

VLIV PSTRUHAŘSKÉHO ZÁVODU NA ZOOBENTOS A KVALITU VODY V KRASOVÉM TOKU

Влияние форелеводства на зообентос и качество воды в карстовом потоке

The Karst Stream Zoobenthos and Water Quality Influenced by a Trout Farm

Der Einfluss des Forellenteichwirtschaft auf Zoobenthos und
Wasserqualität des Karststromes

ZDENĚK ADÁMEK

Z katedry rybnářství a hydrobiologie AF VŠZ v Brně
Vedoucí katedry Doc. Ing. J. Jirásek, CSc.

Došlo 29. 11. 1976

Abstrakt

Adámek, Z.: Vliv pstruhařského závodu na zoobentos a kvalitu vody v krasovém toku. *Acta univ. agric. (Brno), fac. agron.*, XXV, 1977, č. 3, s. 195—207.

Na krasovém potoce Punkva byl studován vliv vod vypouštěných z pstruhařského závodu na zoobentos a kvalitu vody. Faunistická šetření ukázala, že pod vypuštěním vod dochází ke snížení počtu taxonů a zvýšení celkové abundance a biomasy zoobentosu. Organické znečištění rybími exkrementy a zbytky krmiv působí depresivně na larvy jepic (*Ephemeroptera*), pošvatek (*Plecoptera*), muchniček (*Simuliidae*) a na blešivce (*Rivulogammarus fossarum*). Stimulační účinek se naopak projevil u larev pakomárů (*Chironomidae*), chrostíků (*Trichoptera*) a u maidek (*Naididae*). Saprobiologické vyhodnocení zoobentosu metodou podle Zelinky a Marvana a podle Pantla a Bucka ukázalo mírné zhoršení kvality vody, nepřesahující rámec jednoho saprobního stupně.

Intenzivní chov pstruha; abundance a biomasa zoobentosu; organické znečištění.

Úvod

Zvýšení produkce rybího masa není v našich podmínkách za současné situace myslitelné bez využití intenzifikačních opatření. Rybou, která velmi dobře snáší podmínky intenzivního chovu a je proto v tomto směru plně využívána, je pstruh duhový (*Parrasalmo gairdneri*). Velká většina pstruhařských závodů je situována v podhorských oblastech na tocích s kvalitní čistou vodou. Poněvadž jde převážně o toky málo vodnaté, protéká většina jejich vody pstruhařstvím a opouští je zatížena odpadními produkty rybího metabolismu, zbytky krmiv, chudší o spotřebovaný kyslík a s celou řadou změněných hlavně chemických, ale i biologických a fyzikálních vlastností.

Cílem této studie bylo proto posoudit a zhodnotit vliv vod vypouštěných ze závodu s intenzivním chovem pstruha duhového na zoobentos a kvalitu vody v chladném krasovém potoce Punkva v Moravském krasu. O tom, jak působí zhuštěná, uměle krmená obsádka pstruha na základní biologické a chemické ukazatele protékající vody, lze

nalézt jen velmi málo konkrétních údajů. Pouze Scherb [1972] se zabýval číselným vyjádřením míry znečištění při intenzivním chovu ryb. Duc [1976] srovnával chemické ukazatele přítékající a vypouštěné vody na pstruhařství Skalní Mlýn. Většina ostatních prací je zaměřena spíše fyziologicky a týká se exkrementů a zplodin výměny látkové. Účinky vod, které opouštějí pstruhařství, se však na biologii recipientu neprojevují pouze prostřednictvím metabolických produktů ryb, ale i působením vyplavovaných zbytků krmiv, popřípadě chemických prostředků použitých při léčebných zásazích apod. Jejich komplexní výsledný projev je pak nejvíce závislý na chemických a fyzikálních vlastnostech recipientu — především na teplotě, kyslíkatosti, rychlosti proudu, vodnatosti aj.

Hydrologická charakteristika lokalit
(průměrné hodnoty zjištěné při odběru vzorků)

Tab. 1

Lokalita číslo	1	2
Rychlost proudu (m/sec)	0,87	0,72
Hloubka (cm)	21	38
Průtok (m ³ /sec)	1,28	1,97
Teplota (°C)	7,8	8,2

Materiál a metodika

Říčka Punkva je typickým krasovým tokem s poměrně chladnou vodou. Vzniká v podzemí soutokem Sloupského potoka a Bílé vody. V propasti Macoše se krátce objevuje na povrchu a vyvěrá nad Skalním Mlýnem. Pstruhařství Skalní Mlýn je závodem s intenzivním chovem pstruha duhového (*Parasalmo gairdneri*) formy Kamloops. Roční produkce představuje v průměru 220—240 q, ve sledovaných letech 1974 a 1975 činila 340 q, resp. 70 q. Nízká produkce pstruha v r. 1975 byla zaviněna úhynem velké části obsádky v důsledku nekvalitního krmiva. Pstruzi jsou krmeni granulovanými krmivými čs. výroby PD 1, PD 2 a dánským krmivem Clark. Maximální krmná dávka při plné obsádce se pohybuje kolem 3 q granulovaného krmiva za den. Rozptýlené částice krmiva spolu s částí rybích exkrementů jsou unášeny protékající vodou do říčky Punkvy. Při průměrném průtoku pstruhařstvím 0,7 m³/s to představuje poměrně velké množství rozpuštěných i nerozpuštěných organických látek. V obdobích nízkého průtoku má pstruhařství zapojen recirkulační systém.

