

NIEKTORÉ POZNATKY Z HYDROBIOLOGICKÉHO VÝSKUMU POPRADESKÉHO PLESA

Š. Juriš, M. Ertl, E. Ertlová, M. Vranovský

Naozaj charakteristickou súčasťou prírody Tatranského národného parku je jeho vodstvo, najmä tatranské plesá. Vieme, že práve ony sú častým cieľom alebo aspoň dôležitou a pravidelnou zastávkou na turistických cestách a väčšina chát vznikla a buduje sa práve pri plesách. Prítomnosť početných plies v centrálnej časti Vysokých Tatier zaiste podstatne prispieva k tomu, že táto oblasť je oveľa atraktívnejšia ako okrajové časti Tatier, ktoré jazerá nemajú,

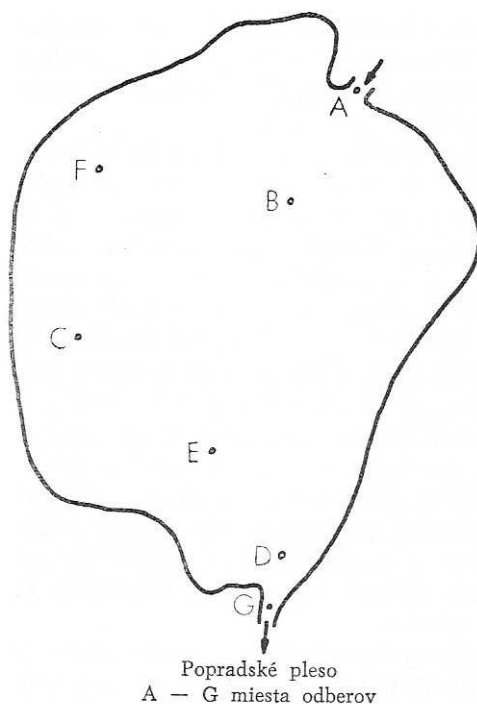
Intenzívny turistický ruch vo Vysokých Tatrách a najmä prítomnosť chát a horských hotelov vedú k tomu, že prostredie, v ktorom sa má zachovať pôvodná príroda a estetický ráz krajiny, sa pretvára na prostredie znehodnotené trvalým znečisťovaním. Nebezpečenstvu znečisťovania sú obzvlášť silne vystavené práve vody - plesá aj potoky, ktoré - ako sa zdá - v určitých oblastiach sa musia nevyhnutne premeniť na recipients odpadovej vody. Tento stav sa však nijako nezhoduje s duchom zákona o Tatranskom národnom parku (§ 1; § 5, bod 2; § 10, bod 2). Zaiste je v záujme celej našej spoločnosti a jednou z prvoradých úloh Správy Tatranského národného parku obmedziť na najnižšiu možnú mieru prípady, ktoré by mohli narušiť plnenie funkcie národného parku, keď im už nemožno celkom zabrániť. Riešenie tejto situácie vyžaduje zvýšenú pozornosť a spoluprácu biológov, ktorí podľa zmeny v štruktúre spoločenstiev rastlín a živočíchov môžu upozorniť na začínajúci alebo aj pokročilý proces premeny prírody nežiadúcim smerom. Ešte účinnejšie môžu biológovia v spolupráci s ostatnými špecialistami zasiahnuť pri posudzovaní návrhov plánov a projektov, týkajúcich sa výstavby na území Tatranského národného parku.

Jednou z oblastí, ktoré sú veľmi silne vystavené vplyvu znečisťovania, je oblasť Popradského plesa i pleso samo. Pokúsili sme sa zachytiť súčasný stav oživenia a chemických vlastností vody v plese, jeho prítoku a odtoku a prispieť tak k poznaniu čistoty, resp. k zisteniu znečistenia vody. Pretože v minulosti sa nerobili podrobnejšie hydrobiologické a hydrochemické analýzy Popradského plesa, s výnimkou práce H r a b ě h o (1942), ktorá zachytáva oživenie dna, nemožno naše výsledky porovnávať s analogickými hodnotami, ktoré by zachytávali pôvodnejšie pomery plesa, na základe čoho by bolo možné upozorniť na zmeny v čistote vody. Avšak aj pri použití získaných dát možno už poukázať na niektoré nežiadúce javy. Tieto dáta poskytujú aj určité kritérium, ktoré bude možné využiť v budúcnosti pri hodnotení zmien v čistote vody za určitý časový úsek.

V predložennom článku zhrňujeme niektoré výsledky hydrobiologického výskumu Popradského plesa, a to najmä tie, ktoré sa týkajú čistoty a hygienickej závadnosti vody v jazere.

Doterajšie práce o Popradskom plese zahrňujú zväčša príležitostne vykonané výskumy zamerané faunisticky alebo floristicky. K nim patria práce D a d a y a (1896 a 1897), W i e r z e j s k é h o (1881, 1882 a 1883), M i n k i e w i c z a (1914 a 1917), L i - t y ň s k é h o (1913), K a l m u s a (1929 a 1931), Z a v ř e l a (1935a, 1935b), M a y e r a (1936), Z e l i n k u (1953), B í l é h o (1941). Práce H r a b ě h o (1939, 1940 a 1942) poskytujú podrobnú charakteristiku fauny dna vrátane jej kvantitatívnych pomerov. Nebiologický charakter majú práce S e d l m e y e r a (1929 a 1930) prinášajúce poznatky o niektorých fyzikálnych vlastnostiach vody plesa.

