

ANDRZEJ ŁYSAK

Obserwacje hematologiczne nad sielawą (*Coregonus albula* L.) i krzyżówką sielawy z sieją (σ° *C. albula* x ♀ *C. lavaretus maraenoides* Poljakov) — Haematologic observations on the small whitefish (*Coregonus albula* L.) and on the hybrids of small whitefish x whitefish (σ° *C. albula* L. x ♀ *C. lavaretus maraenoides* Poljakov)

Mémoire présenté le 6 avril 1959 dans la séance de la Commission Biologique de l'Académie Polonaise des Sciences, Cracovie

The small whitefish and whitefish of the genus *Coregonus* belong to a species both valuable and sought for in the economy of lake fisheries. As their nourishment consists mostly of plankton from the pelagic zone (small whitefish) and larger bottom fauna living at greater depths (whitefish), they are a very desirable item in the fish population of our lakes. Besides the protection of spawning-grounds and that of the dimension of fish, the appliance of seasonal prohibition of fishing — a means of augmenting the number of fish population of the *Coregonus* genus is the breeding of fish material and spawners (in the case of the whitefish also the breeding of commercial fish) in ponds. This allows us to avoid losses caused by the devouring of roe and fry by rapacious fish which can be observed during natural spawning.

In Třeboň, Czechoslovakia, whitefish was bred in large ponds as a commercial fish already in the XIX century. In Poland, the first attempts at whitefish breeding were initiated by the Institute for the Breeding of Fry in Opary by Drohobycz in 1908; as to supplementary fish material of that genus, it was bred on a larger scale in 1935 (in Sejny, on the lake Wigry and on Żeromin farm near Łódź) (Staff 1950). In central Poland attempts at acclimatizing *Coregonidae* in ponds were conducted by M. Gąsowska (1952—1957). Similar attempts were carried through with small whitefish after the II World War, as those of Bernatowicz (1958) in the farm Borowo, district of Białystok. In southern Poland the acclimatization of small whitefish was undertaken, in the years 1953—1956 by W. Kolder, in the research

work accomplished by the Laboratory of Water Biology, on the farms of Gołysz and Landek.

From the physiological point of view, the question of the influence of the transfer of fish in an environment differing as to geography, climate and fishing possibilities is of interest. Small whitefish and whitefish, as representatives of the so-called cold-water fauna of arctic origin, require cold, clean and well-oxidated water. When living in fish-ponds, they have different, sometimes even worse, conditions.

I tried to examine and discern the eventual physiological alterations of fish reared in ponds by observing their picture of blood, which is, as known, a very sensitive factor for indicating changes that arise in the organism. Unfortunately, the results of those observations could not be compared with other data, as in the literature to which I had access I did not see any works concerning the haematology of genus *Coregonus* and treating of the values investigated by me. This may be caused by the great difficulty in taking a sufficient amount of blood samples, the fish specimens being relatively small and very sensitive as to manipulations connected with fishing and transport — and especially to the changes in oxygen conditions.

Material and method

In the autumn of 1956 and in spring of 1957 I managed to carry through haematological observations on small whitefish and its hybrid with whitefish (the father being small whitefish and the mother whitefish), living in the lakes and ponds listed below:

Date	Place	Kind and name of reservoir	Amount of fish	Kind of investigated fish
15. X. 1956	Landek	pond Leśny W. II	10	small whitefish
28. X. 1956	Gołysz	pond Gołysz III	11	♂ small whitefish × ♀ whitefish
8. XI. 1956	Landek	pond Borkowy I	15	small whitefish
23. XI. 1956	Rajgród	lake Rajgród	20	small whitefish
27. III. 1957	Krzelów	pond Pod Gieratem	13	small whitefish

In the spring of 1956 the ponds of the farm Landek (district of Katowice) and those of Krzelów (southern part of Kielce district) were populated with small whitefish fry obtained from roe sent by the Fisheries Farm in Szwaderki near Olsztyn. The pond Gołysz III (Gołysz Farm, district of Katowice) was populated by fry of the small whitefish and

whitefish hybrid ($\sigma^{\text{♂}}$ *Coregonus albula* L x ♀ *Coregonus lavaretus maraenoides* Poliakov) from roe of fish caught in Goldopiwo Lake (district Olsztyn). I undertook, for comparison, the taking of blood samples of small whitefish living in normal lake conditions in the Rajgród Lake, Białystok district.

