UDC: 597-153:591.524.11 (282.3)

MACROZOOBENTHOS OF MOUNTAIN RIVERS OF THE TRANSCARPATHIAN REGION AS A FORAGE BASE OF BENTHOPHAGOUS FISHES AND SAPROBITY INDICATOR

S. Kruzhylina, Sveta_kru@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv
I. Velykopolsky, vely@meta.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv
O. Didenko, al_didenko@yahoo.com, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

Purpose. *To study qualitative and qualitative indices of macrozoobenthos as one of main components of the forage base of benthophagous fishes in mountain river reaches of the Transcarpathian region and determination of their saprobity level.*

Methodology. *Thhj,9.e study was carried out in summer period of 2009 in mountain river reaches of the Tisa river catchment. Zoobenthos samples were collected by a Surber sampler (25 × 25 cm) on the bottoms of different fractions with different water flow rate (riffle, run, pool). Collection, processing and interpretation of the obtained data was carried out according to generally accepted hydrobiological methods developed for mountain river studies. Saprobity was of the studied rivers was calculated by Pantle-Buck formula. The Zelinka-Marvan saprobity index was used for calculations.*

Findings. *Qualitative and quantitative macrozoobenthos indices have been studied. The number of zoobenthos on the investigated river sections ranged from 416 to 7712 ind./m^2 with biomasses from 2.96 to 83.84 g/m^2. The major portion of the zoobenthic biomass in the majority of rivers was due to caddis fly larvae composing up to 93% of the total biomass. An important role in the total biomass of the zoobenthos also belonged to mayfly (up to 53%) and stonefly (up to 55%) larvae and in lower degree amphipods (up to 39%), chironomid larvae (up to 14%) and aquatic coleopterans (up to 5%). According to the calculated potential fish productivity, the mountain rivers can be apparently separated into three groups: little productive (4.2–12.7 kg/ha), medium productive (13.2–21.6 kg/ha) and high productive (25.3–85.3 kg/ha). Mountain river reaches of the Transcarpathian region were found to belong to pure χ-saprobic, and o- i β-mesosaprobic zones, the saprobity index in which ranged from 0.35 (Rika river) to 1.7 (Shipot river).*

Originality. *For further calculation and assessment of brown trout and European grayling stocking amounts for mountain reaches of the Tisa River basin, we investigated qualitative and quantitative indices of macrozoobenthos as one of major components of the forage base for benthophagous fishes and calculated their potential fish productivity.*

Practical value. *Data on macrozoobenthos biomass and saprobity of mountain river reaches can be used for calculation and assessment of the possibility of stocking the studied river with juvenile brown trout and European grayling as well as for calculation of possible damages resulting from construction of small HPP (a tendency for construction of which on the Transcarpathian rivers lately becomes more significant).*

Keywords: *Tisa river catchment, mountain rivers, macrozoobenthos, saprobity, potential fish productivity.*

PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

Rivers of the Carpathian region are a unique natural complex with significant species diversity inhabited by more than 61 fish and lamprey species and subspecies [1].

The specificity of abiotic conditions of their existence, in particular high dynamics of the water flow of mountain rivers, defines the biological diversity of aquatic invertebrates as well as the ichthyocomplex of these rivers, which is formed of species

adapted for inhabiting such environmental conditions. The majority of the ichthycomplex of mountain rivers is formed of fish species, the diet of which is dominated by macrozoobenthos (minnow, silver bream, Prussian carp, dace) and their percentage is from 77 to 100% of the total number of fishes in the river, of which pure benthophages are from 62 to 80% [2].

One of main natural factors, which define fish productivity of rivers, is the level of the development of their food resources, which in mountain rivers are mainly based on zoobenthic communities [3]. It is not possible to evaluate the productive potentials of the rivers without thorough study of their food resources.

A number of scientists investigated the state of the biota of Transcarpathian rivers in 1940-60s [3, 4]. During the last period, rivers of the Transcarpathian region were studied for the structure of their biotic communities [5–8], changes of their species composition and structure and quantitative indices depending on the altitude [9]. Some works were devoted to the study of biota structure in river systems, which can be used as indices of their ecological state [10, 11], et al.

HIGHLIGHT OF THE EARLIER UNRESOLVED PARTS OF THE GENERAL PROBLEM. AIM OF THE STUDY

Among current literature data, there is little information on biomasses of macrozoobenthic communities of the Tisa River basin, the use of which would allow performing calculations on the amounts of brown trout and European grayling juveniles to be stocked in these rivers.

The aim of this work was to investigate qualitative and quantitative parameters of macrozoobenthos as one of the main component of the food base of benthophagous fish in mountain reaches of Transcarpathian rivers suitable for European grayling and brown trout and to evaluate their potential fish productivity for calculating stocking amounts of these species as well as to assess the ecological state of the investigated rivers based on the indicator species of saprobity.

