



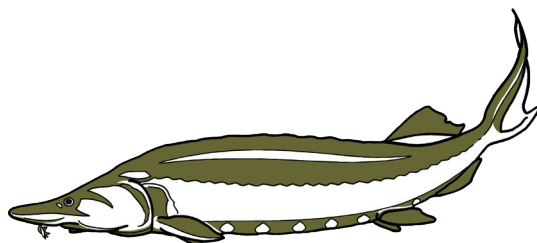
Manuál pro chovatele

Identifikace kritických míst v chovných systémech a návrhy preventivního a eliminačního charakteru

Editoři:
Jan Mareš
Anna Šindelářová

Mendelova univerzita v Brně
Oddělení rybářství a hydrobiologie

● MENDELU
● Faculty
● of Agronomy
●



Manuál pro chovatele

Identifikace kritických míst v chovných systémech a návrhy preventivního a eliminačního charakteru

Editoři:
Jan Mareš
Anna Šindelářová

Brno, 2026



Editoři:

prof. Dr. Ing. Jan Mareš¹

Ing. et Ing. Anna Šindelářová¹

¹Oddělení rybářství a hydrobiologie, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně,
Zemědělská 1, Brno 613 00

Autoři:

prof. Dr. Ing. Jan Mareš

prof. MVDr. Miroslava Palíková, Ph.D.

Mgr. Eva Marešová, Ph.D.

Mgr. Jan Mendel, Ph.D.

Mgr. Ivona Toulová

Doc. MVDR. Ivana Papežíková, Ph.D.

Poděkování

Manuál pro chovatele vznikl za finanční podpory projektu NAZV QK21010030 „Globalizace, moderní technologie a změna klimatu jako zdroje nových možností a ohrožení pro chovný management lososovitých ryb“.

©Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, Brno 613 00

ISBN 978-80-7701-080-1 (online ; pdf)

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-080-1>



Open access. Publikace *Manuál pro chovatele. Identifikace kritických míst v chovných systémech a návrhy preventivního a eliminačního charakteru* je chráněna licencí CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.cs>

ABSTRAKT

Manuál je určen chovatelům ryb využívajícím speciální chovatelská zařízení se zaměřením na recirkulační systémy. Cílem je poskytnout přehled preventivních opatření a zásad správné chovatelské praxe vedoucích k omezení zavlečení patogenů do chovu, minimalizaci šíření onemocnění a snížení rizika ekonomických ztrát. Obsah je strukturován do několika oblastí zahrnujících základní principy biosecurity, kontrolu vstupů do chovu, oddělení hygienických zón, dezinfekci zařízení a nástrojů, popis rizikového chování a preventivní zásahy v chovném cyklu. Závěrečná část je věnována monitoringu zdravotního stavu ryb, sledování kvality vody, vedení provozních záznamů a údržbě technologického vybavení. Manuál slouží jako praktický a otevřený soubor doporučení, který má přispět ke zlepšení zdravotního stavu chovů, snížení mortality ryb a podpoře udržitelné chovatelské praxe.

Klíčová slova: chov ryb, recirkulační systém (RAS), prevence onemocnění

ABSTRACT

This text is intended for fish farmers using specialized rearing facilities, with particular focus on recirculating aquaculture systems. The aim of the manual is to provide an overview of preventive measures and principles of good aquaculture practice designed to limit the introduction of pathogens into fish stocks, minimize the spread of diseases, and reduce the risk of economic losses. The content is structured into several sections covering the basic principles of biosecurity, control of farm inputs, separation of hygienic zones, disinfection of equipment and tools, description of risk behaviours, and preventive interventions throughout the production cycle. The final section is devoted to monitoring fish health status, water quality control, maintenance of operational records, and upkeep of technological equipment. The manual serves as a practical and open set of recommendations intended to improve stock health, reduce fish mortality, and support sustainable aquaculture practices.

Keywords: aquaculture, recirculating aquaculture system (RAS), disease prevention

OBSAH

Úvod	6
1 Základní principy biosecurity.....	7
1.1 Kontrola vstupů: voda, ryby, pomůcky, personál, krmivo.....	7
1.1.1 Voda a vodní zdroje.....	7
1.1.1.1 Zdroj vody	7
1.1.1.2 Vstup vody do systému.....	7
1.1.1.3 Kvalita vody.....	13
1.1.1.4 Oběh a výměna vody.....	13
1.1.1.5 Nakládání s odpadní vodou RAS.....	13
1.1.2 Násadový materiál a dovoz ryb.....	14
1.1.3 Vybavení, pomůcky, přepravní prostředky.....	14
1.1.4 Personál a návštěvy.....	14
1.1.5 Krmivo a skladování krmiva	16
1.2 Oddělení zón: čisté vs. kontaminované prostory.....	16
1.3 Dezinfekce (pravidelná sanitace zařízení a nástrojů).....	16
2 Preventivní opatření v chovech ryb.....	18
2.1 Prevence zavlečení infekce do chovu	18
2.2 Prevence rozvoje chorob v chovu.....	19
3 Správná chovatelská praxe.....	22
3.1 Monitoring a záznamy	22
3.2 Údržba zařízení	22
4 Opatření při podezření na onemocnění.....	22
4.1 Uhynulé ryby.....	22
4.2 Kontakt s veterinářem	22
4.3 Dezinfekce	22
5 Provozní slepota – kritická místa.....	22
5.1 Umístění napouštěcího zařízení	22
5.2 Přepravní technika a vybavení	23
5.3 Uložení vybavení a síťové techniky.....	23
5.4 Ná vaznost systému na zpracovnu	24
5.5 Návštěvy a exkurze	24
5.6 Vlastní zaměstnanci	25

6 Provozní studie a nové nástroje pro chovatelský management.....	26
7 A něco navíc (naše vlastní zkušenosti s výskytem problémů)	31
7.1 Plyny v recirkulačních systémech. Překysličení a přesycení vody plyny.	31
7.2 Činnost biofiltru – zaběhnutí a optimální podmínky pro jeho fungování	32
Seznam doporučené literatury	35
Příloha 1: Tabulka pro preventivní a léčebné koupele	37
Příloha 2: Komerčně dostupné vakcíny.....	39

ÚVOD

Tento text je určen pro chovatele ryb s využitím speciálních zařízení se zvláštní pozorností věnovanou recirkulačním systémům. Manuál má sloužit k preventivním opatřením a zavedení správné chovatelské praxe s cílem eliminovat zavlečení nákazy, patogenů a onemocnění do vlastního chovu ryb, minimalizovat šíření onemocnění v chovu a podpořit správnou chovatelskou praxi. K prohloubení vlastních znalostí doporučujeme studium literatury a dalších pramenů, jejichž seznam a odkazy jsou uvedeny v závěru manuálu.

Obsah manuálu je rozdělen do několika oblastí. V první části se jedná o základní principy biosecurity, to je soubor opatření, která chrání chov před zavlečením infekčních agens. Patří sem kontrola vstupů (ryby, voda, krmivo), oddělení čistých a kontaminovaných zón, pravidelná dezinfekce zařízení a nástrojů. Nedodržení těchto zásad může vést k rychlému šíření onemocnění a ekonomickým ztrátám.

Část druhá obsahuje popis možného rizikového chování a postupů v chovatelském zařízení. Prezентuje přehled možných preventivních zásahů v chovném cyklu pro minimalizaci rizika vzniku a rozšíření onemocnění, doplněný výsledky a doporučeními z provozní studie.

Závěrečná část se věnuje správné chovatelské praxi. Denní monitoring ryb zahrnuje sledování jejich chování, příjmu potravy a životním projevům. K dennímu monitoringu patří sledování základních hydrochemických parametrů vodního prostředí. Vedení záznamů o parametrech vody, krmení a léčbě je nezbytné pro rychlou reakci na problémy. Údržba zařízení, jako jsou čerpadla, filtry a UV lampy, musí být pravidelná, aby byla zajištěna jejich funkčnost.

Tento materiál je nutno považovat za manuál, tedy soubor a přehled možných situací a opatření, není jejich kompletním výčtem. V jednotlivých částech mohou být u některých bodů zařazeny obsáhlejší texty vycházející z poznatků či zkušeností z konkrétních situací a chovů. Budiž tedy vnímán jako materiál dynamický s možným nebo spíše nutným doplněním jinými zdroji a poznatky. Na ně bude materiál odkazovat. Pevně věříme, že manuál významně sníží počet úhyn ryb a podniků s chovatelskými či finančními problémy.

1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY BIOSECURITY

(tj. soubor opatření, která chrání chov před infekčními agens)

1.1 KONTROLA VSTUPŮ: VODA, RYBY, POMŮCKY, PERSONÁL, KRMIVO

1.1.1 Voda a vodní zdroje

Jsou jedním z hlavních kritických bodů, zvláště pak v recirkulačních systémech (RAS).

1.1.1.1 Zdroj vody

Lze využít různé typy vodních zdrojů, z nichž každý má své výhody a nevýhody. Využívá se podzemní, povrchová, pitná nebo dešťová voda.

Podzemní voda

Nízké riziko zavlečení patogenů (tedy tento zdroj je vhodný využít v RAS), většinou stabilní parametry vody, ale je tu riziko obsahu některých nežádoucích prvků a sloučenin (železo, mangan, sirovoďík) – je tedy nutné kvalitu vody testovat a případně před použitím v chovu upravit.