Chemické vlastnosti přítékající (A) a vypouštěné (B) vody
průměrné hodnoty za rok 1975 (podle D u c a 1976)

Tab. 2

Lokalita	A	B
O ₂ (mg/l)	10,11	7,92
Nasycení O ₂ (%)	91,47	74,16
pH	8,1	7,9
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,125	0,239
Acidita (mval/l)	1,51	2,27
Alkalita (mval/l)	2,99	3,14
Oxidovatelnost filtrátu (mg O ₂ /l)	2,24	4,13

Zoobentos byl sledován na dvou lokalitách — nad vyústěním vod z pstruhařství a pod ním. Pro obě lokality je charakteristický kamenitý substrát. Na horní lokalitě (lok. 1) porůstají kameny trsy *Fontinalis*, na dolní (lok. 2) převažují zelené vláknité řasy a přímo pod vyústěním se v létě za nízkých průtoků objevuje *Sphaerotilus*. Kameny na lok. 2 jsou v jarním a letním období pokryty trubičkami larev pakomárů (*Chironomidae*). Při nízkých průtocích vody tam zbytky krmiv z pstruhařství sedimentují a tvoří na dně souvislou vrstvu kalu. Na obou lokalitách se vyskytují silné populace pstruha potočního (*Salmo trutta m. fario*) a duhového (*Parasalmo gairdneri*), kteří jsou tam intenzivně vysazováni, a vranky obecné (*Cottus gobio*). Výskyt plůdku pstruha potočního na lok. 1 svědčí o tom, že tento druh se tam přirozeně rozmnožuje.

Vzorky zoobentosu byly odebírány z kamenitého substrátu Surberovou sítí o ploše 1250 cm². Při jednom odběru byly na každé lokalitě získány 2 vzorky, které byly sumarizovány a přepočteny na abundanci a biomasu na 1 m² dna. Při odběrech byly sledovány i základní ukazatele: teplota, rychlost proudu, hloubka a šířka toku. Odebrané vzorky byly konzervovány 4 % formaldehydem a váženy po 3 měsících po odstředění v centrifúze (Kubíček 1969).

Výsledky

Abundance a biomasa zoobentosu v průběhu roku dosti kolísaly. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v jarním a letním období za nízkých průtoků vody. Při vyšším vodním stavu na podzim a v zimě tyto hodnoty rapidně klesaly. Průměrná abundance i biomasa byla na lok. 2 pod vyústěním vyšší (abundance 2,9krát, biomasa 1,7krát oproti lok. 1).

Průměrná roční abundance (ex./m²) larev jepic (Ephemeroptera)

Tab. 3

Lokalita	2	1
<i>Baetis rhodani</i>	107,1	98,7
<i>Baetis alpinus</i>	—	6,7
<i>Baetis vernus</i>	1,3	—
<i>Baetis pumilus</i>	1,3	—
<i>Baetis sp. juv.</i>	+	31,1
<i>Ecdyonurus venosus</i>	8,0	13,8
<i>Ecdyonurus dispar</i>	+	—
<i>Ecdyonurus sp. juv.</i>	—	36,4
<i>Heptagenia lateralis</i>	—	1,3
<i>Rhithrogena semicolorata</i>	1,8	11,1
<i>Caenis macrura</i>	+	—
<i>Ephemerella ignita</i>	16,0	14,7
<i>Ephemerella notata</i>	—	1,3
<i>Ephemerella sp. juv.</i>	—	7,1
<i>Habroleptoides modesta</i>	+	9,3
<i>Paraleptophlebia werneri</i>	—	+
Ephemeroptera celkem	144,9	232,4

Ephemeroptera:

Celkové hodnoty abundance i biomasy larev jepic jsou na nezasazené lokalitě vyšší. Tato skutečnost je patrná zvláště u juvenilních larev r. *Ecdyonurus*, *Baetis* a *Ephemerella*, které byly nalézány takřka výlučně na lok. 1. U starších larev těchto rodů již nejsou rozdíly v hustotě osídlení tak patrné, zvláště *Ephemerella ignita* a *Baetis rhodani* jsou na lok. 2 dokonce o něco hojnější.

Průměrná roční abundance (ex./m²) larev pošvatek (Plecoptera)

Tab. 4

Lokalita	1	2
<i>Capnia bifrons</i>	1,3	—
<i>Leuctra albida</i>	115,6	62,2
<i>Leuctra inermis</i>	36,9	15,6
<i>Leuctra hippopus</i>	15,6	13,3
<i>Leuctra sp. juv.</i>	223,1	60,0
<i>Nemoura combrica</i>	4,9	4,0
<i>Nemoura flexuosa</i>	5,8	1,3
<i>Protonemura sp.</i>	13,3	5,3
<i>Amphinemura sp.</i>	6,2	4,0
<i>Perlodes microcephala</i>	4,0	1,3
Plecoptera celkem	424,4	172,9

Negativní vliv vod z pstruhařství je nejlépe patrný u *Habroleptoides modesta*, *Baetis alpinus* a *Rhithrogena semicolorata*. Na lok. 1 bylo zachyceno 12 taxonů, na lok. 2 pouze 10. Pro obě lokality je shodných 6 taxonů jepic. Podle Zelin-ko-vy (1953) klasifikace odpovídá společenstvo jepic přechodu mezi rhithro-genovým a ecdyonurovým pásmem.

