Wydawnictwa Rolnicze i Leśne. Warszawa.
10. Wojtusiak R.J. i współpracownicy, 1939. Badania nad fauną i florą denną Zatok Gdańskiej dokonane przy użyciu hełmu nurkowego I. Bull. Acad. Polon. Cl. Math. Nat. B. II.

B. Czeczuga

Zawartość chlorofilu w osadach dennych jezior Rajgrodzkich w okresie polodowcowym

Zakład Biologii Akademii Medycznej w Białymstoku

Otrzymano 15.IX.1958

Wstęp

Organizmy roślinne i zwierzęce zamieszkujące zbiorniki wodne obumierając opadają na dno zbiorników i, wraz z materiałem przynoszonym przez spływające wody z otaczających terenów, tworzą osady denne.

Od dawna zajmowano się badaniami szczątków zwierzęcych (głównie małży) oraz fitoplanktonu (okrzemek) w osadach dennych jezior. W ostatnim dziesięcioleciu wiele uwagi poświęca się szczątkom należącym do innych grup fitoplanktonu. Wg procentowych stosunków sinic, niektórych zielenic, szczątków *Desmidiaceae* i okrzemek można odtworzyć historię danego zbiornika wodnego (Korde 1956, 1956a, 1956b, 1956c, 1956d).

Równocześnie z wymienionym kierunkiem badań rozwinął się biochemiczny kierunek badań osadów dennych jezior i mórz. Badano ilość karotenów w osadach (Trask 1932, Baudisch i Euler 1934, Fox 1937, 1938, 1941, 1944, Sawinow i wsp. 1950, Vallentyne 1956), zawartość chlorofilu w górnej warstwie osadów dennych mórz (Jastrowa 1938, Klenowa i Jastrowa 1938, Lubimienko i Czernusowa 1930, Phinney 1946). Vallentyne (1954, 1955, 1955a, 1956, 1957), Deevey (1955) stosują oznaczanie chlorofilu w osadach dennych jezior.

Vallentyne (1955a) badając krzywe absorpcji światła w wyciągach chlorofilu otrzymanych z glonów jeziora Opinicon (Ontario), z wyciągami chlorofilu otrzymanego z osadów dennych tegoż jeziora, nie stwierdził żadnej różnicy w absorpcji czerwonych promieni widma (długość fali 666 m μ). Powyższe

pozwoili zastosować jednakowe metody do oznaczania chlorofilu w fitoplanktonie jak i w osadach dennych zbiorników.

Według *Vallentyne* (1955) maksimum absorpcji chlorofilu wyekstrahowanego przy pomocy 90% acetonu z osadów dennych jezior znajduje się w tych samych granicach co i chlorofilu *a*, tj. 666 m μ .

Baudisch O. i *Euler H.* (1934) oraz *Fox* (1944) uważają, że przyczyną trwałości chlorofilu w osadach dennych jezior jest: niska temperatura (około 4°C) osadu, brak światła i tlenu. W zbiorniku Lower Linsley Pond (Connecticut) osad zawierający chlorofil liczy 11 000 lat (*Vallentyne* 1956). Wymieniony autor twierdzi, że analizy ilości chlorofilu w osadach dennych zbiorników mogą być pomocne w pracach paleobotanicznych.

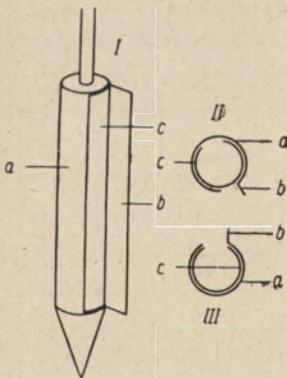
Oznaczanie ilości chlorofilu w poszczególnych warstwach osadów dennych jezior pozwala wnioskować o wahaniach dotyczących produkcji materii organicznej w poszczególnych okresach historii jeziora.

Praca niniejsza jest próbą powiązania i synchronizacji wahań ilościowych w pionowym rozmieszczeniu chlorofilu i materii organicznej w osadach dennych jezior ze zmianami klimatycznymi w okresie holocenu.

Material i metodyka

Badano osady denne jezior: Rajgrodzkiego, Białego, Krzywego oraz Ślepego.

Próbki pobrano z jeziora Rajgrodzkiego w dniu 5 lutego 1958 r., z Białego i Krzywego w dniu 6 lutego, a z j. Ślepego 7 lutego 1958 roku. Próbki pobierano na głębokości 10 m (j. Ślepe 1 m) przy pomocy świdra komorowego *Hillera* o długości kamery — 0,5 m) (rys. 1). Uzyskanie całego przekroju osadów dennych o grubości kilku metrów wymagało kilkakrotnego zapuszczenia świdra dla kolejnego wydobywania coraz głębszych warstw osadu, bo jednorazowe zapuszczenie świdra dawało tylko przekrój 0,5 m grubości. Próbki do analiz pobierano w odstępach 10 cm, tj. wg przyjętych zasad podczas



Rys. 1. Szkic świdra *Hillera*

I — wygląd zewnętrzny; II — poprzeczny przekrój zamkniętego świdra; III — poprzeczny przekrój otwartego świdra; a — cylinder zewnętrzny; b — skrzydełko zewnętrznego cylindra; c — cylinder wewnętrzny

biochemicznych badań osadów dennych (*Korde* 1956, *Vallentyne* 1955). Natomiast dla pełniejszego obrazu osadów dennych j. Rajgrodzkiego, w związku ze stosunkowo cienką warstwą w tym jeziorze, próbki były pobrane w odstępach co 5 cm. Wydobyty osad denny umieszczano w rurkach i zaty-

kano korkami. Próbkę odpowiednio numerowaną zalewano parafiną w celu zachowania wody. Do chwili oznaczenia ilości chlorofilu materiał przechowywano w ciemności przy 4—6°C.

W pracowni niezwłocznie oznaczano % wody w osadach, ilość chlorofilu przypadającą na g suchej masy osadu oraz % materii organicznej wg suchej masy osadu dennego.

Część próbki (1 g) przenoszono do tygielków i suszono w t° 105° w ciągu 10 godz. w celu obliczenia % zawartości wody i suchej masy w osadzie jeziornym. Po oznaczeniu suchej masy tygielki wkładano do elektrycznego pieca mufłowego i prażono w temperaturze ciemnoczerwonego żaru w ciągu 8 godz., po ostudzeniu w eksykatorze ważono i obliczano % substancji organicznej. Ważenia wykonywano na wadze analitycznej firmy „Meopta”.

Drugą część próbki przeniesioną do naczynka wagowego ważono, zalewano 86% etanolem, mieszano bagietką i przechowywano w ciemności, co pewien czas wstrząsano, zaś po upływie 20 godz. sączono przez sączki „Seitz—K” No 5. Zawartość chlorofilu w ekstrakcie oznaczano za pomocą kolorymetru fotoelektrycznego systemu Lumetron Mod 400-A używając filtra czerwonego o długości fali 650 m μ . Jako płynu standardowego służącego do wykreślenia krzywej absorpcji światła przez chlorofil użyto roztworu krystalicznego chlorofilu (firmy „Riedl”, Hanover) w etanolu, którego używano do ekstrahowania chlorofilu z osadu dennego.

Rozpiętość w czasie między pobraniem prób a ekstrakcją chlorofilu nie przekraczała 10 dni.

Przeanalizowano 98 próbek osadu dennego z wymienionych jezior. Jednocześnie metodą mikroskopową oznaczono szczątki planktonu pochodzącego z poszczególnych poziomów osadów dennych.

Wyniki badań

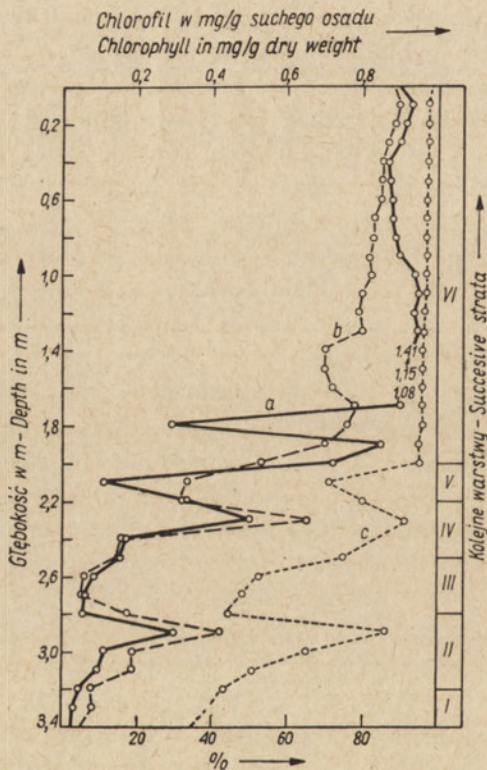
Jezioro Ślepe

Jest to jezioro typu dystroficznego, zamknięte, o powierzchni 12 ha, otoczone lasem mieszanym. Woda ma barwę brunatną, co wskazuje na dużą zawartość związków humusowych. Próbkę były pobrane w odległości 100 m od wschodniego brzegu na głębokości 1 m (maksymalna głębokość 1,5 m) w odstępach co 10 cm.

Grubość osadu dennego wynosi 3,4 m. Górna warstwa o miąższości 1,8 m ma charakter półpłynny, ciemnobrązową barwę, przy dotyku rozplywa się w leżącej nad nim warstwie wody. Pod tą warstwą zalega warstwa osadu dennego o grubości 30 cm barwy ciemnobrązowej, o gęstszej galaretowatej konsystencji. Na głębokości 2,2—2,6 m osad posiada barwę ciemnobrązową i zawiera domieszkę piachu.

Próbki pobrane na głębokości 2,6—2,8 m były barwy niebieskoszarej, ciemniejszej podczas przechowywania, posiadały dużą zawartość ilu. Zalegające pod tą warstwą osady denne o miąższości 10 cm miały barwę warstw górnych i zawierały przeszło 42% materii organicznej. Pierwotne dno, tj. polodowcowe, pokrywa warstwa osadów grubości 0,6 m niebieskoszarej barwy, mazista, ciemniejsza podczas przechowywania.

Analiza mikroskopowa osadu dennego wykazała obecność szczątków następujących glonów: *Diatoma vulgare* Bory, *Fragillaria capucina* Desm., *Stauroneis anceps* Ehr., *Cymbella helvetica* Kütz., *Pediastrum simplex* var. *radians*



Rys. 2. Pionowe rozmieszczenie chlorofilu (a), materii organicznej (b) oraz wody (c) w osadach dennych Jeziora Ślepego (chlorofil w mg/g suchego osadu dennego, materia organiczna i woda w %)

Lemn., *P. duplex* Meyen (Kütz.), *P. d.* var. *clathratum* Al. Braun, *P. d.* var. *reticulatum* Lagerh., *P. d.* var. *subgranulatum* Racib., *P. d.* var. *vividum* Racib., *P. Boryanum* (Turpin) Menegh., *P. B.* var. *longicorne* Reunisch, *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Breb. oraz *Staurastrum punctatum* Breb.

W górnych warstwach (I) dominowały gatunki: *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Breb. oraz gatunki *Pediastrum*. W niżej położonych warstwach (II, IV) przeważały szczątki glonów z grupy *Diatomea* (*Stauroneis anceps*, *S. phoenicenta*) oraz *Pediastrum Boryanum*. W warstwach o barwie niebieskoszarej (III, V) występowały tylko pojedyncze okazy okrzemek. Wyniki analiz ilości chlorofilu, zawartości wody oraz materii organicznej ilustruje rys. 2.

Wyniki przedstawione na rys. 2 wskazują, że w profilu osadów jeziornych widoczna jest ścisła zależność między ilością chlorofilu, materii organicznej oraz wody.

Według zawartości chlorofilu i materii organicznej można wyróżnić następujące warstwy osadów dennych:

Warstwa I, o miąższości 20 cm, zalega pierwotne dno jeziora, ilość chlorofilu wynosi od 0,020 mg do 0,038 mg na g suchego osadu dennego. Ilość materii organicznej w osadach tej warstwy wynosi 4,8%—7,82%. Zawartość wody waha się w granicach 34%—43%. Osad posiada barwę niebieskoszarą przybierającą ciemną barwę podczas przechowywania.

Warstwa II, miąższość 40 cm, barwa brunatna. Ilość chlorofilu od 0,091 do 0,296 mg/g suchego osadu, ilość materii organicznej zwiększa się do 41%. Jest to pierwsze optimum polodowcowe zaznaczone w osadach jeziora. W związku ze zwiększeniem ilości chlorofilu oraz materii organicznej zwiększa się zawartość wody od 51% do 85,8%.

Warstwa III, barwa osadów dennych tej warstwy nie różni się od barwy warstwy I (barwa niebieskoszara, ciemniejsza przy przechowywaniu), miąższość wynosi 30 cm, ilość chlorofilu waha się w granicach 0,052 mg/g—0,071 mg/g suchego osadu dennego, materia organiczna od 16,66% do 5,11%, a ilość wody waha się w granicach 44—52%.

Warstwa IV, w warstwie tej (miąższość 30 cm) ponownie zwiększa się ilość chlorofilu do 0,506 mg (0,149—0,506), materii organicznej do 64,57%, zawartość wody 74,74—91,2%. W warstwie tej stwierdzono dużą ilość muszli małży, szczególnie dominował (70%) gatunek *Valvata piscinalis* Müller. Osad ma ciemnobrunatną barwę, półpłynną konsystencję.