Podzemní voda zpravidla obsahuje nižší obsah rozpuštěného kyslíku a, jak již bylo zmíněno, je zde riziko obsahu některých nežádoucích látek. V případě železa se jedná o riziko vysrážení železa po jeho oxidaci a pokrytí nepohyblivých organismů nebo vývojových stádií ryb, tedy jiker a raných stádií. Ty se pak pod nánosem udusí. Tento problém obvykle eliminujeme intenzivním provzdušňováním s následnou filtrací nebo zajištěním průtoku vody prostorem či po ploše, zpravidla před líhni, kde se vysrážené železo ukládá.

Dalším problémem je obsah toxických plynů nebo přesycení vody plyny. Zde je nutno intenzivním provzdušňováním nebo použitím plynového filtru tyto plyny z přítokové vody odstranit. Praktickým problémem je samotné zjištění tohoto přesycení, protože v rybářském provozu se standardně stanovuje pouze obsah kyslíku, zpravidla pomocí přenosného nebo stacionárního oxymetru. V případě syčení vody kyslíkem nepředstavuje přesycení na úrovni desítek procent obvykle zásadní problém. Naproti tomu při syčení vzduchem je již přesycení na úrovni nižší než deset procent nebezpečné, zejména pro raná stadia, ale i pro juvenilní jedince. Kromě jiného dochází ke zvýšení povrchového napětí vody, což může vést k problémům s nenaplněním plynového měchýře a k výraznému omezení výměny plynů i jejich úniku z vody. Přesycení vody pak může způsobit plynovou embolií (rizikem vzniku plynové embolie z jiných příčin se budeme zabývat v další části textu).



Obr. 1: Jednoduché zařízení na oxidaci a uložení vysráženého železa na přítoku do líhně



Obr. 2: Zařízení na odplynění přítokové vody (soustava biobloků, odplyňovací žlab na přítoku do líhně, nebo perforovaná vložka v přítoku do odchovného žlabu).

Povrchová voda

S sebou nese vysoké riziko zavlečení patogenů do chovu, tento zdroj je pro RAS nevhodný (dochází k velkému namnožení a hromadění patogenů ve vodě a tím i závažnému průběhu onemocnění), dále je tu riziko chemického znečištění a také může docházet ke proměnlivosti parametrů vody. Zpravidla je využívána pro průtočné systémy chovu ryb, kde je snížena možnost namnožení patogenů. Nicméně je nezbytné kontrolovat a upravovat její kvalitativní parametry a výskyt patogenů. Přes uvedené problémy je využívána v některých chovech jako zdroj pro recirkulační systémy. Pak je zcela nezbytné zajistit včasnou detekci výskytu patogenů a provádět preventivní zásahy v chovu nebo vodu na přítoku vhodným způsobem dezinfikovat.

Pitná voda

Má nízkou pravděpodobnost zavlečení patogenů, avšak je zde riziko spojené s obsahem chlóru. Vyšší cena je zpravidla vyvážena bezpečností, trvalým přítokem a stabilní teplotou, což je výhodné zejména pro líhně a počáteční odchov.

Dešťová voda

Je využívána spíše jako doplňkový zdroj vody. Jedná se o ekologický a levný zdroj, který je relativně čistý (bez chlóru, s nízkým obsahem dusitanů a dusičnanů), avšak může být kontaminován z povrchů střech, zejména mikroorganismy a trusem ptáků. Kvalita této vody může být navíc nestálá, proto je nezbytná důsledná kontrola jejích parametrů a případná úprava před použitím v chovu.

1.1.1.2 Vstup vody do systému

Voda před vstupem do chovného systému prochází technickými zařízeními, jako jsou česle nebo mechanická filtrace, UV lampy a případně ozonizace, jejichž cílem je odstranění mechanických nečistot, snížení mikrobiální zátěže a celkové zlepšení kvality vody.

Mechanická filtrace, česle

Slouží před vstupem do systému k odstranění hrubých i jemných mechanických nečistot, jako jsou sedimenty, písek, jíl, organické zbytky, listí, řasy, plankton, detrit a další suspendované částice. Tím se snižuje zákal vody, organické zatížení systému a riziko zanášení technologických zařízení i biofiltru.



Obr. 3: Jedna z možností umístění mechanické filtrace na přítoku z malé říčky do chovného systému.

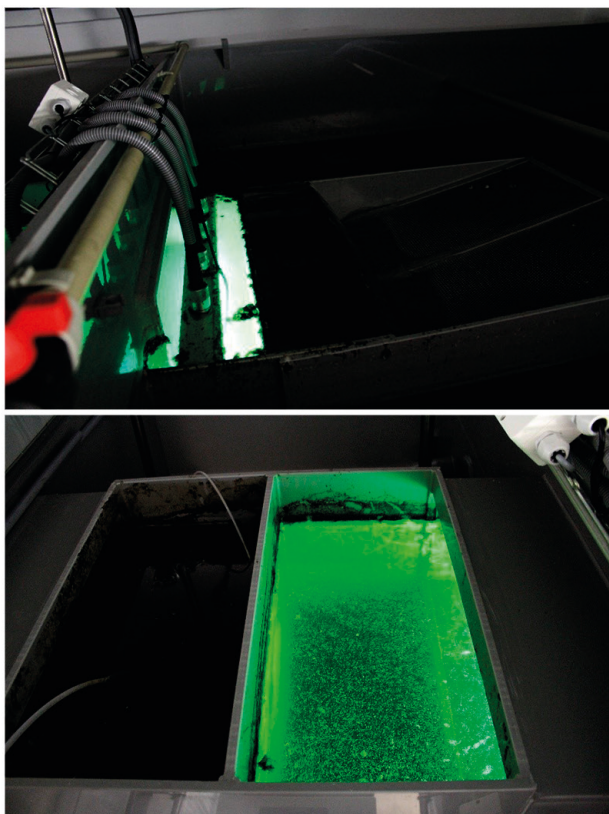


Obr. 4: Česlová stěna a následné provzdušňování

UV lampy a ozonizace

Po mechanické filtraci slouží k dezinfekci a eliminaci mikroorganismů ve vodě, včetně bakterií, virů, planktonu a dalších patogenů. UV záření ničí genetický materiál mikroorganismů, čímž zabraňuje jejich množení, a ozonizace oxiduje organické látky a mikroby, čímž zvyšuje hygienickou kvalitu vody před vstupem do RAS.

Nikdy nevlívejte vodu z jiných chovů přímo do systému. Při dovozu ryb je nezbytné je nejprve umístit do karantény. Zároveň, z důvodu adaptace ryb na kvalitu a specifické vlastnosti vody v chovném zařízení, je vhodné před vysazením provést postupný proplach ryb vodou z našeho systému a bezpečně odvést vytékající vodu mimo hlavní chovný systém.



Obr. 5: Otevřené UV lampy s typickým svitem, přítok do zásobní nádrže RAS za biofiltrem. Pozor na bezpečnost obsluhy



Obr. 6: Základem prosperujícího chovu je dostatek kyslíku

1.1.1.3 Kvalita vody

Pravidelný monitoring základních parametrů vody (teplota, kyslík, pH, dusíkaté látky), zvláště v RAS hrozí riziko otrav při selhání biofiltru a kumulaci amoniaku a dusitanů. Dostatečné množství rozpuštěného kyslíku pozitivně ovlivňuje odolnost chovaných ryb vůči nepříznivým podmínkám i patogenů. Nedostatečný obsah působí jako stresor a zvyšuje vnímavost ryb k patogenům i zhoršeným parametrům chovného prostředí.

1.1.1.4 Oběh a výměna vody

Nastavit optimální rychlost průtoku a zajistit přiměřenou výměnu vody, která omezí stres a zajistí dobré životní podmínky (welfare) ryb, které díky čemuž jsou méně náchylné k propuknutí onemocnění. Zpravidla vycházíme ze zásady, že optimální výměna vody v chovném zařízení je přibližně 2x za 1 hodinu. Pro rychlost průtoku je vhodné odhadnout rychlost proudění, která by neměla standardně překročit přibližně 50 % délky těla chované kategorie za sekundu. V případě mimořádné potřeby rychlé výměny vody v nádrži je situace jiná.

1.1.1.5 Nakládání s odpadní vodou RAS

Nevracet zpět do chovu, je to prostředí, které je vhodné pro namnožení patogenů a výraznému zhoršení její kvality.

1.1.2 Násadový materiál a dovoz ryb

S příchodem nových ryb do chovného zařízení hrozí vysoké riziko zavlečení bakteriálních, virových či parazitických onemocnění. Při dovozu takového materiálu je tedy nutné provést veterinární vyšetření na výskyt rizikových patogenů, případně umístit tento materiál do karanténních nádrží, na základě doporučení realizovat preventivní zásahy (zpravidla koupele) a vyšetření ve stanoveném časovém intervalu zopakovat. Preventivní koupel lze provádět i v průběhu dovozu v přepravních nádobách.

Dodavatelé

Násadový materiál nakupovat jen od ověřených dodavatelů a požadovat vyšetření zdravotního stavu, případně si ryby nechat vyšetřit ještě před umístěním do chovného zařízení.

Transport

Stres při transportu může ryby oslabit a způsobit, že jsou náchylnější k propuknutí onemocnění. Používat čisté a dezinfikované transportní nádoby.

1.1.3 Vybavení, pomůcky, přepravní prostředky

Bývají častým, a přitom mnohokrát opomíjeným, zdrojem přenosu patogenů mezi jednotlivými částmi chovu, a někdy i mezi různými chovy. Každá část chovu by měla mít ideálně vlastní sadu pomůcek, které je vhodné označit – například použitím odlišných barev pro jednotlivé sekce. Po použití dezinfekce pomůcek (např. ponoření do dezinfekční lázně). Prostředky pro desinfekci i preventivní a léčebné koupele jsou uvedeny v Příloze 1 tohoto manuálu.