Plecoptera:

Na skupinu pošvatek mají vody z pstruhařství zřetelně depresivní vliv. Jejich abundance i biomasa je na lok. 1 podstatně vyšší. S výjimkou druhu *Capnia bifrons*, který na lok. 2 nebyl zjištěn, se vyskytovaly všechny taxony na obou lokalitách. Nejvíce potlačeny byly stejně jako u jepic juvenilní larvy. Nejlépe je tato skutečnost patrná u r. *Leuctra*. Zástupci tohoto rodu také výrazně dominují ve fauně pošvatek sledovaného úseku. Jako odolnější se ukazují zástupci čeledi *Nemouridae*, jejich početnost je však ve srovnání s rodem *Leuctra* velmi nízká. O převaze juvenilních stadií na lok. 1 svědčí také nižší průměrná váha larev (lok. 1 — 0,0023 g, lok. 2 — 0,0031 g).

Průměrná roční abundance (ex./m²) larev chrostíků (Trichoptera)

Tab. 5

Lokalita	1	2
<i>Hydropsyche instabilis</i>	1,8	—
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	—	+
<i>Hydropsyche</i> sp.	+	—
<i>Rhyacophila vulgaris</i>	60,4	123,5
<i>Rhyacophila nubila</i>	1,3	3,6
<i>Rhyacophila obliterata</i>	8,0	20,4
<i>Rhyacophila fasciata</i>	+	3,6
<i>Rhyacophila tristis</i>	—	1,8
<i>Rhyacophila</i> sp. juv.	7,1	7,1
<i>Psychomyia pusilla</i>	+	2,7
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	+	—
Trichoptera celkem	80,9	163,1

Trichoptera:

Stimulačně působí vody z pstruhařství zvláště na rozvoj chrostíků. Jejich abundance i biomasa na lok. 2 výrazně stoupla. Vody z pstruhařství mají zřejmě zprostředkovaně (přes zvýšenou potravní nabídku ve formě larev pakomárů) kladný vliv na populace především dravých druhů. Fauna chrostíků je na obou lokalitách tvořena v převážné většině druhu rodu *Rhyacophila* (na lok. 1 — 96,3 %, na lok. 2 — 98,1 % všech chrostíků), z nichž rovněž výrazně převažuje *Rhyacophila vulgaris*. Celkem bylo na obou lokalitách zjištěno 11 taxonů, z toho na lok. 1 devět a na lok. 2 osm. Pro obě lokality je společných 6 taxonů.

Chironomidae:

Larvy pakomárů nebyly systematicky tříděny a determinovány. Jejich výskyt je zřetelně příznivě ovlivněn odpady s vysokým podílem organických látek. Zvláště v období nízkých průtoků, kdy dochází k sedimentaci unášených zbytků, narůstá abundance pakomárů do velmi vysokých hodnot (24. 9. 1974 — 27 000/m², 28. 8. 1975 — 9000/m²). Zvýšené průtoky zejména v jarním a podzimním období je však intenzívně odplavují.

Simuliidae:

Průměrná abundance i biomasa larev muchniček je na lok. 1 vyšší. Muchničky jako přisedlí živočichové jsou sedimentujícími kaly z pstruhařství limitovány ve svém rozvoji tím, že vrstva kalu na substrátu brání jeho kolonizaci.

Varia:

Do této skupiny byli zařazeni zástupci *Vermes*, *Mollusca*, *Amphipoda*, *Coelenterata*, *Diptera*, *Coleoptera*, *Hydracarina* a *Megaloptera*. Depresivní vliv vypouštěných vod je dobře patrný u blešivce (*Rivulogammarus fossarum*). Nezmaří (*Hydra g. sp.*) jako přisedlé organismy jsou rovněž omezeni ze stejného důvodu jako larvy muchniček. Naopak stimulační účinky jsou zřejmé u čel. *Naididae* (zvláště v jarním období), u *Pisidium*, *Tubifex*, *Radix ovata* a *Hydracarina*.

Průměrná roční abundance (ex./m²) ostatních zástupců zoobentosu (Varia)

Tab. 6

Lokalita	1	2
<i>Hydra g. sp.</i>	11,6	+
<i>Planaria sp.</i>	1,8	—
<i>Mermithidae g. sp.</i>	—	+
<i>Naididae g. sp.</i>	10,2	115,6
<i>Haplotaxis gordioides</i>	9,8	12,9
<i>Tubifex sp.</i>	+	4,0
<i>Limnodrilus sp.</i>	+	+
<i>Eiseniella tetraedra</i>	+	—
<i>Pisidium sp.</i>	2,2	12,4
<i>Ancylus fluviatilis</i>	5,3	9,3
<i>Radix ovata</i>	2,2	7,1
<i>Rivulogammarus fossarum</i>	107,1	32,0
<i>Hydracarina g. sp.</i>	28,4	41,3
<i>Coleoptera g. sp.</i>	5,8	6,7
<i>Ceratopogonidae g. sp.</i>	+	—
<i>Empididae g. sp.</i>	3,1	3,1
<i>Sialis sp.</i>	+	—
<i>Varia celkem</i>	191,6	246,7

Průměrná roční abundance (ex./m²) a biomasa (g/m²) zoobentosu

Tab. 7

Lokalita	1		2	
	abundance	biomasa	abundance	biomasa
<i>Ephemeroptera</i>	232,4	2,479	144,9	1,028
<i>Plecoptera</i>	424,4	0,994	172,9	0,531
<i>Trichoptera</i>	80,9	4,835	163,1	12,269
<i>Chironomidae</i>	984,4	0,374	5206,7	3,384
<i>Simuliidae</i>	183,8	0,505	157,3	0,236
<i>Varia</i>	191,6	1,354	246,7	0,795
<i>Celkem</i>	2097,3	10,541	6091,6	18,243

Saprobíologické vyhodnocení:

K vyhodnocení vlivu vod vypouštěných při intenzivním chovu pstruha bylo použito i srovnání saprobity obou lokalit na základě rozboru zoobentosu. Pro porovnání byla saprobita vyhodnocena podle Zelinky a Marvana a podle Pantla a Bucka (in Cyrus a Sládeček 1965, 1966). Vyhodnocení po-

dle Z e l i n k y a M a r v a n a ukazuje na lok. 1 na xeno-oligosaprobitu, na lok. 2 na oligo-xenosaprobitu, podle P a n t l a a B u c k a na obou lokalitách na lepší oligosaprobitu.