MATERIALS AND METHODS

The studies were carried out in summer period (August) of 2009. Mountain reaches of following rivers of the Tisa River basin have been sampled: Tisa, Chorna Tisa, Bila Tisa, Tereblya, Lyutyanka, Teresva, Shypit, Goverla, Borzhava, Pynya, Brusturyanka, Shopurka, Irshava, Mokryanka, Krasna, Rika, Vycha, Turbat, Uzh, Osa, Mala Ugol'ka, Stuzhanka.

Collection, processing, and interpretation of the obtained data were performed according to generally accepted hydrobiological methods developed for mountain rivers [12–14].

Zoobenthos samples were collected with a Surber sampler (25 × 25 cm) [15]. Samples were taken on bottoms of different fractions with different current velocities (riffle, run, pool). On river reaches covered with large stones, sampling was done on a certain area, which was determined with the aid of a tape measure, by removing the stones from water and collecting the benthic organisms with a forceps [15].

Collected benthic organisms were preserved in a 4% formalin solution. Qualitative and quantitative assessment of macrozoobenthos was carried out according to generally accepted hydrobiological method [16].

Saprobity of the studied rivers was calculated by Pantle-Buck formula modified by Sladecek [17]:

$$\text{Saprobity index } S = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (s_i h_i)}{\sum_{i=1}^{i=n} (h_i)}$$

where: s_i – saprobic valency of species, h_i – frequency of occurrence of each species.

The saprobity index of M. Zelinka and P. Marvan [18] was used for calculations, indicator importance *s* and saprobity zone were determined for each species based on the CMEA list of saprobic organisms [19].

STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The taxonomic diversity of benthic communities of the Tisa River basin in August was composed of 4 types, 9 orders, 42 families, and 60 genera. The most important in the benthos of the investigated streams were insects, which were represented by 6 orders and 31 genera. *Trichoptera* and *Ephemeroptera* larvae were characterized by the highest diversity of genera: 16 and 14, respectively.

The investigated rivers were characterized by high diversity of dominating systematic groups of macrozoobenthos. The abundance of macrozoobenthic organisms in the rivers significantly fluctuated from 416 ind./m^2 to 7712 ind./m^2. *Chironomidae* larvae dominated in the rivers Pynya, Teresva, Lyutyanka, Shypit (31-58% in abundance); *Ephemeroptera* larvae dominated in the rivers Tisa (near Vilok), Irshava, Shopurka, Chorna Tisa, Bila Tisa, Goverla, Borzhava (23–62%); *Trichoptera* larvae dominated in the rivers Tisa (near Solotvino), Rika, Turbat, Brusturyanka, Krasna, Mokryanka (39–59%); *Amphipoda* dominated in the rivers (Vicha, Osa, Stuzhanka, and Mala Ugol'ka (41–52%); and *Plecoptera* larvae were the dominating species in the Tereblya River (44%).

Biomass indices of «soft» macrozoobenthos (Table 1) of the investigated rivers were in a wide range and rivers can be conventionally divided into three groups according to the level of biomass development during the sampling period: little productive with biomasses 2.96–9.50 g/m^2 (Tereblya, Lyutyanka, Teresva, Tisa near Vilok, Chorna Tisa, Shypit), medium productive – 10.22–17.58 g/m^2 (Goverla, Bila Tisa, Borzhava, Pynya, Brusturyanka, Shopurka, Irshava, Mokryanka, Krasna, Rika), and highly productive – 19.47–83.84 g/m^2 (Vycha, Turbat, Tisa near Solotvyno, Uzh, Osa, Mala Ugol'ka, Stuzhanka).

The majority of macrozoobenthos biomass in the majority of the investigated rivers (Lyutyanka, Teresva, Chorna Tisa, Pynya, Shopurka, Mokryanka, Krasna, Rika, Vycha, Turbat, Uzh, Osa, Stuzhanka) was formed of *Trichoptera* larvae composing from 34% to 94% of the total macrozoobenthos biomass.

Plecoptera larvae played significant role in macrozoobenthos biomass in the rivers Lyutyanka, Shopurka, Krasna, Stuzhanka (20–32%); *Ephemeroptera* larvae in the rivers Chorna Tisa, Teresva, Pynya, Vycha, Rika (18–40%); *Amphipoda* in the rivers Vycha and Osa (33–35%).

Diptera, *Coleoptera*, and *Chironomidae* larvae were insignificant in the total biomass of the investigated rivers composing up to 10.0%, 0.3%, and 0.9%, respectively.