1.1.4 Personál a návštěvy

Lidský faktor představuje jeden z možných způsobů zavlečení patogenů do chovu.

Pracovní oděv a obuv

Před vstupem do chovu je nezbytné převléct se do pracovního oděvu a obuvi, čímž se výrazně sníží riziko přenosu patogenů do chovu.

Dezinfekce

Dezinfekce rukou a vstup přes dezinfekční rohože.

Omezení vstupu návštěv

Návštěvám dát jednorázový ochranný oděv a návleky na boty, dezinfekce rukou a obuvi před vstupem do chovného zařízení.



Obr. 7: Vstup do moderního recirkulačního zařízení, tady se návštěvy zouvají již „před dveřmi“



Obr. 8: Hala s několika skupinami recirkulačních systémů. Jako vstupní materiál jsou využívány jikry v očních bodech a z potrubí na levé straně jsou vypouštěny ryby v tržní velikosti do přepravních beden. Hala je uzavřena, téměř dokonalá prevence

1.1.5 Krmivo a skladování krmiva

Výběr krmiva

Kvalitní krmivo od seriózních výrobců, pro daný druh a kategorii ryb je důležitý nejen pro dobrý růst, ale i správnou funkci organismu včetně imunitního systému. Krmivo s nevyváženým složením oslabuje kondici, což způsobuje náchylnost k onemocnění. Obdobně může působit krmivo při nevhodném skladování.

Skladování krmiva

Prostory vhodné pro skladování dostatečného množství krmiv, suché, chladné a větrané prostředí, bez škůdců (hlodavci, hmyz). Provádění pravidelných deratizací. Nevhodné skladování může vést k rozvoji plísni nebo jiné formě degradace krmiva. Nevhodné je i použití krmiva po uplynutí expirační doby, což negativně ovlivňuje obsah a kvalitu jednotlivých složek krmiva.

Kontaminace krmiv

Bakteriemi nebo plísněmi a případně mykotoxiny může ohrozit zdravotní stav ryb.

Nepřekrmovat

Ubýtky krmiva ve vodě zhoršují její kvalitu a podporují rozvoj patogenů. Výše krmené dávky musí vždy odpovídat druhu ryby, věkové kategorii, teplotě vody a obsahu rozpuštěného kyslíku. Operativně je snížení při nižší ochotě ryb krmivo přijímat. Základní údaje o výši denní krmené dávky poskytuje standardně dodavatel nebo výrobce krmiva.

1.2 ODDĚLENÍ ZÓN: ČISTÉ VS. KONTAMINOVANÉ PROSTORY

Každé chovné zařízení by mělo mít jasně vymezené čisté a kontaminované zóny. Oddělení těchto prostor minimalizuje riziko přenosu patogenů mezi jednotlivými částmi chovu. Přechody mezi zónami by měly být kontrolovány a doprovázeny odpovídajícími hygienickými opatřeními (např. dezinfekce rukou, přezutí obuvi, změna pracovního oděvu) viz. Kap 2.1.

1.3 DEZINFEKCE (PRAVIDELNÁ SANITACE ZAŘÍZENÍ A NÁSTROJŮ)

Pravidelná dezinfekce všech zařízení, nástrojů a povrchů, které přicházejí do kontaktu s rybami nebo vodou, je klíčová pro prevenci šíření patogenů. Sanitace by měla být prováděna podle předem stanoveného harmonogramu, s použitím vhodných dezinfekčních prostředků (viz Příloha 1).



Obr. 9: Provádění sanitace odchovné nádrže

2 PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ V CHOVECH RYB

2.1 PREVENCE ZAVLEČENÍ INFEKCE DO CHOVU

Zajištění vhodného zdroje vody pro chovatelské zařízení (viz výše),

Ošetření přítokové vody (mechanická filtrace, následně dezinfekce UV zářením nebo ozonem). Zamezení vniknutí vody z neznámých nebo rizikových zdrojů do systému.

Nákup jiker a ryb z ověřených zdrojů

Jikry, násadový materiál i starší ryby by měly být před distribucí vyšetřeny na přítomnost vybraných patogenů. Součástí dodávky by měl být zdravotní certifikát, který dokládá, že jikry nebo ryby jsou prosté nebezpečných nákaz, případně dalších nemocí, které by mohly představovat ohrožení pro cílový chov. V chovech lososovitých ryb v České republice je nezbytným minimem vyšetření na infekční hematopoetickou nekrózu (IHN) a virovou hemoragickou septikémii (VHS).

Karanténa

Karanténní zařízení má být fyzicky, provozně i technologicky odděleno od hlavního chovu a nesmí sdílet vybavení s dalšími částmi chovu. Po dovozu nových ryb je vhodné vyšetřit jejich zdravotní stav a umístit je do karanténní nádrže, obvykle na 2 až 4 týdny. Po dobu karantény se sleduje především chování ryb, příjem krmiva a mortalita. V případě zjištění příznaků choroby je třeba ryby vyšetřit a v indikovaných případech nasadit léčbu. Během karantény je také možné provést preventivní antiparazitární ošetření (např. léčebnou koupel). Před ukončením karantény a přesunem do hlavního systému by ryby měly být znovu vyšetřeny – u reprezentativního vzorku ryb by mělo být provedeno klinické, patoanatomické a parazitologické vyšetření.

Omezení vstupu cizích osob do chovatelského zařízení

Lidé mohou na obuvi nebo oděvu přenášet původce chorob. Do chovu by proto měl vstupovat pouze pověřený personál a pracovníci veterinárního dozoru. Ostatní osoby (servisní pracovníci, návštěvy) by měly být před vstupem do chovu poučeny a o vstupech cizích osob by měla být vedena evidence. U vstupu do provozu a do jeho součástí (hal, lůhní atd.) by měly být umístěny dezinfekční rohože, na které vstupující osoba došlápne oběma nohama. Rohože je potřeba pravidelně čistit a obměňovat v nich dezinfekční roztok. Součástí prevence je také kontrola vjezdu vozidel do areálu a jejich případná dezinfekce (dezinfekční vany nebo rohože).

Omezení vstupu potenciálních vektorů a přenašečů chorob do chovatelského zařízení, omezení kontaktu vektorů s vodou a s rybami

Důležitá je především ochrana chovů před rybožravými ptáky. Rybožraví ptáci nezpůsobují na rybách jen přímé škody, ale často i škody nepřímé (poranění ryb, stres). Útoky ptáků ryby stresují, což se může negativně odrazit na jejich růstu a odolnosti vůči chorobám. Ptáci také mohou na povrchu těla pasivně přenášet původce nemocí a jsou definitivními hostiteli několika parazitů ryb, kteří mohou způsobit závažná onemocnění. Proti rybožravým ptákům je vhodné nainstalovat nad nádrže ochranné sítě. Dalším důležitým opatřením je systematická likvidace hlodavců. Hlodavci mohou poškozovat obaly krmiv, znečišťovat krmivo močí a trusem a podporovat tak v rozvoj plísni a vznik toxinů.

Rozdělení provozu na hygienické zóny

K ochraně zdravotního stavu ryb významně přispívá rozdělení provozu na hygienické zóny. Cílem rozdělení je omezit riziko šíření infekčních agens uvnitř chovu a snížit riziko jejich zavlečení do nejcitlivějších částí chovu. V chovu by měla být vymezena "čistá zóna", do které patří například líhně a odchovná zařízení pro raná vývojová stadia ryb. Tato zóna vyžaduje nejvyšší úroveň hygieny, vstup by měl být umožněn jen omezenému okruhu pracovníků. Od této části by měla být stavebně i provozně oddělena "nečistá zóna" s nejvyšším biologickým rizikem. Sem patří například prostory pro třídění ryb, expediční prostory, prostory pro skladování a čištění použitého vybavení, prostory pro dočasné ukládání uhynulých ryb a místa pro shromažďování kalů a zbytků krmiv.

Dezinfekce náčiní a techniky, oddělení pomůcek pro jednotlivé provozy nebo chovné jednotky

Viz Kap. 1.1.3.

2.2 PREVENCE ROZVOJE CHOROB V CHOVU

Zajištění vhodného zdroje vody, udržování dobré kvality vody v systému

Základem prevence chorob v chovech ryb je zajištění dobré kvality vody v systému (zajištění vhodného zdroje vody, péče o biofiltr, pravidelné odkažování nádrží). Důležitý je pravidelný monitoring základních parametrů vody (viz výše) a včasný zásah v případě zjištění odchylek.

Udržování přiměřené hustoty obsádky

Příliš vysoká hustota obsádky způsobuje rybám stres, vyvolává mezi nimi agresi, podporuje šíření patogenů a znesnadňuje udržování dobré kvality vody. Při nadměrné hustotě obsádky se také zhoršuje konverze krmiva a zpomaluje růst ryb.

Třídění ryb podle velikosti

V každé nádrži by měly být chovány ryby přibližně o stejné velikosti. Pravidelné třídění ryb podle velikosti umožňuje efektivnější krmení ryb, zajišťuje rovnoměrný růst a snižuje stres. Pokud jsou mezi rybami v nádrži výrazné velikostní rozdíly, větší jedinci se často chovají dominantně a agresivně vůči menším rybám, což u nich vede ke stresu, poraněním a zpomalení růstu.

Sledování růstových parametrů

Sledování průměrné hmotnosti ryb, přírůstků a konverze krmiva je důležitým preventivním opatřením, protože růst ryb je jedním z hlavních ukazatelů jejich vitality a kondice. Zhoršení růstových parametrů může indikovat nevhodnou výživu, ale i nevhodné podmínky prostředí, nemoc nebo stres.

