



# NOVÉ POZNATKY VE VÝŽIVĚ RYB

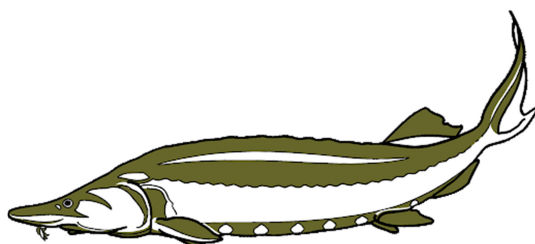
**Současné trendy ve využití aditiv vhodných  
pro ryby**

Sborník příspěvků z workshopu

Lucie Všetická (ed.)

Mendelova univerzita v Brně

Oddělení rybářství a hydrobiologie



## NOVÉ POZNATKY VE VÝŽIVĚ RYB

Současné trendy ve využití aditiv vhodných pro ryby

Sborník příspěvků z workshopu

Lucie Všeticková (ed.)

16. září 2025

Brno, 2025

**Poděkování:**

Workshop vznikl za finanční podpory projektu TAČR TN02000017  
„Národní centrum biotechnologií ve veterinární medicíně“ (NaCeBiVet)

**Editor:**

Lucie Všeťáková

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

ISBN 978-80-7701-053-5

## **OBSAH**

### **Hodnocení účinku monoglyceridů na produkční parametry a imunitní odpověď sumečka afrického (*Clarias gariepinus*) v podmínkách infekce *Edwardsiella tarda***

Machovcová Z., Kučerová R., Všetičková L., Poštulková E., Palíková M. ....5

### **Experimentální využití autochtonního kmene *Lactiplantibacillus Plantarum* jako probiotika u pstruha duhového**

Mikulíková I., Lepková Z., Bandouchová H., Radojičić M.,  
Blahová J., Papežíková I., Novotná H., Poštulková E., Toulová I.,  
Mareš J., Palíková M. ....10

### **Vliv přídatku beta-glukanů v krmivu pro pstruha duhového (*Oncorhynchus Mykiss*)**

Lepková Z., Palíková M., Pojezdal L., Papežíková I., Toulová I.,  
Novotná H., Blahová J., Mikulíková I. ....16

### **Vliv přídatku selenu a zinku do krmiva pro pstruha duhového**

Palíková M., Poštulková E., Bandouchová H., Všetičková L.,  
Mikulíková I., Papežíková I., Lepková Z., Toulová Z., Mareš J. ....21

### **Výtažek z pelyňku pravého jako doplněk stravy v chovu kaprů: vliv na produkční parametry a hematologické a biochemické parametry po infekci KOI herpesvirem**

Všetičková L., Palíková M., Pojezdal L., Poštulková E., Mareš J. ....27

## **Abstrakt**

Předmětem workshopu je seznámit veřejnost s možností využití nových aditiv ve výživě ryb. Výživa patří mezi klíčové faktory úspěšného a udržitelného chovu ryb. Moderní akvakultura stojí před výzvami spojenými s rostoucí poptávkou po kvalitních rybích produktech, potřebou snižovat ekologickou stopu produkce a zároveň optimalizovat zdraví i růst chovaných druhů. Krmná aditiva jako jsou přírodní imunostimulanty, probiotika, prebiotika a mikronutrienty přinášejí možnosti, jak zlepšit nejen konverzi krmiva, ale také podpořit odolnost ryb vůči stresu a chorobám, čímž přispívají k vyšší efektivitě chovu a dlouhodobé udržitelnosti produkce.