Warstwa V, miąższość warstwy — 20 cm. Ilość chlorofilu zmniejsza się do 0,110 mg, materii organicznej — 32%, wody — 71%.

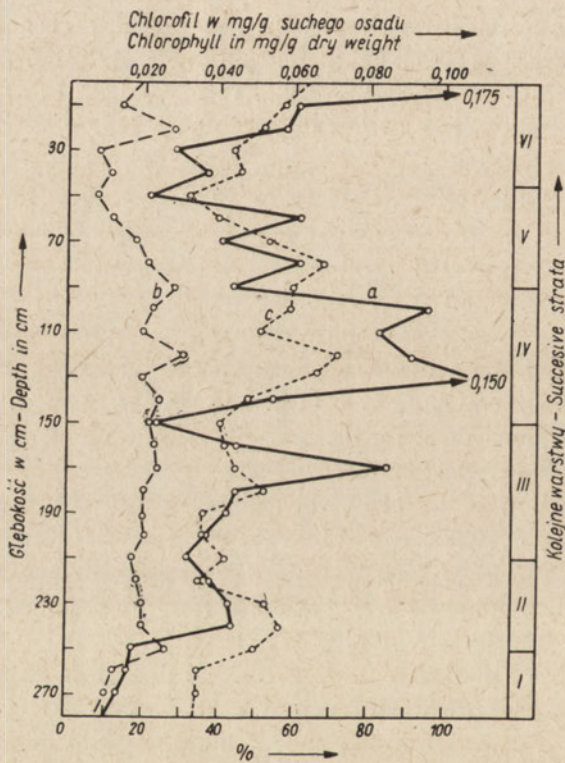
Warstwa VI, o miąższości 2,0 m charakteryzuje się największą ilością chlorofilu. Ilość chlorofilu sięga do 1,414 mg (największa pośród wszystkich jezior) na głębokości 1,5 m od powierzchni dna. W górę od tej warstwy ilość chlorofilu się zmniejsza do 0,904 mg (pomimo że ilość materii organicznej się zwiększa). Powyższe można objaśnić intensywnym przebiegiem procesów humifikacji w jeziorze, dlatego ilość chlorofilu się zmniejsza, a materii organicznej się zwiększa. Materia organiczna w osadach tej warstwy stanowi od 70% do 80% w górnych poziomach. Ilość wody utrzymuje się prawie na jednym poziomie w całym profilu warstwy i waha się w granicach 95—96,3%. W wymie-

nionej warstwie dominowały resztki glonów: *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) oraz *Pediastrum duplex* Meyer (Kütz.) i *P. Boryanum* Turpin (Menegh.). Występował również rzadko spotykany w tej warstwie *Pediastrum simplex* var. *radians* Lemn.

Jezioro Krzywe

Jest to jezioro typu eutroficznego o powierzchni 88,4 ha, głębokości maksymalnej 8 m. Jest to zbiornik o największej intensywności rozwoju fitoplanktonu (Czeczuga 1958).

Próbki osadu dennego były pobrane w odległości 100 m od brzegu na głębokości 3 m w odstępach co 10 cm. Grubość osadu dennego wynosi 2,8 m.



Rys. 3. Pionowe rozmieszczenie chlorofilu (a), materii organicznej (b) oraz wody (c) w osadach dennych Jeziora Krzywego (chlorofil w mg/g suchego osadu dennego, materia organiczna i woda w %)

Osady dennie zalegające na piasku (dno polodowcowe) jeziora Krzywego o miąższości 1,1 m mają barwę szaroniebieską z dużą domieszką ilu. Natomiast warstwa wyżej leżąca, brązowa, zawiera niewielką ilość piasku.

Pionowe rozmieszczenie ilości chlorofilu w osadach dennych jeziora oraz % zawartości materii organicznej i wody ilustruje rys. 3.

Analiza mikroskopowa wykazała obecność szczątków glonów: *Amphora ovalis* Kütz., *Cocconeis* sp., *Melosira varians* C. A. Ag., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.), *Neidium affine*, *Novicula* sp., *Pediastrum simplex* (Lemn.), *P. Boryanum* Turpin, *Pediastrum Tetras* (Ehr.), *Pediastrum Boryanum var longicorne* Rein., *Scenedesmus quadricauda* Turp., *Anabaena* sp. (przetrwalniki) oraz szczątki niektórych *Chlorophyta*. W górnej warstwie (V) dominowały przetrwalniki *Anabaena* oraz gatunki *Diatomea*, w warstwie IV zwiększa się ilość *Pediastrum*, a szczególnie *Pediastrum Boryanum*. Pionowa stratyfikacja chlorofilu, materii organicznej i wody przedstawia się jak niżej:

W a r s t w a I, o miąższości 30 cm zalegająca na dnie pierwotnym, zawiera małą ilość chlorofilu, 0,010—0,016 mg/g suchego osadu dennego, materii organicznej — 8% oraz wody — 35%.

W a r s t w a II, miąższość — 40 cm, ilość chlorofilu zwiększa się do 0,044 mg/g suchej masy osadu, materii organicznej — 26,2%, wody — 56,7%. W warstwie tej osad posiadał barwę czarną przypominającą zwęglone resztki roślinne.

W a r s t w a III, o miąższości 60 cm, charakteryzuje się ponownym zmniejszeniem się zawartości chlorofilu oraz innych wskaźników. Ilość chlorofilu waha się od 0,032 do 0,037 mg/g suchej masy osadu dennego. Zmniejsza się również i ilość materii organicznej, oraz wody zawartej w osadzie dennym.

W a r s t w a IV, o miąższości 60 cm, zawiera najwięcej chlorofilu i materii organicznej, oraz wody. Chlorofil stanowi od 0,083 mg/g suchej masy osadu do 0,150 mg, materia organiczna 30,3%, woda 70,6%. Jest to okres największego optimum klimatycznego dla rozwoju produkcji organicznej w danym jeziorze.

W a r s t w a V, miąższość 45 cm, jest to warstwa powolnego zmniejszania się ilości chlorofilu i % zawartości materii organicznej oraz wody. Ilość chlorofilu waha się w granicach od 0,022 do 0,062 mg/g suchej masy osadu dennego. Ilość materii organicznej stanowi od 28 do 7,5%, wody od 68% do 32%.

W a r s t w a VI jest to górna warstwa osadu dennego grubości 45 cm. Charakteryzuje się powolnym wzrostem ilości chlorofilu od 0,028 mg/g suchej masy osadu dennego do 0,175 mg/g na powierzchni obecnego dna, zwiększa się ilość materii organicznej oraz zawartości wody.

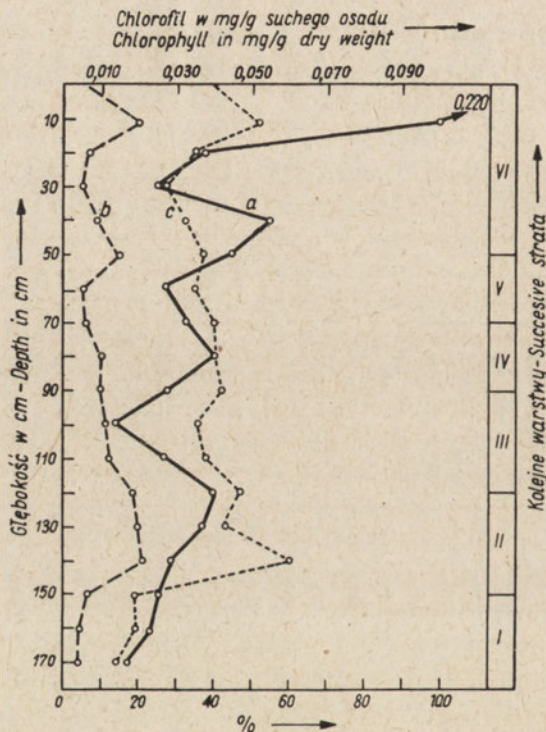
Jeziro Białe

Powierzchnia jeziora wynosi 146,37 ha, maksymalna głębokość 35 m (głębokość średnia 15 m). Należy do typu jezior mezotroficznych, raczej przejściowych do oligotroficznych. Wstępne badania (C z e c z u g a 1958) wykazały w nim ubóstwo fitoplanktonu i obecność raczków reliktowych *Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars. oraz *Limnocalanus macrurus* G. O. Sars. Jezioro zasilane jest przez wody gruntowe.

Próbki osadu dennego pobrano w okolicy wyspy na głębokości 5 m, w odstępach co 10 cm.

Mięszkość osadu dennego wynosi 1,7 m. Barwa osadu na ogół brązowa z domieszką piasku, natomiast 30 cm warstwa zalegająca na dnie pierwotnym posiada barwę niebieskoszarą ciemniejącą podczas przechowywania.

Analizując próbki osadu stwierdzono obecność wyłącznie szczątków (pancerzyków) następujących okrzemek: *Epithemia zebra* (Ehr.) Kütz., *E. zebra* var. *saxonica* Grun., *Neidium bisulcatum* (Lag.) Clev., *Melosira varians* C. A. Ag., *Diatoma vulgare* Bory., *Cocconeis* sp., *Cymbella affinis* Kütz., *C. placentula* (Ehr.), *Asterionella gracillima* (Han.) Heib., *Navicula bacillum* Ehr. *N. dicephala* (Ehr.) Smith., *Cymatopleura solea* (Breb.) Smith., *Amphora ovalis* Kütz., *Cyclo-*



Rys. 4. Pionowe rozmieszczenie chlorofilu (a), materii organicznej (b) oraz wody (c) w osadach dennych Jeziora Białego (chlorofil w mg/g suchego osadu dennego, materia organiczna i woda w %)

tella Kützingiana Thw., *Pinnularia gracillima* Greg., *Stauroneis anceps* Ehr. i *Synedra capitata* Ehr. Pionowe uwarstwienie chlorofilu w osadach dennych jeziora Białego ilustruje rys. 4. Jak widzimy z rys. 4, wyróżnić można następujące warstwy osadów:

W a r s t w a I, zalegająca na dnie pierwotnym (polodowcowym) o miąższości 20 cm. Ilość chlorofilu waha się w granicach 0,017—0,023 mg/g suchego osadu dennego. Zawartość materii organicznej 3,9—4,7%, wody 15—20%.

W a r s t w a II, o grubości 30 cm, charakteryzuje się większą od poprzedniej warstwy zawartością chlorofilu, materii organicznej i wody. Chlorofil stanowi od 0,025 do 0,040 mg/g suchego osadu dennego, materia organiczna 18—21%, woda 47—60%.

W a r s t w a III (30 cm) odpowiada ponownemu zmniejszeniu się chlorofilu, materii organicznej oraz wody. Zawartość chlorofilu zmniejsza się do 0,014 mg/g suchego osadu dennego, materii organicznej — 9,9% i wody 36%. Jest to warstwa charakteryzująca minimum chlorofilowe w osadach dennych jeziora Białego.

W a r s t w a IV, grubość 20 cm. Ilość chlorofilu ponownie zwiększa się do 0,040 mg/g suchej masy osadu dennego, procentowa zawartość materii organicznej i wody nie ulega większym zmianom w porównaniu do warstwy III.

W a r s t w a V jest to trzecie z kolei zmniejszenie się produkcji materii organicznej w jeziorze. Miąższość warstwy 20 cm, ilość chlorofilu zmniejsza się do 0,027 mg, materii organicznej 5,5%, wody 35%.

W a r s t w a VI, miąższość 50 cm. Na głębokości 40—50 cm od powierzchni dna obecnego zalega warstwa zawierająca maksimum chlorofilu (0,055 mg/g suchej masy osadu) oraz materii organicznej 14,8% i wody 37%. Dalej następuje ponowny spadek wszystkich wskaźników (chlorofilu do 0,025 mg/g suchej masy osadu dennego), materii organicznej 5,3% oraz wody 27%. W 10 cm górnej warstwie osadów obecnego dna jeziora ilość chlorofilu zwiększa się do 0,220 mg/g suchej masy osadu, natomiast ilość materii i wody zmniejsza się.

Jezioro Rajgrodzkie

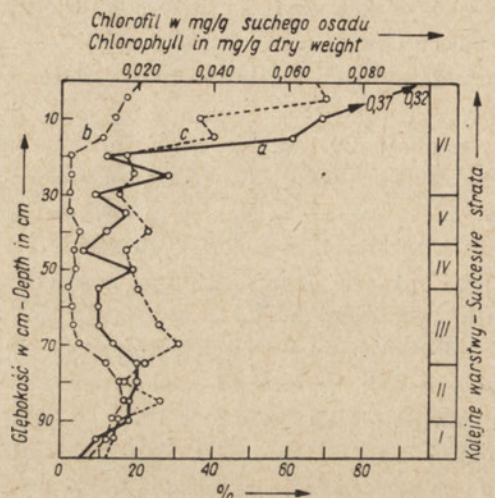
Jest największym z badanych jezior, o powierzchni 1919 ha i maksymalnej głębokości 51 m. Jest ono zbiornikiem przepływowym, bowiem do odnogi Stace wpada rzeka Małkinia, wypływająca z Jeziora Selment, zaś do odnogi Przepiórka wpada rzeka Przepiórka. Z odnogi Rajgród odpływa rzeka Jegrznia, wpadająca do Jeziora Dręstwo.