Monitoring chování ryb a mortality, zajištění včasného vyšetření

Sleduje se chování ryb, jejich aktivita a příjem krmiva. Důležité je také sledování úhynů, evidence úhynů a odstraňování uhynulých jedinců ze systému. V případě zvýšených úhynů nebo neobvyklého chování (např. apatie, nechutenství nebo poruch plavání) je potřeba co nejdříve zajistit veterinární vyšetření ryb. Základní vyšetření a odběr vzorků pro laboratorní analýzy buď provede veterinární lékař přímo v chovu, nebo je možné po předchozí domluvě odebrat vzorky a doručit je do laboratoře. Až do odběru vzorků není vhodné provádět léčebné zásahy, aby nebyly ovlivněny výsledky vyšetření.

Léčebné zásahy

Antimikrobiální látky je třeba používat v souladu s návodem (doporučené dávkování a způsob aplikace) a jen v indikovaných případech (tj. pokud je infekce potvrzena laboratorně a je potvrzena citlivost původce na účinnou látku) na základě předpisu veterinárním lékařem. Neuvážené používání antimikrobiálních látek (používání „preventivně“ a „naslepo“) vede k rozvoji rezistence patogenů a ke ztrátě účinnosti léčiv. O provedených léčebných a preventivních zásazích je třeba vést pečlivou evidenci.

Vakcinace

Pokud je v chovech pravidelně zaznamenáván problém s určitou chorobou a je pro ni dostupná vakcína, je vhodné v rámci preventivních opatření provést vakcinaci. V našich podmínkách se jedná zejména o použití vakcíny proti yersinióze a furunkulóze v chovech lososovitých ryb. Přehled komerčně dostupných vakcín v EU je uveden jako Příloha 2 tohoto manuálu.

Kvalitní krmivo

Kvalitní krmivo není pro ryby jen zdrojem energie pro růst, ale ovlivňuje i jejich zdravotní stav, imunitu a schopnost odolávat stresovým faktorům. Správně zvolené a dobře stravitelné krmivo s vyváženou skladbou živin také pozitivně ovlivňuje kvalitu vody v chovu, protože při efektivním využití krmiva ryby uvolňují do vody méně nestráveného materiálu a metabolických odpadů. Pro zachování kvality vody by také množství podaného krmiva mělo odpovídat velikosti ryb a hustotě obsádky, aby ve vodě nezůstávaly nespotřebované zbytky. Důležitou součástí prevence je i správné skladování krmiva. Krmivo by mělo být uchováváno v chladu, suchu a v dobře uzavřených obalech.

Prevence stresu

Tento bod souvisí s většinou předchozích bodů v této kapitole. Zdrojem stresu může být pro ryby zhoršená kvalita vody (např. nízký obsah kyslíku, zvýšená koncentrace amoniaku nebo dusitanů, nevhodná teplota nebo pH), vysoká hustota obsádky nebo její nevhodná skladba, častá nebo nešetrná manipulace, nemoc nebo nevhodná výživa. Stres má negativní vliv na imunitní systém ryb. Při stresové reakci dochází k uvolňování stresových hormonů, které krátkodobě pomáhají rybám zvládnout zátěž, ale při dlouhodobém působení oslabují imunitní funkce a ryby se stávají náchylnějšími k chorobám. Často pak dochází k propuknutí onemocnění, se kterými by se nestresovaný organismus vyrovnal. Dlouhodobý stres se také negativně projevuje na růstu a kondici ryb, protože organismus přeměrovává energii z růstu a tvorby tělesných rezerv na udržování stresové reakce.

Chov odolných linií ryb

Jednou z perspektivních preventivních strategií je chov geneticky odolných linií ryb vykazujících zvýšenou přirozenou odolnost proti některým patogenům. Na trhu je k dispozici například několik odolných linií pstruha duhového. Zkušenosti z praxe však ukazují, že genetická rezistence ryb vůči infekčním onemocněním však není univerzální a její projevy mohou záviset na konkrétním patogenu, na jeho kmení a na podmínkách chovu. Geneticky odolné linie ryb je proto potřeba před zavedením otestovat v reálných provozních podmínkách cílového chovu.

3 SPRÁVNÁ CHOVATELSKÁ PRAXE

3.1 MONITORING A ZÁZNAMY

- Pravidelný monitoring chování ryb a zdravotního stavu.
- Pravidelné měření a zaznamenávání parametrů vody (teplota, kyslík, pH, dusíkaté látky).
- Evidence krmení (typ, množství, dávky).
- Záznamy o úhynech, výskytech onemocnění, léčbě a použití léčiv.
- Záznamy o sanitaci, transportech a karanténě.

3.2 ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ

- Pravidelná kontrola čerpadel, filtrů, UV lamp.
- Pravidelné čištění filtrů a nádrží.
- Desinfekce nástrojů a nádrží.

4 OPATŘENÍ PŘI PODEZŘENÍ NA ONEMOCNĚNÍ

4.1 UHYNULÉ RYBY

- Uhynulé kusy pravidelně a co nejdříve odstraňovat z nádrží. Rozkládající se těla podporují růst bakterií a plísní a mohou sloužit jako zdroj infekce.
- Kadávery uchovávat v kaflerním boxu a předat k likvidaci do schváleného asanačního zařízení.
- Při manipulaci používat ochranné pomůcky a dezinfekci.

4.2 KONTAKT S VETERINÁŘEM

- Provést diagnostiku.
- Řídit se pokyny veterináře

4.3 DEZINFEKCE

- Nástroje, nádrže, potrubí.

5 PROVOZNÍ SLEPOTA – KRITICKÁ MÍSTA

5.1 UMÍSTĚNÍ NAPOUŠTĚČÍHO ZAŘÍZENÍ

U některých rybářských provozů se můžeme setkat se snahou umístit zařízení na napouštění přepravních beden přímo v areálu, bezpečně za oplocením objektu. Často je díky snaze o efektivní využití prostoru nebo zkrácení nezbytného potrubí toto napouštěcí zařízení lokalizováno v těsné blízkosti některé z nádrží pro intenzivní chov ryb, případně recirkulačního systému. Problémem se stávají přepravní vozidla v období výlovů rybníků, nebo převozu ryb z rybníčných podmínek. Běžně se při napouštění přepravních beden opláchne celé vozidlo. Kontaminovaná voda

se pak dostává do chovného systému. Z tohoto důvodu je nezbytné minimalizovat riziko kontaminace – například omezením využití napouštěcího systému pouze pro vlastní „bezpečná“ zařízení, případně v rizikovém období provozovat systém bez ryb. V krajním případě je vhodné využít některou z preventivních koupelí.

5.2 PŘEPRAVNÍ TECHNIKA A VYBAVENÍ

Obdobná situace nastává u odstavených vozidel využívaných k přepravě ryb z jiných chovných zařízení – zejména na zpevněných plochách v blízkosti recirkulačních systémů nebo chovných nádrží. I zde hrozí významné riziko kontaminace chovného systému – stačí k tomu jen trochu deště. Preventivní opatření je stejné jako v předchozím případě.

5.3 ULOŽENÍ VYBAVENÍ A SÍŤOVÉ TECHNIKY

Nejen důsledné oddělení veškerého vybavení pro jednotlivá hospodářství, ale také zabránění dočasnému umístění „nádobí“ a veškerého vybavení používaného při výlovu, třídění či jiné manipulaci s rybami z rybníčních nebo nekontrolovaných chovů v blízkosti rybochovných systémů představuje klíčový prvek prevence. Na první pohled se může zdát rozumné uložit toto vybavení „za bránu“ či plot areálu. Přesto natažení sítě nebo odstavení vleku s naloženými káděmi a dalším vybavením na zpevněnou plochu vedle venkovní recirkulace opět představuje riziko přenosu patogenů – a k jeho realizaci nemusí ani přšet.



Obr. 10: Přepavní automobil parkující u recirkulačního systému, v tomto případě využívaný pro přepravu Pd z této farmy

5.4 NÁVAZNOST SYSTÉMU NA ZPRACOVNU

Poměrně často je rybochovný systém navázán na zpracování ryb a jejich prodej. Pokud jsou zpracovávány pouze ryby z místního chovu, významné riziko přenosu nálezů zpravidla nehrozí. Dramaticky odlišná situace nastává, pokud chovatel disponuje i dalšími chovatelskými zařízeními, ze kterých jsou ryby dodávány do zpracovny.

Jako modelový případ lze uvést rybářské hospodářství, které hospodáří na několika rybnících a zároveň provozuje intenzivní chov lososovitých ryb, případně recirkulační systém. Pro zlepšení tržní realizace chovaných ryb na tento RAS navazuje zpracovna ryb spojená s prodejnou. Standardně se zde zpracovává živá ryba a nabízí se ryba chlazená, uzená či ve formě dalších polotovarů.

Do zpracovny se naskladňují ryby jak z vlastního chovného systému, tak i ryby dovezené z rybníčního prostředí. Ke skládání a manipulaci s rybami se používá stejné vybavení – manipulační vaničky a drobné síťové pomůcky (sak, keser apod.). Obdobná situace nastává i při nákupu a dovozu živých nebo čerstvě zabitých ryb od jiného producenta.

Jako příklad rizikové praxe lze uvést situaci, kdy po skládání štiky či kapra odloveného z rybníků či sádek obsluha zpracovny přechází do RAS pro další várku pstruhů se stejnou vaničkou a sakem, které byly právě použity k manipulaci s rybami z přepravní bedny. Takové postupy představují vysoké riziko přenosu parazitů či viru VHS a podceňování tohoto rizika je běžným problémem v provozech.