Vzorky na biologické a chemické analýzy sme získali v júni a júli 1961, v máji, júli a septembri 1962 a v apríli 1963. Posledný odber možno pokladať za zimný, pretože pleso v čase odberu bolo pokryté vrstvou ľadu hrubou 70 cm.



Z Popradského plesa sme odoberali vzorky v pelagiáli, v blízkosti maximálnej hĺbky. Toto miesto označujeme v mapke písmenom B. Vzorky na biologické analýzy sme tu odoberali zonačne po dvoch metroch od hladiny po dno. Zonačne sme tiež robili meranie teploty a zisťovali obsah voľného kyslíka. Chemické analýzy sme robili zo vzoriek od hladiny a od dna. Miesta, kde sme odoberali vzorky alebo robili merania v litoráli plesa, označujeme písmenami C, D, E a F. Tieto miesta sú lokalizované v blízkosti vyústenia kanalizácie z Chaty kapitána Morávka (C) a z Horského hotela (F), ďalej pred odtokom (D), kde podľa nášho predpokladu sa voda pri prietoku pomerne intenzívne vymieňa a napokon v zátokke na juhozápadnom brehu plesa (E), kde sa výmena vody len slabo prejavuje.

Vodu v litoráli sme odoberali z rozličných hĺbok od hladiny po dno a po zmiešaní sme získali reprezentatívnu vzorku pre príslušnú časť plesa. Vzorky na chemický rozbor sme odoberali na dvoch miestach (C, F), vzorky na biologický rozbor na štyroch miestach (C, D, E, F).

Profil v prítoku plesa (asi 50 m nad vtokom) označujeme písmenom A, profil v odtoku (niekoľko metrov pod plesom) označujeme písmenom G.

Vzorky voľnej vody na chemické analýzy a na zisťovanie abundancie planktónu sme odoberali zberačom typu *Friedinger*. Sieťový zooplanktón sa získaval filtrovaním cez planktónovú sieť č. 18. Vzorky bentosu sme získavali drapákom Ekman-Birge. Používali sme sito s otvormi o priemere 1 mm. Chemické analýzy sa robili podľa metód uvedených v práci H r b á ě k a a kol. (1959).

FYZIOGRAFIA POPRADSKÉHO PLESA A HLAVNÉ ZDROJE ZNEČIŠŤOVANIA

Popradské pleso leží v dolnej časti doliny Zlomísk, v nadmorskej výške 1513 m. Vzniklo činnosťou ľadovca. Veľkosťou patrí k stredne veľkým tatranským jazerám. Najčastejšie sa udáva jeho rozloha plochou 6,33 ha (D ub 1953). Maximálna hĺbka jazera je 16,45 (S e d l m e y e r 1931 podľa merania S c h a f e r a 1927). Pleso je prietokovou nádržou. Vteká doň Ľadový potok, jeho vody odvádza potok Krupá, ktorá spolu s Hincovým potokom vytvára rieku Poprad.

Z hľadiska čistoty vody v plese je závažná tá skutočnosť, že pri jazere vznikla

križovatka frekventovaných turistických ciest, najmä Tatranskej magistrály, chodníka do Mengusovskej doliny a do doliny Zlomísk, čo tiež podmienilo výstavbu turistických objektov v bezprostrednej blízkosti plesa. K pôvodnej turistickej chate, vybudovanej pred niekoľkými desaťročiami, pribudla neskôr Chata kapitána Morávka a roku 1962 (v auguste) sa dal do používania aj Horský hotel.

Približnú predstavu o množstve návštevníkov Popradského plesa a o intenzívnom raste turistického ruchu v posledných rokoch možno získať porovnaním počtu hlavných jedál, vydaných kuchyňou chaty, resp. hotela.

rok	počet vydaných hlavných jedál
1958	31 363
1959	30 363
1960	24 272
1961	49 181
1962	113 818

Niet pochýb o tom, že prítomnosť pomerne veľkého počtu turistov, ktorí sa pri plese na kratší čas zastavia, ako aj trvalejších obyvateľov týchto ubytovní neostáva bez vplyvu na zhoršovanie čistoty vôd jazera. Popri znečisťovaní plesa organickými látkami z okolia (úlomky dreva, obaly z potravín, zvyšky potravy, ktoré návštevníci často hádzajú do plesa ako potravu pre pstruhy apod.) je Popradské pleso znečisťované odpadovou vodou z turistických objektov, ktorá je kanalizovaná priamo do jazera. Odpadová voda z Chaty kapitána Morávka prechádza cez usadzovaciu nádrž, ktorá kapacitou nestačí na množstvo pretekaných odpadov. Kanalizácia z chaty vyúsťuje na brehu jazera nad úrovňou hladiny.

Aj odpadová voda z kuchynskej prevádzky a hygienických zariadení Horského hotela prechádza cez sedimentačnú nádrž. Podľa našich zistení sa pôvodne projektovaná vyhnívacia nádrž nevybudovala. Kanalizácia z Horského hotela odvádza odpadovú vodu do plesa v blízkosti prúdnice prítoku. Potrubie končí asi 15 m od brehu v hĺbke 2,5 m.