Próbki osadu dennego pobrano z odnogi Rajgród w odległości 300 m od kościoła na głębokości 6 m. Grubość osadu dennego w miejscu pobrania próbek wynosiła 1 m. Próbki do analiz pobrane były w odstępach co 5 cm.

Osady denne Jeziora Rajgrodzkiego wg barwy podzielić można na 2 warstwy. Warstwa górna o miąższości 25 cm ma barwę szarobrazową zawierającą dużo piasku i gliny. Następna warstwa o grubości 75 cm, niebieskoszarej barwy, ciemniejsza podczas przechowywania, gęsta, z dużą domieszką łu.

W wyniku analizy mikroskopowej osadu dennego stwierdzono obecność resztek następujących glonów: *Melosira varians* C. A. Ag., *Cyclotella Kützin-*

giana Thwaites, *C. Meneghiniana* Kütz., *Diatoma vulgare* Bory., *Fragilaria capucina* Desm., *F. virescens* Ralfs., *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr., *Cocconeis pediculus* Ehr., *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabh., *Stauroneis anceps* Ehr., *Navicula restellata* Kütz., *N. menisculus* Schm., *N. oblonga* Kütz., *N. exigua* (Gregory) O. Müller, *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun., *Pinnularia gracillima* Greg., *Amphora ovalis* Kütz., *Cymbella prostata* (Berk) Cl., *C. ventricosa* Kütz., *C. affinis* Kütz., *C. helvetica* Kütz., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *G. constrictum* Ehr., *Epithemia zebra* (Ehr.) Kütz., *E. zebra* var. *porcellus* (Kütz.)



Rys. 5. Pionowe rozmieszczenie chlorofilu (a), materii organicznej (b) oraz wody (c) w osadach dennych Jeziora Rajgrodzkiego (chlorofil w mg/g suchego osadu dennego, materia organiczna i woda w %)

Grun., *Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) W. Smith., *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm. oraz *Surirella biseriata* Breb. Pomimo małych ilości chlorofilu w osadach dennych Jeziora Rajgrodzkiego można wydzielić w nim (rys. 5) następujące warstwy:

Warstwa I, grubości 10 cm zalegająca na piaszczystym dnie południowym, zawiera około 0,010 mg chlorofilu/g suchego osadu dennego, 10% materii organicznej i 15% wody.

Warstwa II, o miąższości 15 cm, charakteryzuje się większą zawartością chlorofilu, materii organicznej oraz wody. Ilość chlorofilu waha się w granicach 0,018—0,020 mg/g suchego osadu dennego, zwiększa się udział materii organicznej do 17,76% i wody do 26,6%.

Warstwa III (miąższość 20 cm) ponownie zawiera małą ilość chlorofilu — 0,010 mg/g suchego osadu dennego, materii organicznej 2,25% oraz wody 10%.

Warstwa IV, o miąższości 12 cm, zawiera większą ilość chlorofilu od warstwy III (0,019 mg chlorofilu/g suchego osadu), 4% materii organicznej i 18% wody.

Warstwa V (13 cm grubości) wykazuje trzecie z kolei minimum chlorofilu (0,006 mg/g suchego osadu). Ilość materii organicznej i wody nie wykazuje różnicy w porównaniu do warstwy IV.

Warstwa VI, o miąższości 30 cm, charakteryzuje się największą ilością chlorofilu, materii organicznej oraz wody. Prócz górnej warstwy (mikrozony) zawierającej największe ilości chlorofilu, warstwa VI wykazuje drugie maksimum chlorofilu zalegające na głębokości 25 cm od powierzchni obecnego dna. Ilość chlorofilu w tym poziomie sięga do 0,028 mg/g suchej masy osadu dennego. Mikrozona zawiera od 0,370 mg do 0,061 mg chlorofilu/g suchej masy osadu dennego. Równolegle zwiększa się % materii organicznej do 20% oraz wody do 70%.

Omówienie wyników badań

Zmiany ilościowe w pionowym rozmieszczeniu chlorofilu w osadach dennych badanych jezior wskazują na zachodzące zmiany w ilości produkowanej materii od chwili powstania zbiorników.

Większa ilość chlorofilu w tej lub innej warstwie osadu dennego niewątpliwie odpowiada większej produkcji materii organicznej w danym okresie. Powyższe potwierdza i analiza zawartości materii organicznej w osadach. Na ogół równolegle do zwiększenia ilości chlorofilu w danej warstwie zwiększa się i % ilości materii organicznej jako najbardziej ogólnego wskaźnika sumy wszystkich dość skomplikowanych procesów prowadzących do tworzenia się osadów dennych. Szczególne znaczenie posiada stosunek ilościowy organicznych i nieorganicznych składników zawartych w osadach dennych (K o r d e 1956). W poszczególnych okresach istnienia jeziora podczas odkładania się osadów dennych może przeważać materiał przyniesiony (szczególnie mineralny) zapełniający łożysko jeziora lub ilość osadów mineralnych się zmniejsza, a nawet całkowicie ustaje, wtedy zaś na dnie jeziora odkłada się materia powstała w samym jeziorze. W wyniku tych procesów powstają różne i zmienne warunki dla egzystencji żywych organizmów. W pewnym przypadku warunki sprzyjają masowemu rozwojowi planktonu — w innym ogólna biologiczna produktywność jeziora się zmniejsza. Powyższą dynamikę produkcji materii organicznej jeziora w procesie ewolucji dokumentuje ilość chlorofilu oraz ilość materii organicznej w osadach dennych jeziora, bowiem znaczna część opadających na dno organizmów (raczej ich szczątków) bierze udział w formowaniu się organicznej części osadów dennych.

K o r d e (1956), badając historię mikroflory i mikrofauny Jeziora Nero (okolice Rostowa) oraz pionowe rozmieszczenie szczątków, synchronizuje

intensywność ich rozwoju ze zmianami klimatu w okresie polodowcowym. Na podstawie porównania wyników badań z analizą pyłkową osadów wymienionego jeziora K o r d e (1956) uważa, że w okresie borealnym zbiorniki wodne w wyniku ocieplenia klimatu uległy spłyceniu lub nawet wyschnięciu, produkcja materii organicznej wzrosła w osadach dennych i stanowi znaczny ich odsetek.

W okresie atlantyckim osady denne jezior w wyniku zwiększenia się poziomu wód zawierają większe ilości resztek mineralnych przyniesionych z otaczających terenów, dynamika produkcji materii organicznej się zmniejsza. Powyższe jest zgodne z analizą pyłkową dotyczącą tej warstwy osadów Jeziora Nero wykonaną przez T i u r e m n o w a (1956, cyt. wg K o r d e 1956).

Następny okres subborealny charakteryzuje się ponownym spływaniem się jezior. Występują w nich w znacznej ilości gatunki planktonu właściwe eutroficznym zbiornikom, zachodzi duży opad resztek organicznych, a szczególnie planktonu odkładającego się na dnie jezior tworząc sapropele.

W okresie subatlantyckim w wyniku nieznacznego zwiększenia się poziomu wody w jeziorze zmniejszyła się ogólna produkcja biologiczna, zwiększył się w osadach udział materiału mineralnego, zwiększyła się ilość gatunków okrzemek, co wskazuje na poprawę warunków tlenowych.

K o r d e wyróżnia w neoholocenie na pograniczu z subatlantyckim okresem jeszcze jedną fazę wskazującą na powtórne przesychnianie jezior i nazywa ten okres neoborealnym.

Otrzymane wyniki analiz ilości chlorofilu, % zawartości materii organicznej w osadach dennych w jeziorach Rajgrodzkich pozwalają na odtworzenie polodowcowej historii tych jezior. Pomimo pewnych różnic otrzymane wyniki na ogół są zgodne. We wszystkich czterech jeziorach w osadach dennych można wyróżnić 6 faz rozwojowych odpowiadających okresom klimatycznym Blytta i Sernandera.

O k r e s I. Charakteryzuje się ubóstwem produkcji materii organicznej. Ilość chlorofilu waha się w granicach 0,010 — 0,020 mg/g suchej masy osadu dennego. Zawartość materii organicznej nie przekracza 5%. Barwa osadu dennego z tego okresu niebieska, ciemniejąca przy przechowywaniu, zawiera dużo łu. Miąższość warstwy nie przekracza 10 cm. Ubóstwo życia w tym okresie i mineralizacja osadu dennego pozwalają wymieniony okres zaliczyć do okresu p r e b o r e a l n e g o Blytta i Sernandera, charakteryzującego się klimatem chłodnym i wilgotnym.

O k r e s II. Ilość chlorofilu oraz materii organicznej we wszystkich jeziorach zwiększa się znacznie. Ilość chlorofilu sięga do 0,296 mg/g suchej masy osadu dennego (J. Ślepe), materii organicznej 42% (również J. Ślepe). Powyższe dane dają podstawę do mniemania, że klimat w tym okresie był ciepły, opadów mało, co powodowało eutrofizację zbiorników wodnych. Okres ten odpowiada okre-

sowi borealnemu, który — według Blytta i Sernandera — charakteryzuje się ociepleniem i mniejszą ilością opadów.

Okręś III. Chlorofil i materia organiczna w osadach dennych wykazują wyraźny spadek. Podane maksymalne wartości chlorofilu i materii organicznej w osadach dennych poszczególnych jezior przedstawiają się jak niżej:

jeziora	chlorofil mg/g suchej masy osadu dennego	% materii organicznej
Ślepe	0,070	16,60
Krzywe	0,037	17,00
Białe	0,014	9,00
Rajgrodzkie	0,010	2,25

Według klasyfikacji Korde (1956) zawartość materii organicznej wskazuje na wysoką mineralizację osadów dennych, która jest wynikiem wyższego poziomu wód oraz ubóstwa życia. Odcinek ten odpowiada okresowi atlantyckiemu Blytta i Sernandera.

Okręś IV. Charakteryzuje się ponownym wzrostem chlorofilu i procentu materii organicznej. Maksymalne ilości chlorofilu i materii organicznej w okresie tym przedstawiają się jak niżej:

jeziora	chlorofil mg/g suchej masy osadu dennego	% materii organicznej
Ślepe	0,506	64,57
Krzywe	0,150	30,30
Białe	0,040	10,00
Rajgrodzkie	0,019	4,00

Porównując zestawienia wskaźników produkcji organicznej w okresach IV i III widzimy duże ilościowe różnice. Powyższa różnica wskazuje, że w okresie IV produkcja materii organicznej była znacznie większa niż w poprzednim okresie. Jest to okres subborealny, charakteryzujący się klimatem bardziej suchym niż poprzedni.

W warstwach jeziora Ślepego oraz Krzywego zwiększa się znacznie procentowy udział gatunków *Pediastrum* i *Scenedesmus* wskazujących na eutroficzny charakter zbiorników.

Okręś V. W osadach dennych zwiększa się udział napływowych związków mineralnych, zmniejsza się ilość chlorofilu i % materii organicznej. Ilości chlorofilu oraz materii organicznej ilustruje podane zestawienie:

jeziora	chlorofil mg/g suchej masy osadu dennego	% materii organicznej
Ślepe	0,110	32,00
Krzywe	0,022	7,50
Białe	0,027	5,50
Rajgrodzkie	0,006	3,80

Zmniejszanie się % zawartości materii organicznej w osadach, a zwiększanie się składnika mineralnego mówi o podniesieniu się poziomu wody w tym okresie w wymienionych jeziorach oraz zmniejszonej produkcji materii organicznej, co świadczy o pewnym zwilgotnieniu klimatu. Wymieniony odcinek profilu osadów dennych odpowiada okresowi subatlantyckiemu Blytta i Sernandera.

Okres historyczny VI. Odcinek profilu osadów dennych charakteryzuje się dużymi wahaniami ilości chlorofilu, jak i materii organicznej. Na pograniczu z poprzednim odcinkiem zalega warstwa, która musiała powstać w klimacie suchym. W warstwie tej zwiększa się znacznie ilość chlorofilu (J. Ślepe — 0,845 mg/g, J. Białe — 0,055 mg/g, J. Rajgrodzkie — 0,028 mg/g suchej masy osadu dennego). Równolegle zwiększa się ilość materii organicznej. Należałoby wspomniany odcinek profilu okresu historycznego odnieść do okresu neoborealnego wg Korde (1956).

Korde podkreśla, że zjawisko wymienione nie jest wywołane przez miejscowe warunki realizujące się w poszczególnych jeziorach, lecz odpowiada fazie klimatu kontynentalnego neholocenu. O podobnym zjawisku wspomina Turemnow (1956) (cyt. Korde 1956) analizując metodą pyłkową osady dennego jeziora Nero. Warstwa następna charakteryzuje się mniejszą zawartością chlorofilu i materii organicznej. Jest to warstwa o miąższości 10 cm, jedynie w Jeziorze Ślepym warstwa ta sięga jednego metra.

Powyższe jest wynikiem przynależności wymienionego jeziora do jezior dystroficznych i półpłynnej konsystencji warstwy (ilość wody — 97%). W wyniku humifikacji górne warstwy pochodzące z tego okresu w J. Ślepym mają mniej chlorofilu, natomiast więcej materii organicznej w porównaniu do warstwy położonej niżej.

Z przeanalizowanego materiału wynika, że jeziora nie zawsze przechodzą w swoim rozwoju od typu oligotroficznego do eutroficznego, lecz mogą typy oligotroficzny, jak i eutroficzny powtarzać się kilkakrotnie. Powyższe jest w związku ze zmianami klimatycznymi w otoczeniu jeziora w danym okresie. Obecnie Jezioro Ślepe jest typowym dystroficznym jeziorem, łóżyisko którego bardzo szybko zapelnia materia organiczna powstająca w jeziorze, jak i w jego otoczeniu.