Table 1a. **Qualitative and quantitative indices of zoobenthos development in summer period (August) in Transcarpathian rivers in 2009, $\frac{ind./m^2}{(g/m^2)}$**

Zoobenthos group	Rivers							
	Vycha	Tereb-lya	Osa	Pynya	Teres-va	Lyuty-anka	Uzh	Stuzha-nka
I. *Oligochaeta*	-	-	-	-	-	-	72	24
	-	-	-	-	-	-	0.108	0.096
II. *Hirudinea*	16	-	-	-	-	-	-	-
	1.248	-	-	-	-	-	-	-
III. *Amphipoda*	368	-	736	16	-	-	88	720
	6.864	-	11.456	0.032	-	-	2.080	1.968
IV. *Insecta*:	320	576	1056	512	416	760	968	732
	11.36	2.960	23.232	13.808	4.624	2.960	25.224	81.780
1.*Odonata*	-	-	-	-	-	-	-	-
larvae	-	-	-	-	-	-	-	-
2.*Ephemerop-tera* larvae	224	96	256	128	128	144	176	36
	3.504	0.736	0.960	4.112	1.760	0.272	1.016	0.564
3.*Plecoptera*	16	256	48	-	-	112	48	96
larvae	0.048	0.304	0.736	-	-	0.904	1.792	2.712
4.*Coleoptera*	-	-	96	-	-	-	-	-
larvae	-	-	0.944	-	-	-	-	-
5.*Trichoptera*	64	-	224	32	128	80	432	456
larvae	7.600	-	20.400	9.296	2.320	1.080	22.208	78.060
6.*Diptera*	16	80	-	48	32	64	8	96
larvae	0.208	1.776	-	0.064	0.464	0.496	0.016	0.396
7.*Chironomi-dae* larvae	-	144	432	304	128	360	304	48
	-	0.144	0.192	0.336	0.080	0.208	0.192	0.048
8. *Coleoptera*	-	-	16	-	-	-	-	-
imago	-	-	0.032	-	-	-	-	-
Total «soft» zoobenthos	**704**	**576**	**1808**	**528**	**416**	**760**	**1128**	**1476**
	19.47	**2.960**	**34.720**	**13.840**	**4.624**	**2.960**	**27.412**	**83.844**
Potential fish productivity, kg/ha	**22.4**	**3.4**	**40.0**	**15.9**	**5.3**	**3.4**	**31.6**	**96.5**

Trichoptera larvae in the majority of rivers (Uzh, Turbat, Mokryanka, Krasna, Stuzhanka, Osa) were represented by *Potamophylax* Colen. (25–92% in biomass); in Teresva, Lyutyanka, Rika – *Hydropsyche pellucidula* (33–74%); in Chorna Tisa – *Sericostoma personatum* (31%), in Vycha – *Odontocerum albicorne* Scop. (37%), in Pynya – family *Phryganeidae* (67%).

Zoobenthos biomass in the rivers Brusturyanka, Bila Tisa, Goverla was formed mainly by *Plecoptera* larvae (39–55%) and in a lesser degree by *Ephemeroptera* larvae (21–25%), while in Tisa near Vilok and in Borzhava by *Ephemeroptera* larvae (45 and 53%, respectively) and in a lesser degree by *Plecoptera* larvae (4 and 19%) and *Amphipoda* (18 and 5%).

Indices of the development of *Trichoptera* larvae and *Amphipoda* (except Tisa and Borzhava) biomasses were within 11–24% and 1–18%, respectively. Moreover, the

macrozoobenthos of these rivers included insignificant biomasses of *Coleoptera* (up to 0.5%), *Diptera* (up to 12%), and *Chironomidae* (0.1–3.0%) larvae.

Table 1b. **Qualitative and quantitative indices of zoobenthos development in summer period (August) in Transcarpathian rivers in 2009, $\frac{ind./m^2}{(g/m^2)}$**