Diskuse

Vlivu pstruhařského závodu na kvalitu vody, která jím protéká, bylo dosud věnováno velmi málo pozornosti. Ojedinelou prací je v tomto směru S c h e r b o v a (1972) studie. Podle autorových šetření obsahují vody vypouštěné z intenzivního chovu pstruha organické látky, odpovídající průměrnému zatížení 2,8 g O₂ v BSK₅ od 1 kg ryb za den. Jejich exkrementy způsobují organické znečištění, odpovídající znečištění od asi 0,06 obyvatele. V podmínkách pstruhařství Skalní Mlýn by to znamenalo, že jeho vody zatěžují Punkvu v průměru asi tak, jako 375 obyvatel. Na základě zjištěných výsledků lze toto číslo považovat v podmínkách chladného vysočinného potoka za vysoké.

Na pstruhařství Skalní Mlýn srovnával chemické ukazatele přítékající a vypouštěné vody D u c (1976). Ve vypouštěné vodě zjistil pokles obsahu kyslíku, nasycení, pH, zvýšil se naopak obsah amonných iontů, alkalita, acidita a oxidovatelnost.

Otázka, jak nahlížet na vypouštění vod z intenzivního chovu pstruha, je velmi složitá. Do jisté míry je sporné, zda je považovat za znečištění nebo v podmínkách chladného krasového toku za zásah, zvyšující úživnost recipientu. Je známou skutečností, že většina způsobů znečištění redukuje úplnost vodního ekosystému a zjednodušuje jej. Znečištění snižuje druhovou rozmanitost vyloučením citlivějších druhů. Organismy, které mohou přežít znečištění, se pak intenzivněji rozvíjejí a jsou početnější, protože neexistuje konkurence. Na nezasažené lok. 1 bylo zachyceno 49 taxonů, na lok. 2 pouze 42. Abundance na lok. 2 je však podstatně vyšší. Juvenilní stadia jepic a pošvatek jsou mnohem hojnější na lok. 1. C a i r n s a D i c k s o n (1971) tvrdí, že obecně jsou juvenilní larvy jepic, pošvatek, chrostíků a brouků citlivější než starší larvy. Zdůrazňují, že organismy snášející podmínky znečištění se mohou vyskytovat i ve vodách čistých a jejich zjištění nemusí znamenat, že voda je znečištěna. Avšak silné populace tolerantních organismů při současné absenci citlivých jsou spolehlivým indikátorem znečištění.

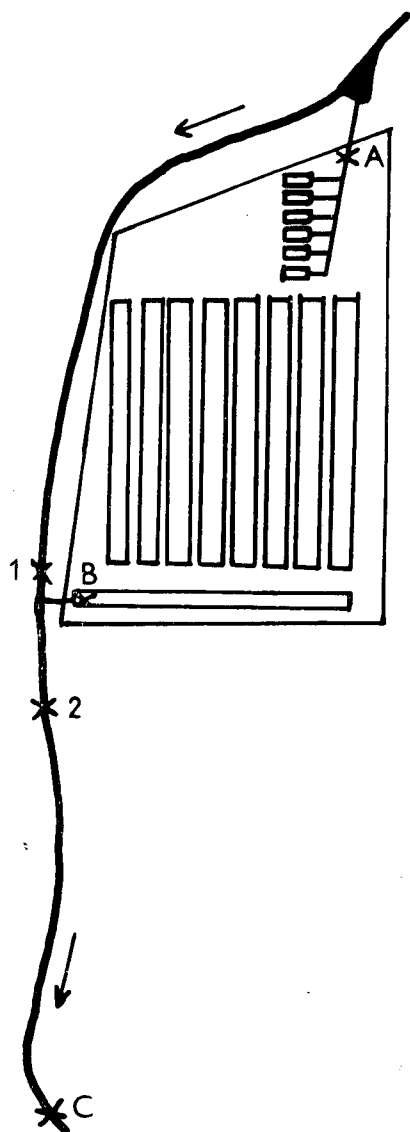
Celková abundance a biomasa v ročním průměru odpovídá výsledkům zjištěným jinými autory (O b r d l í k 1968, S e d l á k 1969, H e l a n e t a l. 1973, S u k o p 1970) na vodách podobného typu.

I pod vyústěním vod z pstruhařství trvale přežívá silná populace pstruha potoučného i duhového, tzn. že nové podmínky neomezují a podstatně neovlivňují charakter Punkvy jako pstruhového potoka v hlediska rybářského obhospodářování. Vyšší abundance a biomasa zoobentosu v tomto úseku se dokonce zdají vytvářet lepší potravní podmínky pro obsádku pstruha. Hlavní složky potravy pstruha, s výjimkou pakomářích larev, jsou tam však ve svém rozvoji potlačeny. Vysoká abundance larev chrostíků zůstává pstruhem velmi málo využita, protože jde o druhy, které nestaví schránky a žijí převážně na spodní straně kamenů, kde nejsou pro pstruha dostupné. Tento fakt byl potvrzen v pracích celé řady autorů.