**Klíčová slova:** akvakultura, aditiva, zdraví ryb, výživa ryb

## Hodnocení účinku monoglyceridů na produkční parametry a imunitní odpověď sumečka afrického (*Clarias gariepinus*) v podmínkách infekce *Edwardsiella tarda*

Machovcová Z.<sup>1</sup>, Kučerová R.<sup>1,2</sup>, Všetická L.<sup>2</sup>,  
Poštulková E.<sup>2</sup>, Palíková M.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Addicoo Group, s.r.o., Bohdíkova 2438/7, 787 01 Šumperk

<sup>2</sup> Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno

<sup>3</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ekologie a chorob zoovířat, zvěře, ryb a včel, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

email: Zuzana.machovcova@addicoo.com

### Abstrakt

Cílem studie bylo ověřit vliv esterů mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem na růstové parametry, mortalitu a imunitní odpověď sumečka afrického (*Clarias gariepinus*) v podmínkách bakteriální zátěže *Edwardsiella tarda*. Aditivum bylo podáváno v průběhu celého pokusu. Výsledky ukazují pozitivní vliv látek na zlepšení konverze krmiva, snížení úhynů a stimulaci nespecifické imunity, což potvrzuje jejich potenciál jako bezpečné a účinné alternativy antibiotik v akvakultuře.

### Úvod

*Edwardsiella* spp., zejména typy jako *E. tarda*, *E. ictaluri* či nově vyčleněná *E. piscicida*, představují vážné hrozby v intenzivní akvakultuře, zejména u druhů jako sumeček africký (Leung a kol. 2019). Infekce se typicky manifestuje ulcerativními lézemi, anémií, septicémií a vysokou mortalitou, přičemž bakterie může přetrvávat intracelulárně a vykazuje multirezistenci vůči běžným antibiotikům (Kang a kol. 2018; Leung a kol. 2019).

V reakci na tlak na omezení antibiotik v chovech se rozvíjejí alternativní strategie využívající monoglyceridů mastných kyselin. Monoglyceridy, jako je glycerol monolaurát, monokaprinát, monokaprylát nebo monobutyrát, vykazují silný antimikrobiální účinek na grampozitivní, i gramnegativní bakterie prostřednictvím narušení buněčných membrán a metabolismu (Ferrari a kol. 2024; Jackman a kol. 2025; Ullah a kol. 2024; Zhao a kol. 2019). Studie Ferrari a kol. (2024) ukázala u tilapie nilské významné

zlepšení přírůstku hmotnosti, zlepšení krmné konverze a významné snížení mortality při expozici *Streptococcus agalactiae* a *Francisella orientalis*. Monoglyceridy navíc modulují střevní mikrobiotu – snižují zastoupení oportunních patogenů a podporují růst prospěšných bakterií. Podobné efekty byly popsány u glycerolu monolaurátu při pokusech u mořana tmavého (*Spondyllosoma cantharus*), kde suplementace vedla ke zvýšení aktivity trávicích enzymů a protizánětlivému efektu (Ullah a kol. 2024). Další výsledky ukázaly, že suplementace monoglyceridy pozitivně ovlivňuje střevní mikrobiotu mořana zlatého (*Sparus aurata*) – zvyšuje zastoupení prospěšných laktobacilů a počet proteobacterií, které zahrnují potenciálně patogenní bakterie (Rimoldi a kol. 2018). V akvakultuře tedy monoglyceridy představují perspektivní funkční složku: kombinují antimikrobiální působení i při nízkých koncentracích, stabilitu v průběhu celého trávicího traktu a imunomodulační účinky.