Zoobenthos group	Rivers							
	Tisa near		Chorna Tisa	Bila Tisa	Shypit	Irshava	Rika	Mala Ugol'ka
	Vilok	Solotvino						
I. *Oligochaeta*	-	-	-	-	64	32	-	96
	-	-	-	-	0.032	0.08	-	0.192
II. *Hirudinea*	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
III. *Amphipoda*	144	16	16	100	320	256	-	3456
	1.056	0.544	0.720	0.970	2.048	1.680	-	18.912
IV. *Insecta:*	992	1088	704	460	4048	1776	2912	2896
	4.672	26.432	8.560	9.34	7.424	13.488	17.584	26.816
1.*Odonata* larvae	-	32	-	-	-	-	-	-
	-	13.344	-	-	-	-	-	-
2.*Ephemerop-tera* larvae	512	144	320	170	576	784	1152	320
	2.576	2.928	3.680	2.190	0.880	1.776	3.232	3.072
3.*Plecoptera* larvae	112	160	144	70	672	160	400	272
	0.208	3.168	0.672	5.71	0.688	5.056	1.040	14.864
4.*Coleoptera* larvae	-	-	-	-	64	208	-	384
	-	-	-	-	0.096	0.384	-	0.864
5.*Trichoptera* larvae	256	656	112	40	688	160	1248	320
	1.344	6.416	4.064	1.130	1.296	2.800	13.200	4.624
6.*Diptera* larvae	32	64	16	170	368	416	-	1440
	0.496	0.480	0.064	0.290	3.120	3.440	-	3.264
7.*Chironomidae* larvae	80	32	112	10	1680	48	112	160
	0.048	0.096	0.080	0.02	1.344	0.032	0.112	0.128
8. *Coleoptera* imago	-	-	-	20	-	-	-	1264
	-	-	-	0.02	-	-	-	2.384
Total «soft» zoobenthos	**1136**	**1104**	**720**	**580**	**4432**	**2064**	**2912**	**7712**
	5.728	**26.976**	**9.280**	**10.33**	**9.504**	**15.248**	**17.584**	**48.304**
Potential fish productivity, kg/ha	**6.6**	**31.0**	**10.7**	**11.9**	**10.9**	**18.0**	**20.2**	**55.6**

Among *Plecoptera*, representatives of the genus *Perla* (36–50%) dominated in the biomass (36–50%) in the rivers Brusturyanka, Bila Tisa, Goverla, while *Ecdyonurus* (13–20%) were the most abundant among *Ephemeroptera*.

The majority of *Ephemeroptera* larvae in the rivers Tisa near Vilok and Borzhava was formed by the genera *Heptagenia* (27–36%) and *Ecdyonurus* (2–15%), while *Plecoptera* larvae were represented by *Perla* (18% in the Borzhava) and *Perloides* (4% in the Tisa).

The majority of macrozoobenthos biomass in the Tereblya was formed by *Diptera* (60%) *Ephemeroptera* (25%) larvae with domination of the genera *Atherix* (36%) and *Heptagenia* (20%) and genus *Limoniidae* (24%); in the Irshava – *Plecoptera* (33%) and *Diptera* (23%) with domination of the genera *Perla* (32%) and *Atherix* (22%); in the Shypit – *Diptera* larvae (33%) and *Amphipoda* (22%) with domination of the genera *Atherix* (15%), *Eriocera* (13%) and *Gammarus sp.*; in the Mala Ugol'ka – *Amphipoda* (39%) and Plecoptera larvae (31%) with domination of *Gammarus sp.* and *Perla sp.*

30%; in the Tisa near Solotvino – *Odonata* (50%) and Trichoptera (24%) larvae with domination of *Epitheca bimaculata* (44%) and *Hydropsyche pellucidula* (23%). Importance of other systematic groups of macrozoobenthos in the biomass of the mentioned rivers was insignificant and did not exceed 18% of the total biomass.

Table 1c. **Qualitative and quantitative indices of zoobenthos development in summer period (August) in Transcarpathian rivers in 2009, $\frac{ind./m^2}{(g/m^2)}$**

Zoobenthos group	Rivers						
	Turbat	Brustu-ryanka	Krasna	Mokryanka	Shopurka	Goverla	Borzhava
I. *Oligochaeta*	-	-	-	-	48	-	16
	-	-	-	-	0.24	-	0.064
II. *Hirudinea*	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
III. *Amphipoda*	32	32	32	16	24	32	464
	0.160	0.128	0.139	0.032	0.384	0.640	0.576
IV. *Insecta*:	944	1408	1253	432	468	1552	1600
	22.768	14.352	17.157	16.096	13.836	9.424	11.744
1. *Odonata*	-	-	-	-	-	-	-
larvae	-	-	-	-	-	-	-
2.*Ephemeroptera*	320	656	544	160	144	608	1328
larvae	2.240	3.376	2.997	0.624	1.596	2.592	6.624
3. *Plecoptera*	160	128	139	80	108	304	144
larvae	1.504	7.456	5.472	0.320	3.024	4.032	2.304
4. *Coleoptera*	16	-	5.333	-	36	16	32
larvae	0.016	-	0.005	-	0.036	0.048	0.048
5. *Trichoptera*	368	560	496	192	120	176	64
larvae	18.720	2.704	8.043	15.152	9.000	1.264	2.688
6.*Diptera*	48	32	37	-	36	192	16
larvae	0.256	0.784	0.608	-	0.156	1.216	0.064
7. *Chironomidae*	32	32	32	-	24	256	16
larvae	0.032	0.032	0.032	-	0.024	0.272	0.016
8. *Coleoptera*	-	-	-	-	84	32	80
imago	-	-	-	-	0.624	0.16	0.096
Total «soft» zoobenthos	**976**	**1440**	**1285**	**448**	**624**	**1616**	**2160**
	22.928	**14.480**	**17.296**	**16.128**	**15.084**	**10.224**	**12.480**
Potential fish productivity, kg/ha	**24.6**	**16.7**	**19.9**	**18.6**	**17.4**	**11.8**	**14.4**

Oligochaeta were observed only in the rivers Shopurka, Borzhava, Shypit, Irshava, Mala Ugol'ka, Uzh, Stuzhanka, and they were not important in abundance (0.7–7.7%) and biomass (0.2–1.6%).