S e d l á k (1969) uvádí z Loučky, že v bentosu dominuje rod *Rhyacophila*. V potravě pstruha se však na této říčce objevuje jen občas. Z výsledků T u š i (1968, 1969) je rovněž výrazný nepoměr mezi zastoupením *Rhyacophil* v bento-

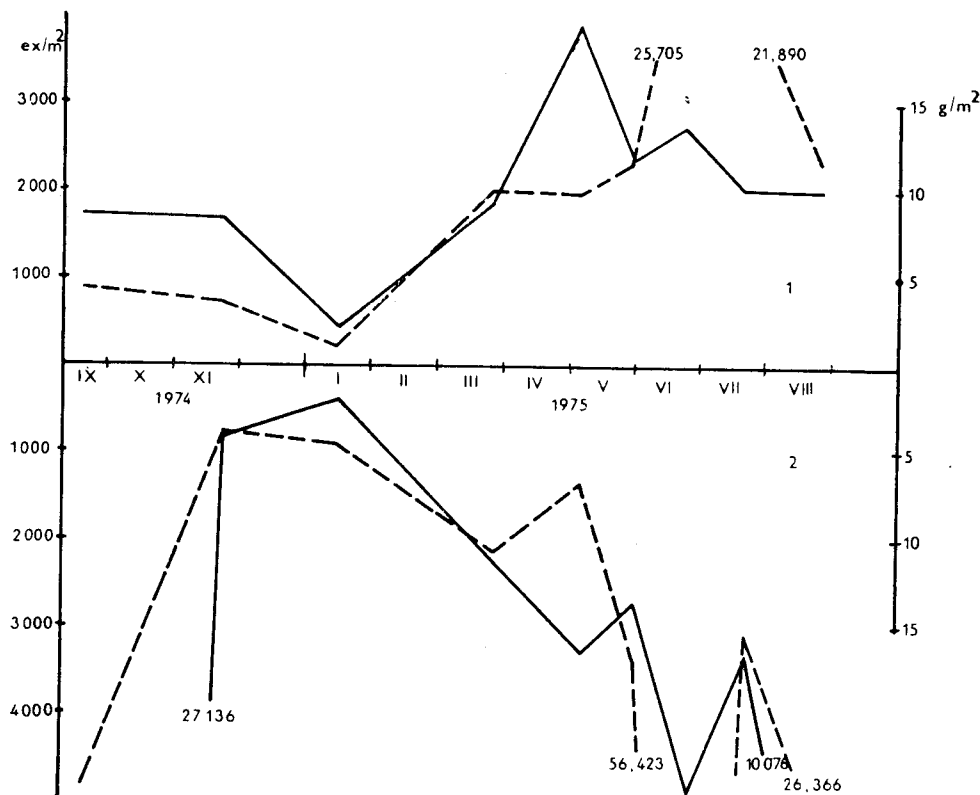
su [35 %] a v potravě [6–9 % všech chrostíků]. Podle Blahákových [1972] šetření byli chrostíci bez schránek druhou nejpočetnější skupinou bentosu, v potravě však až pátou. Rovněž Zelinka [1971a, 1971b] a Orság a Zelinka [1974] potvrzují tento fakt. Chrostíci bez schránek jsou však velmi významnou složkou potravy vranky (*Cottus gobio*) [Zelinka 1971a, Orság a Zelinka 1974]. Tato ryba je však na pstruhových vodách považována za škůdce a nemá žádný hospodářský význam.

Blešivci (*Rivulogammarus fossarum*), kteří jsou významnou složkou potravy



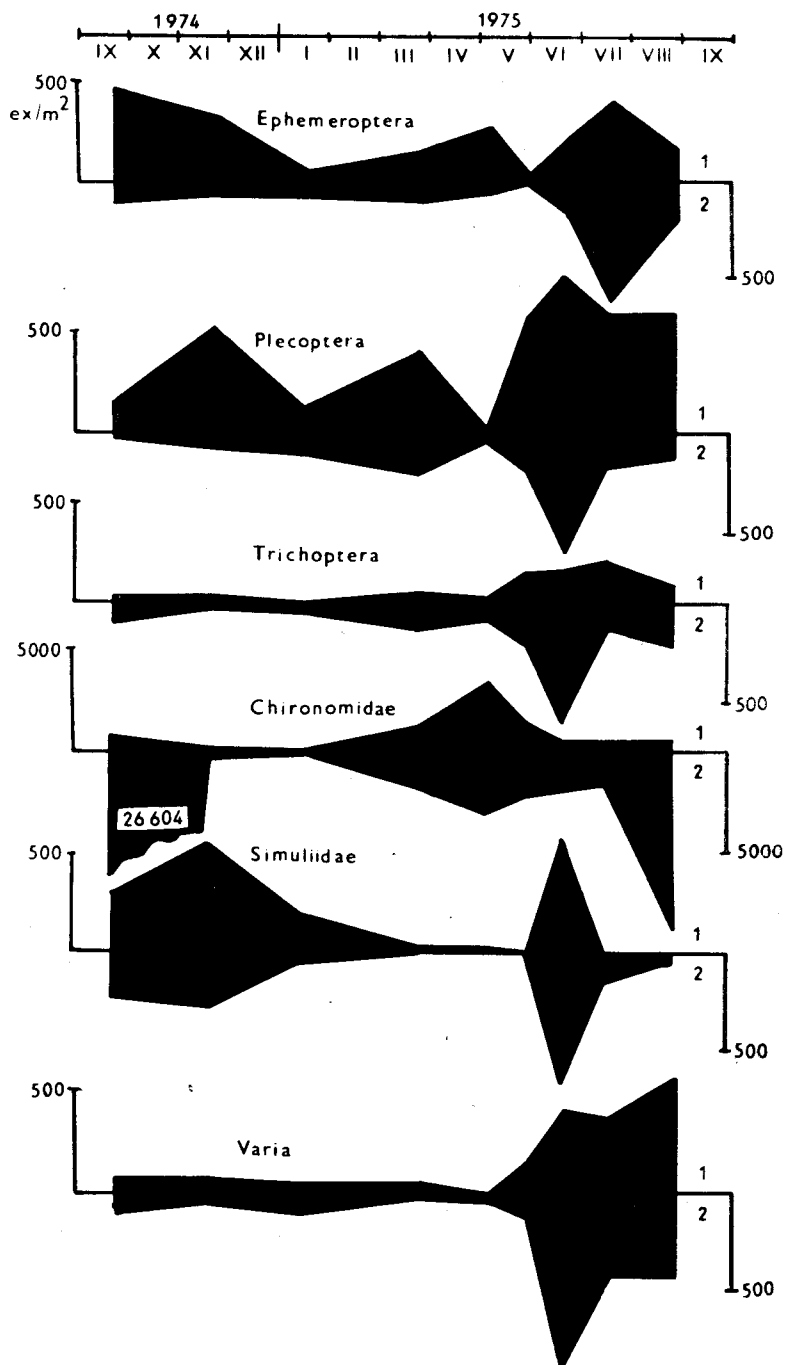
Obr. 1. Mapa s vyznačením lokalit [A, B, C — lokality D u c a 1976].