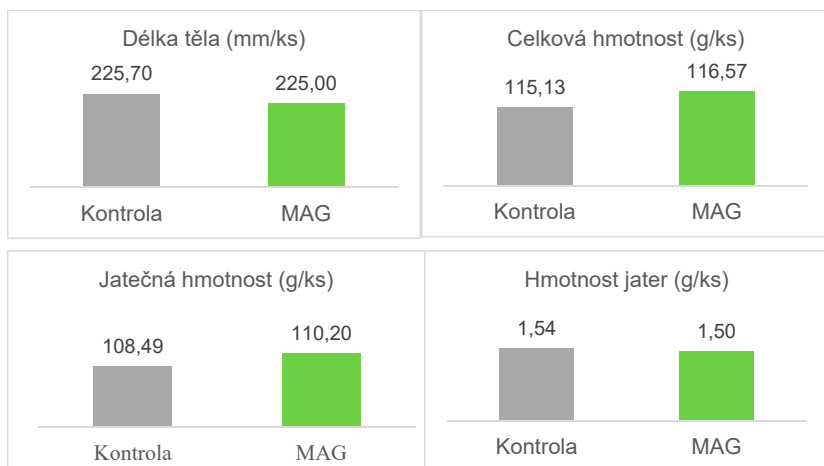
## Materiál a metodika

Experiment probíhal po dobu 14 dní na sumeckovi africkém. Pokus byl realizován na Veterinární univerzitě v Brně. Ryby (n = 50 ks/skupina) byly rozděleny do dvou skupin: kontrola (K) a monoglyceridy (MAG). V den infekce byly všechny ryby vystaveny patogenu *Edwardsiella tarda* formou imerzní koupele, aditivum bylo na krmivo aplikováno postříkem a následně proběhla peletizace krmiva. Hodnoceny byly parametry růstu a vybrané ukazatele nespecifické imunity. Vážení a odběr krve bylo provedeno 4. a 14. den pokusu. Odběr krve byl vždy u 10 kusů na skupinu.

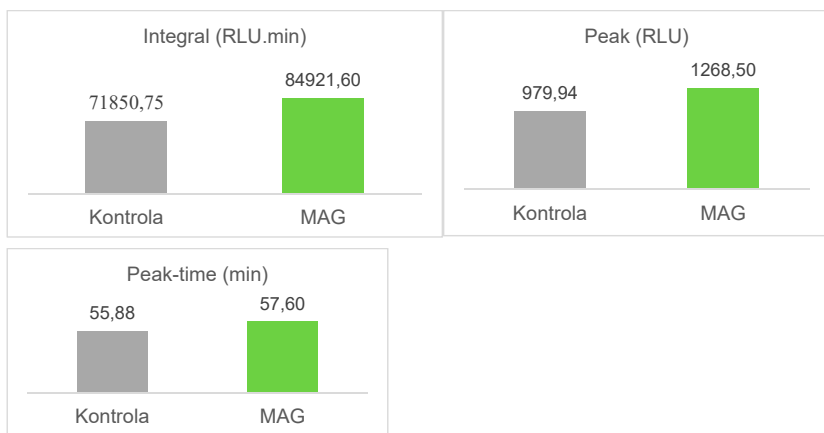
## Výsledky a diskuze

Pozorované rozdíly v růstových parametrech čtyři dny po infekci ukazují, že suplementace monoglyceridy má rychlý nástup účinku. Zvýšení přírůstku hmotnosti o +1,1 % a jatečné hmotnosti o +1,6 % oproti kontrolní skupině lze považovat za biologicky významné, zejména vzhledem k tomu, že v této fázi infekce bývá u ryb obvyklý pokles růstu v důsledku zánětlivé reakce a zhoršeného příjmu krmiva. Tento trend se s postupem času zvýraznil – po 14 dnech byly rozdíly jak v celkové hmotnosti (+14,6 %), tak v jatečné hmotnosti (+15,2 %). Tyto výsledky potvrzují pozitivní vliv monoglyceridů na metabolismus a využitelnost živin se uplatňuje a to i v období rekonvalescence po infekci.

Imunitní odpověď (Integral), vykazala po čtyřech dnech zvýšení o +15,4 %, což může odrážet stimulaci nespecifické imunity a rychlejší aktivaci obranných mechanismů. Po 14 dnech byl rozdíl oproti kontrole již