Obdobné riziko hrozí také při upouštění nebo vypouštění vody z přepravních beden v blízkosti zpracovny. Stačí, aby osoba prošla cestou na RAS přes právě vypouštěnou kontaminovanou vodu, a riziko přenosu patogenů do chovného systému se významně zvyšuje.

5.5 NÁVŠTĚVY A EXKURZE

V zahraničí je naprosto standardní, že při vstupu do většiny chovatelských zařízení – zejména líhňářských provozů nebo moderních recirkulačních systémů – návštěvníci obdrží jednorázové ochranné oděvy a místní holínky, projdou desinfekční vanou a je striktně vyžadována dezinfekce rukou. Zároveň jsou všichni poučeni, aby se nedotýkali vybavení provozu, neponořovali ruce do vody a nebrali krmivo do rukou.

Z vlastní zkušenosti víme, že při nedodržení těchto pravidel jsou návštěvníci důrazně upozorněni na nutnost respektovat zákazy. A víme, naštěstí nikoli z vlastní zkušenosti, že při opakovaném porušení pravidel může být exkurze ukončena.

Před samotnou návštěvou je běžná kontrolní otázka ohledně předchozích návštěv jiných chovných zařízení. Opět z vlastní zkušenosti víme, že

po návštěvě chovatele s výskytem některé z nálezů nám nebylo umožněno navštívit moderní uzavřený recirkulační chov. Taková praxe je však v našich podmínkách spíše výjimkou.

5.6 VLASTNÍ ZAMĚSTNANCI

Základní podmínkou prevence je akceptovat, že ne všechny zkušenosti a běžná praxe z rybníčního chovu jsou vhodné pro intenzivní chov ryb, a ještě méně pro recirkulační systémy. Nezbytná je důsledná kontrola používání vybavení, pracovního oděvu a osobních ochranných prostředků vyhrazených výhradně pro práci v recirkulačním systému.

U pracovníků, kteří se současně věnují sportovnímu rybolovu, je třeba zajistit, aby nepřicházeli do provozu v oděvu, ve kterém se účastnili rybolovu v přirozených vodních tocích, nebo byli jinak vystaveni riziku kontaktu s rybníčními patogeny.

Podobné riziko představuje i návštěva pracovníka z jiného chovu, který se krátkodobě zdržuje v RAS, například za účelem kontroly ryb. Riziko přenosu patogenů lze snížit povinným použitím dezinfekční rohože naplněné dezinfekčním roztokem a aplikací dezinfekce rukou, avšak úplná eliminace rizika není garantována.



Obr. 11: Návštěva líhně s produkcí Pd ve standardní výbavě (Dánsko)

6 PROVOZNÍ STUDIE A NOVÉ NÁSTROJE PRO CHOVATELSKÝ MANAGEMENT

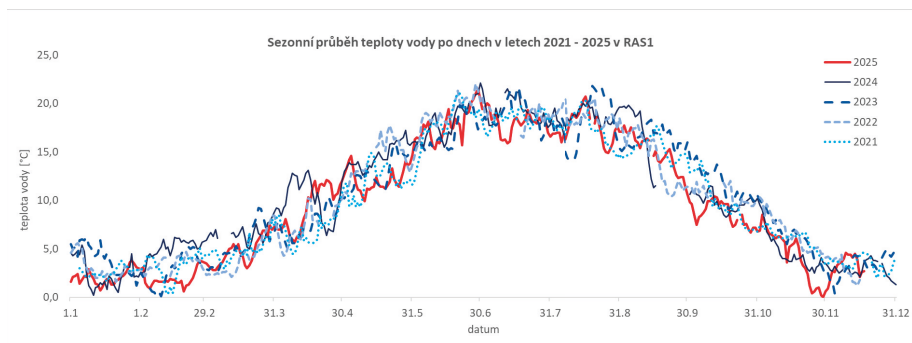
Několik slov z praxe:

V praktickém provozu se nám osvědčila průběžná digitalizace denně sledovaných fyzikálních parametrů (teplota vody, pH, množství kyslíku ve vodě, či přítomnost N metabolitů). Na počátku byly managementem vytyčeny limitní hodnoty, které byly monitorovány (v létě $T < 18^\circ\text{C}$, celoročně O_2 95–10 %, pH 6,8–7,2, N-metabolity v míře optimální pro činnost biofiltru viz. Tab. 1). Rovněž byly během celého roku monitorovány úhyny a aplikované preventivní a léčebné procedury. Tyto data však neuvádíme z důvodu ochrany firemního know-how. V digitalizované podobě lze tedy okamžitě sledovat trendy křivek a porovnávat jednotlivé aktuální hodnoty s předešlými roky, případně jednoduše sledovat funkci biofiltru (hodnoty dusíkatých látek) a nepřímo tak jeho ovlivnění díky např. léčebným zásahům. Na Obr. 12–16 přikládáme konkrétní příklady křivek parametrů sledovaných denně v průběhu pěti let, tj. letech 2021–2025 v anonymizovaném chovu. Tato data je možno mít uložena na PC nebo využít možnosti uložení v Privátní zóně na e-platformě S7iFish (<https://s7ifish.ivb.cz/>), kde se k nim odkudkoli dostane jen přihlášený personál daného chovu. Je třeba, aby uživatel této služby Privátní zóna si zřídil svůj vlastní účet s přístupovými údaji.

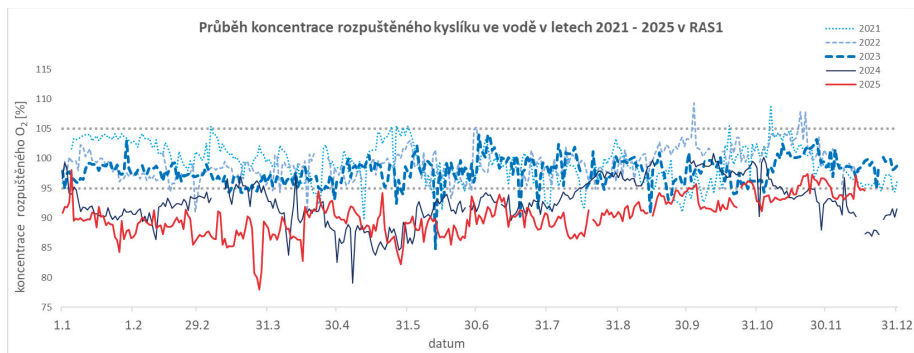
Tab. 1: Fyzikálně-chemické parametry ovlivňující funkci biofiltru

Parametr	Optimum	Nevhodné	Efekt
Kyslík (O_2)	$\geq 5 \text{ mg.l}^{-1}$	$< 3,4 \text{ mg.l}^{-1}$	obsah O_2 pod $3,4 \text{ mg.l}^{-1}$ minimalizuje nitrifikaci; nad 5 mg.l^{-1} zlepšuje poměr mezi nitrifikačními a heterotrofními bakteriemi.
pH	$> 7,5; < 10$	$< 6,5$, kolísání; > 10	pH pod $6,5$ výrazně snižuje funkci nitrifikačních bakterií, kolísání pH 1 viz $< 6,5$ a snižuje u ryb příjem potravy až o 2/3; pH ≥ 10 omezuje nitrifikaci.
N-NH_4^+	$> 0,01 \text{ mg.l}^{-1}$	$< 0,01 \text{ mg.l}^{-1}$	$< 0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ bakterie „hladoví“ = odumírají a převládají heterotrofní.
N-NO_2	$> 0,001 \text{ mg.l}^{-1}$	$< 0,001 \text{ mg.l}^{-1}$	$< 0,001 \text{ mg.l}^{-1}$ viz N-NH_4^+
N-NO_3	$0,00 - 100 \text{ mg.l}^{-1}$	$> 250 \text{ mg.l}^{-1}$	$> 250 \text{ mg.l}^{-1}$ zpomaluje nitrifikaci
KNK (Alkalita)	$> 2,00 \text{ mmol.l}^{-1}$	$< 2,00 \text{ mmol.l}^{-1}$	$< 2,00 \text{ mmol.l}^{-1}$ – kolísání pH – viz pH
Teplota	$> 10^\circ\text{C}$	$< 0^\circ\text{C}$	s klesající teplotou klesá i aktivita enzymů
CHSK_{Cr}	$2-50 \text{ mg.l}^{-1}$	< 1 ; $> 100 \text{ mg.l}^{-1}$	$> 100 \text{ mg.l}^{-1}$ omezuje nitrifikaci (převážně nárůstem heterotrofních bakterií). $< 100 \text{ mg.l}^{-1}$ – i nitrifikační bakterie potřebují trochu uhlíku

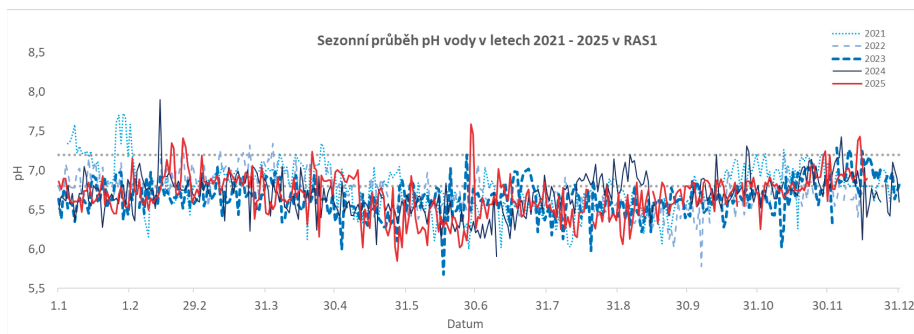
Pro potřebu přepočtu – $1 \text{ mg N-NH}_4^+ = 1,288 \text{ NH}_4^+$; $1 \text{ mg NH}_4^+ = 0,766 \text{ mg N-NH}_4^+$