Jeziro Krzywe jest zbiornikiem eutroficznym, charakteryzującym się bogatą produkcją fitoplanktonu w cyklu rocznym (Czeczuga 1958).

Jeziro Białe i Rajgrodzkie należą do jezior mezotroficznych, przy czym Jeziro Białe zawiera okazy reliktowych raczków i charakteryzuje się dużym zasileniem przez wody źródlane. Jeziro Rajgrodzkie charakteryzuje się większą produkcją fitoplanktonu oraz zakwitami sinic.

Praca była częściowo subwencionowana przez Komitet Hydrobiologiczny Wydziału II PAN

Wnioski

1. Największą miąższość osadu dennego zanotowano w dystroficznym Jeziorze Ślepym — 3,4 m, najmniejszą w Jeziorze Rajgrodzkim — 1,0, w Krzymym — 2,80, w jez. Białym — 1,70 m.

2. Stwierdzono zależność między ilością chlorofilu a ilością materii organicznej, przypadającej na 1 g suchej masy osadu dennego, oraz % ilością materii organicznej a % zawartością wody w 1 g masy osadu dennego.

3. Stwierdzono obecność chlorofilu w osadach dennych wymienionych jezior, od powierzchni dna do dna pierwotnego (polodowcowego).

4. Pionowa stratygrafia chlorofilu i materii organicznej w osadach dennych pozwala stwierdzić synchronizację ilości chlorofilu i materii organicznej ze zmianami klimatycznymi w okresie polodowcowym wg Blytta i Sernandera. Wyniki otrzymane pokrywają się całkowicie z wynikami K o r d e (1956) pracującej nad historią mikroflory i mikrofauny jeziora Nero.

5. W okresie historycznym stwierdzono istnienie fazy o klimacie kontynentalnym. Na okres ten przypada w osadach dennych badanych jezior warstwa zawierająca większą ilość chlorofilu, materii organicznej oraz wody. Faza ta odpowiada neoborealnej fazie K o r d e (1956).

6. Metoda analizy ilości chlorofilu w osadach dennych jezior pozwala wyróżnić poszczególne etapy rozwoju danego zbiornika od czasu jego powstania do czasu obecnego.

Б. Чечуга

Содержание хлорофилла в донных отложениях Райгородских Озер послеледникового периода

Резюме

Исследовалось количество хлорофилла в донных отложениях озер: Райгородского, Белого, Кривого и Слепого. Пробы добывались с помощью камерного бура Гиллера (длина камеры 0,5 м) в промежутках 5—10 см. Определялось процентное содержание органических веществ и воды. Количество хлорофилла определялось колориметрически на абсорбциометре Люметрон Мод — 400 А, при фильтре 650 мμ. Результаты сравнивались со

стандартной кривой раствора хлорофилла в этаноле (фирмы „Ридль” Ганновер). Самую большую мощность донных отложений отмечено в дистрофическом озере Слепом — 3,4 м, самую меньшую в Райгородском озере — 1 м, в Кривом — 2,8 м, в Белом 1,7 м. Обнаружено присутствие хлорофилла во всех слоях донных отложений до первичного слоя, последледникового. Максимальное количество хлорофилла содержится в верхнем слое мощности около 10 см (до 1,414 мг/г сухой массы). Нижние слои донных отложений перечисленных озер содержат меньше хлорофилла (0,009 мг/г сухой массы). Исключением является Слепое озеро, в котором верхние слои отложений содержат меньше хлорофилла, чем слои расположенные ниже, что связано с гумусификацией этого озера.

Вертикальное распределение хлорофилла в донных отложениях исследуемых озер дает возможность обнаружить синхронизацию его количества с климатическими изменениями в голоцене по Блиту и Сернандеру.

Следует также отличить так называемую фазу необореальную, которая по Корде (1956) характеризуется более сухим климатом по сравнению с периодами до и после этой фазы.

Найдена тесная зависимость между количеством хлорофилла и количеством органических веществ на 1 г сухой массы донных отложений. Применение метода исследования количества хлорофилла в донных отложениях дает возможность проследить историю данного водоема со времени его возникновения до настоящего времени.

Список рисунков

- Рис. 1. Бурав Гиллера
 Рис. 2. Вертикальное распределение хлорофилла (а), органической субстанции (в) и воды (с) в донных отложениях Слепого озера
 Рис. 3. Вертикальное распределение хлорофилла (а), органической субстанции (б) и воды (с) в донных отложениях Кривого озера
 Рис. 4. Вертикальное распределение хлорофилла (а), органической субстанции (б) и воды (с) в донных отложениях Белого озера
 Рис. 5. Вертикальное распределение хлорофилла (а), органической субстанции (б) и воды (с) в донных отложениях Райгородского озера

B. Czeczuga

The content of chlorophyll in the bottom deposits of the Rajgradzkie lakes in the postglacial period

Summary

The investigations were concerned with the amount of chlorophyll in the bottom deposits of the lakes: Rajgradzkie, Białe, Krzywe, and Ślepe.

Samples were taken with the aid of a Hiller peat borer (length of bore 0.5 m) every 5 to 10 cm. Organic matter and water were determined in percent. The amount of chlorophyll in the samples was determined colorimetrically with

the aid of a Lumetron Mod-400 A absorptiometer fitted with a 650 m μ . filter. The results were compared with a standard curve plotted from an ethanol solution of chlorophyll ("Riedl" Hanover).

The thickest bottom deposits were found in the dystrophic Ślepe lake (3.4 m), and the thinnest ones in the lakes: Rajgrodzkie (1.00 m.), Krzywe (2.80 m.), and Białe (1.70 m.).

Chlorophyll was revealed in all the strata of the bottom deposits down to the primeval postglacial bottom.

The proportion of chlorophyll was highest in the samples from the uppermost layer, roughly 10 cm. thick (up. to 1.414 mg/g. of dry weight of the bottom deposit). In this respect the Ślepe lake proved an exception since the upper layers contained less chlorophyll than the lower strata, which is attributable to humification of the lake. In the lakes in question the bottom deposits contain the smallest proportions of chlorophyll in the lower strata (0.009 mg./g. of dry weight of the deposits).

The vertical distribution of chlorophyll in the bottom deposits of the lakes in question reveals correlation with the climatic changes in the Holocene after Blytt and Sernander.

There may be distinguished also what is referred to as the neoboreal phase which was characterized according to K o r d e (1956) by a climate more arid than that of the preceding and succeeding phases.

A strict correlation was found to exist between the amounts of chlorophyll and organic matter prorated on the basis of 1 g. of dry weight of the bottom deposit.

By investigating the amount of chlorophyll in the bottom deposits of lakes, insight may be gained into the history of the lake concerned from the time of its origin onward.

List of figures

- Fig. 1. Scheme of Hiller borer
- Fig. 2. Vertical distribution of chlorophyll (a), organic matter (b), and water (c) in bottom deposits of Ślepe lake
- Fig. 3. Vertical distribution of chlorophyll (a), organic matter (b), and water (c) in bottom deposits of Krzywe lake
- Fig. 4. Vertical distribution of chlorophyll (a), organic matter (b), and water (c) in bottom deposits of Białe Lake
- Fig. 5. Vertical distribution of chlorophyll (a), organic matter (b), and water (c) in bottom deposits of Rajgrodzkie lake

PIŚMIENICTWO — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHY

1. B a u d i s c h O. und E u l e r H. v., 1934. Über den Gehalt einiger Moor — Erdarten an Carotinoiden. — Arkiv. Kemi, Mineral. Geol. 11A (No 21) : 1—10.
2. C z e c z u g a B., 1958. Badania ilości chlorofilu w fitoplanktonie jezior Rajgrodzkich — Acta Soc. Bot. Pol. 27(4) : 541—561.

3. Deevey E. S., 1955. The obliteration of the hypolimnion — *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, suppl. 8 : 9—38.
4. Fox D. L., 1937. Carotenoids and other lipoidsoluble pigments in the sea and deep marine mud. — *Proc. Nat. Acad. Sci.* 23 : 295—301.
5. Fox D. L., 1938. Some biochemical aspects of marine carotenoids. — *Fortschr. Chem. org. Naturst.* 5 : 20—39.
6. Fox D. L. and Anderson L. J., 1941. Pigments from marine muds. — *Proc. Nat. Acad. Sci.* 27 : 333—337.
7. Fox D. L., Updegraff D. M. and Novelli D. G., 1944. Carotenoid pigments in the ocean floor. — *Arch. Biochem.* 5 : 1—23.
8. Jastrowa L. A., 1938. Chlorofil w morskich otłożeniach. — *Odczot Inst. Mors. Ryb.*, t. V : 221—224.
9. Klenowa M. V. i Jastrowa L. A., 1938. Chlorophyll in den sedimenten als Kennzeichen des Gasregimes des Wasserbeckens. ³Zusammenfassung. — *Trans. Inst. Mar. Fish, USSR.* 5 : 70 (wg Vallentyne 1955).
10. Korde N. W., 1956. O nomenklature i tipologii sapropielewyc otłożenij. — *Tr. Laborat. Sapr. Otłoż.*, w. VI : 5—39.
11. Korde N. W., 1956a. Biostratifikacja otłożenij oziera Uszczimierowo i osnovnyje etapy ego istorii — *Tr. Laborat. Sapr. Otłoż.*, w. VI : 83—109.
12. Korde N. W., 1956b. Topologiczeskaja charaktierystika otłożenij oziera Nero. — *Tr. Laborat. Sapr. Otłoż.*, w. VI : 145—160.
13. Korde N. W., 1956c. Istorija mikroflory i mikrofauny oziera Nero. — *Tr. Laborat. Sapr. Otłoż.*, w. VI : 181—200.
14. Korde N. W., 1956d. Metodika biologiczeskogo izuczenija donnych otłożenij ozior (polewaja rabota i biologiczeskij analiz) — *Žiźn presnych wod ZSRR*, t. IV, cz. I : 383—413.
15. Lubimienko V. N. i Rauser-Czernoussowa M., 1930. Sur les restes fossiles de la chlorophylle dans les sédiments limoneux marins. — *Compt. rend. acad. sci. (Paris)*, 190 : 813—815.
16. Phinney H. K., 1946. A peculiar lake sediment of algal origin. — *Am. Midland Naturalist*, 35 : 453—459.
17. Sawinow B. G., Michajłownina A. A. i Szapiro S. A., 1950. Karotinojdy w leczebnych graziach ZSRR. — *Dokl. A. N. ZSRR*, t. 72, No 5 : 1087—1090.
18. Trask P. D., 1932. Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum.
19. Vallentyne J. R., 1954. Biochemical limnology. — *Science* 119 : 605—606.
20. Vallentyne J. R., 1955. Sedimentary chlorophyll determination as a paleobotanical method. *Can. J. Botany*, 33 : 304—313.
21. Vallentyne J. R. and Swabey Yvonne S., 1955. A reinvestigation of the history of Lower Linsley pond, Connecticut. — *Amer. J. of Scien.*, Vol. 253 : 313—340.
22. Vallentyne J. R. and Bidwell R. G. S., 1956. The relation between free sugars and sedimentary chlorophyll in lake muds. — *Ecology*, Vol. 37, No 3 : 495—500.
23. Vallentyne J. R., 1956. Epiphasic Carotenoids in Postglacial Lake Sediments — *Limn. a. Oceanogr.*, Vol. 1, No 4 : 252.
24. Vallentyne J. R., 1957. Sedimentary chlorophyll degradation products in surface muds from Connecticut lakes. *Can. J. Botany*, 35 : 35—42.

S. Feliksiak

Valvata (Borysthenia) naticina Menke and *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer) in the food of roach *Rutilus rutilus* (Linné) from Vistula near Toruń

Received 30 December 1958

In the material of *Mollusca* sent to me by Dr. E. Grabda, head of Laboratory of Diseases of Fishes at Bydgoszcz, on May 11, 1949, I found two species of snails, living in streams of large rivers: *Valvata (Borysthenia) naticina* Menke and *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer).

The material consisted of fragments of shells, extracted from the intestinal tract of two roaches *Rutilus rutilus* (Linné), caught in the Vistula near Toruń, on July 14, 1948. Among the fragments of shells, belonging to *Valvata (Borysthenia) naticina* Menke, I have distinguished 20 apexes and 20 opercula (diameter: 2 — 2.75 mm.), taken out of one roach. The total length of this roach was: 27.3 cm. The material belonging to *Lithoglyphus naticoides* (C. Pfeiffer), extracted from roach 31 cm. long, consisted, besides other fragments of shells, of 4 apexes and 3 opercula (3.75 × 3 mm.).

From the facts mentioned above we may conclude that roaches take their bottom foods also from the stream of Vistula.