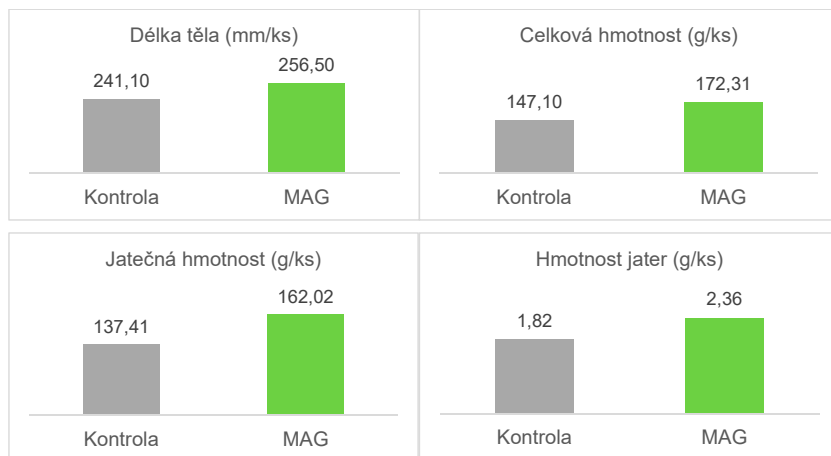


**Graf 1, 2, 3, 4:** Užitekvnostní parametry 4 dny po infekční zátěži

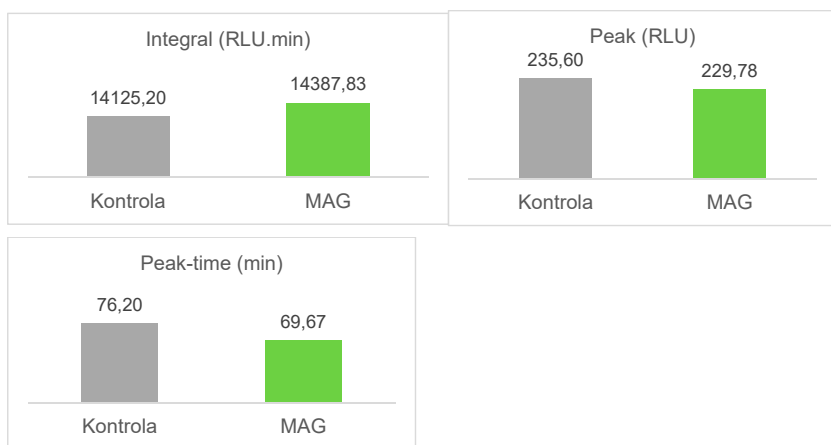


**Graf 5, 6, 7:** Imunitní reakce 4 dny po infekční zátěži

pouze +1,9 %, což naznačuje, že hlavní efekt se projevil v rané fázi infekce. Tento vzorec odpovídá mechanismům popsaným v literatuře – monoglyceridy působí jak antimikrobiálně, tak protizánětlivě a imunomodulačně, a tím mohou omezit poškození tkání způsobené nadměrnou imunitní reakcí.



**Graf 8, 9, 10, 11:** Užítkovostní parametry 14. den po infekční zátěži



**Graf 12, 13, 14:** Imunitní reakce organismu 14. den po zátěži

## Závěr

Podávání esterů mastných kyselin s krátkým a středně dlouhým řetězcem v období infekční zátěže významně zlepšilo růstové parametry a zvýšilo imunitní odpověď sumečka afrického. Výsledky ukazují, že přidané aditivum může sloužit jako bezpečná alternativa antibiotik v akvakultuře.

## Poděkování

Tato studie byla realizována za podpory Technologické agentury ČR v rámci Programu Národní centrum kompetence (projekt TN02000017).

## Literatura

- Ferrari M., Tonole R., Peres W., et al., 2024. Effect of a monoglyceride blend in Nile tilapia challenged with *Streptococcus agalactiae* and *Francisella orientalis*. *Fishes* 9(9):351.
- Jackman J., Dias D.A., Scarlett C.J., et al., 2025. Medium-chain fatty acids and monoglycerides: Nanoarchitectonics-based insights. *Trends in Food Science & Technology* 145:102–117.
- Leung K.Y., Wang Q., Yang Z., Siam, B.A., 2019. *Edwardsiella piscicida*: A versatile emerging pathogen of fish. *Virulence* 10(1):555–567.
- Rimoldi S., Gliozheni E., Ascione C., Gini E., Terova G., 2018. Effect of a specific composition of short- and medium-chain fatty acid 1-Monoglycerides on growth performances and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *PeerJ*. 6:e5355.
- Ullah S., Li X., Wu H., et al., 2024. Effect of dietary supplementation of glycerol monolaurate on growth performance, digestive enzymes, serum immune and antioxidant parameters, and intestinal morphology in black sea bream. *Animals (Basel)* 14(20):2963.
- Zhao Y., Wang Y., Zhang L., et al., 2019. Glycerol monolaurate-mediated attenuation of metabolic syndrome is associated with the modulation of gut microbiota in high-fat-diet-fed mice. *Frontiers in Immunology* 10:1500.