FYZIKÁLNE A CHEMICKÉ VLASTNOSTI VODY POPRADSKÉHO PLESA

T e p l o t a. Teplota vody Popradského plesa je po celý rok pomerne nízka. Za našich meraní nevystúpila nad hodnotu 9,3 °C. Teplota vody prítoku, teda Ľadového potoka, dosiahla najvyššiu hodnotu 5,6 °C (v júli 1962). V odtoku bola teplota vody v rozpätí hodnôt 0,8 °C (v máji 1962) a 8,6 °C (v júli 1961).

K y s l í k. Voda Popradského plesa je bohatá na voľný kyslík. V teplejšej časti roka, keď je pleso bez ľadu, obsahovala voda plesa v priemere okolo 10 mgO₂/l. Pod ľadom klesal obsah kyslíka smerom ku dnu došť výrazne. V najhlbších miestach pri dne sme zistili len 0,06 mgO₂/l.

Prítok a odtok plesa majú približne rovnaký obsah kyslíka ako voda v pelagiáli. Obsah kyslíka v Ľadovom potoku sa pohyboval v rozmedzí od 10,0 do 11,4 mg/l, nasýtenie vody kyslíkom od 84 do 107 %. V odtoku sme kyslík zistili v hodnotách od 10,1 do 11,3 mg/l, čo - vyjadrené stupňom nasýtenia - odpovedá hodnotám 93 až 108 %.

- Chemické analýzy robil J. T o m a j k a, technický asistent oddelenia hydrobiológie, Ústav biológie krajiny SAV v Bratislave.

A m o n i a k. V pelagiáli Popradského plesa sme zistili v teplejších mesiacoch obsah amoniaku v rozpätí hodnôt 0,03-0,086 mgN/l. Pod ľadom (apríl 1963) stúplo množstvo amoniaku na 0,24 mgN/l.

V blízkosti vyústenia kanalizácie z Chaty kapitána Morávka bol obsah amoniaku v roku 1961 vyšší ako v roku 1962, keď bola chata prechodne vyradená z prevádzky. Priemerný obsah amoniaku v roku 1961 bol 0,24 mgN/l, v roku 1962 bol 0,049 mgN/l.

V blízkosti vyústenia kanalizácie z Horského hotela sme nezistili zvýšený obsah amoniaku oproti hodnotám zisteným v pelagiáli plesa.

V prítoku plesa bol amoniak prítomný v množstve 0,05 až 0,07 mgN/l. Priemerný obsah amoniaku v prítoku bol vyšší ako priemerný obsah v pelagiáli pri hladine. K úbytku amoniaku v plese dochádza pravdepodobne v dôsledku fotosyntézy.

Voda odtekajúca z plesa mala obsah amoniaku približne rovnaký ako v pelagiáli pri hladine. Namerané hodnoty nepresahovali krajné hranice 0,03 a 0,122 mgN/l.

N i t r i t y. Nitrity boli v Popradskom plese, v jeho prítoku a odtoku prítomné v malých množstvách alebo celkom chýbali. Najvyššia zistená hodnota v pelagiáli bola 0,0056 mgN/l.

N i t r á t y. Priemerná hodnota nitrátov za sledované obdobie je daná koncentráciou 0,01 mgN/l (priemer z analýz za rok 1962 a 1963). V prítoku bol obsah nitrátov v priemere vyšší ako v plese. Množstvo nitrátov v prítoku sa pohybovalo medzi krajnými hodnotami 0,0009 a 0,065 mgN/l, priemer za sledované obdobie bol 0,0121 mgN/l. Pri porovnaní priemerných hodnôt z uskutočnených analýz z prítoku a odtoku vidno, že takmer polovica nitrátov privádzaných do plesa vodou prítoku je zadržaná v jazere.

F o s f á t y. Obsah fosfátov zodpovedá v priemere hodnote 0,0022 mgP/l. Z prítoku sme stanovili fosfáty štyrikrát, pričom dvakrát sme fosforečnany nezistili. V odtoku bol obsah fosforečnanov približne dvakrát taký veľký ako v pelagiáli pri hladine.

O r g a n i c k ý d u s í k. Obsah organického dusíka bol v teplejšej časti roku niekoľkonásobne vyšší ako v zime. V letných mesiacoch sa obsah organického dusíka pohyboval v rozpätí hodnôt 0,4 až 0,8 mg/l. V apríli 1963 sme zistili pod ľadom množstvo organického dusíka, zodpovedajúce hodnote 0,16 mg/l.

V prítoku sa obsah organického dusíka pohyboval medzi krajnými hodnotami 0,15 -0,70 mg/l, v odtoku 0,25 -0,70 mg/l.

O x i d o v a t e ľ n é l á t k y. Množstvo oxidovateľných látok stanovených dvojchrómanovou metódou bolo v teplejšej časti roku (pleso bez ľadu) 2-3,2 mgO₂/l. Pod ľadom (v apríli 1963) sme zaznamenali v pelagiáli silný vzostup oxidovateľnosti na hodnotu 7,5 mgO₂/l. Množstvo oxidovateľných látok v litoráli plesa bolo približne rovnaké ako hodnoty zistené v pelagiáli pri dne. Priemer z litorálu zodpovedá množstvu 3,9 mgO₂/l (C) a 4,8 mgO₂/l (F).