M. Gieysztor

On a Continuous Series of Lakes

Department of Hydrobiology of the Warsaw University

Received 15 February 1959

The division of lakes into various limnological types, which occurs in the literature, may sometimes suggest that there only exist groups of lakes which are distinctly different from each other in limnological type. This suggestion is reinforced by the fact that not all authors draw attention in their work to the fact that the lake types described by them are connected with each other by a series of lakes of an intermediate nature. In such cases this is left to the supposition of the reader. Most pertinent however, is the absence to date of a concrete demonstration of a continuous series of lakes to illustrate the correct supposition that there exist lakes of an intermediate character which connect the various limnological types. Even in studies of larger numbers of lakes there has been shown a tendency to separate them into types rather than place them into series based on the nature of their milieu, flora and fauna. Multiplying the number of types by continually introducing new concepts — such as extreme oligotrophic, α -mesotrophic, β -mesotrophic, politrophic — even further underlines their uninterrupted continuity and also illustrates the tendency to consider those lakes, the types of which can be defined, similar to an attempt to separate out species from among a series of individual animals exhibiting an uninterrupted continuity of their characteristics, even more proper therefore, would appear the intention of demonstrating a concrete series of lakes (in our case from more oligotrophic lakes to extremely eutrophicated) in order to see whether it is possible, in spite of the continuity in the type of lakes to distinguish their characteristic groups. In addition, as in fact in nature, there do not exist groups of lakes belonging to one limnological type which are not connected to groups of lakes of another type, by lakes of an intermediate character, then it would be interesting to attempt a further step in establishing a continuous

Table I

A list of *Cladocera* and *Copepoda* encountered in the lakes in the vicinity of Giżycko

Crustacea from the pelagic regions	Lakes																	
	Mamry N	Dejany	Harsz	Dargin	Mamry S	Kisajno	Dobskie	Święcący	Goldapiwo	Śniardwy	Dgal Duży	Dgal Mały	Stregiel	Wilkn	Pozdrze	Przyleśne	Warniak	Wojsak
<i>Sida cristallina</i> (O.F. Müller)						X	X									X	X	X
<i>Diaphanosoma bra-</i> <i>chyurum</i> (Lievin)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	
<i>Daphnia longispina</i> <i>hyalina</i> (Leydig)		X		X								X					X	
<i>Daphnia longispina</i> <i>hyalina</i> var. <i>galeata</i> Sars	X	X	X	X	X	X	X		X									
<i>Daphnia longispina</i> <i>hyalina</i> var. <i>pellucida</i> P. Müller									X									
<i>Daphnia longispina</i> <i>hyalina</i> var. <i>lacustris</i> Sars									X									
<i>Daphnia cristata</i> <i>cristata</i> Sars	X		X	X														
<i>Daphnia cristata</i> <i>cederströmi</i> Schoedler			X															
<i>Daphnia cucullata</i> Sars										X							X	
<i>Daphnia cucullata</i> Sars var. <i>kahlbergensis</i> Schoedler	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X			
<i>Simocephalus vetulus</i> O.F. Müller																	X	X
<i>Ceriodaphnia quadran-</i> <i>gula</i> O.F.M. var. <i>pul-</i> <i>chella</i> Sars																	X	X
<i>Ceriodaphnia quadran-</i> <i>gula</i> O.F.M. var. <i>hamata</i> Sars				X														
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller)				X										X		X	X	
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller) var. <i>cornuta</i> Jurine																		X

Table I continued

Crustacea from the pelagic regions	Lakes																	
	Mamry N	Dejgany	Harsz	Dargin	Mamry S	Kisajno	Dobskie	Święcajfy	Goldapiwo	Śniardwy	Dgal Duży	Dgal Mały	Stręgiel	Wilkus	Pozędrze	Przyłęśne	Warmiak	Wojnak
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller) var. <i>brevicornis</i> Hellich																		X
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller) var. <i>curvirostris</i> Fischer																		
<i>Bosmina coregoni</i> Baird f. <i>berolinensis</i> Imhof	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X				
<i>Bosmina coregoni</i> Baird var. <i>thersites</i> Poppe											X	X	X	X	X	X		
<i>Bosmina coregoni</i> <i>crassicornis</i> Lilljeborg f. <i>rotundata</i> Lilljeborg			X	X	X	X	X	X	X			X						
<i>Eurycercus lamellatus</i> O.F.Müller							X									X	X	X
<i>Camptocercus rectiro-</i> <i>stris</i> Schoedler																X	X	
<i>Acroperus harpae</i> Baird																X		X
<i>Alona rectangulara</i> Sars															X	X	X	
<i>Alona affinis</i> Leydig	X			X													X	
<i>Graptoleberis testudi-</i> <i>naria</i> Fischer							X											
<i>Chydorus sphaericus</i> O.F. Müller			X					X			X	X	X	X	X	X		
<i>Bythotrephes longima-</i> <i>nus</i> Leydig	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X							
<i>Leptodora kindti</i> Focke	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Limnocalanus macru-</i> <i>rus</i> Sars	X	X		X	X	X	X	X										
<i>Eudiaptomus graciloi-</i> <i>des</i> (Lilljeborg)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Table I continued

Lakes <i>Crustacea</i> from the pelagic regions	Lakes																	
	Mamry N	Dejguny	Harsz	Dargin	Mamry S	Kisajno	Dobskie	Święcajty	Goldapiwo	Śniardwy	Dgal Duży	Dgal Mały	Stręgiel	Wilkus	Poczdrze	Przyleśne	Warniak	Wojsak
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars)				X	X	X	X											
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars	X	X	X	X	X			X										
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine)																X	X	X
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)				X											X	X	X	
<i>Eucyclops macruroides</i> (Lilljeborg)																X		
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars)																	X	
<i>Cyclops bohater</i> Koźmiński	X		X	X	X	X												
<i>Cyclops kolensis</i> Lilljeborg		X		X														
<i>Cyclops vicinus</i> Ujlan								X			X				X			
<i>Acanthocyclops viridis</i> (Jurine)	X	X		X	X			X								X		
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mesocyclops oithonoides</i> Sars	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Mesocyclops crassus</i> (Fischer)											X		X	X	X			

series of lakes based on our material, namely to assume that within any one limnological type it is possible to arrange the lakes in a series giving the strictly defined position of each lake in it. The third question which arises is whether such modest material as collected by us, namely a single chemical analysis of the water and a single qualitative sample of crustacea from the pelagic regions, which at the same time has the convenience that it can be collected within a short time, permits the demonstration of a continuous series of lakes.

In the efforts of investigators towards the systematization of lakes, the building up of their natural system, it is essential to find such a basic characteristic

as would enable the reduction of other characteristics to a common denominator i.e. more accurately, the greatest possible number of characteristics clearly related to the basic one. Rodhe (1958) and others consider primary production in a lake as the basic characteristic. It must be stressed, on the other hand, that such characteristics are numerous. In addition, their correct selec-

Table II

Lakes of the Giżycko vicinity arranged according to their depth, transparency, oxydability, $N(NH_3)$ and PO_4 . A denotes 1 point, B—2, C—3 and D—4 points. In the column headed depth in metres, $A > 20$, B—10-20, C—5-10, $D < 5$. In the column headed transparency in metres, $A > 4$, B—3-4, C—2-3, $D < 2$. In the column headed oxydability in mg/l O_2 : A—4.2-5.3, B—5.3-6.3, C—6.3-7.3, $D > 10$. In the column headed $N(NH_3)$ in mg/l: $A < 0.01$, B—0.03, C—0.06, D—0.16. In the column headed PO_4 in mg/l: A—0.1, B—0.1, C—0.2, D—0.3.

Lakes	Depth m	Transpa- rency	Oxydabi- lity	$N(NH_3)$	PO_4	Total
Harsz	A	A	A	A	A	5
Mamry N	A	A	A	A	B	6
Dargin	A	B	A	A	B	7
Kisajno	A	B	A	A	B	7
Dobskie	A	B	A	B	B	8
Dejguny	A	A	C	A	B	8
Mamry S	B	C	B	A	B	10
Święcajty	A	D	A	A	C	10
Gołdapiwo	A	C	A	A	D	10
Dgał Duży	B	C	C	A	C	12
Dgał Mały	B	D	A	A	D	12
Wilkus	C	C	C	A	B	12
Stręgiel	B	C	C	B	D	14
Pozezdrze	C	D	C	C	B	15
Warniak	C	D	C	B	D	16
Wojsak	D	D	D	D	D	20

tion and suitable use in the creation of a system of lakes, is only possible when we are in possession of a considerable, all-round knowledge of lakes. The lakes which I studied in the vicinity of Giżycko, the Mazurian Lake District, were established as a series on the basis of such characteristics as their depth, transparency, oxydability, and the occurrence of ammonia nitrogen and phos-

phates (table II). These particular characteristics of our lakes are closely related to the intensity of primary production in a lake (oxydability, phosphates) or show greater or lesser connections with it. According to F i n d e n e g g (1955) the quantity of nitrates and phosphates, or characteristics of the lake strictly connected with these quantities (among others the quantitative ratios in the phytoplankton), are the proper basis for the systematization of lakes based on their trophic state.

The quantitative ratios of the plankton crustacea are indirectly related to the occurrence in the water of N and P but, however, closely related to the intensity of primary production. However, we are not concerned here with quantitative data on the occurrence of plankton but with its qualitative aspect. Neither are we in a position to state anything more as to the way in which the qualitative occurrence of crustacea depends on the above mentioned characteristics of lakes due to our insufficient knowledge of the ecology of the crustacea.

As will be seen below, we obtained a remarkable agreement in arranging the lakes in a series, on the one hand, on the basis of their depth*, transparency and some of their chemical characteristics and on the other hand, on the basis of the occurrence of plankton crustacea and ichthyofauna and thus obtained a reasonably well founded picture of a continuous series of lakes. We shall now describe our material and methods by which it was collected and worked over.

From 16 lakes in the vicinity of Giżycko in the full summer stagnation period, from the 4th — 17th August 1950, data was collected on their chemistry, thermal conditions and transparency (G i e y s z t o r and O d e c h o w s k a 1958)**.

In order to establish the sequence of lakes illustrated in table II not all data obtained on the chemistry was used since only that given in the table made it possible to arrange the lakes in a series. Chemical data not taken into account here would, however, no doubt have been of positive value in this investigation, if it had been collected through the full yearly cycle. As can be seen from table II, I have used a "weighting" system i.e. a system where each of the selected characteristics of the lake has been allotted a different weight in the form of a certain number of "points". The greater the number of points a lake receives

* The characteristic of the depth of a lake has in this case rather more general meaning. It symbolizes the morphological characteristics of a lake in general, because should we take — for instance — into consideration the average depth or the surface measurements, it would bring to the series of lakes identical with those worked out by myself.

** I am going to correct here some mistakes which have appeared in the work of Gieysztor and Odechowska of 1958, being quoted here.

The oxygen curve of Goldapiwo Lake on fig. 6 should be identical with the curve on fig. 8 which refers to the same Goldapiwo Lake. Page 145, line 11 — ought to be: fig. 8 instead of fig. 7. Fig. 10 page 150 — instead of PO_4 mg/l should be PO_4 mg/m³.

the greater is its degree of eutrophication. The sequence of lakes with the same number of points was arranged approximately on the basis of all available data including those not figuring in the table.

Sampling the crustacea was performed by the vertical plankton sampling method, from bottom to surface, while attempting to do so in the shortest possible time so that material collected from various lakes should be as equivalent as possible. In addition, this material came from lakes, in the main, near each other and of similar or identical age and origin but considerably differing in their degree of eutrophication. Some of these lakes, markedly advanced in age, extend beyond the bounds of the definition of a lake. The crustacea sampling was performed exclusively at a considerable distance from the littoral.

The material was identified by Miss M. Wierzbicka and some of the data on the morphology and behaviour of *Limnocalanus macrurus*, mentioning the crustacea fauna accompanying it, has been published by her (Wierzbicka 1955).

In order to simplify the technique of arranging the sequence of lakes based on the occurrence therein of *Cladocera* and *Copepoda* and the sequence of species of these crustacea, a table similar to table III was used except that the names of lakes and species were placed on moveable cards, and squares with crosses indicated the presence of species in the lake. This made it possible to freely rearrange the sequence of lakes and the species of crustacea until a satisfactory picture was obtained.

In the arrangement of lakes in a series based on the plankton crustacea, not all the species found in these lakes were used. As those which were met with only sporadically or, even more, those which were found on only one occasion, do not throw any light on their relation to our arrangement of lakes in a series they were disregarded. These species are represented in table I which presents a collection of all species met with in our lakes.

In order to determine the position of a lake in the series the following principle was used: the more oligotrophic a lake is the more it contains species associated with this type of lake, and at the same time the index value of the species was taken into account. Thus, for example, the highest index value for oligotrophic lakes in our material was exhibited by *Daphnia cristata* occurring only in the first three lakes of our series, whereas the highest index value is shown by, or the most important leading species for shallow, strongly eutrophicated lakes is *Mesocyclops albidus* which only occurs in the last three lakes of the series.