## **Experimentální využití autochtonního kmene *Lactiplantibacillus Plantarum* jako probiotika u pstruha duhového**

Mikulíková I.<sup>1,2</sup>, Lepková Z.<sup>2</sup>, Bandouchová H.<sup>3</sup>,  
Radojičić M.<sup>1</sup>, Blahová J.<sup>4</sup>, Papežíková I.<sup>1,2</sup>, Novotná H.<sup>1,2,5</sup>,  
Poštulková E.<sup>1</sup>, Toulová I.<sup>1,2</sup>, Mareš J.<sup>1</sup>, Palíková M.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno

<sup>2</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ekologie a chorob zoonozit, zvířet, ryb a včel, Palackého 1, 612 42 Brno

<sup>3</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinárního lékařství, Klinika chorob ptáků, plazů a drobných savců, Palackého 1, 612 42 Brno

<sup>4</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Palackého 1, 612 42 Brno

<sup>5</sup> Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Oddělení infekčních chorob a preventivní medicíny, Hudcova 296/70, 621 00 Brno

email: mikulikova@vfu.cz

### **Abstrakt**

Na pstruhu duhovém byl ve dvou krmných strategiích (permanentní a cyklická suplementace) testován potenciální probiotický kmen *Lactiplantibacillus plantarum* získaný ze střeva zdravých ryb. Po 7 týdnech (krmná část) byly ryby infikovány původcem furunkulózy *Aeromonas salmonicida* (infekční část experimentu). Produkční parametry pstruha vykazovaly v krmné části experimentu po obou typech suplementace podobný pozitivní trend. Byly ovlivněny hladiny některých parametrů plazmy, permanentní suplementace vyvolala zvýšení kapacity krve ryb pro přenos kyslíku. Ani jedna ze strategií nevedla ve srovnání s kontrolou ke snížení mortality ryb vyvolané infekcí *A. salmonicida*. U ryb suplementovaných cyklicky bylo po infekci zjištěno nejprve snížené množství lymfocytů, později pokles fagocytů (celkový i v poměru k lymfocytům). V obou skupinách s probiotiky v dietě byla 3 týdny po infekci zjištěna ve srovnání s kontrolou nižší hladina IgM, ve skupině s cyklickým dodáváním *L. plantarum* došlo ke snížení IL-10 a zvýšení celkové bílkoviny. Ve střevním mikrobiomu ryb došlo ke snížení diverzity. Z hlediska ochrany před infekcí *A. salmonicida* neprokázal testovaný kmen *L. plantarum* u pstruha duhového účinnost.

## Úvod

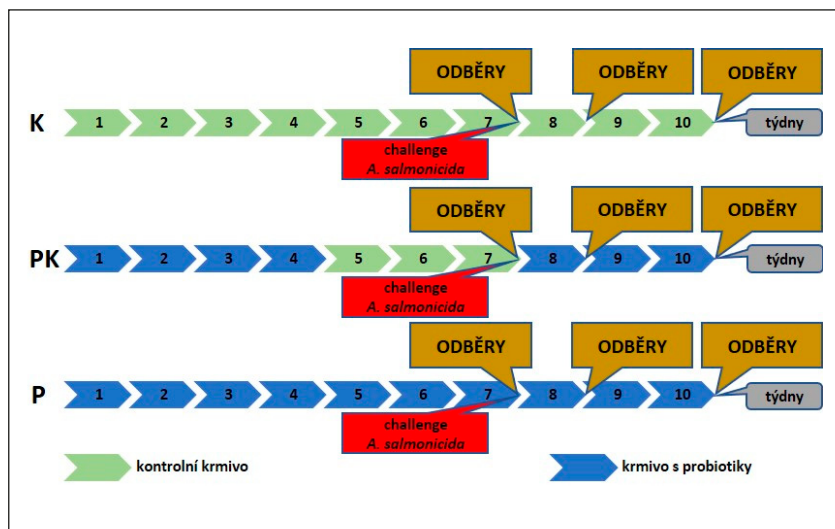
Probiotika jsou WHO/FAO definována jako živé mikroorganismy, které při aplikaci v adekvátním množství poskytují hostiteli zdravotní přínos (WHO/FAO 2002). Mezi důvody k jejich využití v akvakultuře patří zejména pozitivní účinky na produkční parametry ryb a jejich imunitní systém. Jednou z nejčastěji používaných skupin mikroorganismů jsou laktobacily, které se řadí mezi Gram pozitivní, fakultativně anaerobní, fermentativní, nesporulující mikroorganismy. Využitelnost konkrétního mikrobiálního kmene jako probiotika závisí na mnoha faktorech, např. na schopnosti přežít v podmínkách trávicího traktu, tedy tolerance k žaludečním šťávám a žluči, a schopnosti antagonizovat vybrané patogeny. Účinky se mohou lišit v závislosti na druhu a věkové kategorii ryb, dávce probiotických mikroorganismů i načasováním aplikace (Mikulíková a kol. 2025).

