VÝZKUMNÝ ÚSTAV RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ,
VODŇANY

BIOLOGICKÁ HLEDISKA DOPRAVY ŽIVÝCH RYB

EDICE METODIK

Sp 8233

VÝZKUMNÝ ÚSTAV RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ

R. BERKA, P. HARTMAN

BIOLOGICKÁ HLEDISKA DOPRAVY ŽIVÝCH RYB

Akademická knihovna JU

3291019400

č. 21

VODŇANY
1986

VÝZKUMNÝ ÚSTAV
RYBÁŘSKÝ A HYDROBIOLOGICKÝ
VODŇANY
Přírůstkové číslo | Značka
Datum zařazení 30. IX. 1986

1. Úvod

Metodika, zpracovaná na žádost oborového podniku Státní rybářství, se záměrně nezabývá technickými otázkami dopravy ryb, ale pouze hledisky biologického charakteru výrazně ovlivňujícími výsledky dopravy. Předkládaná metodika volně navazuje na již dříve vydanou metodiku přepravy plůdku v polyetylénových vacích (PECHA a kol. - 2) a v některých směrech pro naše podmínky zobecňuje i poznatky tlumočené v přehledové studii BERKY (1) o dopravě ryb, zpracované na základě analýzy světové literatury. Pokud není výslovně uvedeno jinak, platí v metodice obsažené zásady pro obě základní formy dopravy ryb (doprava v uzavřených systémech /hermeticky uzavřené kontejnery, kde prostředí nelze z vnějšího okolí ovlivnit/ a otevřených systémech /kontejnery, v nichž prostředí je ovlivňováno z vnějších zdrojů/).

2. Biologická hlediska dopravy ryb

Výsledky dopravy ryb ovlivňuje daleko více dodržování základních předpokladů biologického charakteru než technické vybavení přepravních zařízení. Zásadním předpokladem je dobrý kondiční a zdravotní stav ryb. Z dopravy je nutno vyloučit zejména zeslabené jedince a to především tehdy, bude-li doprava probíhat při vyšších teplotách. Při špatném kondičním stavu ryb nelze úhynům zabránit ani výrazným snížením hustoty přepravovaných ryb.

Prvořadým biologickým požadavkem je rovněž přepravovat ryby až po úplném vytrávení potravy; u ryb s naplněným zažívacím traktem je nutno standardizovanou hustotu přepravovaných ryb snížit nejméně o 50 %. S výjimkou larválních stadií to znamená ponechat ryby nejméně jeden den bez potravy. Při naplněném zažívacím traktu mají ryby vyšší spotřebu kyslíku, hůře snášejí kritické stavy a vylučované exkrementy odnímají z vody kyslík. Při přepravě larev ryb je však nutno vzít v úvahu dobu, po kterou tyto larvy mohou zůstat bez potravy.

Před dopravou se také může jevit nutná aklimatizace ryb na nižší přepravní teplotu vody. Provádí-li se ochlazování vody, v níž jsou již ryby umístěny , přírodním ledem, nesmí rychlost poklesu teploty vody činit více než 5 $^{o}C.h^{-1}$, přičemž celkový rozdíl teplot by neměl překročit 12 - 15 ^{o}C. Zároveň nutno zamezit přímý styk ryb s ledem.

Obsah kyslíku v přepravním prostředí patří k limitujícím faktorům dopravy ryb. Dostatek kyslíku v přepravních kontejnerech ještě zdaleka neznamená, že doprava ryb probíhá uspokojivě. Využití kyslíku závisí na vztahu ryb k teplotě , stresu, pH, obsahu CO_2, metabolické intenzitě apod. Z hlediska spotřeby kyslíku rybami patří mezi rozhodující kritéria teplota vody a průměrná kusová a celková hmotnost ryb. S nárůstem teploty a celkové hmotnosti ryb se spotřeba kyslíku zvyšuje (např. při zvýšení teploty vody z 10 na 20 ^{o}C dochází i k dvojnásobné spotřebě kyslíku). Z praktického hlediska by každé zvýšení teploty o 0,5 ^{o}C mělo být korigováno snížením obsádky přepravovaných ryb o 5 - 6 % a opačně.

S růstem průměrné kusové hmotnosti se nárok na kyslík významně snižuje. U kapra je toto snížení vyjádřeno indexem $K_1 = 1$; $K_2 = 0,5 - 0,7$; $K_v = 0,3 - 0,4$.