Based on the calculated potential fish productivity (Table 1), the investigated rivers can be conventionally divided into three groups: little productive 4.2–12.7 kg/ha (Tereblya, Lyutyanka, Teresva, Tisa near Vilok, Chorna Tisa, Shypit), medium productive – 13.2–21.6 kg/ha (Goverla, Bila Tisa, Borzhava, Pynya, Brusturyanka, Shopurka, Irshava, Mokryanka, Krasna, Rika), and highly productive – 25.3–85.3 kg/ha (Vycha, Turbat, Tisa near Solotvino, Uzh, Osa, Mala Ugol'ka, Stuzhanka).

Based on the saprobity indices calculated using zoobenthos organisms, which are indicators of pollution, almost all investigated rivers can be classified as clean

o-saprobic (0.51–1.50). Saprobity indices ranged from 0.52 (Osa) to 1.3 (Tisa). Only Shypit was classified as a χ-saprobic river (the cleanest rivers 0–0.50), the saprobity index of which was 0.35, while Rika was classified as a β-mesosaprobic river (1.51–2.50) with the saprobity index of 1.7 (Table 2).

Table 2. **Saprobity of the Transcarpathian rivers**

Rivers	Saprobity index	Saprobity zone	Rivers	Saprobity index	Saprobity zone
Shypit	0.35	χ	Irshava	0.86	o
Tereblya	0.51	o	Mokryanka	0.71	o
Lyutyanka	0.59	o	Krasna	0.99	o
Teresva	1.07	o	Vycha	0.82	o
Chorna Tisa	1.07	o	Turbat	0.95	o
Goverla	0.91	o	Tisa	1.46	o
Bila Tisa	1.00	o	Uzh	0.90	o
Borzhava	0.92	o	Osa	0.52	o
Pynya	0.58	o	Mala Ugol'ka	0.72	o
Brusturyanka	1.00	o	Stuzhanka	0.75	o
Shopurka	0.88	o	Rika	1.74	β

CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

Macrozoobenthos biomass in the investigated rivers ranged from 2.96 (Tereblya) to 83.34 g/m^2 (Stuzhanka). The majority of the macrozoobenthos biomass in the majority of rivers was formed by *Trichoptera* larvae composing from 10% (Mala Ugol'ka) to 93% (Stuzhanka) of the total biomass. Somewhat less important in the total biomass were *Ephemeroptera* (1–53%) and *Plecoptera* (0–55%) larvae, *Amphipods* (0–39%), *Chironomidae* larvae (up to 14%); and very insignificant were *Coleoptera* larvae (up to 3%) and *Coleoptera* imago (up to 5%).

Based on macrozoobenthos biomass indices, the investigated rivers can be conventionally divided into three groups: little productive with biomasses of 2.96–9.50 g/m^2 (Tereblya, Lyutyanka, Teresva, Tisa near Vilok, Chorna Tisa, Shypit), medium productive – 10.22–17.58 g/m^2 (Goverla, Bila Tisa, Borzhava, Pynya, Brusturyanka, Shopurka, Irshava, Mokryanka, Krasnaya, Rika), and highly productive – 19.47–83.84 g/m^2 (Vycha, Turbat, Tisa near Solotvino, Uzh, Osa, Mala Ugol'ka, Stuzhanka).

The potential fish productivity of benthophagous fishes in the investigated rivers can be from 4.2 to 85.3 kg/ha.

The Transcarpathian rivers belong to clean χ-saprobic, and o- and β-mesosaprobic zones, the saprobity index of which ranges from 0.35 (Shypit) to 1.7 (Rika).

Taking into account that Transcarpathian rivers are unique natural complex with significant species diversity, it is necessary to continue detailed studies of the structure of their biotic communities that will allow assessing their potential and developing the methods for their conservation and restoration.