## Materiál a metodika

Byl testován potenciálně probiotický kmen *Lactiplantibacillus plantarum* R2 Biocenol™ (CCM 8674), který byl izolován ze střeva zdravého pstruha duhového. Koncentrace mikroorganismů  $10^8$  CFU/g krmiva byla zvolena na základě výsledků předchozích experimentů provedených na lososu atlantském (*Salmo salar*). Mikroorganismy byly přidány do komerčního peletovaného krmiva EFICO Enviro 921 3 mm (BioMar, Dánsko) ve formě vrstvy škrobového hydrogelu. Pokus byl zahájen po 14denní aklimatizaci ryb (monosexní populace pstruha duhového *Oncorhynchus mykiss*, hmotnost 95–126 g). Ryby byly krmeny dvakrát denně v celkovém množství krmiva 2,68 % hmotnosti rybí obsádky. Parametry kvality vody (teplota, koncentrace kyslíku ve vodě, pH) byly kontrolovány dvakrát denně, jednou denně byly odebírány vzorky vody k určení koncentrace amoniakálního dusíku, dusitanů a chloridů. Světelný režim byl nastaven na 14 h světla a 10 h tmy. Opakovaně proběhlo kontrolní vážení ryb a úprava krmné dávky. V první (krmné) části experimentu byly ryby po 100 ks umístěny v devíti 1000 l nádržích uspořádaných ve 3 samostatných recirkulačních systémech. Ke každé krmné variantě byla 3 opakování. Varianty byly následující (Obr. 1) – kontrola (K), skupina krmená nejprve obohacenou dietou po dobu 4 týdnů, následující 3 týdny kontrolním krmivem bez přídavku mikroorganismů (PK) a skupina krmená obohacenou dietou po dobu 7 týdnů (P). Po 7 týdnech proběhly odběry vzorků krve a kaudálního úseku střeva. Byly stanoveny růstové a produkční ukazatele (protože ryby nebyly značeny, nebyla tato data vyhodnocena statisticky), hematologické, biochemické a imunitní parametry a byl analyzován střevní mikrobiom (Tab. 1). Získaná data byla

zpracována programem Unistat statistical software pro Excel 6.5, k hodnocení mikrobiomu byl využit Microbiome Analyst online tool.

V druhé (infekční) části pokusu bylo 100 jedinců z každé experimentální varianty vystaveno *A. salmonicida* kmen 89409 formou 30minutové koupele s koncentrací bakterie  $7,33 \cdot 10^5$  CFU/ml. Poté byly ryby umístěny do šesti 1000 l nádrží, z nichž každá představovala samostatný recirkulační systém. Tato část experimentu proběhla ve dvou opakováních (50 ryb na nádrž, celkem 100 ks na variantu). Ryby byly krmeny kontrolním (K) nebo probiotickým krmivem (PK, P, viz Obr. 1). Byla sledována mortalita ryb, 7 dní a 21 dní po infekční challenge byly provedeny odběry. Oproti krmné části byla navíc provedena kultivace ze sleziny k určení přítomnosti použitého kmene *A. salmonicida*, produkční parametry nebyly hodnoceny. Získaná data byla zpracována stejně jako v předchozí části pokusu. Parametry, které v některé z variant nedosahovaly dostatečného množství vzorků, byly ze statistického hodnocení vyřazeny.