V prítoku bol obsah oxidovateľných látok počas našich pozorovaní veľmi vyrovnaný. Krajné hodnoty z piatich analýz uskutočnených v rokoch 1961 a 1962 boli 2,5 a 2,9 mgO₂/l, priemer 2,7 mgO₂/l. V odtoku bola oxidovateľnosť látok v priemere 3,2 mgO₂/l.

FYTOPLANKTÓN

Fytoplanktón Popradského plesa je kvantitatívne vzhľadom na vysokohorské prostredie pomerne bohatý. Vyskytuje sa tu cca 40 druhov z rôznych taxonomických skupín, z ktorých najpočetnejšie zastúpenie majú *Chlorophyta* a *Bacillariophyceae*. Najvyššia abundancia je v letných mesiacoch, pričom maximum (niečo cez 19000 buniek v 1 ml) sme zaznamenali koncom leta 1962 (19. septembra).

Všetok fytoplanktón má svoj pôvod v plese, Ľadový potok doň neprináša z vyššie položeného Ľadového plesa takmer nijaké organizmy. Odtok z plesa je charakterizovaný podobným zložením fytoplanktónu, aké sme zisťovali v litoráli i v pelagiáli plesa. V pelagiáli bolo v priemere 4877 buniek v 1 ml, v litoráli 4537, v prítoku iba 35 a v odtoku 4915

buniek v 1 ml (priemer zo všetkých odberov).

Bacillariophyceae zastupuje *Synedra nana* Meist., hojne sa vyskytujúca v celom stĺpci vody od hladiny až po dno, v litoráli i v pelagiáli. Z planktónnych druhov tu bola aj *Fragilaria capucina* var. *lanceolata* Grun., vyskytujúca sa iba nepravidelne a v nepatrnom počte.

Chlorophyta zahrňujú väčší počet druhov, z nich kvantitatívne sa však najpočetnejšie uplatňuje iba *Planophila laetevirens* Gerneck, kým ostatné druhy - *Chodatella quadriseta* Lemm., *Tetraedron minutissimum* Korsch., *Ankistrodesmus acicularis* (A. Br.) Korsch., *A. falcatus* (Corda) Ralfs, *Elakathirx genevensis* (Reverd.) Hindák, *Tetrastrum hastiferum* (Arnoldi) Korsch., *Coenococcus planctonicus* Korsch., *Oocystis* sp., *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Näg., *Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh., *Arthrodesmus* sp., *Cosmarium* sp., *Chlamydomonas* spp., *Mougeotia* sp. ster., *Cylindrocystis brebissonii* Menegh. - sa vyskytujú iba ojedinele.

Cryptophyceae zastupuje iba niekoľko druhov, ktoré sa hojnejšie vyskytujú v hlbších vrstvách vody.

Dinophyceae sa kvantitatívne uplatňujú len veľmi nepatrne.

Chrysophyceae reprezentujú *Chromulina* sp., *Mallomonas acaroides* Perty, M. akrokomos Ruttner, *Kephyriopsis tatica* Juriš, *Chrysococcus biporus* Skuja, *Ch. rufescens* Klebs, *Ch. cordiformis* Naumann. Z nich najpočetnejšie sú *Chromulina* sp. a *Mallomonas acaroides* Perty; ostanné sa vyskytujú iba ojedinele.

Treba konštatovať, že fytoplanktón tvoria organizmy nepatrných rozmerov, z nich väčšina sa vyskytuje iba ojedinele, hojnejšie sú zastúpené len *Synedra nana* Meist. a *Planophila laetevirens* Gerneck. Na základe kvalitatívneho zloženia nemožno zodpovednejšie usudzovať na stupeň znečistenia, avšak vysoká abundancia fytoplanktónu poukazuje na to, že jazero je pomerne silne eutrofizované.

ZOOPLANKTÓN

V zooplanktóne Popradského plesa boli počtom druhov aj kvantitatívne najpočetnejšie zastúpené vírniky. Takmer po celý rok dominoval v sieťovom zooplanktóne plesa druh *Keratella hiemalis* Carlin. Z celkovej abundancie sieťového zooplanktónu predstavoval tento druh 0,5 až 98,8%. Na vírniky pripadalo z celkového počtu planktónu 60 až 98,8%. Kvantitatívne najchudobnejšie reprezentovanou zložkou sieťového zooplanktónu boli perloočky, ktorých podiel na celkovej abundancii zooplanktónu prakticky nepresahoval 1%. Typickými pelagickými druhmi Popradského plesa sú *Holopedium gibberum* Zadach a *Acroperus harpae* Baild. Z veslonôžok je jediným pelagickým druhom *Cyclops taticus* Kozminski. Z celkového množstva sieťového zooplanktónu pripadalo na tento druh 1-40%.

V pelagiáli plesa sme zistili najväčšiu abundanciu zooplanktónu v septembri 1962, keď na liter vody pripadalo 570 jedincov. Najnižšiu abundanciu sme zaznamenali v apríli 1963. V tomto čase sme zistili v litri vody 59 jedincov. Priemerná abundancia sieťového zooplanktónu zo šiestich odberov vykonaných v rokoch 1961-1963 v pelagiáli plesa bola približne 264 jedincov v jednom litri vody.