BIBLIOGRAPHY

1. Мовчан Ю. В. Современный видовой состав круглоротых и рыб бассейна реки Тисы в пределах Украины / Ю. В. Мовчан // Вопр. ихтиологии. — 2000. — Т. 40, № 1. — С. 121—123.
2. Kruzhylina S. V. Fishes benthophages in Transcarpathian rivers as main component of ichthyofauna / S. V. Kruzhylina, I. I. Velykopol'sky // Fish Diversity

of Carpathians : First International Conference, 22–23 Sept. 2011 : abst. — Stara Lesná, Slovakia, 2011. — 12 p.
3. Ивлев В. С. Материалы по биологии горных рек Советского Закарпатья / В. С. Ивлев, В. М. Ивасик // Тр. Всесоюзн. гидробиол. о-ва. — 1961. — Т. XI. — С. 171—188.
4. Жадин В. И. Фауна рек и водохранилищ / В. И. Жадин // Труды Зоол. ин-та. — 1940. — Т. 5, вып. 3–4. — С. 519—991.
5. Афанасьев С. О. Структура біотичних угруповань та оцінка екологічного стану річок басейну Тиси / Афанасьев С. О. — К. : СП Інтертехнодрук, 2006. — 101 с.
6. Устич В. І. Іхтіофауна р. Іршава та стратегія її відновлення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.10 «Іхтіологія» / Устич В. І. — К., 2011. — 20 с.
7. Пурич І. Ю. Особливості формування та розподілу бентофауни в гірських річках Карпат / І. Ю. Пурич, М. І. Чередарик, В. І. Королюк // Водные ресурсы и пути их рационального использования : Междунар. научн. конф. молод. ученых : мат. — К., 2000. — С. 44—48.
8. Устич В. І. Природна кормова база риб в р. Іршава гірського району Закарпаття / В. І. Устич // Рибне господарство. — 2004. — Вип. 63. — С. 237—240.
9. Афанасьев С. О. Высотная зональность распределения и структурная организация сообществ гидробионтов в реках горной части бассейна Тисы / С. О. Афанасьев, О. М. Летицька, О. В. Мантурова // Гидробиол. журн. — 2013. — Т. 49, № 2. — С. 17—27.
10. Афанасьев С. О. Структура біоти річкових систем як показник їх екологічного стану : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.17 «Гідробіологія» / Афанасьев С. О. — К., 2011. — 38 с.
11. Яковлев В. А. Трофическая структура зообентоса как показатель состояния водных экосистем и качества воды / В. А. Яковлев // Водные ресурсы. — 2000. — Т. 27, № 2. — С. 237—244.
12. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек / [Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В., Широков В. А.] — Петрозаводск : Ин-т биологии Карельск. науч. центра АН СССР, 1989. — 42 с.
13. Шитиков В. К. Количественная гидрология: методы системной идентификации / Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. — Тольятти : Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2003. — 463 с.
14. Жадин В. И. Методы гидробиологических исследований / Жадин В. И. — М. : Высш. школа, 1960. — 191 с.
15. Water quality. Biological methods. Methods of biological sampling: guidance on the design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow freshwater : EN 8265:1988. — 1989. — 18 p.
16. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / [Арсан О. М., Давидов О. А., Дьяченко Т. М. та ін.]; за ред. В. Д. Романенка. — К. : ЛОГОС, 2006. — 408 с.
17. Sladeček V. System of water quality from biological point of view. Stuttgart / Sladeček V. — Ergebnisse der Limnol, 1973. — Vol. 7, № 1. — 218 p.
18. Zelinka M. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer / M. Zelinka, P. Marvan // Arch. Hidrobiol. — 1961. — № 57. — P. 389—407.

19. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III : Методы биологического анализа вод. Приложение 2. Атлас сапробных организмов. — М. : Изд. отдел Управления делами СЭВ, 1977. — 228 с.