The first 7 species, shown in table III as group I are characterised by occurring in the pelagic regions of lakes which are the deepest and have the largest surface area among the most oligotrophic lakes of our series. Only the last three species from group I also appear in small lakes. In group B, which contains lakes of a character intermediate between groups A and C we do not

Table III

Lakes of the Giżycko vicinity arranged on the occurrence of *Cladocera* and *Copepoda*

Crustacea from the pelagic regions	Lakes																		
	Mamry N	Dargin	Horsz	Dejgany	Mamry S	Kisajno	Dobskie	Święcały	Goldapiwo	Śniardwy	Dgal Duży	Dgal Mały	Stregiel	Wilkus	Pozadrze	Przyłecne	Warmiak	Wojniak	
I	A								B				C						
<i>Daphnia cristata cristata</i>	X	X	X																
<i>Heterocope appendiculata</i>	X	X	X	X	X														
<i>Cyclops bohater</i>	X	X	X		X	X													
<i>Limnocalanus macrurus</i>	X	X		X	X	X	X	X											
<i>Bythotrephes longimanus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X								
<i>Daphnia longispina hyalina galeata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X							
<i>Bosmina coregoni crassicornis</i>		X	X		X	X	X	X		X			X						
II																			
<i>Bosmina coregoni thersites</i>											X	X	X	X	X	X			
<i>Mesocyclops crassus</i>												X		X	X	X			
<i>Bosmina longirostris</i>														X		X	X		
<i>Alona rectangulara</i>															X	X	X		
<i>Eucyclops serrulatus</i>															X	X	X		
<i>Eucyclops macruroides</i>																X			
<i>Ceriodaphnia quadrangula pulchella</i>																X		X	
<i>Mesocyclops albidus</i>																X	X	X	
III																			
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X		
<i>Daphnia cucullata kahlbergensis</i>	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X			
<i>Mesocyclops oithonoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Leptodora kindti</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				

Table III continued

Crustacea from the pelagic regions	Lakes																	
	Mamry N	Dargin	Harsz	Dejguny	Mamry S	Kisajno	Dobskie	Święcajt	Goldapiwo	Śniardwy	Dgał Duży	Dgał Mały	Stręgiel	Wilkas	Pozodrze	Przylesne	Warmiak	Wojnak
<i>Bosmina coregoni berolinensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X				
<i>Chydorus sphaericus</i>			X							X	X	X	X	X	X	X		
<i>Sida cristallina</i>						X	X									X	X	X
<i>Eurycercus lamellatus</i>	X						X									X	X	X

find bodies of water with characteristics typical of lakes. Table III shows that the sequence between the two pairs of lakes: Dejguny and Mamry S. and Dobskie and Święcajt, is not certain. These lakes belong to group A. Lakes of group B, of an intermediate character, are distinguished by the occurrence of species from groups I and II. The sequence of lakes Dgał Mały and Stręgiel is uncertain.

Species of group I (first 7 species) have a different character from species of group II which contains 8 species. Species from group I occur either exclusively in lakes group A or also in groups A and B, whereas all species of group II undoubtedly occur in group A lakes also, limited however to the littoral only. The extremely well developed pelagic regions of these lakes however, does not provide the possibilities for the existence in it of species from group II.

The double horizontal lines on table III indicate the group of species *Cladocera* and *Copepoda* limited exclusively to group A lakes, they also indicate the group of species which occur in lake groups A and B, groups of species from lake groups B and C and finally the group of species exclusively from group C lakes. It must be mentioned that groups of species I and II are in the nature of basic groups.

The absence of specific species for lakes of group B of an intermediate type appears to be natural. Group III species however, have quite a distinct character. This group represents ubiquitous species in relation to our lakes. It also includes species whose occurrence in lakes is irregular and of which it is possible to say that they do not show any sort of regularity in their occurrence in the series of lakes demonstrated here.

Our material points to a fact which, of course, is not unknown in the literature of Hydrobiology and namely, that as the oligotrophic type of characteristics of a lake become more marked so the range of the littoral fauna *Cladocera* and

Copepoda from the littoral to the pelagic regions diminishes. Shallow, strongly eutrophicated bodies of water in our locality exhibit littoral species of crustacea distributed throughout the whole lake. We should add here that extremely oligotrophic lakes, which, in Poland are met with in the High Tatras, are very poor in biota and even usually littoral species are lacking there. In such lakes pelagic zooplankton reaches to the shore. Thus extreme types of lakes in our series do not show a differentiation of zooplankton into littoral (hemiplankton) and pelagic.

Table IV
Comparison of the series of lakes arranged according to the occurrence of *Crustacea* and according to the physical and chemical water properties

Arrangement of Lakes	
according to the occurrence of Crustacean species	according to their physical and chemical properties
Mamry N Dargin Harsz	Harsz Mamry N Dargin
Dejguny Mamry S Kisajno Dobskie	Kisajno Dobskie Dejguny Mamry S
Święcajty Goldapiwo	Święcajty Goldapiwo
Dgał Duży Dgał Mały Stręgiel Wilkus Pozezdrze Warniak Wojsak	Dgał Duży Dgał Mały Wilkus Stręgiel Pozezdrze Warniak Wojsak

The sequence of lakes based on their depth, transparency and chemistry is in striking agreement with the sequence based on the occurrence of *Cladocera* and *Copepoda*. From table IV it follows that 7 out of 16 lakes stood exactly next to each other in a natural series ranging from lakes of a more oligotrophic nature to more eutrophic lakes. The true sequence of the first three lakes is difficult to determine. The next 4 lakes form a second group. There follow 2 more lakes (Święcajty and Goldapiwo) whose position in the sequence is identical. They conclude the group of 9 large lakes.

It appears that the series obtained from our lakes which ranges from the most oligotrophic lakes to lakes which are becoming extinct, the most eutrophicated, exhibits a sequence of wider significance than we get from the idea

of oligotrophy and eutrophy, which today is in the process of formation, unless we consider oligotrophy and eutrophy together with all the characteristics of lakes which give rise to and accompany these phenomena. The arrangement of lakes from oligotrophic to eutrophic seems to be less general than the older conception of lakes (according to Forel) which is still used today by some authors. The latter classifies lakes as young or old up to the moment when they cease to be lakes and turn into ponds and finally bodies of water which are in the process of becoming extinct.

In spite of the occurrence of a continuous series of lakes our material indicates the appearance of groups of lakes shown on table III which were mentioned above.

Attempts to correlate the species composition of plankton *Crustacea* with lake characteristics have been made for some time. Such studies were made by Lityński and later Bowkiewicz who worked on terrain near the Mazurian Lake District.

Lityński (1925) distinguishes 3 ecological groups of plankton and their corresponding groups of lakes.

The methods of working over the material used by Lityński differ from those used in the material given here in the following way. Lityński did not isolate those species occurring in all the lakes under study and so they were not excluded from study. Their occurrence in all three groups of lakes does not contribute to differentiating between the lakes. In addition Lityński only deals with species which are indices of "young" lakes and does not introduce groups of littoral species invading the pelagic regions of lakes, which are filling and strongly eutrophicated, which are the leading species of these lakes. He also omits the presentation of an overall picture of the material which does not allow the reader to evaluate the choice of species selected for consideration. In addition, the chemical characteristics of the lakes were not taken into account.

In the works of Bowkiewicz (1934, 1934a) we observe similar differences in treatment compared with the present work. In his latest paper this author however limits himself to 4 species *Bythotrephes longimanus*, *Daphnia cristata*, *Eurytemora lacustris* and *Heterocope appendiculata*. This author is interested in the joint occurrence of these species distinguishing, for example, lakes in which occur *E. lacustris* and *H. appendiculata* and lakes with *H. appendiculata* and *B. longimanus* etc. Table III in our paper also shows the joint occurrence of species however the occurrence of species in this or that combination is not taken by us to be a basis for the differentiation of lakes.

In addition the composition of species used by both authors is not identical with ours.

Thanks to the work of Patalas (1954) I was able to get an idea as to how the lakes of the Pomeranian Lake District would be arranged compared

with the series of Mazurian Lakes presented here. P a t a l a s collected plankton material quantitatively in the second half of July and in August 1953 from the lakes of the Pomeranian Lake District which lies to the west of the Mazurian Lake District. The quantitative working over of plankton used by P a t a l a s allows, as seen from his work, the use of at least some of the species occurring in all the lakes studied for the consideration of types.

The Pomeranian lakes fall mainly in a central position in the series of lakes presented in our tables. The most oligotrophic Pomeranian lake differentiated on the basis of the manner of occurrence of plankton crustacea, occupies fourth place, the most eutrophicated, however, is in the fifth place from the end.

A comparison of lakes from the vicinity of Giżycko with the Pomeranian lakes presents a number of doubts. Thus, probably the occurrence of crustacea within various lake districts is not only influenced by milieu factors. Thus, for example, apart from the relict species *Limnocalanus macrurus*, whose occurrence is clearly connected with its past history, there is also the astonishing occurrence of *Cyclops scutifer*, *C. vicinus*, *C. abyssorum* and *Eurytemora lacustris* found in 6 Pomeranian lakes whereas in lakes in the vicinity of Giżycko of these species only *C. vicinus* was found and only in two lakes. It is not impossible that the four species noted for the Pomeranian lakes also occurred in the Mazurian lakes, but at a different time from that of the plankton sampling. However *C. bohater* certainly occurs more widely than the data on this species shows to date, since this species lives in the water just above the bottom and is difficult to find. Finally the geographical distribution of the forms *Bosmina coregoni* and *B. longirostris* demands a closer study. It appears probable, that even such close neighbours as the Pomeranian and Mazurian Lake Districts can have specific faunal characteristics and, among others, in the lake distribution of *Cladocera* and *Copepoda*, and that similar environments can, on these different terrains attract different vicarious species. Extending the applicability of the list of those lake inhabiting *Cladocera* and *Copepoda* which are useful in establishing the position of a lake in the oligotrophic-eutrophic series, to a large geographical range demands a more detailed study of the fauna than so far available.

Thanks to the kindness of Dr. S. B e r n a t o w i e z, I obtained ichthyological data on the lakes mentioned which I quote in the light of the series of lakes presented in table III.

In these lakes there occur 3 species from the family *Coregoninae* and *Osmeridae*: *Coregonus lavaretus*, *C. albula* and *Osmerus eperlanus*. All three species occur only in the first three lakes. Further lakes up to the 9th inclusive have 2 or 3 species of the family *Coregonidae* in their water. Of the lakes in group B Big Dział also contains *C. lavaretus* and lake Stręgiel contains one species (*Osmerus eperlanus*). On the other hand none of the lakes of group C exhibit the presence of species of the family *Coregonidae*. In addition, the last three lakes are

distinguished by lack of *Abramis brama* and the occurrence of *Acerina cernua* L. and *Gobio gobio* L. *G. gobio* (also) occurs in the Big Dgal and the Small Dgal and in lake Wilkus, *A. cernua* also occurs in the Small and Big Dgals. Thus the latter 2 species were not observed in lakes of group A.

I wish to thank Dr. Bernatowicz, head of Biological Fisheries Station, for making available to me all necessary facilities.

REFERENCES

1. Åberg B. und Rodhe W., 1942. Über die Milieufaktoren in einigen südschwedischen Seen. Symbolae Botanicae Upsaliensis.
2. Bowkiewicz J., 1934. Essai d'interpretation successive de la faune pelagique des lacs Troki. Inst. de Rech. des Forêts Dom. Trav. et c. r.
3. Bowkiewicz J., 1934. Beitrag zur Cladoceren-und Copepoden-fauna der Seen des Suwalki-Gebietes. Fragmenta Faunistica Musei Zool. Polonici, 2.
4. Findenegg I., 1955. Trophiezustand und Seetypen. Schweizerische Zeitschr. für Hydrologie, 17.
5. Gieysztor M. and Odechowska Z., 1958. Observations on the thermal and chemical properties of Mazurian Lakes in the Giżycko Region. Polish Archives of Hydrobiology, 17.
6. Lityński A., 1925. Versuch einer limnologischen Gliederung des Seen des Suwalkier Gebiets. C. R. de la Station Hydrobiologique du Lac Wigry.
7. Patalas K., 1954. Pelagic Crustacean Complexes of 28 Pomeranian Lakes, Ekologia Polska, 2.
8. Rodhe W., 1958. Primärproduktion und Seetypen. Verh. int. Ver. Limnol., 15.
9. Wierzbicka M., 1955. *Limnocalanus macrurus* G.O. Sars in the lakes of north-eastern Poland. Fragmenta Faunistica Musei Zool. Pol., 6.

E. Fischer

Bakterie dwóch zbiorników wodnych jaskiń tatrzańskich

Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej, Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego

Otrzymano 15.III.1959

Zainteresowanie biologów organizmami żywymi przebywającymi w wodzie drobnych zbiorników jaskiń tatrzańskich skłoniło nas do wykonania wstępnych obserwacji nad bakteriami zasiedlającymi niektóre z tych wód. W tym celu posłużono się próbami wody pobranej ze stawków jaskiń Zimnej i Kasprowej Niżnej.

Jaskinia Zimna położona w Dolinie Kościeliskiej jest ukształtowana w postaci podziemnego korytarza o długości około 2800 m z otworem wejściowym znajdującym się na wysokości 1123 m n.p.m. Dno jaskini posiada szereg zagłębień wysłanych nieprzepuszczalną gliną. Tam zbiera się woda ściekająca ze ścian, tworząc tzw. stawki. Stopień ich wypełnienia wodą jest uwarunkowany obfitością ściekającej wody. Stawek, z którego była pobierana woda do naszych oznaczeń bakteriologicznych, znajduje się w odległości około 250 m od wylotu jaskini i zasilany jest niewielką, stałą strużką wody z terenów wapiennych. Kształt lustra wody zbliżony jest do owalu o średnicach wynoszących w dniu pobierania prób około 1,5 i 2 m. Największa głębokość miski wynosiła w tym czasie 30 cm.

