

Zooplanktón tatranských plies

I. HUDEC¹ a E. STUHLÍK²

¹ Ústav zoológie SAV, Löfflerova 10, 040 01 Košice, Slovensko, e-mail: hudec@saske.sk;

² Katedra parazitologie a hydrobiologie, PF KU, Viničná 7, 128 00 Praha 2, Česká republika, e-mail: stu@beba.cesnet.cz

Abstract. In order to describe and analyze the zooplankton fauna of the glacial lakes in the High Tatras Mts., totally 248 zooplankton samples of 146 glacial lakes were taken in the years 1992 and 1994-96. In the large size lakes samples of littoral and pelagic zones were collected individually, while in the smaller size lakes only one mixed sample was taken. Hierarchical cluster analysis was applied to compare the similarity of lakes based on relative abundance data. Only samples collected in 1992 were included to the analysis. In total, 26 species of the order Cladocera of the subclass Branchiopoda, 11 species of the subclass Copepoda, and 36 species of the phylum Rotifera were detected in the studied period. Reduction in species richness was detected in the order Cladocera and subclass Copepoda in comparison to the data published in the period 1882-1917. Five species, *Camptocernus rectirostris*, *Ceriodaphnia affilis*, *Ilyocryptus sordidus*, *Simocephalus exspinosus*, and *Pleurolux striatus*, of the order Cladocera were not detected in any glacial lake in the present study period. Significant reduction in the frequency of occurrence was detected in the species *Cyclops tatricus* and all species of the genus Calanida. Presently increased species richness was only found in the phylum Rotifera, 36 species in comparison to 22 species detected in the past. Species *Kellicottia longispina* and *Conochilus hippocrepis* were not found. Cluster analysis divided 146 glacial lakes into the 8 groups (clusters). The individual clusters (groups of lakes) may be characterized as follows: (1) the lakes with no presence of zooplankton; (2) the lakes dominated by *Chydorus sphaericus*, *Eucyclops serrulatus*, and *Euchlanis dilatata*; (3) so called "independent lakes" with the occurrence of *Ceriodaphnia quadrangula* and species of the group *Daphnia obtusa*; (4) the lakes dominated by *Daphnia rosea*, (5) the lakes dominated by *Artodiaptomus alpinus*; (6) the lakes with dominance of *Cyclops tatricus* and *Daphnia pulicaria*; (7) the lakes with the only occurrence of the species *Cyclops tatricus*, *Actiodiaptomus alpinus* or in combination with *Applanchna priodonta* resp. *Ascomorpha ecaudis*; (8)

the naturally acid lakes with the dominance of rotifers *Microcodon clavus*, *Lecane brachydactyla*, *L. intrasinuata*, and other species of this genus. The current classification corresponds with the typology of the glacial lakes. The classification pattern is affected by analysis of single samples, however other approach to analyze zooplankton of 146 glacial lakes is not possible.

Key words: hydrobiology, zooplankton, Cladocera, Copepoda, Rotifera, cluster analysis, glacial lakes, the High Tatras Mts.

Úvod

Počiatky výskumu zooplanktónu tatranských plies siahajú do poslednej štvrtiny minulého storočia (Wierzejski 1881). Odvtedy bolo o zooplanktóne plies publikovaných viac ako 30 príspevkov. V prvom období tatranské plesá skúmali najmä Poliáci (Wierzejski 1882, 1883; Litinski 1913, 1917, 1923; Minkiewicz 1910, 1911, 1912, 1914, 1916, 1917a, b) a Maďar Daday (1896, 1897, 1888, 1900). Až na prácu Litinského (1913) sa jedná o zhrnutie inventarizačných výskumov.

Druhé obdobie výskumu (60-80-te roky) predstavujú najmä práce Laboratória rybárstva a hydrobiologie (Ertl 1963, Ertl and Vranovský 1964, Ertl et al. 1965, Hrbáček et al. 1974) a práce Kubička (1958, Kubiček and Vlčková 1954). V tomto období prevládali práce kvalitatívno-quantitatívneho charakteru.