I wish to express here my grateful thanks to Dr M. Gąsowska, Mgr W. Koldar, and the workers of the Experimental Farming Group of the Polish Academy of Sciences (Zespół Gosp. Doświadczalnych PAN), in Ochaby, the Fisheries Group (Zespół Rybacki) in Elk and the Lake Fisheries Station of the Freshwater Fishery Institute (Rybacka Stacja Jeziorowa IRS) in Giżycko for the aid they gave me in the working out of these problems.

The specimens caught in the ponds Leśny Wielki II, Gołysz III, Borkowy I and those of the Rajgród lake were of the age of O+ (slightly less than 1 year of age) — those of the pond Pod Gieratem of I (1 year old, as my observations were carried through in March 1957).

The fish in the ponds were caught by means of a self-fishing contrivance, those in the lake with fishing-nets (seine). The blood samples were collected immediately after their being taken out of the water and the slightly modified Pučkov method was used (Łysak 1959). The use of suitably stretched out glass canules rendered possible the obtaining of 0,1 — 0,2 ml of blood, even from specimens of a 8 — 10 cm length. This quantity was quite sufficient for executing basic haematological determinations (amount of erythrocytes and leucocytes in 1 mm³ of blood, haemoglobin content).

As an anti-coagulant I used heparin in substantia. I calculated the number of erythrocytes in Thoma-Zeiss chambers, counting for every sample the content of 20 large squares (having a surface of $\frac{1}{25}$ mm²). The 200-fold dilution of blood was attained by using Hayem's liquid. I determined the amount of leucocytes in the following way: I counted on blood smears the number of erythrocytes and leucocytes found in 30 fields of vision of the microscope (this amounted usually to 1500 — 2000 counted cells in each preparation). Having previously counted the amount of erythrocytes in 1 mm³, I calculated by means of proportion the amount of leucocytes for the same unit of volume. The determination of haemoglobin content was made by using Sahli's haematometre (100% = 16 g of haemoglobin in 100 ml of blood). Blood smears were dyed by the May-Grünwald-Giemsa method and on them, with the aid of a Zeiss type micrometer, under 1200-fold magnifying, I determined the erythrocyte measurements.

Results

I must insist here upon the fact that all observations described in this paper are of a single character, thus not allowing for a dynamic deduction of their ascertained dependencies and commanding carefulness when comparing them, if not from other motives then because of a certain lapse of time dividing them or a lack of precise data as to the physical and chemical conditions of their environment, which unfortunately I could not obtain. The organism of the fish possesses, as to its blood composition, a very great capacity for adaptation when changes of environment arise (Łysak 1959). This fact is also conformed by the data contained in table I.

The amount of erythrocytes in 1 mm^3 for small whitefish living in ponds, therefore in worse thermic and oxygenic conditions, is in average of 1.448 millions, thus being 14,6% of the value relative to small whitefish in the lake (1.299 millions of erythrocytes). In the hybrid of small whitefish and whitefish it amounts to 1,579 millions of erythrocytes — 37,4% more than in lake small whitefish. This could be explained by an increase of vitality and adaptation capacity often observed in hybrids of the F_1 generation, without excluding the very probable influence of the mother whitefish.

The mean values of leucocytes in small whitefish bred in ponds are subject to very great fluctuations (67-170 thousands/ mm^3). But it is always higher than that of the lake small whitefish (55 thousands/ mm^3). In the hybrid of whitefish and small whitefish it amounts to 71 thousands/ mm^3 . On the basis of the mean quantities of leucocytes cited here it is difficult to make concrete inferences. One can only speak of a very different state of arousing of the defence system of the organism which the leucocytes constitute.