pstruha, jsou potlačeni ve svém rozvoji na lok. 2 zřejmě nejen působením vod z pstruhařství, ale i silným žracím tlakem pstruha, který jej intenzivně konzumuje (Straškraba et al. 1965). Ostatní autoři zjistili na podobných tocích abundanci blešivců podstatně vyšší — Sukop (1975) v Křtinském potoce s rybí obsádkou 991 ex./m², Obrdlík (1972) na přítoku Ponávky bez ryb 1080 ex./m², Helan et al. (1973 v beskydských potocích s rybami 201 až 313 ex./m², bez ryb 411 ex./m². Na Punkvě tvoří průměrná roční abundance blešivců 107 ex./m² (lok. 1) a 32 ex./m² (lok. 2).



Obr. 2. Změny v celkové abundanci a biomase během roku.

Stejně tak jepice (*Ephemeroptera*) jsou vlivem vod z pstruhařství potlačeny ve svém rozvoji. Podle Tuší (1974) klesá vlivem silnějšího organického znečištění abundace jepic, slabé znečištění však jejich rozvoj podporuje. V potocích Jeseníků zjistil 8–25 taxonů v abundanci 285–1323 ex./m² a v biomase 1,24–5,72 g/m². Zelinka (1969) uvádí pro jepice z beskydských potoků abundanci 547–670 ex./m² a biomasu 2,28–3,44 g/m². Sukop (1973) v blízkém Křtinském potoce uvádí abundanci 612 ex./m² a biomasu 3,35 g/m². Tyto údaje jsou podstatně vyšší než hodnoty zjištěné na Punkvě [lok. 1 — 232 ex./m² a 2,48 g/m², lok. 2 — 145 ex./m² a 1,03 g/m²].



Obr. 3. Změny v abundanci jednotlivých skupin zoobentosu.

Glö t z e l (1973) studovala faunu muchniček (*Simuliidae*) nad a pod zdrojem organického znečištění. Zjistila, že těsně pod odpady abundance larev klesá, po 1 km toku však stoupá do vysokých hodnot. Nevylučuje možnost, že amoniak negativně působí na abundanci larev muchniček.

Stimulačně působí vody vypouštěné z pstruhařství na rozvoj larev pakomárů (*Chironomidae*). Jejich vysoká abundance na lok. 2 je proto z hlediska potravní základny pro pstruha vítaným faktem. Vodními přívaly v době dešťů a tání sněhu jsou však tyto larvy snadno odplavovány. Při podrobných šetřeních po vodních přívalech tuto skutečnost potvrzuje Thorup (1970). Na Punkvě, kde žijí larvy pakomára v jemném organickém sedimentu na dně, jsou splachovány při každém vyšším průtoku. Proto jsou v jejich abundanci tak vysoké rozdíly — lok. 1: 28—3572 ex./m² (17. 1. 1975, resp. 8. 5. 1975); lok. 2: 8—26 604 ex./m² (17. 1. 1975, resp. 24. 9. 1974).

Saprobiologické vyhodnocení lokalit

Tab. 8

Saprobita	Podle Zelinky-Marvana					Podle Pantla-Bucka
	x	o	b	a	p	
lokalita 1	5477	5459	1745	547	—	0,83
lokalita 2	3471	3981	1544	537	—	0,87

Saprobiologická šetření, která měla zhodnotit, jak vypouštění vod z intenzivního chovu pstruhů ovlivňuje kvalitu vody pod vyústěním, dokázala, že zjištěné změny se nevymykají z rámce jednoho saprobiálního stupně. Stanovení metodou podle Zelinky a Marvana a podle Pantla a Bucka dávají výsledky takřka shodně. Malé rozdíly ve výsledcích jsou zřejmě způsobeny určitou tolerancí starších larev čistobytných druhů k organickému znečištění při zachování dobrých kyslíkových podmínek. Např. Tuboroy ski (1973) zjistil v organicky znečištěných tocích i poměrně citlivé druhy jepic jako *Ecdyonurus venosus*, *Habroleptooides modesta* a *Rhithrogena semicolorata*.