Zatiaľ posledné obdobie výskumu bioty tatranských plies odštárovali pracovníci PřF UK Praha najmä príspevkom Stuchlíka et al. (1985) v súvislosti s monitorovaním acidifikácie tatranských plies Fott et al. (1994). Neskôr, na tejto báze vznikla spolupráca viacerých pracovísk z Čiech a Slovenska zapojením sa do projektu ALPE 2, neskôr MOLAR. Toto obdobie zatiaľ reprezentuje len niekoľko prác týkajúcich sa zooplanktónu niektorých plies (Vranovský 1991, 1992; Vranovský et al. 1994).

Materiál a metodika

V rokoch 1992, 1994-96 sa odobralo 248 vzoriek zooplanktónu zo 146 tatranských plies. Z veľkých plies sa osobitne litorál a pelagiál, z menších plies sa odoberala jediná zmesná vzorka ročne. Pre veľký počet odberov sme v tomto príspevku zhlukovou analýzou spracovali len rok 1992 a to tak, že každé pleso sme bradli do úvahy ako jedinú vzorku bez ohľadu na spôsob odberu. Informácie o výskyte druhov podávame z celého obdobia.

Výsledky a diskusia*Druhovú skladbu zooplanktónu*

Cladocera: zistili sme celkovo 26 druhov, z ktorých minimálne *Alona* sp. je pravdepodobne novým druhom nielen pre túto oblasť.

Pre porovnanie, Wierzejski (1882) zistil v 21 plesách 27, Daday (1897) v 18 plesách 23 a Minkiewicz (1917) v 53 plesách zistil 34 druhov a variet perloočiek. Minkiewiczom (1917) udávané druhy v nižšie položených plesách z poľskej strany Tatier: *Camptocercus rectirostris*, *Ceriodaphnia affinis*, *Ilyocryptus sordidus*, *Simocephalus exspinosus* a *Pleuroxus striatus* sa nám neporadilo potvrdiť. Ich výskyt na Slovenskej strane je nepravdepodobný.

Zistili sme významný pokles niektorých ďalších druhov oproti obdobiu rokov 1882–1917 (Table 1): *Holopedium gibberum* sme zistili len v troch plesách (Minkiewicz 1917: 13 plies); *Polyp-*

hemus pediculus v troch plesách (Minkiewicz 1917: 15 plies); *Eurycercus lamellatus* v dvoch plesách z poľskej strany (Fig. 1, Table 1), hoci Minkiewicz (1917) ho udáva z 10 plies z poľskej strany a z Velického plesa a Daday (1897) resp. Minkiewicz (1914) z Popradského plesa.

Redukciu počtu lokalít rodu *Daphnia* spracovali Stuchlík et al. (1985). Ukazuje sa, že taxonomické postavenie *Daphnia pulciara* z Tatier nie je celkom jasné. *Daphnia obtusa* sa ukazuje ako komplex minimálne dvoch druhov (Černý 1994). Nálezy *Daphnia pulex* (Table 1) si nedokážeme spoľahlivo vysvetliť.

Chydorus latus sa v našich zberoch nepotvrdil. Je možné, že šlo o chybnú determináciu druhu z hľadiska súčasných poznatkov. Najbežnejším druhom s potencionálnym výskytom vo všetkých plesách sa javí *Chydorus sphaericus*.

Zo skupiny *Copepoda* sa potvrdilo 11 druhov (Table 1) z ktorých *Cyclops vicinus* je novým druhom pre túto oblasť.