The haemoglobin content is subject to reverse and relatively small changes, the data for small whitefish and its hybrid with whitefish (equal as to magnitude) are 3,6% lower than for lake small whitefish. All the dependencies described above are graphically presented in Fig. 1.

Wunder (1936) maintains that changes in the morphotic picture of the blood are usually accompanied by changes in the shape and dimension of erythrocytes. With the aim of observing this phenomenon in the investigated material I undertook measuring the largest and smallest diameters of erythrocytes. These data served to determine (with approximative accurateness) the changes that arise in the absorbent surface of erythrocytes (the surface of gaseous exchange) and its dependence

Table 1

Biometrical and haematological mean data for small whitefish (*Coregonus albula* L.) and for hybrids of small whitefish × whitefish (♂ *C. albula* L. × ♀ *C. lavaretus maraenoides* Poljakov).

Name of the pond or lake	Length of body in cm		Weight of body in g		Millions of erythrocytes in cmm		Dimension of cells in μ	Surface		Content of haemoglobin in %		Thousands of leucocytes in cmm		Relation of leucocytes to erythrocytes
	Mean	from - to	Mean	from - to	Mean	Standard error		of single cell in μ^2	Red cells contained in cmm	Mean	Standard error	Mean	Standard error	
1	2		3		4		5	6	7	8		9		
Small whitefish from ponds														
Leśny Wielki II	11,0	9,6 — 12,0	14,0	12,0 — 16,5	1,458	± 0,078	15,57 × 10,57	246,6 ± 7,0	361,14	69,9	± 4,3	67	± 16,2	1 : 22
Borkowy I	11,7	9,0 — 13,1	20,7	16,8 — 22,1	1,488	± 0,037	15,57 × 9,30	228,3 ± 10,4	338,07	70,8	± 1,1	130	± 8,3	1 : 11
Pod Gieratem	10,9	8,7 — 12,1	12,0	9,8 — 14,3	1,398	± 0,064	15,77 × 9,35	231,5 ± 2,7	323,10	67,2	± 1,5	170	± 8,1	1 : 8,8
Mean value for Small whitefish from ponds	11,2		15,6		1,448		15,64 × 9,74	235,3	340,07	69,3		122		1 : 13,9
Small whitefish from lakes														
Lake Rajgród	11,4	8,7 — 15,0	12,1	9,6 — 16,1	1,299	± 0,057	15,51 × 9,56	233,2 ± 4,6	302,14	71,9	± 2,4	55	± 10,1	1 : 23,6
Small whitefish × whitefish														
Golysz III	13,0	10,3 — 14,8	22,0	17,4 — 23,1	1,579	± 0,111	16,20 × 10,12	256,5 ± 5,4	406,43	69,3	± 3,4	71	± 15,1	1 : 22,2

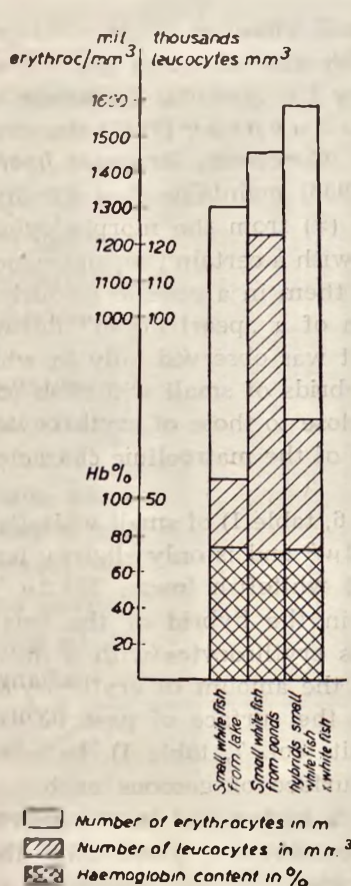


Fig. 1. Number of erythrocytes and leucocytes and haemoglobin content in blood of small whitefish and of hybrids small whitefish ♂ x whitefish ♀