REFERENCES

1. Movchan, Ju. V. (2000). Sovremennyj vidovoj sostav kruglorotyh i ryb bassejna reki Tisy v predelah Ukrainy. *Voprosy ikhtiologii, 40 (1),* 121-123.
2. Kruzhylina, S. V., & Velykopol'sky, I. I. (2011). Fishes benthophages in Transcarpathian rivers as main component of ichthyofauna. *First International Conference on Fish Diversity of Carpathians* (September 22-23, 2011). Stara Lesná, Slovakia, 12.
3. Ivlev, V. S., & Ivasik, V. M. (1961). Materialy po biologii gornyh rek Sovetskogo Zakarpat'ja. *Tr. Vsesojuzn. gidrobiol. o-va, XI,* 171-188.
4. Zhadin, V. I. (1940). Fauna rek i vodohranilishh. *Trudy Zool.* In-ta*, 5, 3-4,* 519-991.
5. Afanasj'ev, S. O. (2006). *Struktura biotychnykh ughrupovanj ta ocinka ekologhichnogho stanu richok basejnu Tysy.* Kyiv: SP Intertekhnodruk.
6. Ustych, V. I. (2011). Ikhtiofauna r. Irshava ta strateghija jiji vidnovlennja. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv.
7. Purych, I. Ju., Cheredaryk, M. I., & Koroljuk, V. I. (2000). Osoblyvosti formuvannja ta rozpodilu bentofauny v ghirsjkykh richkakh Karpat. *Mezhdunarod. nauchn. konferentsiya molodykh uchenykh: Vodnye resursy i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya.* Kyiv, 44-48.
8. Ustych, V. I. (2004). Pryrodna kormova baza ryb v r. Irshava ghirsjkogho rajonu Zakarpattja. *Rybne ghospodarstvo, 63,* 237-240.
9. Afanas'ev, S. O., Letic'ka, O. M., & Manturova, O. V. (2013). Vysotnaja zonal'nost' raspredelenija i strukturnaja organizacija soobshhestv gidrobiontov v rekah gornoj chasti bassejna Tisy. *Gidrobiol. Zhurn, 49, 2,* 17-27.
10. Afanasj'ev, S. O. (2011). Struktura bioty richkovykh system jak pokaznyk jikh ekologhichnogho stanu: *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv.
11. Jakovlev, V. A. (2000). Troficheskaja struktura zoobentosa kak pokazatel' sostojanija vodnyh jekosistem i kachestva vody. *Vodnye resursy, 27, 2,* 237-244.
12. Komulajnen, S. F., Kruglova, A. N., Hrennikov, V. V., & Shirokov, V. A. (1989). *Metodicheskie rekomendacii po izucheniju gidrobiologicheskogo rezhima malyh rek*. Petrozavodsk: In-t biologii Karel'sk. nauch. centra AN SSSR.
13. Shitikov, V. K., Rozenberg, G. S., & Zinchenko, T. D. (2003). *Kolichestvennaja gidrologija: metody sistemnoj identifikacii*. Tol'jatti: Institut jekologii Volzhskogo bassejna RAN.
14. Zhadin, V. I. (1960). *Metody gidrobiologicheskih issledovanij.* Moskva: Vyssh. shkola.
15. Water quality. Biological methods. Methods of biological sampling: guidance on the design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow freshwater. (1989). *EN 8265:1988.*
16. Arsan, O. M., Davydov O. A., Djjachenko, T. M., et al. (2006). *Metody ghidroekologhichnykh doslidzhenj poverkhnevykh vod.* Romanenko, V. D. (Ed.). Kyiv: NAN Ukrajiny, In-t ghidrobiologhiji.
17. Sladeček, V. (1973). System of water quality from biological point of view. Stuttgart. Ergebnisse der Limnol*, 7, 1,* 218.

18. Zelinka, M., & Marvan, P. (1961). Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewässer. *Arch. Hidrobiol, 57,* 389-407.
19. *Unificirovannye metody issledovanija kachestva vod. Ch. III : Metody biologicheskogo analiza vod. Prilozhenie 2. Atlas saprobnyh organizmov.* (1977). Moskva: Upravlenija delami SJeV.

МАКРОЗООБЕНТОС ГОРНЫХ РЕК ЗАКАРПАТЬЯ КАК КОРМОВАЯ БАЗА ДЛЯ РЫБ БЕНТОФАГОВ И ИНДИКАТОР САПРОБНОСТИ

С. В. Кружилина, Sveta_kru@ukr.net, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
И. Й. Великопольский, vely@meta.ua, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев
А. В. Диденко, al_didenko@yahoo.com, Институт рыбного хозяйства НААН, г. Киев

Цель. *Изучить количественные и качественные показатели макрозообентоса как одной из основных составляющих кормовой базы рыб-бентофагов горных участков рек Закарпатья и определение уровня их сапробности.*

Методика. *Исследования проводились в летний период (август) 2009 г. Были исследованы горные участки рек бассейна Тисы. Отбор проб зообентоса проводили пробоотборником типа Surber (25 × 25 см). Отбор проб осуществляли на почвах различных фракций с разной скоростью потока (перекат, плес, яма). Сбор, обработку и интерпретацию полученных данных осуществляли согласно общепринятым в гидробиологии методикам разработанным для исследования горных рек. Сапробность исследованных участков рек рассчитывали по формуле Р. Пантле и Г. Букка. Для расчета использовали сапробный индекс М. Зелинка и П. Марван.*