COPEPODA: 11 druhov**CALANOIDA:**

- AD** - *Acanthodiptomus denticornis* (Wierzejski, 1887): Jamské pleso (1994, 1996), Veľké Tomanovo pleso (1996)
AA - *Arctodiptomus alpinus* (Imhof, 1885):
HS - *Heterocope saliens* (Lilljeborg, 1863): Nizni Toporowy stavek
MT - *Mixodiptomus tatricus* (Wierzejski, 1883): Tiché pleso, Nizni Toporowi stavek, Horné Zbojnícke pleso,

CYCLOPOIDA

- AV** - *Acanthocyclops vernalis* (Fischer, 1853)
CT - *Cyclops abyssorum tatricus* (Kozminski, 1927)
CV - *Cyclops vicinus* (Uljanin, 1875) - Štrbské pleso, Morskie Oko
Diacyclops bicuspidatus (CLAUS, 1857) Starolesnianske pleso, Nizni Toporowy stavek
Eucyclops serrulatus (Fisher, 1871) + ssp. *speratus* (Lilljeborg)
MA - *Macrocyclus albidus* (Jurine)
MV - *Megacyclus viridis* (Jurine, 1820)

CLADOCERA: 26 druhov

- AC** - *Acantholeberis curvirostris* (O.F.M., 1776)
Acroporus harpae (Baird, 1834)
Alona affinis (Leydig, 1860)
A. guttata (Sars, 1862) - Nižné Rakytovské pleso (1994)
A. quadrangularis (O.F.M., 1785)
Ax - *A. sp.* Vyšné Furkotské pleso (1992, 1994), Kurtowiec, Morskie Oko (1994)
Alonella excisa (Fisher, 1854)
A. nana (Baird, 1850)
BL - *Bosmina longirostris* (O.F.M., 1785) Morskie Oko, Štrbské pleso
CP - *Ceriodaphnia pulchella* (Sars, 1862) - Štrbské pleso
CQ - *C. quadrangula* (O.F.M., 1785)
ChS - *Chydorus sphaericus* (O.F.M., 1776)
DL - *Daphnia longispina* (O.F.M., 1785)
DO - *D. obtusa* (Kurz, 1874)
DO2 - *D. cf. obtusa*
DP - *D. pulicaria* (Forbes, 1893)
D. pulex (Linnaeus, 1785) - Veľké Tomanovo pleso (1994), Tiché pleso (1994)
D. rosea (Sars, 1862)
DR - *Eurycercus lamellatus* (O.F.M., 1776) Czarny stavek Gasienicowy, Czarwony stavek dolni
EL - *Holopedium gibberum* (Zaddach, 1855) - Nižné Žabie Bielowodské pleso, Nizni Toporowy stavek
HG - *Holopedium gibberum* (Zaddach, 1855) - Nižné Žabie Bielowodské pleso, Nizni Toporowy stavek
MH - *Macrothrix hirsuticonis* (Norman et Brady, 1867) - Zelené Kačacie pleso (1994), Velické pleso (1994), Dlhé pleso (1996)
Peracantha truncata (O.F.M., 1785) Nižné Rakytovské pleso
PP - *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1785) - Morskie Oko, Nižné Žabie Bielowodské pleso (1994) Sredni Dwoisty stavek (1994)
SM - *Scapholeberis cf. mucronata* Nižné Rakytovské pleso
SV - *Simocephalus vetulus* (O.F.M., 1776) - Jamské pleso, Popradské pleso
SS - *Streblocerus serrulatus* (Fisher, 1849) - Wyzni Toporowy stavek

Table 1. Prehľad skratiek k Fig. 1 a zoznam *Copepoda* a *Cladocera* z tatranských plies v rokoch 1992, 1994–1996 (údaje o plesách za druhmi sú jedinými lokalitami, kde boli zistené),