Spotřeba kyslíku vzrůstá také jako důsledek manipulace s rybami před dopravou (určité formy stresu). Dochází přitom až k pětinásobku normální spotřeby a návrat do standardní úrovně kyslíkového metabolismu trvá např. u plůdku lososovitých ryb až několik hodin (tedy mnohdy déle než celá doba dopravy). Pokud dopravní kontejner nebude zásobován kyslíkem adekvátně k této spotřebě, adaptují ryby svůj metabolismus tak, že se v organismu vytvoří kyslíkový dluh, který - pokud nebude urychleně vyrovnán nástupem příznivých kyslíkových poměrů - se negativně odrazí v následném fyziologickém stavu ryb. Za určité minimum úrovně rozpuštěného kyslíku ve vodě přepravních kontejnerů se pro většinu teplomilných ryb pokládá hodnota 5 $mg.l^{-1}$.

Za kritické období lze z hlediska zvýšených nároků

ryb na kyslík považovat první hodinu dopravy, přičemž významným faktorem je i velikost ryb (velké ryby konzumují na jednotku své hmotnosti méně kyslíku než ryby malé). Např. 25 kg tržních pstruhů duhových (100 ks o kusové hmotnosti 250 g) se svou potřebou kyslíku rovná 20 kg pstruha o délce těla 12 cm (1 100 ks) nebo 17 kg pstruha o délce 8 cm (3 200 ks) či 12 kg rychleného plůdku pstruha o délce 4 cm (cca 23 000 ks). U kapra pak shodné nároky na kyslík má 400 - 500 kg tržního kapra, 300 kg K_2 a 150 - 200 kg K_1 (obvyklý náklad do 1 standardní bedny).

Výrazné rozdíly ve spotřebě kyslíku jsou také mezi jednotlivými druhy ryb. Při hodnocení spotřeby kyslíku kaprem koeficientem 1 uvádějí zahraniční prameny pro některé další druhy ryb následující přepočtové hodnoty:

pstruh	2,83	okoun	1,46
peleď	2,20	cejn	1,41
candát	1,76	štika	1,10
plotice	1,51	úhoř	0,83
jeseter	1,50	lín	0,83

V nárocích na kyslík konkurují přepravovaným rybám také uhynulí jedinci, zvyšující bakteriální pomnožení, náročné na spotřebu kyslíku (právě proto je nutno dopravovat ryby v dobrém kondičním a zdravotním stavu, aby k úhynům v průběhu dopravy nedocházelo). Substrátem pro pomnožení bakterií a tím snížení obsahu kyslíku ve vodě je i rybami vylučovaný sliz, k čemuž přispívá zvýšená teplota vody. Negativní dopad rozkladu slizu lze částečně omezit solením vody NaCl do koncentrace 0,25 - 0,50 % roztoku (ověřeno u kapra) po dobu 1 hod. Tím dochází k zvýšenému vylučování slizu a k jeho "vysrážení" na dně dopravních nádob, kde je vypuštěn nebo ryby ze solné koupele jsou přeloveny na nový dopravní prostředek. Následně se při použití této metody zlepšuje i kyslíková bilance (v konkrétním případě přepravy tržního kapra po železnici, doba přepravy 36 hodin, průměrná teplota vody 15,5 °C, bylo dosa-

ženo procentuální zvýšení nasycení vody kyslíkem O_2 $mg.l^{-1}$ z 34,4 na 57,4 %, došlo i k příznivému vývoji obsahu amoniaku NH_4 z 28,2 na 6,72 $mg.l^{-1}$ a CO_2 z 24,8 na 19,62 $mg.l^{-1}$ /HARTMAN/).

Kvalita vody ovšem není formulována jen obsahem rozpuštěného kyslíku. Obecně platí, že zdroj vody, používané při dopravě, je nutno z hlediska nezávadnosti zásadně prověřit a testovat před vlastním uskutečněním dopravy ryb.