ZOOBENTOS

Pre zoobentos Popradského plesa sú charakteristické dve skupiny organizmov; *Oligochaeta* a larvy čelade *Chironomidae*, Ako zistil už H r a b ě (1939, 1940, 1942), ktorý

vykonal podrobný prieskum zoobentosu Popradského plesa, z riedkoštetinatých červov je najpočetnejšie zastúpeným druhom *Pelosclex ferox* (Evsen). Z čeľade *Chironomidae* sme zistili v mediáli plesa prítomnosť *Eutanytarsus sk. gregarius* Kieff., *Psectrocladius sk. psilopterus* Kieff., *Procladius* sp., v litoráli sa najpočetnejšie vyskytovali *Prodiamesa sk. olivacea* Meig., *Eutanytarsus sk. gregarius* Kieff. a *Heterotrissocladus marcidus* Walk. V septembri 1962 a v apríli 1963 sme v litorálnej oblasti zaznamenali výskyt lariev rodu *Sergentia*. Podľa T h i e n e m a n n a (1954) sú larvy tohto rodu nenáročné na kyslík a vyskytujú sa v bahne jazier na začiatku eutrofizácie (*S. coracina*) a darí sa im dobre aj v prostredí s vysokým obsahom humátov (*S. longiventris*).

Najpočetnejšie zastúpenie vykazuje zoobentos v najhlbších častiach plesa. Maximálnu abundanciu sme zaznamenali v apríli 1963 počtom 11 381 bentontov na 1 m² dna, z čoho 95,9 % boli *Oligochaeta*.

Kvalitatívne bohatšie oproti mediálu je osídlenie príbrežných častí plesa, hoci kvantita zoobentosu je tu podstatne chudobnejšia. Maximálnu abundanciu v litoráli sme zistili na jar (v máji 1962), kedy na 1 m² dna pripadlo 4174 organizmov, z čoho larvy pakomárov predstavovali 85,1%.

V mediálnej oblasti plesa prevládali takmer vo všetkých vzorkách *Oligochaeta*. Početná prevaha červov vyjadrená v percentách celkového počtu organizmov sa pohybovala v hraniciach od 83,8 do 98,3 %. Zvyšok pripadal na *Chironomidae*.

V plytších častiach plesa sa početná prevaha červov prejavovala len v letných mesiacoch. V zime prevládali larvy pakomárov. Napríklad 9. apríla 1963 tvorili *Oligochaeta* z celkovej abundancie bentických organizmov v litoráli len 11,5 % (C) a 2,9 % (F). Naproti tomu 29. júla 1961 bol podiel červov na celkovej abundancii v litoráli (C) až 99,2 %. Tieto veľké rozdiely v pomere červov a lariev *Chironomidae* v litoráli v chladnej a teplej časti roka podmieňovala skutočnosť, že abundancia pakomárov bola tu podstatne väčšia ako v mediáli a klesnutie ich počtu v lete súviselo s výletom imág.

POČET PSYCHROFILNÝCH, MEZOFILNÝCH A VÝKALOVÝCH BAKTERIÍ

Roku 1962 sme dvakrát odobrali vzorky na bakteriologický rozbor, ktorý nám urobila Okresná hygienická-epidemiologická stanica v Spišskej Sobote. Prvý odber sa uskutočnil v júli, na začiatku letnej sezóny. V tomto čase ešte nebol v prevádzke Horský hotel. Druhý odber sa datuje z konca septembra, keď bol hotel už asi mesiac v prevádzke.

Vzorky sme odobrali z rovnakých miest ako vzorky na biologické analýzy. Pracovníci OHES v Spišskej Sobote vo vzorkách stanovili:

1. počet kolónií psychrofilných baktérií v 1 ml vody (na agare pri 20 °C za 48 hod.)
2. počet kolónií mezofilných baktérií v 1 ml (na agare pri 37 °C za 24 hod.),
3. pravdepodobný počet výkalových baktérií v 1000 ml vody (*metódou Kratochvíľa a Zmoraya*).

Okrem toho identifikovali typy zistených fekálnych baktérií.

Z hľadiska posúdenia kvality vody Popradského plesa po stránke hygienickej sú z vykonaných stanovení dôležité predovšetkým zistenia počtu mezofilných a najmä fekálnych baktérií.

V Ľadovom potoku, ktorý privádza vodu do plesa, bala voda 4. júla podľa bakteriologického vyšetrenia hygienicky nezávadná. V septembri v nej však pracovníci OHES zistili prítomnosť výkalových baktérií (22/1000 ml vody). Poukazuje to na skutočnosť, že aj keď dolinou Zlomísk, z ktorej Ľadový potok priteká, nevedie značkovaný turistický chodník, dochádza najmä v najnižšom úseku nad vyústením do plesa, kde Ľadový potok križuje magistrála, k znečisťovaniu. Treba však predpokladať, že určitú účasť na znečisťovaní potoka baktériami coli má aj zver zdržujúca sa v doline Zlomísk.

Voda v plese, podľa analýz psychrofilných a mezofilných baktérií, vykazovala

pri septembrovom odbere vlastnosti pomerne dobrej pitnej vody. V plese sa zistilo maximálne 38 mezofilných baktérií v 1 ml vody. Vo vzorkách z júla boli množstvá mezofilných baktérií vyššie (až 160/1 ml). V blízkosti vyústenia kanalizácie z Horského hotela pripadlo dokonca pri hladine vyše 500 a pri dne 1700 mezofilných baktérií na 1 ml vody. Tieto vysoké hodnoty možno ťažko vysvetliť, najmä preto, že podľa informácií kompetentných pracovníkov hotel začal prevádzku až .v auguste 1962.