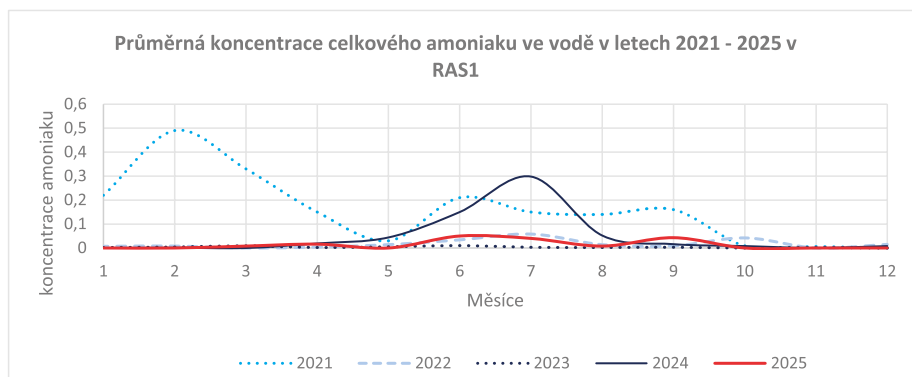
Obr. 12: Digitalizace 5letého celoročního monitoringu v RAS – parametr teplota (°C)



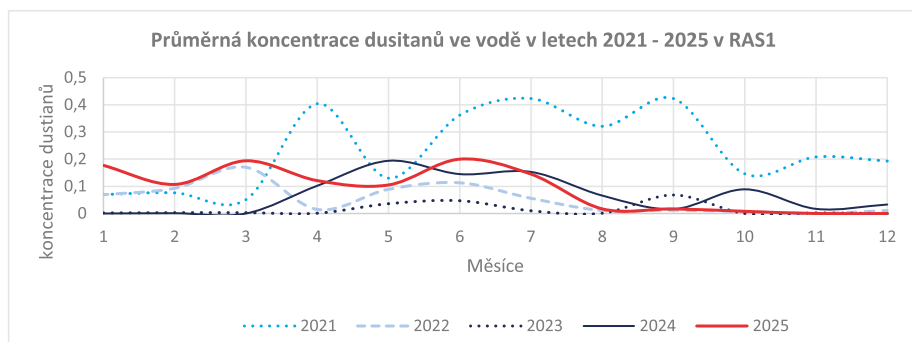
Obr. 13: Digitalizace 5letého celoročního monitoringu v RAS – parametr rozpuštěný O_2 (%). Plánované limitní rozmezí 95-105 % vyznačeno



Obr. 14: Digitalizace 5letého celoročního monitoringu v RAS – parametr rozpuštěný O_2 (%). Plánované limitní rozmezí 95-105 % vyznačeno



Obr. 15: Digitalizace 5letého celoročního monitoringu v RAS1 – parametr amoniak (mg/l)



Obr. 16: Digitalizace 5letého celoročního monitoringu v RAS1 – parametr dusitany (mg/l)

Projekt „Globalizace, moderní technologie a změna klimatu jako zdroje nových možností a ohrožení pro chovatelský management lososovitých ryb“ přinesl nové možnosti a nástroje, které se nacházejí na e-platformě S7iFish v sekci Order service – produkty a služby a lze je přes objednávací formulář popsat u Centra aplikované zoologie Ústavu biologie obratlovců AV ČR:

- V modelovém odchovném zařízení jsme celoročně nebo jen v kritických obdobích chovatelské sezóny používali moderní molekulárně-genetické metody k průkazu přítomnosti/ústupu selektovaných patogenů, ke sledování míry ohrožení přinášející vodní zdroje a efektivitu preventivně-léčebného managementu. Tento nástroj lze popsat jako produktovou soupravu RT-qPCR nebo službu (<https://s7ifish.ivb.cz/contact-qpcr/>). Na základě zjištěného množství jednotlivých patogenů v reálném čase, lze změnit aktuální hospodaření s vodními zdroji, či vytipovat riziková období, ve kterých je zdroj pro systém nevhodný.



- Pro ověření genetického základu linií deklarovaného dodavatelem pro zjištění populačních parametrů a koeficientu inbrídingu lze využít STR soupravy (<https://s7ifish.ivb.cz/contact-srt/>). Pro identifikaci druhové čistoty a kříženců lze využít S7i souprav (<https://s7ifish.ivb.cz/contact-buy-kit/>). Tyto nástroje lze popsat ve formě produktů nebo služby.



- K posouzení komplexního obrazu kvality vodního zdroje, ohrožení systému, efektivitu prevence i léčby, účinnosti biofiltru a přítomnosti nežádoucích látek (toxiny sinic, těžké kovy, látky producentů off-flavour způsobující bahnitou či zemitou chuť masa) lze v současnosti využít nejmodernějšího kombinovaného nástroje nanofiltrace + metagenomická analýza. Metagenomický monitoring ročního cyklu je velmi přínosný – přináší detailní vhled do vodního mikrobiomu, umožňuje cílené zásahy podle ročních fází a pomáhá racionálně nastavit management vodních zdrojů. Umožňuje i včasnou prevenci mikrobiálních nerovnováh a onemocnění a podporuje optimalizaci provozu, dezinfekce i filtrace. V neposlední řadě přináší ekonomické výhody díky zvýšení zdraví ryb a vyšší finální produkci. Během projektu jsme stanovili základní panel bioindikátorů monitorující odchovný systém (Core BioPanel). V RAS systémech jsme detekovali minimálně 10 společenstev, které jsme rozdělili do tří hlavních skupin: prospěšné, signální a škodlivé.



Prospěšné mikroorganismy

- a) Biofilmové společenstvo – oxidace amoniaku na dusitany (NO_2^-) a následně na dusičnany (NO_3^-), klíčové pro nitrifikaci.
- b) Probiotické společenstvo – zlepšení imunitního systému ryb, potlačování patogenů.
- c) Biofilmové společenstvo – klíčový více vrstevnatý ekosystém rozličných společenstev mikroorganismů, kteří mezi sebou úzce interagují.
- d) Společenstvo obligátních predátorů – přirozeně potlačují hlavně gram-negativních oportunistů ve vodních systémech.

Signální mikroorganismy

- e) Společenstvo extremotolerantních bakterií – dokáží přežívat v extrémních podmínkách a umožňují tak rychlou obnovu mikrobiální komunity po narušení systému.
- f) Společenstvo zajišťující monitoring těžkých kovů ve zdrojích vody a v systému.

Škodlivé/rizikové mikroorganismy

- g) Společenstvo ohrožujících cyanobakterií – ohrožení rybí obsádky produkcí toxinů.
- h) Společenstvo producentů „off flavour“ – způsobují nežádoucí chuť svaloviny.
- i) Společenstvo patogenů ryb – způsobují onemocnění ryb
- j) Společenstvo oportunních lidských patogenů – možné ohrožení zdraví obsluhy.

Jejich přítomnost/nepřítomnost určuje kvalitu vodního zdroje, či potenciální nebezpečí pro chovatelský systém. Tuto metodu lze využít opakovaně ale i jednorázově, jako prvotní vhled do odchovného systému. Tento nástroj lze popsat jako službu na stránkách s7iFish | DNA servis.

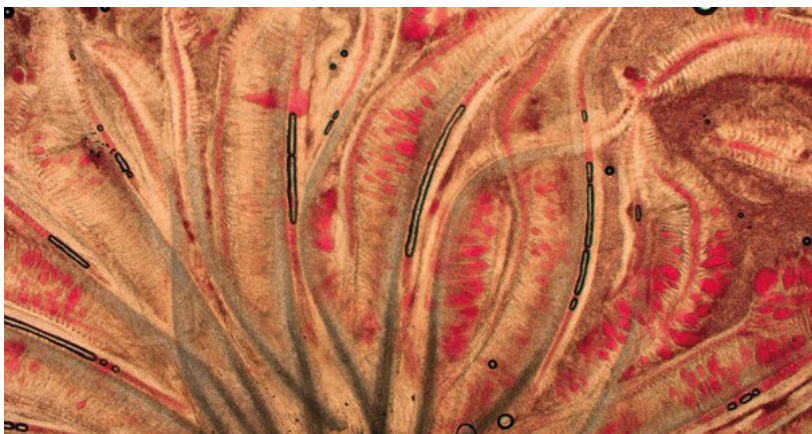
7 A NĚCO NAVÍC (NAŠE VLASTNÍ ZKUŠENOSTI S VÝSKYTEM PROBLÉMU)

7.1 PLYNY V RECIRKULAČNÍCH SYSTÉMECH. PŘEKYSLIČENÍ A PŘESYCENÍ VODY PLYNY.

Za určitých okolností může dojít k přesycení vody plyny, zejména kyslíkem nebo oxidem uhličitým. K poškození ryb překysličenou vodou může dojít zejména při přepravě ryb v polyetylenových vacích pod kyslíkovou atmosférou nebo při prokysličování přepravní vody z kyslíkových lahví. Ale i v recirkulačních systémech může dojít k přesycení vody kyslíkem, a to v případě, pokud je pro okysličování využívána oxygenace (čistý kyslík). Kritická hodnota nasycení vody kyslíkem z hlediska bezpečnosti pro ryby je 250–300 %. Při překročení této hodnoty dochází k poškození buněk žaberního epitelu, což vede k rozvoji nekrobiotických procesů a k poškození funkce žaber. Postižené ryby mají žábry nápadně světle červené a okraje žaberních lístků roztržené. Po nasazení takto poškozených ryb do systému dochází k rozvoji sekundárních infekcí a objevují se klinické příznaky dušení.