ROTATORIA:*Bdelloidea* g. sp**Ace** - *Ascomopha ecaudis* (Perty, 1850)**Asp** - *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850)*Brachionus* cf. *urceolaris* - Kalište pri Zelenom Javorovom pl.*Colotheca pelagica* (Rousselet, 1893) - Morské oko*Conochilus unicornis* (Rousselet, 1892) - Štrbské pl.*Conochiloides natans* (Seligo, 1900) Morské oko, Štrbské pl.*Colurella hindenburgi* (Steinecke, 1917) - Štrbské pl.*Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832)*Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834) - Štrbské pl.*Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879) - Štrbské pl.*Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) - Štrbské pl.*Keratella hiemalis* (Carlin, 1943)*Keratella irregularis* (Lauterborn, 1900)**Kq** - *Keratella quadrata* (Müller, 1786) - Morské Oko, Štrbské pl., Popradské pl., Tiché pl.*Lecane* (M.) *acus* (Harring, 1913)*Lecane* (M.) *closterocerca* (Schmarda, 1859)*Lecane* (M.) *lunaris* (Ehrenberg, 1832)*Lecane* (L.) *brachydactyla* (Stenroos, 1898) Jamské pl.*Lecane* (L.) *intrasinuata* (Olofsson, 1917) - Jamské pl.*Lecane* (L.) *mira* (Murray, 1913)*Lepadella ovalis* (Müller, 1786) - Štrbské pl.**Mc** - *Microcodon clavus* (Ehrenberg, 1830)*Notholca labis* (Gosse, 1887)*Notholca squamula* (Müller, 1786) - Zmarzly st.*Pleosoma hudsoni* (Imhof, 1891) - Štrbské pl.*Pleosoma triacanthum* (Bergendal, 1892)*Polyarthra remata* (Skorikov, 1896)*Polyarthra dolichoptera* (Idelson, 1925)*Synchaeta* sp.*Synchaeta pectinata* (Ehrenberg, 1832) - Morské Oko*Testudinella patina* (Herrmann, 1783) - Štrbské pl.*Trichocerca longiseta* (Schrank, 1802)*Trichocerca rosea* (Stenroos, 1898)*Trichocerca similis* (Wierzejski, 1893)*Trichotria truncata* (Whitelegge, 1889)**Table 2.** Rotatoria tatranských plies v rokoch 1992, 1994-96 a prehľad skratiek k Fig. 1 (údaje o plesách za druhmi sú jedinými lokalitami, kde boli zistené).

Pre porovnanie z Copepoda Wierzejski (1882) udáva 10, Daday (1897) 12 a Minkiewicz (1917) 14 druhov a variet z tejto oblasti.

Rovnako ako u perloočiek aj tu sme zaregistrovali redukciu lokalit najmä u *Cyclops tetricus* a všetkých druhov z Calanoida (Fig. 1). Túto problematiku podrobnejšie spracoval a vysvetlil Stuchlík *et al.* (1985). *Eucyclops serrulatus* je nabežnejším druhom všetkých tatranských plies. Najmä v menších plesách sa vyskytuje aj ssp. *speratus*.

Zo skupiny Rotatoria sa zistilo 36 druhov (Table 2). Výraznejšia druhová rozmanitosť sme zistili vo veľkých plesách v pásme lesa kde boli, alebo sú zarybnené (Štrbské pleso, Morské oko, Popradské pleso). Druhy *Pleosoma hudsoni*, *Keratella quadrata*, *Testudinella patina* je možné považovať za prvé nálezy z tejto oblasti a môže ísť o zavlečenie rybami. *Euchlanis dilatata* je najbežnejším druhom s potencionálnym výskytom vo všetkých tatranských plesách.

Pre porovnanie Daday (1897) udáva 22 druhov, medzi nimi *Kellicottia longispina*, *Conochilus hippocrepis* (nezistený). Predpokladáme, že celkový počet druhov v tatranských plesách môže byť o niečo vyšší najmä v litorály väčších plies v pásme lesa (Štrbské pleso, Morské oko).

Hodnotenie plies podľa zooplanktónu

Na základe relatívnej abundancie zooplanktónu a

množstva zistených druhov je možné zhlukovou analýzou (Fig. 1) tatranské plesá rozdeliť do nasledujúcich skupín:

1. Plesá, kde nebol zistený žiaden zooplanktón: Dlhé Bystré pleso, Zadní stavek, Siwy stavek Gorni, Siwy stavek dolni, Czerwony stavek Panczinski, pliesko pod Zawratom, Pliesko II. (PE-8).