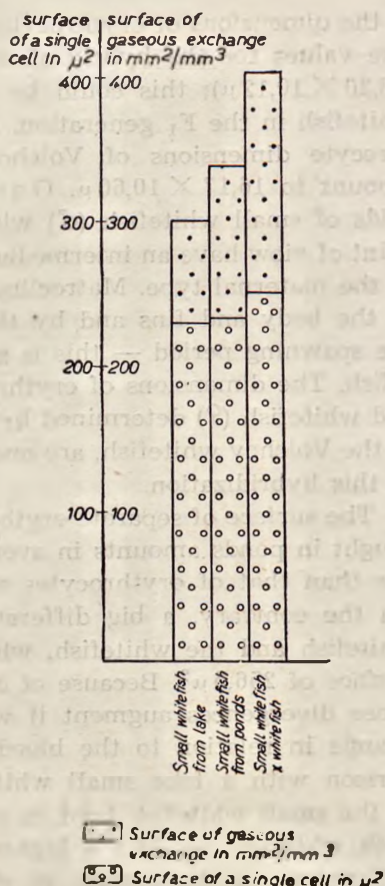


Fig. 2. Surface of single cell and surface of gaseous exchange in blood of small whitefish and of hybrids small whitefish ♂ x whitefish ♀

on the fluctuations of environment factors. I wished to ascertain whether the adaptative faculties of the fish organism exist also in relation to the oscillations of the surface of gaseous exchange — in other words, whether fish, besides having a capacity for adaptation of the values described above (amount of erythrocytes and leucocytes in 1 mm³, content of haemoglobin) possess also, in dependence of environment changes, the capacity for changing the surface and shape of erythrocytes. Columns 5, 6 and 7 of table 1 present the ciphers of these dependencies.

The dimensions of erythrocytes of small whitefish bred in ponds amount in average to 15,64 × 9,74 μ and differ only slightly in relation

to the dimensions of erythrocytes of lake small whitefish ($15,51 \times 9,16 \mu$). The values for the hybrid of small whitefish and whitefish are higher ($16,20 \times 10,12 \mu$); this could be explained by the parental influence of whitefish in the F_1 generation. According to Suvorov (1948) the erythrocyte dimensions of Volchov whitefish (*Coregonus lavaretus beeri*) amount to $16,17 \times 10,60 \mu$. Gąsowska (1956) maintains that the hybrids of small whitefish (σ^7) with whitefish (♀) from the morphological point of view have an intermediate exterior, with a certain preponderance of the maternal type. Matrocline appears in them in a general colouring of the body and fins and by the apparition of a „pearl organ” during the spawning period — this is a feature that was observed only in whitefish. The dimensions of erythrocytes in hybrids of small whitefish (σ^7) and whitefish (♀) determined by me, being close to those of erythrocytes of the Volchov whitefish, are one proof more of the matroclinic character of this hybridization.

The surface of separate erythrocytes (col. 6, table I) of small whitefish caught in ponds amounts in average to $235,3 \mu^2$ and is only slightly larger than that of erythrocytes of lake small whitefish (mean $233,2 \mu^2$). On the contrary, a big difference is seen in the hybrid of the small whitefish and the whitefish, which possesses erythrocytes with a mean surface of $256,5 \mu^2$. Because of difference in the amount of erythrocytes those divergences augment if we represent the surface of gaseous exchange in relation to the blood volume unit (col. 7, table I). In comparison with a lake small whitefish, the surface of gaseous exchange of the small whitefish bred in ponds is 12,7% higher and in the hybrid with whitefish — 34,8% higher. Fig. 2. demonstrates graphically the differences in the surface of gaseous exchange.

The observations presented here, though not numerous, confirm the pertinency of further and more extensive research work on the haematology of small whitefish, whitefish and their hybrids, both living in the normal conditions of lakes or bred in ponds. This is the more imperative as we can observe frequent ventures of breeding of fish of the genus *Coregonus* in ponds. Observations in the physiological condition of those fish during their acclimatization in artificial reservoirs of water, provided with dams, seem also to be of great interest.