V chladné vodě řeky Punkvy probíhá rozklad organických látek velmi pomalu, takže nedochází ke kyslíkovým deficitům a nahromaděné organické sedimenty jsou pravidelně odplavovány při zvýšeném vodním stavu. Ze získaných výsledků lze proto usuzovat, že v těchto podmínkách při roční produkci pstruha kolem 300 q nedochází na toku s průměrným průtokem 1 m³/sec k vážnějšímu narušení biologické rovnováhy recipientu. Jinak však bude nutno posuzovat situaci na teplejších, klidnějších a tedy úživnějších tocích, nebo při vyšší produkci. V těchto případech bude bezpodmínečně nutné počítat s použitím biologického čištění vypouštěné vody.

Souhrn

V práci byl studován vliv vod vypouštěných z pstruhařství s intenzivním chovem pstruha duhového na zoobentos a sapirologii recipientu — chladného krasového toku Punkva. Faunistická šetření ukázala, že pod vyústěním vod dochází ke snížení počtu taxonů. Celková abundance a biomasa zoobentosu však stoupá, což je jev charakteristický pro organické znečištění. Negativně jsou jím ve svém rozvoji ovlivněny larvy jepic (*Ephemeroptera*), pošvatek (*Plecoptera*), muchniček (*Simuliidae*) a blešivci (*Rivulogammarus fossarum*). Stimulační účinek se projevuje na rozvoji larev pakomárů (*Chironomidae*), chrostíků

(*Trichoptera*) a naidek (*Naididae*). Saprobiologické vyhodnocení zoobentosu metodou podle Zelinky a Marvana ukazuje na mírné zhoršení kvality vody v rámci xeno-oligosaprobity, podle Pantla a Bucka rovněž mírné zhoršení v rámci oligosaprobity.

Průměrná abundance (ex./m²) a biomasa (g/m²) bentosu na podobných tocích

Tab. 9

Tok	Abundance	Biomasa	Autor
Loučka	1015—1132	12,8—14,0	Sediák 1969
Přítoky a odtok Velkého Vihorlatského jezera	666	6,6	Obrdlík 1968
Beskydské potoky	2199	14,900	Helan et. al. 1973
Bobrava	3696	21,1	Sukop 1970
Punkva nad pstruhařstvím	2097	10,541	Adámek 1977
pod	6092	18,243	

РЕЗЮМЕ

В предложенной работе рассматривается влияние вод, выпускаемых из форезообентос и сапробиологию реципиента — холодного карстового потока Пунква. зообентос и сапробиологию реципиента — холодного карстового потока Пунква. Фаунистические исследования показали, что под местом впадения вод происходит сокращение числа таксонов. Общая численность и биомасса зообентоса, однако, увеличивается, что является характеристическим явлением для органического загрязнения. Приведенное оказывает отрицательное воздействие на развитие личинок поденок (*Ephemeroptera*), веснянок (*Plecoptera*), мошек (*Simuliidae*) и бокоплавов (*Rivulogammarus fossarum*). Стимулирующее действие выпускаемых вод проявляется в развитии личинок комаров-толкунцев (*Chironomidae*), ручейников (*Trichoptera*) и семейства *Naididae*. Сапробиологическая оценка зообентоса по методу Зелинки и Марвана показывает небольшое ухудшение качества воды в рамках ксено-олигосапроби, по Пантлу и Баку также небольшое ухудшение в рамках олигосапроби.

SUMMARY

The effects of waste waters from a trout farm pursuing intensive rainbow trout management on zoobenthos and saprobiology of the Punkva cold karst stream were studied. The faunistic studies showed that wastes tended toward decreasing the number of taxa present. Total abundance and biomass of the zoobenthos increased. These phenomena are characteristic features of organic pollution. The nymphs of *Ephemeroptera*, *Plecoptera* and *Simuliidae*, and *Rivulogammarus fossarum* affected in an adverse way. The stimulating effect was seen in expansion of the nymphs of *Chironomidae* and *Trichoptera*, and *Naididae*. Saprobiological evaluation of the zoobenthos using the method by Zelinka and Marvan showed a slight degradation of water quality inside the xeno-oligosaprobity, and the Pantl and Buck method revealed a slight degradation inside the oligosaprobity.

ZUSAMMENFASSUNG

In der Arbeit wurde der Einfluss des aus Forellenteichwirtschaften mit intensiver Haltung der Konsum-Regenbogenforelle abfließenden Wassers auf Zoobentos und Saprobologie des Rezipienten, des kühlen Karststromes Punkva, studiert. Die Faunauntersuchungen ergaben, dass es unterhalb der Einmündung des Abflusswassers zu einer zahlenmässigen Taxanensenkung kommt, während die Gesamtabundanz und Biomasse des Zoobenthos steigen — die ist eine charakteristische Kennzeichen der organischen Verunreinigung. Dadurch werden die *Ephemeroptera*-, *Plecoptera*- und *Simuliidae*-Larven und *Rivulogammarus fossarum* in ihrer Entwicklung negativ beeinflusst. Eine sti-

mulierende Wirkung hat das Abflusswasser auf die Entwicklung der *Chironomidae*- und *Trichoptera*-Larven und *Naididae*. Die saprobiologische Auswertung des Zoobenthos nach Zelinka und Marvan weist auf eine mässige Senkung der Wasserqualität im Rahmen der Xeno-oligosaprobität hin, nach Pantl und Buck ebenfalls auf eine mässige Senkung im Rahmen der Oligosaprobität.