2. Plesá, kde sa najčastejšie, ale ojedinele vyskytovali kombinácie dvojíc druhov *Chydorus sphaericus*, *Eucyclops serrulatus* a *Euchlanis dilatata* (Fig. 1, A1). Jednalo sa o nasledovné lokality: Vyšné Temnosmrečinské pleso, Veľké Tomanovo pleso, Malé Čierne pleso, Maličké Čierne pleso, malá mláka pri Niznom staveku Za Mníchom, Aňusino očko, Nižné Jamské pleso, Nižné Jamnické pleso, Stavek za Mníchom, Ladové pleso, Vyšné Žabie pleso, Vyšné Račkové pleso, Žabie Javorové pleso, Dwoisty zadny stavek, Nižné Teriánske pleso, Pusté pleso, Litvorové pleso, Horné zbojnicke pleso, Troisniak, Nižné Furkotské pleso, Veľké Biele pleso, Slavkovské pleso, Malé Žabie pleso, Zelené Kačacie pleso, Zadní stavek, Czarwony stavek, Horné České pleso, Veľké Spišské pleso, Zeliony stavek. Do tejto skupiny zaraďujeme aj prietočné plesá, kde sa navyše ojedinele vyskytuje aj *Macrothrix hirsuticornis* (Table 1).

2a. plesá s rovnakými druhmi ako v A1, ale jeden druh, obyčajne *Chydorus sphaericus*, bol výrazne