Významným faktorem kvality vody je hodnota pH, napovídající o proporcích obsahu toxického čpavku (NH_3) a CO_2. Za optimální pH vody při dopravě ryb se považuje hodnota mezi 7 - 8. Tuto optimální úroveň však narušuje narůstající koncentrace CO_2 např. vlivem dýchání ryb a bakterií, posunující hodnotu pH směrem k aciditě. Proces acidifikace pak redukuje kyslíkovou kapacitu krve, takže při vyšších hladinách CO_2 může i při dostatečném obsahu rozpuštěného kyslíku ve vodě dojít k úhynu dopravovaných ryb. Nebezpečné je zvýšení koncentrací CO_2 především v uzavřených dopravních systémech při zvýšených hustotách obsádek přepravovaných ryb. Obecně platí, že na každý 1 ml spotřebovaného kyslíku vyprodukují ryby přibližně 0,9 ml CO_2. Z hlediska omezení negativních vlivů CO_2 je významné odvětrávání kontejnerů v otevřených dopravních systémech. Provzdušování vody při současném odvětrávání kontejnerů výrazně redukuje koncentrace CO_2 ve vodě. V uzavřených systémech se za kritické koncentrace CO_2 pokládají hodnoty 80 - 100 $mg.l^{-1}$ pro lososovité ryby, 140 - 160 $mg.l^{-1}$ pro larvy teplomilných ryb, 180 - 200 $mg.l^{-1}$ pro plůdek teplomilných ryb a 280 - 300 $mg.l^{-1}$ pro dospělé teplomilné ryby.

Čpavek (NH_3) jako toxický metabolit, nepříznivě ovlivňující výsledky dopravy ryb, vzniká působením látkové výměny ryb a činností bakterií. Snížením intenzity metabolismu ryb pomocí snížené teploty přepravní vody lze významně redukovat produkci NH_3. Obdobně lze snížit produkci NH_3, vyvolanou bakteriální činností, jestliže jsou přepravovány ryby po dokonalém vytrávení přijaté potravy a tedy ne-

vylučující exkrementy do prostředí dopravních kontejnerů. Maximální tolerované hodnoty obsahu NH_3 sice nelze obecně stanovit pro značný vliv teploty a pH vody, nicméně za standardních poměrů a dodržování základních biotechnologických opatření se v dopravních kontejnerech obvykle kritických koncentrací toxického čpavku nedosáhne.

Výsledky dopravy ryb významnou měrou ovlivňuje také teplota vody. S nižší teplotou se snižuje i metabolismus ryb. Obecně platné zóny optimálních teplot pro přepravované ryby jsou v létě pro studenomilné ryby 6 - 8 °C a pro teplomilné ryby 10 - 12 °C, na jaře a na podzim pro studenomilné ryby 3 - 5 °C a pro teplomilné ryby 5 - 6 °C, v zimě pak 1 - 2 °C. Přirozeně, tyto zóny se nevztahují na přepravu raného plůdku ryb. Zde platí, že raný plůdek kaprovitých ryb nelze převážet při teplotě nižší než 15 °C, raný plůdek lososovitých ryb při teplotě vyšší než 15 - 20 °C, pro raný plůdek síhovitých ryb se za vhodnou teplotu považuje 5 - 10 °C.

Vedle výše uvedených faktorů má bezprostřední návaznost na výsledky dopravy ryb vliv i hustota obsádek v dopravních kontejnerech. Závislost hustoty obsádky kaprovitých ryb v uzavřených dopravních systémech na kusové hmotnosti ryb, na době trvání dopravy a na teplotě vody je hodnocena v metodice PECHY a kol. (2); při určitém zobecnění lze konstatovat, že u velkých kaprovitých ryb se poměr mezi objemem dopravovaných ryb a vody může pohybovat při kratší době dopravy a teplotě do 15 °C na úrovni 1 : 2-3, u plůdku 1 : 3-4, u larválních ryb 1 : 100-200. Pro krátkodobou dopravu (1 - 2 hodiny) při teplotě vody 8 - 12 °C je pro tržního pstruha duhového tento poměr přibližně na úrovni 1 : 3, pro násadu pstruha 1 : 4-5.

Za konstantních podmínek závisí přepravní kapacita určitého druhu ryb na velikosti jedinců, neboť se zvyšující se kusovou hmotností se snižuje spotřeba kyslíku na jednotku hmotnosti. Pokud tedy lze v dopravním kontejneru bezpečně přepravit např. 50 kg pstruhů o délce těla

5 cm, pak obdobně lze přepravit 100 kg pstruhů o délce 10 cm či 150 kg pstruhů o délce 15 cm.