LITERATURA

- BLAHÁK, P.: Potrava pstruhů a lipanů. = „Rybářství“, 1972, 4: 76.
- CAIRNS, J. Jr. - DICKSON, K. L.: A simple method of the biological assessment of the effect of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organisms. = „Journal Water Pollution Control Federation“, 1971.
- CYRUS, Z. - SLÁDEČEK, V.: Jednotné metody biologického rozboru vod. = „Vodní hospodářství“, příloha, 1965, 11: 1966, 1.
- CYRUS, Z. - SLÁDEČEK, V.: Jednotné metody biologického rozboru vod. Část II. = „Vodní hospodářství“, 1969, 8.
- GLÖTZEL, R.: Populationsdynamik und Ernährungsbiologie von Simuliidenlarven in einem mit organischen Abwässern verunreinigten Gebirgsbach. = „Archiv für Hydrobiologie“, 42, 1973, 3/4.
- HELAN, J. - KUBÍČEK, F. - LOSOS, B. - SEDLÁK, E. - ZELINKA, M.: Production conditions in the trout brooks of the Beskydy mountains. = „Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis, Biologia“, 14, 1973, 4.
- KUBÍČEK, F.: Použití bateriové centrifugy pro stanovení biomasy. = „Biologie“, 24, 1969, 3: 245—249.
- LANDA, V.: Jepice — Ephemeroptera. = Praha, Academia, 1969, 352 s.
- LE DINH DUC: Změny kvality vody při použití recirkulačního zařízení na pstruhovém hospodářství Skalní Mlýn. = Diplomová práce z katedry rybářství a hydrobiologie AF VŠZ, Brno, 1976, 76 s.
- OBRDLÍK, P.: K poznání biomasy bentické fauny přítoků Velkého vihorlatského jezera. = „Zborník Východoslovenského muzea“, série B, 9, 1968: 23—31.
- OBRDLÍK, P.: A population of *Rivulogammarus fossarum* Koch (*Amphipoda*) in a small fishless stream. = „Hydrobiologia“, 40, 1972, 2: 279—295.
- ORSÁG, L. - ZELINKA, M.: Zur Nahrung der Arten *Cottus poecilopus* Heck. und *Cottus gobio* L. = „Zoologické listy“, 23, 1974, 2: 185—196.
- SCHERB, K.: Durch Fischexkrement verschmutztes Wasser — Grundlagen der biologischen Reinigung. = „Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie“, 23, 1972: 147—162.
- SUKOP, I.: K poznání biomasy rheobentosu Bobravy. = „Acta Universitatis Agriculturae“, 18, 1970, 3: 495—504.
- SUKOP, I.: Annual cycle of mayflies (*Ephemeroptera*) in a karstic stream. = „Acta entomologica bohemoslovaca“, 70, 1973, 2: 81—85.
- SUKOP, I.: A population of *Gammarus fossarum* Koch (*Amphipoda*) in a karstic stream. = „Věstník Čs. společnosti zoologické“, 39, 1975, 1: 73—79.
- SEDLÁK, E.: Die Biomasse der Bodenfauna des Flusses Loučka und ihre Beziehung zur Nahrung der Forelle. = „Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis, Biologia“, 10, 1969, 8: 115—133.
- STRAŠKRABA, M. - ČIHAŘ, J. - FRANK, S. - HRUŠKA, V.: Konkurují vranka a střevle pstruhovi v potravě? = „Čs. rybářství“, 1965, 2: 20—21.
- THORUP, J.: The influence of a short-termed flood on a springbrook community. = „Archiv für Hydrobiologie“, 66, 1970, 4: 447—457.
- TUBOROYSKI, L.: Organismy wskaźnikowe i ich zmienność ekologiczna. = „Acta Hydrobiologica“, 15, 1973: 259—274.
- TUŠA, I.: On the feeding biology of the brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.) in the Loučka creek. = „Zoologické listy“, 17, 1968, 3.
- TUŠA, I.: On the feeding biology of the brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.) in the course of day and night. = „Zoologické listy“, 18, 1969, 3: 275—284.

- TUŠA, I.: Mayfly larvae (*Ephemeroptera*) in current habitats of three trout streams with stony bottom (North-Western Moravia, Czechoslovakia). = „Acta Hydrobiologica“, 16, 1974, 3/4: 417—429.
- ZELINKA, M.: Larvy jepic z povodí Moravice a jejich vztah k čistotě vody. = „Práce Mor. akademie věd přír.“, 25, 1953, 5.
- ZELINKA, M.: Die Eintagsfliegen (*Ephemeroptera*) im Forelenbach der Beskiden. I.-Abundanz und Biomasse. = „Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Purkynianae Brunensis“, 10, 1969, 8: 157—168.
- ZELINKA, M.: Konkurenční potravní vztahy v pstruhovém toku. = „Vertebratologické zprávy“, 1971, 2: 95—101.
- ZELINKA, M.: Potravní konkurence mezi pstruhem, lipanem a vrankou. = „Rybářství“, 1971, 11: 244—245.

ADRESA AUTORA:

RNDr. Zdeněk Adámek, Katedra rybářství a hydrobiologie Vysoké školy zemědělské v Brně, Zemědělská 1, 662 65 Brno, ČSSR.