Při nadbytku rozpuštěných plynů (kyslík, dusík, oxid uhličitý) ve vodě se může rozvinout tzv. „gas bubble disease“, neboli dojde ke vzniku plynových embolií, drobných bublinek, které mohou blokovat průtok krve v cévách a působit poškození různých orgánů. Přítomnost bublinek může být i makroskopicky viditelná pod kůží nebo na ploutvích ryb (Obr. 17), nebo je můžeme pozorovat při mikroskopickém vyšetření žaber (Obr. 18). Příčinou nadbytku plynů v recirkulačních systémech může být např. používání podzemní vody, která má přirozeně vyšší obsah oxidu uhličitého a její nedostatečné odplynění, zamrznutí systému (plyny nemohou z vody unikat), stlačením vody ve vodovodním potrubí zásobujícím odchovné nádrže při současném přísávání vzduchu nebo použití nanobublinátoru pro prokysličení vody. V případě z praxe bylo u kapra chovaného v recirkulačním systému experimentálně využívající nanobublinátor popisována apatie ryb, exoftalmus, plavání ryb u hladiny a pozvolné hynutí. Mikroskopické vyšetření ryb potvrdilo přítomnost bublin v žaberních cévách (Obr. 18). Mikrobubliny měly zřejmě tendenci se v krevním řečišti slučovat do větších bublin, které způsobovaly ucpání cév a cirkulační poruchy vedoucí k poškození tkání a hynutí ryb.

Odstranění takových problémů spočívá v zábraně vzniku podmínek pro tvorbu plynových embolií, provést úpravy vedoucí k odplynění vody, např. využívání odplynění systémů, airlift, rozstřík vody, zabránění tvorby souvislé ledové vrstvy.



Obr. 17: Přítomnost bublin v žaberních cévách při mikroskopickém vyšetření žaber

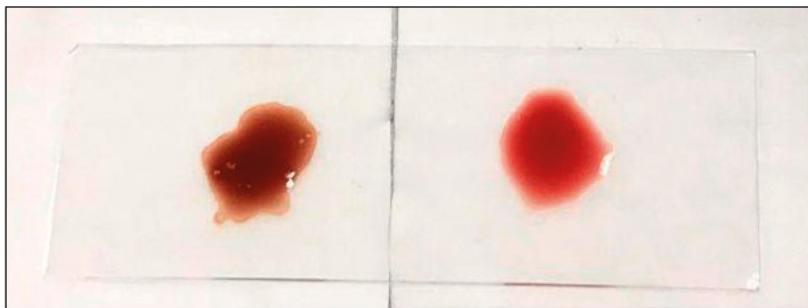
7.2 ČINNOST BIOFILTRU – ZABĚHNUTÍ A OPTIMÁLNÍ PODMÍNKY PRO JEHO FUNGOVÁNÍ

Správné fungování biofiltru je pro recirkulační systémy zásadní. V biofiltru probíhá odbourávání amoniaku, jako hlavního produktu dusíkatého metabolismu ryb, v procesu nitrifikace. Nitrifikace probíhá dvoufázově. Nejprve dochází k biologické oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany (nitritace) a následně jsou dusitany přeměňovány na dusičnany (nitratace). Ve fázi nitritace se uplatňují bakterie rodu *Nitrosomonas* a *Nitrosococcus*. Reakce je aerobní, dochází ke spotřebování kyslíku a uvolnění vodíkových iontů, což způsobuje snížení pH vody. Ve fázi nitratace se uplatňují bakterie rodu *Nitrobacter* a *Nitrospira*. Rovněž je spotřebováván kyslík a vznikají dusičnany, které jsou pro většinu ryb prakticky netoxické, pokud jejich koncentrace nepřesáhne stovky mg/l. Jejich hromadění v systému se řeší částečnou výměnou vody nebo procesem denitrifikace. Pokud je druhá fáze nitrifikace pomalá, dochází k hromadění dusitanů ve vodě. Nitrifikační bakterie se ve filtrech samy množí, avšak relativně pomalu rostou a jsou citlivé na podmínky prostředí a na terapeutické zásahy v systému. Bez efektivní nitrifikace by se v systému hromadily toxické látky a hrozila by otrava a úhyn ryb.

Amoniak je z převážné části vylučován přes žaberní ústrojí do vodního prostředí. V případě, že je jeho vylučování z nějaké příčiny omezeno, dochází k výraznému zvýšení koncentrace amoniaku v krvi a k tzv. **autointoxikaci**. Hlavními příčinami jsou náhlý pokles teploty a náhlý pokles koncentrace kyslíku ve vodě, vysoké hodnoty pH nebo poškození žaber. Amoniak koncentrující se v žaberních cévách působí toxicky na endotel těchto cév. Tím dochází

k cirkulačním poruchám a rozvoji nekrobiotických procesů na žábřácích. Pokud je amoniak rybami do vodního prostředí normálně vylučován, avšak nefunguje biofiltr, amoniak se ve vodě koncentruje. Nachází se zde ve formě molekulární – nedisociované (NH_3) a ve formě amonného iontu – disociované (NH_4^+). Důležité je, že stěna buněk je poměrně nepropustná pro amonný iont NH_4^+ , zatímco molekulární amoniak NH_3 proniká přes tkáňové bariéry velmi snadno a je tedy pro ryby jedovatý a může způsobit otravu ryb **amoniakem**. Vzájemný poměr těchto dvou forem závisí zejména na hodnotě pH a na teplotě prostředí. Se zvyšující se teplotou a zvyšujícím se pH roste i podíl toxického NH_3 . Rovněž se snižující se koncentrací kyslíku ve vodě stoupá toxicita amoniaku. Amoniak je pro ryby neurotoxický. V průběhu otravy ryb amoniakem vystupují do popředí nervové poruchy. Akutní letální koncentrace (48hLC50) NH_3 pro lososovité ryby se pohybují v rozmezí 0,5–0,8 mg.l⁻¹. Nejvyšší přípustná koncentrace (tj. taková koncentrace látky a jejích metabolitů ve vodách, která nemá při chronickém působení negativní účinky na organismus – NPK) je pro lososovité ryby 0,0125 mg.l⁻¹. Diagnostika těchto stavů je založena, vedle klinických příznaků u ryb, na hydrochemickém vyšetření vody a hematologickým vyšetření ryb (5–10 × větší koncentrace amoniaku).

Dusitany, jako meziprodukt odbourávání, jsou pro ryby rovněž toxické, protože narušují transport kyslíku v těle. Dusitany, působí v těle jako silné oxidační činidlo a v hemoglobinu, který za normálních okolností váže a přenáší kyslík, oxidují železo z formy Fe^{2+} na formu Fe^{3+} , čímž vzniká tak zvaný methemoglobin (MetHb). MetHb ale již není schopen vázat a přenášet kyslík. Čím více methemoglobinu v krvi je, tím méně kyslíku se dostane do tkání. Nedostatek kyslíku v tkáních a orgánech se nazývá hypoxie. Buňky jsou bez kyslíku nuceny přejít na anaerobní metabolismus, což vede k tvorbě kyseliny mléčné a rozvoji metabolické acidózy (překyselení organismu). I zbývající hemoglobin, který ještě není přeměněn na methemoglobin, drží kyslík pevněji a hůře ho uvolňuje do tkání, což hypoxii ještě více prohlubuje. Významný vliv na toxicitu dusitanů má koncentrace chloridů ve vodě. Princip snížení toxicity dusitanů chloridy ve vodě je založen na kompetici o absorpční místa na žábřácích ryb. Jde o iontovou konkurenci. Při dostatečné koncentraci chloridů ve vodě dochází k „zablokování“ transportních proteinů na povrchu chloridových buněk, které by jinak mohly transportovat dusitany. Díky této konkurenci se do krevního oběhu dostává jen velmi malé množství dusitanů. Tím se účinně předchází tvorbě MetHb a s ním spojené hypoxii. Doporučuje sledovat váhový poměr koncentrací chloridů a dusitanů ($\text{Cl}/\text{N-NO}_2^-$), optimálně tento váhový poměr má být ≥ 100 (tzv. chloridové číslo). U postižených ryb je nápadná hnědá barva žaber a krve (Obr. 19). Potvrzení je na základě hydrochemického vyšetření vody a hematologickým vyšetření ryb (více než 50 % MetHb). Pro stanovení zmíněného poměru je nutno stanovit ve vodě obsah chloridů a v případě jejich



Obr. 18: Vlevo: hnědě zbarvená krev jedince postiženého methemoglobinemií; vpravo: krev zdravého jedince

nižšího obsahu doplnit. Nejjednodušším způsobem je aplikace chloridu sodného, tedy kuchyňské soli. Jeden kilogram soli zvýší obsah chloridů v m^3 zhruba o 600 g, tedy 0,6 g v každém litru vody. I vhodné ruční multimetry jsou schopny měřit jak dusíkaté sloučeniny, tak i obsah chloridů.