Jaskinia Kasprowa Niżna znajduje się w Dolinie Kasprowej. Otwór jaskini leży na dnie doliny, u stóp Zawratu Kasprowego na wysokości 1235 m nad poziomem morza. Wejście znajduje się u wylotu wyschniętego podziemnego potoku, którego dno zasłane jest gruzem skalnym, żwirem granitowym i piaskiem. Korytem tym okresowo wypływa strumień wody, przedostający się do jaskini drogą podziemną z obszaru granitowego. Po zniknięciu potoku w zagłębieniach korytarza pozostaje woda, tworząca niewielkie zbiorniki. Długość korytarza wynosi około 1800 m, a stawek, z którego była pobierana woda do naszych badań, leżący w odległości około 150 m od otworu jaskini,

jest kształtem i wielkością zbliżony do stawku obserwowanego w jaskini Zimnej i również jak on pozbawiony światła słonecznego.

Temperatura w jaskiniach jest z reguły bliska średniej temperatur okolicy, w której znajduje się jaskinia (K o w a l s k i K. 1953). W ciągu roku ulega nieznacznym wahaniom. W grocie Zimnej dokonano pomiarów temperatury w roku 1951 i 1952 w odległości 250 m od wejścia. Stwierdzono minimalną temperaturę równą 2,6°C, maksymalną 4,4°C (K o w a l s k i K. 1953).

W dniu pobrania prób wody temperatura powietrza w jaskini Zimnej wynosiła 4°C, w Kasprowej Niżnej 4,5°C. Pierwszy raz pobrano wodę z opisanych zbiorników w styczniu 1955 r. i w tym przypadku starano się zebrać dane orientacyjne dotyczące różnorodności fizjologicznych grup bakterii, obecnych w badanej wodzie. Jednakże uzyskane wyniki uznano za mało ścisłe, ponieważ — z niezależnych od nas powodów — transport prób wody trwał nazbyt długo. Dopiero w sierpniu 1955 r. udało się zorganizować podręczną pracownię w pobliżu jaskiń, w Kirach, i tam dokonano posiewów i bezpośrednich badań mikroskopowych.

Za pomoc w pobieraniu i dostarczaniu materiału do obserwacji składam podziękowanie mgr Andrzejowi Chodorowskiemu, Władysławie Chodorowskiej i dr Markowi Doroszewskiemu.

Cel pracy i metoda

Celem niniejszej pracy było skontrolowanie wody pobranej z Jaskini Zimnej i Kasprowej pod względem:

1. Liczebności komórek bakteryjnych.
2. Różnorodności rodzajów bakterii, zasiedlających wodę.
3. Aktywności zasiedlających wodę bakterii w kierunku:

1) amonifikacji białek zwierzęcych, 2) nityfikacji, 3) denityfikacji, 4) denityfikacji w obecności siarki, 5) wiązania azotu atmosferycznego, 6) utleniania siarkowodoru, 7) redukcji siarczanów, 8) redukcji tiosiarczanów, 9) mineralizacji fosforu organicznego, 10) rozpuszczania fosforanów, 11) rozkładu błonnika.

Niewielka głębokość zbiorników w obydwóch grotach (maks. 30 cm) nakazywała zachowanie dużej ostrożności przy zanurzaniu jakiegokolwiek przyrządu, ponieważ lekka warstwa mułu dennego poruszona prądem wody z łatwością unosiła się, powodując bez wątpienia przejście flory bakteryjnej z mułu do wody. Dlatego zastosowano do pobierania materiału wyjąłowaną pipetę o pojemności 50 ml, która ostrożnie zanurzona w wierzchniej warstwie wody, pobierała ją równomiernie z przekroju od lustra stawku do głębokości 15—20 cm. Zbieraną w ten sposób wodę przenoszono w ilości 800 ml do wysterylizowanego termosu, który zabezpieczał ją przed zmianą temperatury. Pobrany materiał dostarczano do

tyczasowo zainstalowanej pracowni w Kirach i tam dokonywano posiewów w czasie około 0,5 godziny od pobrania próby z grot (Z o B e l l E. 1946).

Ilość komórek bakteryjnych zawartych w wodzie stwierdzano za pomocą bezpośredniego liczenia oraz metodą wysiewu na płytki z zestaloną pożywką. W pierwszym przypadku wiadomą ilość badanej wody rozmazywano na wymierzonej powierzchni szkiełka podstawowego, preparat barwiono 1% roztworem erytrozyny w 5% fenolu (S o r o k i n J. I. 1954) i przeliczano liczbę komórek bakteryjnych przy pomocy okularu pomiarowego. Podstawą do obliczeń była liczba średnia z 20 pól widzenia. (Niestety, nie udało się z powodu trudności technicznych zastosować filtrów membranowych w zaimprovizowanej pracowni w Kirach). W drugim uzyskiwano hodowlę mikroflory wodnej na podłożach stałych, biorąc do posiewów badaną wodę w rozcieńczeniu 1:10 i 1:100. Wodę w każdym rozcieńczeniu wysiewano na dziesięć płytek z pożywkami po 0,2 ml na każdą. Po uzyskaniu rozwiniętych hodowli bakteryjnych przeliczano ilość kolonii na płytkach i za podstawę do obliczeń brano sumę kolonii z 10 płytek.

Identyfikacji wyizolowanych z hodowli szczepów bakteryjnych dokonywano na podstawie cech morfologicznych oraz fizjologicznych posilkując się kluczem Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.

Wszystkie posiewy hodowano w temp. 22°C, a obserwacji na nich dokonywano w następujących terminach:

1. Wzrost bakterii heterotroficznych na podłożu stałym — po 48 godz.
2. Wzrost bakterii autotroficznych — po 96 godz. i 10 dniach.
3. Do identyfikacji wyodrębniano szczepy z hodowli płytkowych, przetrzymywanych po okresie inkubacji w rozproszonym świetle w ciągu 14 dni.

W celu obserwacji zdolności bakterii do wykonywania w wodzie przemian chemicznych posługiwano się hodowlą zespołu bakterii, będących w 2 ml badanej wody, zaszczipiając tą ilością wody różne pożywki. Zdolność amonifikacji białek obserwowano na bulionie z peptonem, kontrolując w uzyskanych hodowlach obecność produktów rozpadu białka (indol, siarkowodór, amoniak). Utlenianie soli amonowych, azotynów i redukcję azotanów stwierdzano w hodowlach na roztworach odpowiednich związków mineralnych, które po 30 dniach inkubowania w temp. 22°C (W i n o g r a d s k i 1953) wykazywały zanikanie i powstawanie charakterystycznych dla przebiegającego procesu jonów NO_3^- , NO_2^- lub NH_4^+ . Azotany wykrywano metodą brucynową L. W. Winklera, azotyny metodą szacunkową jodowodorową, amoniak przy pomocy odczynnika Nesslerera (S t r u s z y ń s k i M. 1954). Zdolność asymilacji wolnego azotu określano pozytywnie wtedy, jeżeli na pożywce bezazotowej uzyskiwano hodowle komórek bakteryjnych. Redukcję siarczanów i tiosiarczanów kontrolowano na podstawie wytwarzającego się siarkowodoru w hodowlach na pożywkach mineralnych, zawierających siarczany albo tiosiarczany; utlenianie siarkowodoru

stwierdzano wtedy, gdy na pożywkach przystosowanych do wzrostu bakterii siarkowych notowano rozwój bakterii i wypadanie z roztworu siarki. Mineralizacja fosforu organicznego była obserwowana na płytkach z agarem zwykłym zawierającym fosfor organiczny w postaci lecytyny i wskaźnik ewentualnie wytwarzającego się kwasu fosforowego — kredę. W celu stwierdzenia obecności w wodzie grup bakterii rozpuszczających fosforany, posiewy wykonano na płytkach z pożywką agarową, fosforanem wapnia i glukozą. Bakterie powodujące rozkład błonnika hodowano na krążkach bibuły wyjalowanej i ułożonej na płytce żel krzemionkowego nasyconego solami mineralnymi.

Pożywki w niniejszej pracy stosowano następujące:

1. Bulion peptonowo-rybny. Stanowi on modyfikację bulionu mięsnego. Zamiast mięsa zwierząt stałocieplnych do sporządzenia wyciągu użyto dorsza w ilości 600 g na 1000 ml wody destylowanej (doświadczenie własne). Pozostałe składniki zachowane były w proporcjach zwykle stosowanych do przygotowania bulionu. pH ustalono na 7,4.

2. Agar przygotowany na bulionie rybnym. Agar użyto w stosunku 3 : 100, pH zachowano jak w podłożu poprzednim 7,4.

3. Dla wyhodowania bakterii nitryfikujących używano płytek z żelem krzemionkowym. Przygotowanie takich płytek jest żmudne i wymaga dużo staranności. Po wypróbowaniu wielu metod oparto się na metodzie opracowanej przez *Omeliańskiego*, cytowanej przez *Winogradskiego* (1953).

Posiadane szkło wodne doprowadzono do gęstości 1,06, poczym wlewano je, mieszając szklaną bagietką, do kwasu solnego o gęstości 1,10. Stosunek ilości szkła wodnego do kwasu solnego wynosił 1 : 1. Mieszaninę wlewano do woreczków celofanowych i poddawano ją dializie najpierw w wodzie bieżącej w ciągu 24 godz., a następnie w ciągu czterech dni w zmienianej codziennie wodzie destylowanej. Po tym okresie dializa była ukończona, ponieważ azotan srebra nie dawał w hydrozolu zmętnienia. Uzyskany hydrozol sterylizowano w butli szklanej w autoklawie w ciągu 20 min. W tym stanie nadawał się bądź do przechowywania, bądź do dalszego przygotowywania. Następną czynnością prowadzącą do wytworzenia żelu, było podgrzewanie hydrozolu na parownicze do momentu, kiedy mała jego próbka, połączona z roztworem soli, mającym służyć bakteriom za pożywkę, koagulowała. W trakcie parowania trzeba wykonać kilka takich prób. W naszym przypadku osiągnęto koagulację po zmniejszeniu objętości hydrozolu w przybliżeniu do jednej trzeciej. Wtedy wylewano żel na płytkę (używano płytki o średnicy 8—5 cm) i nasycono odpowiednim roztworem soli. Dla uzyskania hodowli bakterii utleniających sole amonowe na azotyny stosowano roztwór o następującym składzie (*Fiodorow M.* 1952):

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	— 2,0 g	FeSO_4	— 0,4 g
MgSO_4	— 0,5 g	CaCO_3	— 5,0 g
K_2HPO_4	— 1,0 g	woda destylowana	200 ml
NaCl	— 2,0 g		

Do nasycania płytki zachowywano stosunek objętości żelu do roztworu jak 2 : 1.

W celu uwidocznienia kolonii bakterii nitryfikujących, zwykle trudnych do spostrzeżenia, powierzchnię nasyczonego solami żelu krzemionkowego pokrywano emalią utworzoną z węglanu wapnia (Winogradski 1953).

Kolonie bakterii nitryfikujących zakwaszają w okolo siebie środowisko, powodując powstawanie prześwietlonego, wyraźnie widocznego kręgu. Przygotowanie emalii polega na utworzeniu z węglanu wapnia i wody destylowanej zawieszistej, dobrze rozartej masy, która po wylaniu na płytkę z żelem krzepnie w ciągu kilkunastu minut. Ponieważ naszym materiałem wysiewanym była woda, trudności wynikające z tego powodu w zestaleniu się białej powłoki usuwano przez przetrzymywanie płytek z uchyloną pokrywą w ciągu około 20 min. w cieplarni utrzymującej temp. 30°C.

4. Pożywką dla hodowania kolonii bakterii nitryfikujących, powodujących utlenianie azotynów na azotany, był roztwór soli mineralnych zawierających azotyny. Płytki z żelem krzemionkowym nasycano roztworem (Winogradski 1953):

fosforan dwupotasowy	— 0,5 g	siarczan żelaza	— 0,02 g
siarczan magnezu	— 0,3 g	siarczan manganu	— 0,02 g
chlorek sodu	— 0,3 g	woda destylowana	— 200 ml

oraz 3% roztworem azotynu potasu. Stosunek roztworu soli do azotynu był jak 2 : 1. Jako środka uwidoczniającego wzrost kolonii używano kaolinu i węglanu potasu. Zgodnie z zaleceniem Winogradskiego stosowano proporcję, która na płytkę o średnicy 10 cm wynosiła: 2 ml roztworu wymienionych soli, 1 ml roztworu azotynu potasu, 0,5 g proszku kaolinowego i 0,03 g węglanu wapnia. Mieszaninę tę ogrzewano do wrzenia, wylewano na płytkę i odparowywano.

5. Bakterie powodujące procesy denitryfikacyjne hodowano na pożywce płynnej, której skład podano poniżej, oraz tejże pożywce zestalonej agarem w stosunku 3 : 100 (Fiodorow M. 1952). Skład pożywki płynnej:

sól Seignette'a	— 20,0 g	MgSO_4	— 0,2 g
KNO_3	— 2,0 g	Woda destylowana	1000 ml
K_2HPO_4	— 0,5 g		

6. Denitryfikatory redukujące azotany w obecności siarki hodowano na następującej pożywce (Fiodorow M. 1952):

kwiat siarczany	— 10,0 g	Na ₂ CO ₃	— 0,3 g
KNO ₃	— 0,5 g	kreda	— 10,0 g
MgCl ₂	— 0,1 g	woda destylowana	1000 ml
K ₂ HPO ₄	— 0,2 g		

Czystą hodowlę wyodrębniano na tej samej pożywce zestalonej agarem.