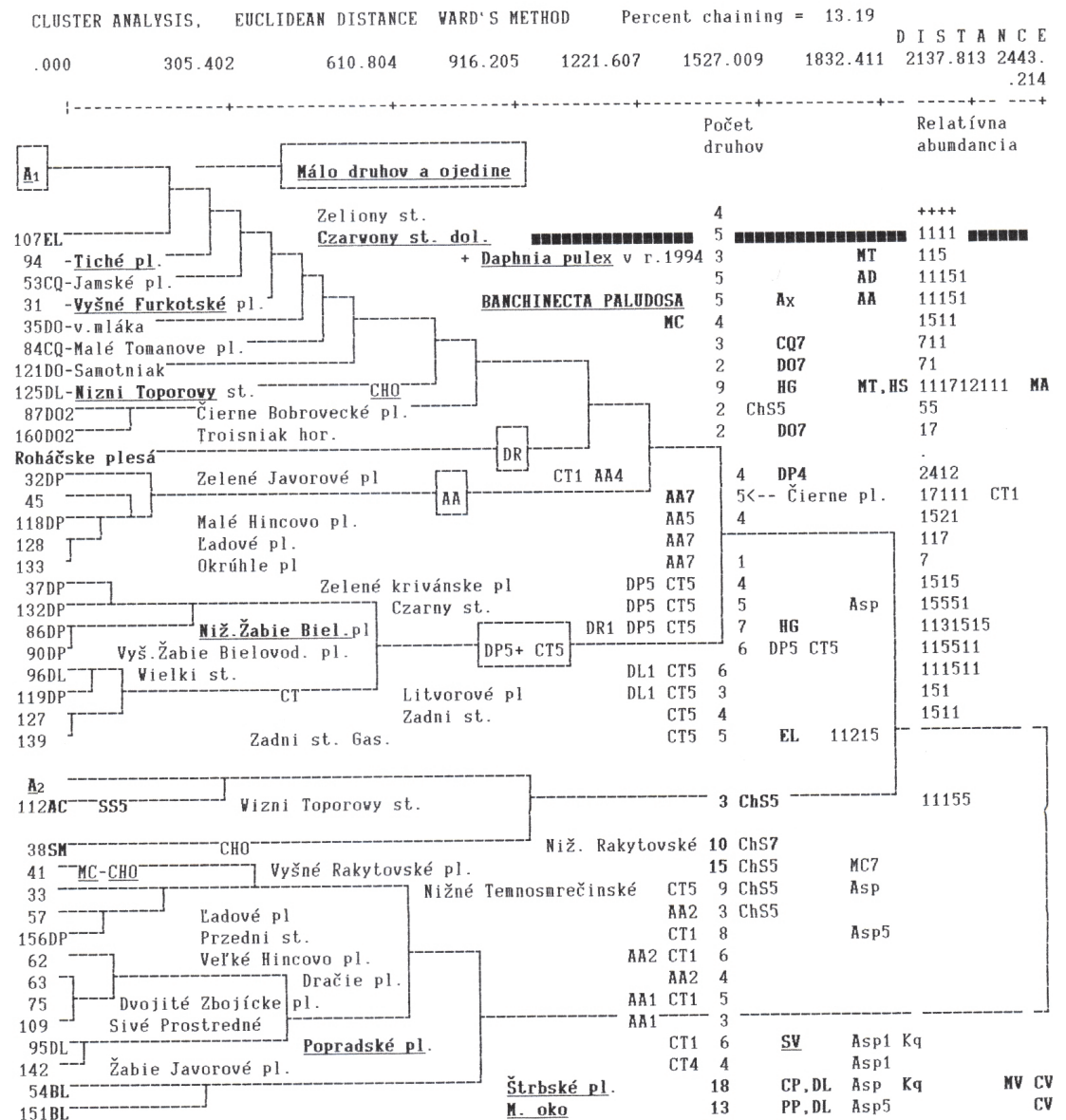


Fig. 1. Vyhodnotenie zooplanktónu tatrasnkých plies zhlukovou analýzou v r. 1992 (MC - *Microcodon clavus*, CHO - *Chaoborus obscuripes*, ostatné druhy sú vysvetlené v table 1 a 2).

dominantý (Fig. 1: A2 spodná tretina): Trojrohé pleso, Smrečinskí stavek, Malé Batizovské pleso, Stavek za Mnichom, Vyšné Teriánske pleso, Nižné Kozie pleso, Malý stavek, Nižné Wáhlebergovo pleso, Starolesnianske pleso, Malé Spišské pleso. Do skupín 2 a 2a v súčasnosti patria aj plesá s veľmi nízkou abundanciou zooplanktónu, zvyčajne nad pásmom kosodreviny ovplyvnené acidifikáciou kde charakteristickým druhom je *Polyarthra remata* (Stuchlík *et al.* 1985), resp. plesá, kde sme pri jednorázových odberoch nezaznamenali nič.

3. skupina tzv. "nezávislých" plies s výskytom *Ceriodaphnia quadrangula* a druhmi z okruhu *Daphnia obtusa* medzi ktorými sú vklínené: Tiché pleso 94 s dominanciou *Mixodiaptomus tatricus* – MT v roku 1994 aj s *Daphnia pulex*; Furkotské pleso-31 s výskytom žiabronožky *Branchinecta paludosa* (nebola zahrnutá do hodnotiaceho súboru) a druhmi *Artodiaptomus alpinus* – AA a pravdepodobne novým druhom roku *Alona Ax*; Nizni Toporovy staw s druhmi *Holopedium gibberum* – HG, *Mixodiaptomus tatricus* – MT a *Heterocope saliens* – HS.

4. Skupina roháčskych plies s dominanciou *Daphnia rosea* – DR.

5. Skupina plies (32, 45, 118, 128, 133) s výraznou dominanciou *Artodiaptomus alpinus* – AA často v kombinácii s *Daphnia pulicaria* – DP.

6. skupina plies s dominanciou *Cyclops tatricus* a *Daphnia pulicaria*: CT5+DP5 (37, 132, 86, 90, 96, 119, 127, 139) v pelagiáli

7. Skupina plies v ktorých sa vyskytujú *Cyclops tatricus*, *Artodiaptomus alpinus* samostatne, alebo v kombinácii často spolu s *Aplanchna priodonta*, resp. *Ascomorpha ecaudis*. V rámci tejto skupiny sú osobitne vyčlenené dve plesá (Štrbské 54 a Morské Oko - 151) ešte v nedávnej minulosti nepravdepodobne zarybnované. To je pravdepodobný dôvod výskytu *Cyclops vicinus*, *Bosmina longirostris*, *Conochilus natans*, ale aj ďalších druhov najmä vírnikov (Table 2) ktoré sme v nich zaznamenali.