Результаты. *Изучены количественные и качественные показатели макрозообентоса. Численность его на исследованных участках рек колебалась от 416 до 7712 экз./м^2 при биомассе от 2,96 до 83,84 г/м^2. Основу биомассы макрозообентоса в большинстве рек формировали личинки ручейников, составляя до 93% биомассы. Несколько менее значительную роль в формировании биомассы макрозообентоса рек играли личинки поденок (до 53%) и веснянок (до 55%), бокоплавы (до 39%), личинки комаров-звонцов (до 14%) и незначительную – личинки жуков (до 3%), а также взрослые водяные жуки (до 5%). Согласно рассчитанной потенциальной рыбопродуктивности, исследованные реки условно можно разделить на три группы: малопродуктивные (4,2-12,7 кг/га), среднепродуктивные (13,2-21,6 кг/га) и высокопродуктивные (25,3-85,3 кг/га). Определено, что горные участки рек Закарпатья относятся к чистым χ-сапробным, и о- и в-мезосапробним зонам, индекс сапробности в которых колеблется от 0,35 (р. Рика) до 1,7 (р. Шипот).*

Научная новизна. *С целью дальнейшего расчета и оценки объемов зарыбления горных участков рек бассейна Тисы молодью ручьевой форели и хариуса исследованы количественные и качественные показатели макрозообентоса как одной из основных составляющих кормовой базы рыб-бентофагов и рассчитана их потенциальная рыбопродуктивность.*

Практическая значимость. *Данные по биомассе макрозообентоса и сапробности горных участков рек дают возможность оценить их потенциальную рыбопродуктивность и могут быть использованы для расчета и оценки возможности зарыбления исследованных рек молодью форели и хариуса, а также для расчета возможных убытков от строительства малых ГЭС (тенденция к строительству которых на реках Закарпатья в последнее время приобретает существенные масштабы).*

Ключевые слова: *бассейн Тисы, горные участки рек, макрозообентос, сапробность, потенциальная рыбопродуктивность.*

МАКРОЗООБЕНТОС ГІРСЬКИХ РІЧОК ЗАКАРПАТТЯ ЯК КОРМОВА БАЗА ДЛЯ РИБ- БЕНТОФАГІВ ТА ІНДИКАТОР САПРОБНОСТІ

С. В. Кружиліна, Sveta_kru@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ
І. Й. Великопольський, vely@meta.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ
О. В. Діденко, al_didenko@yahoo.com, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

Мета. *Вивчити кількісні та якісні показники макрозообентосу як однієї з основних складових кормової бази для риб бентофагів гірських ділянок річок Закарпаття і визначення рівня їх сапробності.*

Методика. *Дослідження проводили у літній період (серпень) 2009 р. Були досліджені гірські ділянки річок басейну річки Тиси. Відбір проб зообентосу проводили пробовідбірником типу Surber (25 × 25 см). Проби відбирались на ґрунтах різних фракцій з відмінною швидкістю потоку води (перекат, плесо, яма). Збір, обробку та інтерпретацію отриманих даних здійснювали згідно загальноприйнятих в гідробіології методик, розроблених для дослідження гірських річок. Сапробність досліджених ділянок річок розраховували за формулою Р. Пантле і Г. Букка. Для розрахунку використовували сапробний індекс М. Зелінка та П. Марван.*

Результати. *Вивчено кількісні та якісні показники макрозообентосу. Чисельність макрозообентосу на досліджених ділянках річок коливалась від 416 до 7712 екз./м^2 при біомасі від 2,96 до 83,84 г/м^2. Основу макрозообентосу більшості річок формували личинки волохокрильців, складаючи до 93% біомаси. Дещо меншу роль у її формуванні відігравали личинки одноденок (до 53%) і веснянок (до 55%), бокоплави (до 39%), личинки комарів-дзвінців (до 14%) та незначну – личинки жуків (до 3%), а також дорослі водяні жуки (до 5%). За розрахованою потенційною рибопродуктивністю досліджені річки можна умовно розділити на три групи: малопродуктивні (4,2–12,7 кг/га), середньопродуктивні (13,2–21,6 кг/га) і високопродуктивні (25,3–85,3 кг/га). Визначено, що гірські ділянки річок Закарпаття належать до чистих χ-сапробних, та о- і в-мезосапробних зон, індекс сапробності в яких коливається від 0,35 (р. Ріка) до 1,7 (р. Шипіт).*

Наукова новизна. *З метою оцінки та подальшого розрахунку об'ємів зариблення гірських ділянок річок басейну річки Тиси молоддю струмкової форелі та харіуса досліджено кількісні та якісні показники макрозообентосу як однієї з основних складових кормової бази для риб-бентофагів та розраховано їх потенційну рибопродуктивність.*

Практична значимість. *Дані щодо біомаси макрозообентосу та сапробності гірських ділянок річок дають можливість оцінити їх потенційну рибопродуктивність і можуть бути використані для оцінки та розрахунку можливості зариблення досліджених річок молоддю форелі та харіуса, а також для розрахунку можливих збитків від будівництва малих ГЕС, тенденція до будівництва яких на річках Закарпаття в останній час набуває суттєвих обертів.*

Ключові слова: *басейн р. Тиса, гірські ділянки річок, макрозообентос, сапробність, потенційна рибопродуктивність.*