Aj keď väčšina údajov o počte psychrofilných a mezofilných baktérií vo vode plesa naznačuje jej dobrý hygienický stav, výsledky stanovení počtu výkalových baktérií jednoznačne dokazujú silné fekálne znečisťovanie. Vo väčšine vzoriek z plesa zistilo sa viac ako 2400 zárodkov v jednom litri vody. Práve toto stanovenie veľmi názorne ukazuje na negatívny vplyv vypúšťania splaškov z ubytovacích zariadení na čistotu vody Popradského plesa. Súčasne sa ukazuje, že spôsob čistenia odpadu iba sedimentáciou nemôže byť v tomto prípade dostačujúci.

Podľa výsledkov bakteriologického vyšetrenia vody z odtoku možno usúdiť, že voda odtekajúca z Popradského plesa zhoduje sa svojimi vlastnosťami s vodou v plese.

DISKUSIA A ZÁVERY

Charakter spoločenstiev Popradského plesa formujú predovšetkým niektoré faktory príznačné pre vysokohorské prostredie. Jedným z najdôležitejších určujúcich faktorov je teplota. Pleso je šesť, ba aj viac mesiacov zamrznuté a teda vegetačný cyklus v ňom je pomerne krátky. Ani v letných mesiacoch teplota vody na hladine nepresahuje podstatnejšie hranicu 10 °C. S e d l m e y e r (930) udáva maximálnu hodnotu 14 °C, nám sa však podarilo zachytiť najvyššiu teplotu vody pri hladine (0,1 m) len 9,1 °C (31. 7. 1961). Nízka teplota vody v plese pôsobí selektívne na vodné organizmy potláčaním rozvoja termofilných prvkov.

V zooplanktóne plesa je výrazne dominantným druhom vírnik *Keratella hiemalis* - druh viazaný na nízke teploty. Naproti tomu perloočky, ktoré zahrňujú zväčša teplomilné formy, sa v plese kvantitatívne prakticky neuplatňujú.

Zvlášť výrazne sa prejavuje trvalý vplyv nízkej teploty vody na faunu dna, najmä v hlbších častiach jazera, kde podľa našich zistení obvyklou letnou teplotou je teplota 5,5 °C. V zime klesá teplota na týchto miestach na hodnotu 4 °C alebo na hodnoty o niečo nižšie. Bohatý výskyt druhu *Pelosclex ferox* v mediálnej oblasti, ktorý veľmi dobre znáša nízke teploty (Č e k a n o v s k a j a 1962) a prítomnosť lariev pakomárov rodu *Sergentia* v Popradskom plese iste súvisí s trvale nízkou teplotou vody.

Fytoplanktón Popradského plesa je pomerne početný a to v dôsledku rozvoja druhov adaptovaných na chladné prostredie a tiež v dôsledku nedostatku jeho konzumentov - filtrujúceho zooplanktónu. Domnievame sa, že nízky počet konzumentov fytoplanktónu v Popradskom plese je jedným z hlavných dôvodov, ktorý spôsobuje, že kvantita fytoplanktónu v plese niekoľkokrát prevyšuje priemernú abundanciu fytoplanktónu napr. v niektorých mŕtvych ramenách Dunaja.

Pomerne vysokú abundanciu fytoplanktónu v Popradskom plese podmieňuje aj priaznivý chemizmus vody. Ako ukázali výsledky chemických analýz, obsah niektorých iónov dôležitých pre rozvoj rias (napr. nitrátov a fosfátov) je v Popradskom plese približne rovnaký ako v spomínaných mŕtvych ramenách Dunaja, ktoré sú eutrofnými nížinnými vodami.

Škoda, že súčasný chemizmus Popradského plesa nemožno porovnať s analýzami, ktoré by zachytávali pôvodnejší stav, čo by umožnilo posúdiť zmeny v trofii jazera. Ale to, že v posledných desaťročiach došlo k zmenám v charaktere plesa, možno usudzovať aj z porovnania hodnôt priehľadnosti (ktoré udáva Sedlmeyer 1930) s hodnotami, ktoré sme získali v rokoch 1961 a 1962. Výrazná tendencia k znižovaniu priehľadnosti svedčí o

pomerne rýchlych zmenách v trofii jazera.

Prirodzený proces eutrofizácie v Popradskom plese je urýchľovaný povrchovým znečisťovaním plesa, súvisiacim s intenzívnym turistickým ruchom. Odvádzanie odpadových vôd z turistickej chaty a hotela do plesa je podľa nášho názoru nesprávne a pre územie Tatranského národného parku neprípustné riešenie, najmä keď sa ukázalo, že vyhnívacie nádrže čistiacich zariadení v oblasti Vysokých Tatier neplnia svoju funkciu pre celoročné nízke teploty. Čistenie odpadových vôd sedimentáciou, ktoré sa praktizuje aj pri objektoch na Popradskom plese, je vonkoncom nedostačujúce.