V skupinách plies 4–7 sa pri dne vyskytuje, alebo potencionálne vyskytuje *Acroporus harpae*, *Alona affinis* a *A. quadrangularis*. Navyše *A. harpae* sa vyskytuje, alebo potencionálne vyskytuje aj v meších plieskach (skupina 2, 3 a 8) v ich povodí.

8. Plesá prirodzene kyslé (s rašelinikom) sú charakteristické dominantným virmikom *Microcodon clavus* (Vyšné Rakytové pleso, Jamské pleso), *Lecane brachydactyla*, *L. intrasinuata* a ďalšími zástupcami tohto rodu. Sem patrí tiež Wizni Toporowy stav (112), kde prevládal *Streblocerus serricaudatus* a vyskytovali sa ďalšie tyrfofilné perloočky (*Acantholeberis curvirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Alonella excisa*), ale bez virmikov. Predpokladáme, že rozmiestnenie týchto plies v dendrograme medzi ostatnými skupinami je zatažené viacerými faktormi napr. konkurenčný vzťahmi virmiky – perloočky, ale aj metodickou chybou jednorázových odberov.

Komplikovanosť Fig. 1 ovplyvňuje aj predátor zooplanktónu *Chaoborus obscuripes*. Zistili sme ho v nasledovných plesách plesách: Vyšné a Nižné Rakytové pleso, Slavkovské, pleso, Smreczinski stavek, Jamské pleso, Wizni a Nizni Toporowy stavek.

Súhrn

Hodnotenie tatranských plies len podľa zooplanktónu do značnej miery korešponduje s typológiou tatranských plies (Stuchlík *et al.* 1985). Niektoré rozdiely vyplývajú z jednorázových odberov, preto neodrážajú charakteristiku konkrétneho plesa. No pri spracovaní 146 plies, v tak krátkom čase, je iný prístup prakticky nemožný.

Konštatujeme, že úbytok plies s výskytom druhov *Cyclops tetricus* a všetkých druhov calanoid ako aj niektorých druhov perloočiek (*Daphnia pulicaria*, *D. longispina*, *Holopedium gibberum*, *Eurucercus lamellatus*) naďalej pretrvávajú, ale ďalší výraznejší úbytok lokálit s ich výskytom sme nezaznamenali.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol v súvislosti s riešením projektu ALPE 2 a MONTAN.

Literatúra

- Černý, M. 1994: Česko-Slovenské vzťahy perloočiek r. *Daphnia*. Zbor. 10. Limnol. Konf., Stará Turá. pp. 256.
- Daday, E. 1896: Adatok a tátrai tavak mikrofaunáják ismertéhez. *Math. Term. Tud. Ért.*, **14**: 416–437.
- Daday, E. 1887: Beitrage zur Kenntnis der Mikorfauna der Tatra-Seen. *Term. Füs. (Budapest)*, **20**: 149–196.
- Daday, E. 1888: Crustacea, Cladocera Faunae Hungaricae. Budapest. 128 pp.
- Ertl, M. 1963: Príspevok k poznaniu zimného zooplanktónu Štrbského plesa. *Biológia (Bratislava)*, **18**: 787–790.
- Ertl, M. and Vranovský, M. 1964: Zooplanktón Popradského plesa. *Biológia (Bratislava)*, **19**: 675–688.
- Ertl, M., Š. Juriš and Vranovský, M. 1965: K poznaniu planktónu Veľkého a Malého Hincovho plesa. *Zbor-*

ník prác o TANAP, **8**: 57–69.