Inferences

1. In small whitefish bred in ponds the amount of erythrocytes and leucocytes in 1 mm^3 is higher (1,448 millions erythrocytes per mm^3 and 122 thousands leucocytes per mm^3) than that of the lake small whitefish (1,299 millions per mm^3 and 55 thousands per mm^3).

The haemoglobin content however is lower for fish bred in ponds (69,3 %) than in lake small whitefish (71,9 %).

The surface of single erythrocytes is, as a rule of $235,3 \mu^2$ for small whitefish from ponds and $233,2 \mu^2$ for lake small whitefish. A greater surface of gaseous exchange for a unit of volume is caused only by the increased amount of erythrocytes in 1 mm^3 .

II. The hybrids of small whitefish and whitefish bred in ponds have a greater amount of erythrocytes (1,579 millions per mm^3) but a smaller one of leucocytes when compared with small whitefish of the same environment (1,448 millions of erythrocytes per mm^3 and 122 thousands leucocytes per mm^3).

The haemoglobin content both for small whitefish and for the hybrids maintains itself (69,3 %) on the same level.

The surface of single erythrocytes and that of gaseous exchange for a unit of volume in the hybrids of small whitefish and whitefish is distinctly greater ($256,5 \mu^2$ and $406,43 \text{ mm}^2$ per mm^3) than in small whitefish from ponds ($233, \mu^2$ and $340,07 \text{ mm}^2$ per mm^3).

The higher values for the hybrids in relation to the erythrocytes and haemoglobin content as well as to the surface of the erythrocytes could be explained by greater plasticity and heterosis of the organism of hybrids, as well by the possibility of matroclinal influence of the white fish.

STRESZCZENIE

Jesienią 1956 i wiosną 1957 roku udało mi się dokonać pobrania krwi od sielawy i od krzyżówki sielawy z sieją hodowanych w stawach karpowych Polski południowej (Zespół Gospodarstw Doświadczalnych PAN w Ochabach w województwie katowickim i Gospodarstwo Rybackie PZW w Krzelowie, południowy kraniec województwa kieleckiego), oraz od sielawy bytującej w normalnych warunkach jeziorowych w jeziorze Rajgrodzkim w województwie białostockim.

Osobniki ze stawów Zespołu w Ochabach oraz z jeziora Rajgrodzkiego odłowione były w wieku O_+ (jednoletnie), a z stawu w Gospodarstwie w Krzelowie w wieku 1 (jednoroczne — jako że obserwacje nad nimi przeprowadziłem wiosną 1957 r.).

W pobranych nieco zmodyfikowaną metodą Puczkowa (Łysak 1959) próbkach krwi oznaczałem ilość erytrocytów i leukocytów w mm^3 i zawartość hemoglobiny. Równocześnie na barwionych metodą May-Grünwald-Giemsy rozmazach krwi dokonałem pomiarów erytrocytów, na podstawie czego obliczyłem powierzchnię pojedynczych erytrocytów oraz szacunkowo powierzchnię wymiany gazowej krwi, tj. powierzchnię erytrocytów przypadających na 1 mm^3 krwi.

U sielawy hodowanej w stawach zawartość erytrocytów i leukocytów w 1 mm^3 jest wyższa (1,448 miliona erytrocytów w mm^3 i 122 tysięcy leukocytów w mm^3),

w porównaniu z sielawą z jeziora (1,229 miliona erytrocytów w mm^3 i 55 tysięcy leukocytów w mm^3).

Zawartość hemoglobiny jest natomiast nieco niższa u sielawy ze stawów (69,3%) niż u sielawy z jeziora (71,9%).

Powierzchnia pojedynczych erytrocytów jest w zasadzie podobna ($235,3 \mu^2$ dla sielawy ze stawów i $233,2 \mu^2$ dla sielawy z jeziora). Większa więc powierzchnia wymiany gazowej na jednostkę objętości u sielawy hodowanej w stawach ($340,07 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$ wobec $302,14 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$ dla sielawy z jeziora) spowodowana jest jedynie zwiększeniem się zawartości erytrocytów w mm^3 .