Skutočnosť, že kanalizácia z Horského hotela pri Popradskom plese vyúsťuje v bezprostrednej blízkosti prúdnice prítoku, spôsobuje, že odpadová voda sa silne zrieduje a odplavuje vodou L'adového potoka, preto nevytvára lokálne, silnejšie znečistené zóny. V súvislosti s tým sa nám nepodarilo chemickými analýzami dokázať zvýšené znečistenie vody v miestach, kde vyúsťuje kanalizácia z hotela v porovnaní s pelagiálom plesa. Rovnako na faune dna v týchto miestach sa prejavuje silný vplyv prítoku (pomerne vysoký počet lariev pakomárov a veľmi nízky počet *Oligochaeta*).

Vyradenie chaty kapitána Marávku z prevádzky v roku 1962 sa prejavilo v poklese amoniakálneho dusíka v blízkosti vyústenia odpadu.

Pretože sa odpadové vody hygienických zariadení turistickej chaty a Horského hotela nedokonale čistia, stáva sa voda plesa hygienicky závadnou. Pravdepodobný počet fekálnych baktérií (podľa stanovení z júla a septembra 1962) prevyšuje číslo 2400 na 1000 ml vody.

Od zavedenia Horského hotela do prevádzky v roku 1962, okrem zvýšeného znečisťovania ľahko rozložiteľnými organickými látkami zjavil sa nový prvok ovplyvňujúci pomery v plese. Ide o znečisťovanie plesa saponátmi z práčovne hotela, ktorá je denne v prevádzke. O znečisťovaní plesa saponátmi a podobnými látkami povahy detergentov nemáme k dispozícii bližšie údaje, pretože tento problém sa ukázal až koncom roku 1962. Domnievame sa však, že tejto otázke sa bude venovať zvýšená pozornosť.

V záujme zachovania estetického prostredia, dôstojného pre náš najväčší a najkrajší národný park navrhujeme takéto opatrenia na zamedzenie neprirodzene rýchlej eutrofizácie Popradského plesa a na zachovanie hygienickej nezávadnosti vody v jazere a v jeho odtoku:

1. Odpadové vody z Horského hotela a z Chaty kapitána Marávku, ktorá bola znovu daná do prevádzky, viesť do potoka Krupej a nie do Popradského plesa.

V prípade, že sa v plese alebo v odtoku (potok Krupá) zistí neprípustné množstvo saponátov a podobných účinných látok z pracích prostriedkov, navrhujeme premiestniť práčovňu z Horského hotela mimo oblasti Popradského plesa.

3. Pravidelne kontrolovať čistotu a hygienickú nezávadnosť vody v potoku Krupej.

4. Vhodnými agitačnými prostriedkami zabezpečiť dodržiavanie čistoty v okolí Popradského plesa a vydať zákaz umývať sa v plese.

5. Pri zavádzaní nových projektov na území Tatranského národného parku brať viac do úvahy zachovanie čistoty vody plies a potokov a projekty dávať na odborné posúdenie špecialistom - biológom.

LITERATÚRA

B í l ý J.: Příspěvek k poznání květeny rozsívek Vysokých Tater. Práce Morav. přírodov. spol. 13 (2): 1-12, Brno, 1941

Č e k a n o v s k a j a O. V.: Vodnyje maloštetinkovyje červi fauny SSSR, p. 1-411, Moskva-Leningrad, 1962

D a d a y I: Adatok a Tátrai tavak mikrofaunájának ismeretéhez. Math. és Természettud. Értesítő 14: 416-437, Budapest, 1896

D a d a y I: Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna der Tatra-Seen. Természettud.

Fuzetek 20, Budapest, 1897

D u b O.: Limnológia (Hydrológia jazier a barín), p. 1-109, Bratislava, 1953

E r t l M.: Chemizmus Popradského plesa. Sborník prác o Tatranskom národnom parku 7, Martin, 1964

E r t l M., V r a n o v s k ý M.: Zooplanktón Popradského plesa. Biológia 19, 675-689, Bratislava, 1964

E r t l M., J u r i š Š., V r a n o v s k ý M.: K poznaniu planktónu Veľkého a Malého Hincovho plesa. Sborník prác o Tatranskom národnom parku 7, Martin, 1964

E r t l o v á K.: Príspevok k poznaniu zoobentosu Popradského plesa. Biológia 19, 656 - 674, Bratislava, 1964

H a n u š k a L.: Biologické metódy skúmania a hodnotenia vôd, p. 119 -174, Bratislava,

H r a b ě S.: Vodní *Oligochaeta* Vysokých Tater. Vest. čsl. zool. spol. VI - VII, Praha, 1938-39

H r a b ě S.: Bentická zvířena tatranských jezer. Sbor. Klubu přírodověd. v Brně za r. 1939, 1940

H r a b ě S.: O bentické zvířeně ve Vysokých Tatrách. Physiographica Slovaca, čas. Slov.uč. spol. 8, Bratislava, 1942

H r b á č e k J. a kol.: Hydrobiologické metody. Státní pedagog. nakl., p. 118, Praha, 1959

J u r i š Š.: Fytoplanktón Popradského plesa. Biológia 19, 690-704, Bratislava, 1964

J u r i š Š.: *Kephyriopsis tatica* sp. nova. Phycologia 4/1: 52-53, Kopenhagen, 1964

K a l m u s H.: Untersuchung dreier Tatralseen in bezug auf ihre Fauna und auf einige für das Leben wichtige physikalische Faktoren im Oktober und November 1928. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr., 22: 91-94, Leipzig, 1929