7. Dla grupy bakterii asymilujących azot atmosferyczny przygotowano pożywkę bezazotową o następującym składzie (Fiodorow M. 1952):

mannitol	— 20,0 g	K ₂ SO ₄	— 0,1 g
K ₂ HPO ₄	— 0,2 g	CaCO ₃	— 5,0 g
MgSO ₄	— 0,2 g	fiolet krystaliczny	— 0,01 g
NaCl	— 0,2 g	woda destylowana	— 1000 ml

8. Bakterie redukujące siarczany hodowano na pożywce o składzie (Fiodorow M. 1952):

sól Seignette'a	— 5,0 g	K ₂ HPO ₄	— 1,0 g
asparagina	— 2,0 g	FeSO ₄	— ślad
MgSO ₄	— 2,0 g	woda wodociągowa	— 1000 ml

9. Dla bakterii utleniających H₂S stosowano pożywkę stałą o składzie (Fiodorow M. 1952):

K ₂ S	— 3,0 g	MgCl ₂	— 0,1 g
K ₂ HPO ₄	— 0,2 g	agar	— 30,0 g
NH ₄ Cl	— 0,1 g	woda wodociągowa	— 1000 ml

10. Przy hodowli bakterii redukujących tiosiarczany stosowano pożywkę (Fiodorow M. 1952):

mleczan sodu	— 5,0 g	Na ₂ S ₂ O ₃	— 0,5 g
asparagina	— 1,0 g	woda destylowana	1000 ml
K ₂ HPO ₄	— 1,0 g		

11. W celu wyodrębnienia grupy bakterii mineralizujących fosfor organiczny przygotowano pożywkę, (Fiodorow M. 1952) dodając do agaru z bulionem lecytynę, jako źródło fosforu organicznego, oraz węglan wapnia dla uwidocznienia wytwarzanego przez kolonie bakteryjne kwasu fosforowego. Pożywka taka miała wygląd nieprzezroczysty, mleczny, a po wzroście kolonii, wytwarzały się w miejscu działania poszukiwanych bakterii miejsca prześwietlone.

12. Bakterie rozpuszczające fosforany hodowano na pożywce (Fiodorow M. 1952) o składzie:

wyciąg glebowy	— 200 ml	agar	— 6,0 g
glukoza	— 4,0 g	NaCl	— 1,0 g
pepton	— 6,0 g		

Na płytki Petriego dawano nieco $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, a następnie nalewano upłynioną wyżej podaną pożywkę; poruszając płytką mieszano jej zawartość w ten sposób, ażeby fosforan utworzył równomierną zawiesinę. Dzięki metabolizmowi komórek bakteryjnych wytwarzany kwas daje prześwietlone pola wokół kolonii bakteryjnych.

13. Następnym podłożem była pożywka przystosowana dla wzrostu bakterii rozkładających błonnik. Były to płytki z żelem krzemionkowym (Fiodorow 1952) nasyconym roztworem Winogradskiego o składzie:

KNO_3	— 2,5 g	FeSO_4	— 0,01 g
KH_2PO_4	— 1,0 g	$\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_2$	— 0,01 g
MgSO_4	— 0,5 g	woda destylowana	200 ml
NaCl	— 0,5 g		

Na żel nasycony solami kładziono krążek wyjalowionej bibuły. Posiewu dokonywano na bibule.

Poza wymienionymi powyżej, stosowano w toku pracy pożywki zwykle wymagane dla identyfikacji wyizolowanych szczepów bakteryjnych.

Wyniki obserwacji

Obliczanie ilości bakterii zasiedlających wodę, na podstawie dotychczasowych metod, budzi zastrzeżenie co do ścisłości wyników. W naszym przypadku zarejestrowano w przybliżeniu liczby, które są różne, w zależności od sposobu dokonanych obserwacji (tabl. I).

Identyfikacja przedstawiała duże trudności, szczególnie przy ustalaniu gatunku. Często zespół obserwowanych cech nie przedstawiał wszystkich wymaganych w kluczu właściwości, często cechy pojedyncze tylko różniły szczep badany od opisanego w kluczu, dlatego ograniczono się do ustalenia tylko nazwy rodzajowej.

Pośród wyodrębnionych bakterii określono następujące rodzaje. W wodzie jaskini Zimnej i Kasprowej: *Thiobacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* *Staphylococcus* i *Sarcina*, ponadto z wody jaskini Zimnej: *Vibrio* i *Cytophaga*.

Analizy chemiczne roztworów zaszczepionych wodą z grot wykazały dużą zbieżność wyników w przemianach bakteryjnych u grup bakterii pochodzących z grot Zimnej i z grot Kasprowej.

Bakterie zasiedlające wodę obydwu zbiorników są zdolne do redukcji azotanów do wolnego azotu. Proces ten przebiega w warunkach hodowlanych energicznie. Bakterie znajdujące się w 2 ml badanej wody zredukowały w ciągu 30 dni 50 mg azotanu potasu do wolnego azotu. W doświadczeniu, gdzie akceptorem tlenu była siarka, azotany w ilości 25 mg były zredukowane częściowo.

Procesy nitryfikacyjne przebiegały w stopniu nieznacznym, ponieważ tylko w doświadczeniach z groty Zimnej zaobserwowano częściowe utlenienie azotynów do azotanów, natomiast utleniania soli amonowych nie zanotowano.

Doświadczenia mające na celu obserwację przemian związków siarki dały pozytywny wynik w procesie utleniania siarkowodoru. Redukcji siarczanów nie stwierdzono.

Tabela I

Liczebność bakterii w wodzie groty Zimnej i Kasprowej

Metoda obliczania	Liczba bakterii w 1 ml wody	
	grota Zimna	grota Kasprowa
Bezpośrednie liczenie	3000	2500
Hodowla na agarze + lecytyna	300	350
„ denitryfikatorów	2650	2400
„ denitryfikatorów w obecności S	105	40
„ nitrozyfikatorów	6,5	0
„ nitryfikatorów	0,3	1
„ bakterii rozkładających błonnik	0,1	0
„ bakterii rozpuszczających fosforany	1,4	0,5
„ bakterii mineralizujących fosfor organ.	1,4	0,5

Zdolność bakterii do rozpuszczania fosforanów zanotowano tylko w nielicznych przypadkach. Z 10 ml wody, pochodzącej z groty Zimnej, wyhodowano tylko 14 kolonii bakterii posiadających tę zdolność, a z groty Kasprowej 5 kolonii. Kolonie bakteryjne mineralizujące fosfor organiczny uzyskano również w pojedynczych egzemplarzach, a kolonię rozkładającą błonnik wyhodowano tylko jedną z 10 ml wody z groty Zimnej.

Dyskusja

Rezultaty analiz bakteriologicznych, uzyskanych na podstawie jednorazowego pobrania materiału, można zakwalifikować wyłącznie jako orientacyjne. Rozpatrywanie uzyskanych wyników w naszym przypadku usprawiedliwia fakt, że panujące w omawianych grotach warunki ulegają w ciągu roku niewielkim wahaniom (K o w a l s k i K. 1953). Brak światła nad zbiornikami wodnymi, temperatura powietrza zamykająca się w przybliżeniu w granicach od 2,5 do 4,4°C, brak roślin zielonych i obecność nielicznie reprezentowanych organizmów wyższych upoważnia do przypuszczenia, że życie mikroorganizmów przebiega w stosunkowo dużej równowadze zakłócanej niespodziewanie wzmocnionym dopływem z zewnątrz wód bogatych w detritus.

Zanotowane wyniki liczbowe naszych obserwacji wskazują na niski stopień zasiedlenia bakterii w zbiornikach obydwu grot. Szczególnie są tu nielicznie reprezentowane grupy bakterii wymagających pożywienia organicznego, w przeciwieństwie do stosunków panujących w wodzie małych ale odkrytych zbiorników (Fischer E.). Fakt ten wyjaśnia niedostatek w wodzie substancji organicznych. Natomiast liczba bakterii denitryfikujących i tionowych, przypadająca na 1 ml wody, jest rzędu często spotykanego w drobnych zbiornikach wodnych o charakterze polnym bądź łąkowym.

Niestety, brak danych chemicznych o wodzie z grot nie pozwala na bliższą analizę tych zjawisk. Przypuszczalnie w naszym przypadku czynnikiem sprzyjającym rozwojowi omawianych grup fizjologicznych bakterii jest stosunkowo małe natlenienie wody (brak roślin zielonych) i, być może, obecność soli wapniowych kwasów organicznych. Takie założenia łączyłyby się logicznie z niewielkim rozwojem grup bakterii nityfikujących, ponieważ grupy utleniające NH_4^+ na NO_2^- są bardzo czule na brak tlenu, a grupy utleniające NO_2^- na NO_3^- źle rozwijają się w obecności amoniaku, powstającego w trakcie procesu denitryfikacji (Fry B. A. 1955). Są to jednak tylko przypuszczenia, wymagające dalszych prac w tym kierunku.

Analiza dokonanych obserwacji nasuwa wniosek, że mikroflora wodna w omawianych grotach posiada wartość przede wszystkim potencjalną. Toczące się w wodzie procesy przemian bakteryjnych nie są ożywione, ale godna uwagi jest różnorodność grup fizjologicznych w zespole bakteryjnym zbiorników. W przypadku zaistnienia w zbiornikach wodnych pomyślnych warunków życiowych, flora bakteryjna przygotowana jest do wzięcia czynnego i wielostronnego udziału w obiegu materii w wodzie.

E. Фишер

Бактерии двух водоемов татранских пещер

Резюме

Проведен был микробиологический анализ вод двух мелких татранских водоемов, из которых один находится в пещере Зимной, а второй в Каспровой.

Результаты подсчетов количества бактерий, обитающих эти водоемы, представлены на таблице I.

Среди выизолированных штаммов определено следующие роды: *Thiobacillus*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Azotobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Staphilococcus*, *Sarcina* и *Cytophaga*.

Наблюдение химических изменений, наступающих под влиянием бактерий, обнаружило высокую активность бактерий в восстановлении нитратов. Бактерии, находящиеся в 2 мл воды, восстанавливали 50 мг азотокислого

калия в течение 30 дней. С меньшей энергией протекало восстановление тогда, когда акцептором кислорода являлась сера.

В течении 30-дневного опыта процессов нитрификации не отмечено.

Окисления аммонийных солей не обнаружено. Только химические анализы культуры водных бактерий из пещеры Зимной обнаружили частичное окисление нитритов в нитраты. Наблюдения над обменом серосодержащих соединений дали положительные результаты только в случае процессов окисления сероводорода. Восстановления сульфатов и тиосульфатов не обнаружено.

Способность бактерий растворять фосфаты отмечено в немногочисленных случаях. Из 10 мл воды из пещеры Зимной удалось получить 14 бактериальных колоний, обладающих этой способностью, а из воды пещеры Каспровой только 5.

Микроорганизмы, минерализующие органический фосфор или разлагающие целлюлозу, удалось культивировать только в единичных экземплярах.

E. Fischer

The Bacteria of two Water Reservoirs in Tatra Caves

Summary

A microbiological analysis of water in two small mountain cave reservoirs, one of them called Zimna and the other Kasprowa, has been carried out. The result of computation of bacteria compounds in the water of both reservoirs are indicated in table I.

Among the isolated strains following genera have been determined: *Thiobacillus*, *Pseudomonas*, *Vibrio*, *Azotobacter*, *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Staphylococcus*, *Sarcina* and *Cytophaga*.

The observation of chemical transformations occurring thanks to bacteria metabolism has disclosed a strong bacteria activity concerning nitrate reduction. The bacteria found in 2 ml. water were able to reduce 50 mg. of nitrate potassium in the course of 30 days. The reduction was less rapid when sulphur was used in the experiment as oxygen acceptor.

No nitrification process has been observed in the time limited for experiment. No ammonium salt oxydation could be stated either by bacteria in the water of Zimna cave or in that of Kasprowa. Only the chemical analysis carried out in the culture of bacteria coming from the water of Zimna cave did indicate a partly oxydation of nitrites to nitrates. Observation of transformations of sulphur compounds has given positive results only in processes of H_2S oxydation. No reduction of sulphates or thiosulphates has been noted.

The bacteria's ability of dissolving phosphates has been noted only in few cases. In 10 ml. water from Zimna cave only 14 colonies having that ability have been grown and from Kasprowa cave only 5.

Microorganisms capable of mineralizing organic phosphorus and dissolving cellulose were grown also only in single cases.

PIŚMIENICTWO — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHY

1. Breed R. S., Murray E. G. D., Smith N. R., 1957. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Seventh Edition. London.
2. Fiodorow M., 1952. *Ćwiczenia z mikrobiologii praktycznej*. Warszawa.
3. Fischer E. Niektóre bakteryjne przemiany związków azotowych w drobnych zbiornikach wodnych okolic Warszawy. Przygotowane do druku.
4. Fry B. A., 1955. *The nitrogen metabolism of micro-organisms*. London.
5. Kowalski K., 1953. *Jaskinie Polski*. Państwowe Muzeum Archeologiczne. Warszawa.
6. Struszyński M., 1954. *Analiza ilościowa i techniczna*. PWT. Warszawa, t. III.
7. Sorokin J. I., 1954. *Kombinirowannaja okraska słabo krasjaszczichsja bakterii*. Trud. Biał. st. „Borok” im. N. A. Morozowa. ANSSSR.
8. Winogradski S., 1953. *Mikrobiologia gleby. Zagadnienia i metody*. Warszawa.
9. ZoBell E., 1946. *Marine Microbiology*. Waltham. Mass. USA.