U hodowanej w stawach krzyżówki sielawy z sieją zawartość erytrocytów jest wyższa (1,579 miliona w mm^3), a leukocytów niższa (71 tysięcy w mm^3), w porównaniu z sielawą z takiego samego środowiska.

Zawartość hemoglobiny u krzyżówki i u sielawy ze stawów utrzymuje się na jednakowym poziomie (69,3%).

Powierzchnia pojedynczych erytrocytów i powierzchnia wymiany gazowej na jednostkę objętości u krzyżówki sielawy z sieją jest wyraźnie wyższa ($256,5 \mu^2$ i $406,43 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$) niż u sielawy ze stawów.

Wyższe wartości dla tej krzyżówki odnośnie zawartości erytrocytów, hemoglobiny i powierzchni erytrocytów można by tłumaczyć często spotykaną zwiększoną plastycznością i heterozją organizmu mieszańców pokolenia F_1 jak również matroklinicznym wpływem siei.

Opisane w niniejszej pracy obserwacje miały charakter jednorazowy, co zmusza do ostrożności w wyciąganiu wniosków porównawczych; dzielił je pewien okres czasu. Brak także danych odnośnie fizyko-chemicznej charakterystyki środowiska, których niestety nie udało mi się uzyskać.

Przytoczone powyżej dane potwierdzają moim zdaniem celowość szerszych badań hematologicznych nad sielawą i sieją oraz ich krzyżówkami zarówno bytującymi w normalnych warunkach jeziorowych, jak i hodowanymi w stawach. Aspekt stanu fizjologicznego tych gatunków w trakcie ich aklimatyzacji w nowych, zaporowych zbiornikach wodnych również wydaje się bardzo interesujący.

References

- Bernatowicz S., 1958. Obserwacje nad rozwojem sielawy w małych zbiornikach wodnych. *Polskie Arch. Hydrobiol.* IV (XVII). 163—183.
- Einsele W., 1934. Das Wachstum der Coregonen in Voralpengebiet. *Zeitschr. f. Fischerei*, XI.
- Gąsowska M., 1956. Wyniki hodowli obustronnych mieszańców sieja \times sielawa w stawach. *Gospodarka Rybna*. VIII Nr 5 (79). 4—7.
- Gąsowska M., 1957. Drugie pokolenie krzyżówki po rodzicach samica sieja i samiec sielawa. *Gospodarka Rybna*. IX Nr 2 (89). 10—11.
- Gąsowska M., 1958. The morphology of hybrids and the ways of inheriting parental features by reciprocal hybrids: whitefish \times small whitefish. *Polskie Arch. Hydrobiol.* IV (XVII). 277—289.
- Łysak A., 1959. Die Blutentnahme von Fischen zu diagnostischen Zwecken sowie deren Einfluss auf das spätere Blutbild und den Zuwachs. *Acta Hydrobiol.* 1.1.
- Suvorov S. K., 1948. *Osnovy ichtologii*. Izd. „Sov. Nauka“.

- Staff F., 1950. Ryby słodkowodne Polski i krajów ościennych; Warszawa. Wyd. Trzaska, Evert, Michalski.
- Terlecki W., Kempieńska H., 1956. Sieja i sielawa. Warszawa, PWRiL.
- Welger E., 1941. Coregonen. — Die Lachsartigen (Salmonidae) II Teil. Süßwasserfische Deutschlands, Stuttgart, Demoll, Mayer, Band III.
- Wunder W., 1936. Physiologie der Süßwasserfische Mitteleuropas, Stuttgart, Demoll, Mayer, Band II B.

Adres autora — Author's adres

Mgr inż. Andrzej Łysak

Zakład Biologii Wód PAN, Kraków, ul. Sławkowska 17.

WSKAZÓWKI DLA AUTORÓW

1. Redakcja Acta Hydrobiologica przyjmuje do druku oryginalne prace ze wszystkich dziedzin hydrobiologii i rybactwa, z wyjątkiem prac o charakterze polemicznym.