K a l m u s H.: Weitere Beiträge zur Fauna der Tatralseen. Internat. Revue d. gesamt. Hydrobiol. u. Hydrogr., 25: 259 - 265, Leipzig, 1931

L i t y ň s k i A.: Revision der Cladocerenfauna der Tatralseen. I. Teil. Daphnidae. Bull. de l'Academie des Sciences de Cracovie, Classe des Sci. Math. et Nat., Serie B, Sei Naturelles, 566-623, Kraków, 1913

M a y e r K.: Příspěvek k poznání chrostíku z jižního svahu Vysokých Tater. "Bratislava" 10, 1936

M i n k i e w i c z S.: Przegąd fauny jezior tatrzańskich. - Sprawozdania Komisji fizyograficznej Akad. Umiejętnosci w Krakowie, 48: 114-137, Kraków, 1914

M i n k i e w i c z S.: Skorupiaki jezior tatrzańskich. Rozprawy Wydziału Math.-Przyr. Akad. Umiejętnosci, Ser. 3, Dział B, 16. (Cit. podľa Kozminského, 1933), 1917

S e d l m e y e r A.: Hydrographische Forschungen in den Seen der Hohen Tatra. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., 21, 421-435, 1929

S e d l m e y e r A.: Die Seen des Mengsdorfer Tales und der Tschirmersee in der Hohen Tatra. Arbeiten des geogr. Inst. der Dtsch. Univ. in Prag, 10: 1- 34, 1930

T h i e n e m a n n A.: Chironomus. Die Binnengewässer 20, 1954

W i e r z e j s k i A.: O faune jezior tatrzańskich. Pamiętnik Tow. Tatrzańskiego 6, Kraków (cit. podľa Minkiewiczza, 1914), 1881

W i e r z e j s k i A.: Materyaly do fauny jezior Tatrzańskich. Sprawozdania Komisji fizyogr. Akad. Umiejętnosci v Krakowie, 16: 215-239, Kraków, 1882

W i e r z e j s k i A.: Zarys fauny stawów Tatrzańskich. Pamiętnik Tow. Tatrzańskiego 8: 95 -123, Kraków, 1883

Z a v ř e l J.: a) Chironomidenfauna der Hohen Tatra. Verh. Int. Ver. f. the or. u. angew. Limnologie 7, 1935, b) Příspěvek k faune bystřin a jezer ve Vysokých Tatrách. Sbor. Klubu přírodověd. v Brne za rok 1934, 17, 1935

Z e l i n k a M.: K poznání jepic (*Ephemeroptera*) Vysokých Tater. Spisy Přír. fak. MU M 6, 1953

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПОПРАДСКОГО ОЗЕРА

Ш. Юриш, М. Эртл, Э. Эртлова, М. Врановски

В работе сообщаются некоторые результаты гидробиологического исследования Попрадского горного озера в Бысоних Татрах (1513 м над у. м.). Приведены анализы некоторых физических и химических свойств воды, анализы фитопланктона, зоопланктона, зообентоса и результаты бактериологических анализов воды озера, его притока и оттока. Обращается внимание на ухудшение качества воды в результате поверхностного загрязнения и притока сточных вод из туристической базы и горного отеля. В заключение авторы рекомендуют некоторые меры для замедления процесса эвтрофикации и для сохранения гигиенически удовлетворительной воды в Попрадском горном озере.

SOME REMARKS RESULTING FROM THE HYDROBIOLOGICAL RESEARCH OF THE MOUNTAIN LAKE POPRADSKÉ PLESO IN THE HIGH TATRAS

Š. Juriš, M. Ertl, E. Ertlová, M. Vranovský

Summary

In the present study the writers are referring to some results of the hydrobiological research of the mountain lake Popradské Pleso (alt. 1513 m.) in the High Tatras. Analyses of some physical and chemical properties of water, analyses of phytoplankton, zooplankton and zoobenthos were carried out; furthermore, the bacteriological analysis of the lake water, its inflow and outflow were evaluated. The present study points out at the deterioration of the water quality owing to the soiling of the water surface and to the waste water coming from the hostel and the mountain hotel. The writers conclude their study by recommending some measures in order to retard the eutrophication process and to preserve the cleanliness of the water in the lake.

EINIGE ERKENNTNISSE DER HYDROBIOLOGISCHEN ERFORSCHUNG DES SEES POPRADSKÉ PLESO (POPRADERSEE, HOHE TATRA)

Š. Juriš, M. Ertl, E. Ertlová, M. Vranovský

Zusammenfassung

In der Arbeit wird über einige Ergebnisse der hydrobiologischen Erforschung des Poprader Sees (1513 m ii. d. M.) berichtet. Die Verfasser analysierten einige physikalische und chemische Eigenschaften des Wassers, führten Analysen des Phytoplanktons, des Zooplanktons, des Zoobentons und eine Auswertung der bakteriologischen Analysen des Seewassers, sowie des Wassers der Zu- und Abflüsse des Sees durch. Im Artikel wird auf die Qualitätsverschlechterung des Wassers infolge der Oberflächenverschmutzung und infolge des Zuflusses von Abwässern aus dem Touristenschutzhause und aus dem Berghotel aufmerksam gemacht. Zum Abschluß empfehlen die Verfasser einige Maßnahmen zur Verlangsamung der Eutrophisierung und zur Erhaltung des hygienisch einwandfreien Wassers im Poprader See.