Nadměrná svalová (plovací) aktivita ryb po jejich vysazení do dopravního kontejneru se odráží v tvorbě podmínek přepravního prostředí. Ryby v této fázi spotřebují podstatně víc kyslíku (fyziologický důsledek změny pH krve), než v jakémkoliv následném srovnatelném období dopravy. Preventivním opatřením možných negativních následků je zabezpečení přísunu kyslíku do vody v době nakládky ryb a v první hodině dopravy na úrovni alespoň dvojnásobku normálního doplňování.

Zvýšená teplota spolu se sníženým poměrem mezi hmotností obsádky ryb a objemem vody v dopravním kontejneru mohou být příčinou nepříznivých hematologických změn u ryb. I když zpravidla k úhynům ryb v průběhu dopravy vlivem těchto změn nedojde, sekundární účinky mohou vyvolat opožděnou mortalitu na následky osmoregulační dysfunkce.

Pokud dopravované ryby jsou určeny k dalšímu vysazování, může se tato konečná fáze stát kritickým místem celého procesu dopravy. Náhlé vystavení ryb, které jsou v průběhu dopravy v určitém stresu, na odlišnou kvalitu vody, může tento stres ještě zvýšit, často až za hranice fyziologické únosnosti. Základem technologického postupu je zde pozvolná adaptace ryb na nové prostředí.

Ve výsledcích dopravy se také projevují odlišnosti jednotlivých druhových skupin ryb: u váčkového plůdku kaprovitých ryb, dopravovaného v uzavřeném systému při teplotě pod 20 °C výrazně narůstají ztráty a doba dopravy by zásadně neměla překročit 24 hodin; při dopravě plůdku lososovitých ryb zase při delších přestávkách v průběhu dopravy v uzavřených systémech může snadno dojít ke kyslíkovým deficitům.

Při přepravě v uzavřených systémech pod kyslíkovou atmosférou se stává, že dochází vlivem zvýšeného parciálního tlaku kyslíku na hladinu až k 100 % nasycení vody kyslíkem, které vyvolává kyslíkové embolie, zástavu mechanismu

dýchání a následný úhyn (v konkrétním případě přepravy váčkového plůdku marény v PVC vacích pod kyslíkovou atmosférou /teplota vody 2,7 - 6,7 °C, pH 7,3, trvání přepravy 4 hodiny, obsádka 60 000 - 100 000 ks na 30 l vody/ činilo počáteční nasycení vody kyslíkem 93,4 % při 12,68 $mg.l^{-1}$ O_2, konečné nasycení v jednotlivých vacích pak 359,7 - 402,1 % při 44,03 - 50,75 $mg.l^{-1}$ O_2; v kontrole činilo nasycení 82,7 % při 10,44 $mg.l^{-1}$ O_2 /HARTMAN/).

Za obecně v literatuře přijaté normy pro dopravu jednotlivých skupin ryb se pokládají ztráty 5 % u larválních stadií, 3 % u plůdku a 1 % u ročků.

Při dopravě ryb v otevřených systémech pak platí, že i krátkodobá přeprava (10 - 30 minut) musí být zajištěna stálým přísunem kyslíku do prostředí vodou plně naplněných dopravních kontejnerů a to i tehdy, kdy obsah rozpuštěného kyslíku se jeví jako uspokojující.

3. Anestézie a další způsoby ovlivňování dopravovaných ryb

K zvýšení účinnosti dopravy ryb slouží i některé metody ovlivňování fyziologického chování ryb. Patří sem především anestézie ryb a chemické způsoby řízení poměrů v přepravním prostředí. Detailně jsou tyto otázky analyzovány v přehledové studii BERKY (1).