2. Objętość prac wraz z rysunkami i tabelami nie powinna przekraczać 24 stron maszynopisu, tj. 16 stron druku.

3. Drukuje się prace w języku polskim ze streszczeniem obcojęzycznym nie przekraczającym $\frac{1}{3}$ objętości tekstu polskiego lub w jednym z języków kongresowych z krótkim (1—2 stron) streszczeniem polskim. Wraz z poprawnym tekstem obcojęzycznym autor winien nadesłać odpowiedni tekst polski.

Naglówki tabel oraz podpisy rycin załączonych do prac napisanych w języku polskim winny być podane w języku polskim oraz w języku streszczenia; w pracach obcojęzycznych tylko w tym języku, w którym napisana jest praca.

4. Maszynopis pisany jednostronnie z interlinią (29 wierszy na stronie) i marginesem (4 cm z lewej strony) nie zawierający więcej niż 5 poprawek na stronie, należy nadsyłać w 3 egzemplarzach z podaniem imienia, nazwiska, miejsca pracy i adresu autora. Ewentualne podkreślenia w tekście należy robić ołówkiem. Przy nazwach systematycznych gatunków należy podawać nazwiska odpowiednich autorów np.: *Navicula cincta* (Ehr.) Kütz.

5. Tabele liczbowe oraz wyraźne ryciny i fotografie winny być zebrane poza tekstem; w maszynopisie należy zaznaczyć na marginesie ich przybliżone miejsce. Przy rycinach i fotografiach należy podać, do jakich granic mogą być zmniejszone; powiększenie lub pomniejszenie przedmiotu należy zaznaczyć skalą rysowaną lub w podpisie. Przy większej ilości rycin wzgl. fotografii autor winien zestawić je w tablice. Maksymalny wymiar tablicy w druku wynosi 12×19 cm.

6. Wykaz cytowanej literatury należy zestawić w porządku alfabetycznym wg nazwisk autorów, z podaniem pierwszych liter imion, roku publikacji, pełnego tytułu pracy, ogólnie przyjętego skrótu czasopisma, numeru tomu oraz pierwszej i ostatniej strony publikacji. Przy wydawnictwach książkowych należy podać miejsce wydania i wydawcę. Przy publikacjach w języku rosyjskim należy stosować transliterację międzynarodową lub alfabet rosyjski. Przykłady:

Cholodnyj N. G.: 1953. Żelazobakterii. Moskwa, Izd. Akad. Nauk SSSR.

Wiszniewski J., 1954. Matériaux relatifs à la nomenclature et à la bibliographie des Rotifères. *Polskie Arch. Hydrob.*, 2 (15), 7—250.

Woodbury A. M., 1954. Principles of general ecology. New York, Toronto. Blakiston Comp. Inc.

7. O przyjęciu pracy do druku decyduje Komisja Biologiczna PAN w Krakowie w drodze głosowania po zreferowaniu pracy przez dwóch członków Komisji. Autor winien nadesłać 1-stronicowe streszczenia pracy (w 3 egzemplarzach), które będzie drukowane w sprawozdaniach z posiedzeń wspomnianej Komisji.

8. Autorzy otrzymują korektę szpaltową i korektę łamaną. Większe zmiany w złożonym już tekście mogą być robione tylko na koszt autora.

9. Autorzy otrzymują bezpłatnie 25 odbitek pracy (w przypadku pracy zbiorowej 25 odbitek łącznie). Większą ilość odbitek można otrzymać za zwrotem pełnych kosztów. Zamówienia na odbitki należy zgłaszać przy oddawaniu maszynopisu.

10. Materiały do druku i korespondencję prosimy nadsyłać pod adresem: Redakcja Acta Hydrobiologica, Zakład Biologii Wód PAN, Kraków, ul. Sławkowska 17.

Cena zł 15,—

ZAMÓWIENIA NA STAŁĄ PRZESYŁKĘ

przyjmuje administracja Acta Hydrobiologica, Zakład Biologii Wód PAN, Kraków,
ul. Sławkowska 17. Należność pobierana jest za zaliczeniem pocztowym. Pojedyncze
egzemplarze można nabywać w księgarniach i kioskach „Ruchu” w miastach
wojewódzkich.