- Fott, J., Pražáková, M., Stuchlík, E. and Stuchlíková, Z. 1994: Acidification of lakes in Šumava (Bohemia) and in the High Tatra Mountains (Slovakia). *Hydrobiologia* **274**: 37–47.
- Hrbáček, J., Brtek, J., Vranovský, M. and Štěrba, O. 1974: Zooplanktón a význační zástupcovia niektorých skupín drobného živočíšstva Tatranských plies. *Zborník prác o TANAP*, **16**: 105–109.
- Kubiček, F. 1958: K poznání jarního zooplanktónu Štrbských plies. *Zborník prác o TANAP*, **2**: 63–73.
- Kubiček, F. and Vlčková, D. 1954: Příspěvek k poznání zooplanktonu západní jezerní oblasti Liptovských holí. *Práce brn. Základny ČSAV*, **26**: 21–48.
- Litinski, A. 1913: Revision der Cladocerenfauna der Tatrseen. I. Teil, Daphniidae. *Bull. Ac. Pol. Sci (Krakow)*: 556–623.
- Litinski, A. 1917: Jeziora tatrzańskie i zamieszkaja je fauna wioslarok. *Sp. Kom. Fizj. Ak. Univ.*, **51**: 86.
- Litinski, A. 1923: Etude critique sur la repetition des Cladoceres dans le Tatra. *Ann. Biol. Lac.*, **11**: 241–278.
- Minkiewicz, S. 1910: Przyczynek do fauny jezior tatrzańskich. *Pam. Tow. Tatr. (Kraków)*, **31**: 16–30.
- Minkiewicz, S. 1911: Przyczynki do zmiennosci sezonowej dwóch rozwielitek tatrzańskich. *Kosmos (Lwow)*, **36**: 383–358.
- Minkiewicz, S. 1912: Fauna zimowa trzech jezior tatrzańskich. *Bull. Int. Acad. Pol., B-Sci. Nat. (Kraków)*, (B) 1912: 833–854.
- Minkiewicz, S. 1914: Przegląd fauny jezior tatrzańskich. *Spraw. Kom. Fizyogr. Akad. Umietnosci (Kraków)*, **48**: 114–137. Tab. 1-5.
- Minkiewicz, S. 1916: Neue und wenige bekannte crustaceen aus den Tatrseen. *Bull. Int. Acad. Pol., B. Sci. Nat. (Kraków)*, (B) 1916: 56–70.
- Minkiewicz, S. 1917a: Die Crustaceen der Tatrseen. *Bull. Acad. Sci. Cracovie, cl. Mathem. Natur.*, (Kraków), Nov.-Dec. 1916: 262–278.
- Minkiewicz, S. 1917b: Skorupiaki jezior tatrzańskich. *Rozpr. Vyd. Math. Przyr. PAN (E.B) Kraków*, **16**: 389–447.
- Stuchlík, E., Stuchlíková, Z., Fott, J., Růžička, L. and Vrba, J. 1985: Vliv kyselých srážek na vody území Tatranského národného parku. *Zborník prác o TANAP*, **26**: 173–211.
- Vranovský, M. 1991: Quantitative changes in the planktonic Cladocera assemblage of a High Tatra Mountains lake during the last 100 year. *Hydrobiologia*, **225**: 319–323.
- Vranovský, M. 1992: Zooplanktón jazier v Západných Tatrách a antropogénne vplyvy. *Zborník prác o TANAP*, **32**: 105–128.
- Vranovský, M., Krno, I., Šporka, F. and Tomajka, J. 1994: The effect of antropogenic acidification on the hydrofauna of the lakes of the West Tatra Mountains (Slovakia). *Hydrobiologia*, **274**: 163–170.
- Wierzejski, A. 1881: O faunie jezior tatrzańskich. *Pam. Tow. Tatr. (Kraków)*: 99–110.
- Wierzejski, A. 1882: Materiały do fauny jezior tatrzańskich. *Spr. Kom. Fizyogr. (Kraków)* **21**: 160–215.
- Wierzejski, A. 1883: Zarys fauny stawow tatrzańskich. *Pam. Tow. Tatr. (Kraków)*, **8**: 95–123.