Preventivní opatření pro správné fungování biofiltru:

- Při zahájení provozu nasazovat obsádku ryb postupně, v souladu s aktuální účinností biologického filtru. Plné nasazení je možné provést až po dokonalém zapracování filtru.
- V objektu průběžně kontrolovat hodnoty pH, kyslíku, amoniaku, dusitanů, dusičnanů, chloridů a poměr chloridů a dusitanů.
- V léčbě ryb nepoužívat antibiotika nebo dezinfekční látky, které negativně ovlivňují činnost biofiltru.

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

Knihy:

- PALÍKOVÁ, Miroslava; MAREŠ, Jan; PAPEŽÍKOVÁ, Ivana; POJEZDAL, Lubomír; PIAČKOVÁ, Veronika; ZUSKOVÁ, Eliška. 2019. *Nemoci a chorobné stavy ryb*. České Budějovice: JU v Českých Budějovicích, 462 s. ISBN 978-80-7514-085-2
- MAREŠ, Jan; NOVOTNÝ, Ladislav; PALÍKOVÁ, Miroslava. 2015. *Akvakultura - základy výživy a krmení ryb*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 108 s. ISBN 978-80-7509-336-3. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- KOPP, Radovan. 2015. *Hydrochemie nejen pro rybáře*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Astron studio CZ, a.s., 120 s. ISBN 978-80-7509-352-3. <http://rybarstvi.eu/prezentace.htm>

Metodiky:

- VÍTEK, Tomáš; KOPP, Radovan; LANG, Štěpán; BRABEC, Tomáš; MAREŠ, Jan. 2011. *Technická řešení a možnosti efektivní regulace průtokových poměrů v zařízeních pro intenzivní chov ryb dánského typu*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- MAREŠ, Jan; KOPP, Radovan; LANG, Štěpán; BRABEC, Tomáš. 2012. *Optimalizace obsádky a krmení ryb v recirkulačním systému dánského typu*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- KOPP, Radovan; LANG, Štěpán; BRABEC, Tomáš; MAREŠ, Jan. 2014. *Stanovení základních fyzikálně-chemických parametrů v akvakulturních chovech ryb*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- PALÍKOVÁ, Miroslava; NAVRÁTIL, Stanislav; MAREŠ, Jan. 2014. *Preventivní, profylaktické a léčebné zásahy na snížení rizika výskytu a propuknutí onemocnění v recirkulačních systémech dánského typu*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- LANG, Štěpán; KOPP, Radovan; MAREŠ, Jan. 2015. *Metodika záběhu biologického filtru v intenzivním recirkulačním zařízení dánského typu pro chov ryb*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- MAREŠ, Jan; LANG, Štěpán; KOPP, Radovan; BRABEC, Tomáš; PFAU, Roman. 2014. *Technologie chovu lososovitých ryb v recirkulačním systému dánského typu*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- LANG, Štěpán; KOPP, Radovan; MAREŠ, Jan. 2015. *Ověřená technologie ovlivnění záběhu biologického filtru v intenzivním recirkulačním zařízení dánského typu pro chov ryb*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>

Sborníky:

- MAREŠ, Jan; LANG, Štěpán (eds.). 2016. *Zkušenosti s chovem ryb v recirkulačním systému dánského typu. Sborník příspěvků*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>
- MAREŠ, Jan; GRMELA, Jan (eds.). 2018. *Zvýšení a zefektivnění produkce lososovitých ryb v ČR s využitím jejich genetické identifikace. Sborník příspěvků*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>

MELEZINKOVÁ, Petra (ed.). 2025. *Globalizace, moderní technologie a změna klimatu jako zdroje nových možností a ohrožení pro chovný management lososovitých ryb. Sborník příspěvků*. <http://rybarstvi.eu/prezentace.html>

A pro skutečné zájemce o znalosti technického řešení recirkulačních chovů doporučujeme poměrně obsáhlou a technicky precizní knihu TIMMONS, M B., VINCI, B. K., *Recirculating Aquaculture*, která v roce 2022 vyšla již v pátém přepracovaném a doplněném vydání (5th Edition, Ithaca Publishing Company LLC), obsahující i informace k problematice akvaponických systémů.

PŘÍLOHA 1

Tabulka pro preventivní a léčebné koupele

Látka	Dávka	Způsob aplikace	Ochranná lhůta	Poznámky
Formalín (36–38% formaldehyd)	0,25 ml/l	Koupel 30–60 min	Není stanovena, min. 500 d°	Do 10 °C
	0,20 ml/l	Koupel 30–60 min		10–15 °C
	0,17 ml/l	Koupel 30–60 min		Nad 15 °C
	0,25 ml/l	Koupel 30 min		25 °C; ranná stádia plůdku kapra a sumce
	0,025–0,030 ml/lw	Koupel čwasově neomezená		Jednorázově do přítoku
	0,05–0,35vml/l	Koupel 10 min 1× za 5 h		Koupel jiker
	30vml/l	2 h		Dezinfekce nádrží a nástrojů
Jodisol	2–50 ml/l	Koupel 2–5 min, 1–2× denně	Bez ochranných lhůt	Koupel jiker
Kyselina peroctová	0,5 ml/l	Koupel 30 s	Min. 500 d°	Ektoparazitární infekce (protista), opakovat každý druhý den, celkem 4×
	2 ml/l	Koupel 30 s		Ektoparazitární infekce (protista), opakovat každý druhý den, celkem 4×
	4% roztok	15 min		Dezinfekce předmětů
Persteril 36 %	2,9 µl/l	Koupel		Ektoparazitární infekce (protista a monogenea): 2× denně
	2,4–4 µl/l	Koupel		Profylaxe: 3× denně až 1× týdně
Persteril 15 %	6,6 µl/l	Koupel		Ektoparazitární infekce (protista a monogenea): 2× denně
Persteril 4 %	25 µl/l	Koupel		Ektoparazitární infekce (protista a monogenea): 2× denně

Látka	Dávka	Způsob aplikace	Ochranná lhůta	Poznámky
Chlorid sodný (NaCl, kuchyňská sůl)	10 g/l	Koupel 30 min	Bez ochranných lhůt	Raná stádia plůdku při 20–25 °C
	20 g/l	Koupel 15 minw		Slabší plůdek kapra a lososovité ryby
	30 g/l	Koupel 20–25 min		Silnější plůdek kapra
	20–25 g/l	Ponořovací koupel		Koupel jiker, zejména lososovitých a síhovitých ryb
	1–2 g/l	Koupel 1–2 dny		Ryby v sádkách, v manipulačních rybníčcích
Peroxid vodíku (H ₂ O ₂)	17 ml/l 3 % H ₂ O ₂	Koupel 10 min	Není stanovena	
	10 ml/l 3 % H ₂ O ₂	Koupel 10–15 min		
	19 ml 3 % H ₂ O ₂	Koupel 4 min		

PŘÍLOHA 2

Komerčně dostupné vakcíny

- V EU registrovány převážně **inaktivované** (formaldehydem, případně tepelně; s adjuvans), méně **živé atenuované** (rekombinantní DNA plazmid) vakcíny.

druhy ryb losos obecný, pstruh (duhový), mořčák evropský, mořan zlatý, pakambala velká; kapr ne – nízká cena jednoho kusu, nižší intenzita chovu v zahraničí (v minulosti komerčně neúspěšná vakcína proti jarní virémii)

virý infekční nekróza pankreatu (losos), onemocnění pankreatu (losos), virová neuropatická nekróza (mořčák)

bakterie *Yersinia ruckeri* (pstruh duhový, losos), *Aeromonas salmonicida* (losos, mořčák), *Moritella viscosa* (losos), *Lactococcus garvieae* (pstruh duhový), *Vibrio anguillarum* (pstruh, losos, treska, mořan, mořčák, pakambala), *Vibrio ordalii* (pstruh, losos, mořan, mořčák), *Photobacterium damsela* (mořan, mořčák), *Aliivibrio salmonicida* (losos), *Streptococcus parauberis* (pakambala), *Tenacibaculum maritimum* (pakambala)

- Vakcíny aktuálně registrované v ČR – AquaVac ERM (orální emulze/koncentrát k smáčecí suspenzi) pro pstruha duhového (*Yersinia ruckeri*), Clynav (injekční roztok) pro lososa atlantského (onemocnění pankreatu)
- V zahraničí dostupné i vakcíny proti mnoha dalším chorobám (https://www.researchgate.net/publication/378725420_Advancements_in_Fish_Vaccination_Current_Innovations_and_Future_Horizons_in_Aquaculture_Health_Management)

Autogenní vakcíny dle zákona č. 378/2007 Sb., o léčivech, ve znění pozdějších předpisů, § 2 odst. 1 písm. f) se veterinární autogenní vakcínou rozumí inaktivovaný imunologický veterinární léčivý přípravek, který je vyrobený z patogenů a antigenů získaných ze zvířete nebo zvířat v chovu a který je použit pro léčbu zvířete nebo zvířat v tomto chovu a ve stejné lokalitě.

- Proti bakteriálním původcům.
- Zahájení výroby na základě předpisu veterinárního lékaře se oznamuje ÚSKVBL a KVS.
- Je třeba provést zkoušku snášenlivosti vakcíny.

Název: **Manuál pro chovatele**
Identifikace kritických míst v chovných systémech a návrhy
preventivního a eliminačního charakteru

Editoři: Jan Mareš, Anna Šindelářová

Autoři: Jan Mareš, Miroslava Palíková, Eva Marešová, Jan Mendel,
Ivona Toullová, Ivana Papežíková

Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno
Vydání: první, 2025

Autoři fotografií v této publikaci jsou součástí autorského kolektivu.

ISBN 978-80-7701-080-1 (online ; pdf)
<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-080-1>