Cílem anestézie ryb při dopravě je zklidnění ryb, omezující spotřebu kyslíku i produkci CO_2 a NH_3. Toto zklidnění má ovšem své hranice, za nimiž již může ať primárně či sekundárně docházet k poškození ryb. Je ovšem nutno poznamenat, že použití anestézie u ryb, určených krátce po přepravě ke konzumu, není dovoleno. Ve skutečnosti se případná anestézie vztahuje pouze na dopravované remontní a generační ryby. Použití anestetik u menších ryb (plůdku), přepravovaných na kratší vzdálenosti, je neodůvodněné, neboť za daných podmínek má na stav ryb vliv spíše prostorový faktor než nahromadění toxických metabolitů. Podle literatury se jako anestetik používá celá široká škála přípravků (od nejrozšířenějšího MS-222 /trikain me-

tansulfonát/ a quinaldinu přes propoxat, combelen /Bayer/ a další až po amytal sodný, fenoxy-etanol, terciární amyl--alkohol, metyl-pentynol, hydrouhličitan sodný, benzokain--hydrochlorid či kyselinu uhličitou). Nicméně se ukazuje, že nejen nejjednodušší, ale i nejlepší metodou anestézie je - pokud je to možné - doprava ryb ve vodě o snížené teplotě. Za ideální lze považovat teplotní rozpětí 5 - 10 °C, což ovšem nelze vždy realizovat, ale i při teplotách vody do 15 °C se lze bez anestézie obejít.

Použití chloridu sodného k omezení negativního dopadu rozkladu slizu vylučovaného rybami bylo již v této metodice komentováno. Funkce vybraných chemických přípravků (především peroxodisíranů) jako zdroje kyslíku při dopravě ryb zatím není jednoznačně prověřena. Přídavek bakteriostatik do vodního prostředí může sice zvýšit rezistenci ryb, avšak jen ve velmi omezeném rozsahu může likvidovat bakterie přímo v přepravních nádržích. Použití pufrů k udržení příznivých hodnot pH a zeolitu ke kontrole koncentrací čpavku v přepravním prostředí má omezený význam jen při dopravě ryb v hermeticky uzavřených kontejnerech (polyetylénových vacích). Aplikace protipěnících přípravků pak především znamená udržení volné hladiny vody, takže ryby mohou být během přepravy vizuálně kontrolovány. Všechny tyto chemické způsoby ovlivňování přepravního prostředí mají v podstatě jen omezené působení a nemohou již - při nedodržení základních pravidel dopravy ryb - rozhodujícím způsobem ovlivnit výsledky přepravy.

4. Závěr

Biologická hlediska dopravy živých ryb zahrnují složitý komplex otázek, navíc s jejich vzájemnou interakcí. Přes mnohá exaktně ověřená data a bez ohledu na určitá směrná čísla hustoty obsádek ryb při dopravě je v individuálních případech nutno zvažovat specifické podmínky dopravy a adakvátně po předchozím ověřovacím testu základní směrné hodnoty upravovat. Doporučuje se také volit ta-

kovou hustotu ryb při dopravě, umožňující alespoň 1,5násobné prodloužení plánované doby dopravy (z možných důvodů zdržení v průběhu dopravy).

Při dopravě ohrožených a cenných druhů ryb či ryb určených k aklimatizaci nebo k doplnění genofondů je rozhodujícím hlediskem absolutní přežití přepravovaných ryb. Proto je nutno volit podstatně nižší hustotu obsádky dopravních kontejnerů a nevycházet přitom z teoretických kritických možností. Za bezpečné podmínky dopravy se v takových případech považují obsádky 5 až 10krát nižší než přepravní hustoty stejně velkých ryb určených na konzum.

Obecně lze konstatovat, že bez ohledu na technická řešení zařízení pro dopravu ryb jsou to především hlediska biologické povahy, která rozhodují o konečných výsledcích dopravy. Uvědomování si těchto souvislostí a přihlížení k těmto zákonitostem umožní výrazně zlepšit výsledky dopravy ryb.

5. Literatura

1. BERKA, R.: Přeprava živých ryb. Vodňany, ČSVTS při VÚRH a SRS, 1985, 101 s.
2. PECHA, O. - BERKA, R. - KOUŘIL, J.: Přeprava plůdku v polyetylénových vacích. Edice Metodik, VÚRH Vodnany, 1983, č. 10, 15 s.

Adresa autorů:

Rudolf Berka, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, 389 25 Vodňany

Ing. Pavel Hartman, Státní rybářství, o. p., třída Míru 58, 371 38 České Budějovice

Lektoroval:

Ing. František Kubů, CSc., ředitel Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech

V edici Metodik vydal Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech — Redaktor: R. Berka — Náklad: 850 výtisků - Povolení k tisku: JČKNV, odb. kultury čj. 4272/85 — Tisk: Jihočeské tiskárny, n. p., provoz 8 Strakonice — Předáno do tisku: únor 1986