Obr. 1: Schéma experimentu

## Výsledky a diskuze

Při skončení krmné části pokusu byly růstové parametry pstruha ovlivněny oběma typy suplementace podobným pozitivním způsobem (Tab. 2). Permanentní suplementace vedla po 7 týdnech ke statisticky významnému zvýšení hematokritu a obsahu hemoglobinu v krvi, a tím navýšení transportní

**Tab. 1: Sledované parametry**

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Růstové a produkční parametry | celková a standardní délka, celková hmotnost, hmotnost vykuchané ryby, výška těla, šířka těla, hmotnost jater, index vysokohřbetosti, index širokohřbetosti, Fultonův koeficient, Clarkův koeficient, konverze krmiva, specifická rychlost růstu, nárůst hmotnosti, hepatosomatický index, viscerosomatický index |
| Hematologické parametry       | hemoglobin, celkový počet erytrocytů, hematokrit, střední barevná koncentrace, střední objem erytrocytu, hemoglobin erytrocytu                                                                                                                                                                                    |
| Imunitní parametry            | celkový počet leukocytů, poměr fagocytů a lymfocytů, fagocytární aktivita (oxidativní vzplanutí periferních fagocytů), redukční schopnost plazmy, biopterin, ceruloplasmin, imunoglobulin M, interleukin 10, C-reaktivní protein                                                                                  |
| Plazmatické parametry         | alaninaminotransferáza, aspartátaminotransferáza, alkalická fosfatáza, laktátdehydrogenáza, kreatinkináza, albumin, cholesterol, kreatinin, glukóza, laktát, celková bílkovina, triacylglycerol, vápník, anorganický fosfor, hořčík, chloridy, amoniak                                                            |
| Střevní mikrobiom             | sliznice, obsah                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

kapacity krve pro kyslík. Modifikace složení střevního mikrobiomu (viz dále) vedla ke změnám v koncentraci plazmatického vápníku a hořčíku (zvýšení u PK) a chloridů (pokles u P), zřejmě v souvislosti s pravděpodobnou změnou pH prostředí střeva díky produkci organických kyselin (kyselina mléčná, octová aj.). Týden po infekci bylo u ryb suplementovaných cyklicky zjištěno snížené množství lymfocytů a pokles intenzity fagocytární aktivity (nikoli však v přepočtu na 1000 fagocytů), o 2 týdny později pokles fagocytů (celkový i v poměru k lymfocytům). V obou skupinách ryb s probiotiky v dietě byla 3 týdny po infekci zjištěna ve srovnání s kontrolou nižší hladina IgM, ve skupině s cyklickým dodáváním *L. plantarum* došlo ke snížení IL-10 a zvýšení celkové bílkoviny (Tab. 3). IL-10 se řadí mezi protizánětlivé cytokiny. Při *in vitro* experimentech na primokultuře střevních buněk pstruha duhového ošetřených totožným kmenem *L. plantarum* došlo ke zvýšení exprese IL-10, při ošetření primokultury *L. plantarum* s následnou infekcí *A. salmonicida* se exprese IL-10 významně nelišila od neošetřené kontroly ani buněk pouze infikovaných *A. salmonicida*, (Cingeľová Maruščáková a kol. 2021). Ani u jedné z obou testovaných strategií suplementace ryb probiotiky se neprokázal pozitivní účinek na přežití ryb po experimentální infekci

*A. salmonicida*, kumulativní mortalita ryb suplementovaných cyklicky byla 10 dní po infekci dokonce významně vyšší než u zbylých skupin. Vysvětlení nedostatečné ochrany ryb před následky infekce zřejmě spočívá v negativním ovlivnění diverzity střevního mikrobiomu jednodruhovým probiotikem. U skupiny krmené výhradně krmivem s probiotickým kmenem byla zjištěna výrazná dominance této bakterie na úkor ostatních bakteriálních taxonů. Rovněž u ryb krmených v první fázi probiotickým krmivem a následně běžným krmivem (PK) byla pozorována redukce zastoupení některých bakteriálních taxonů, přičemž nejvýraznější úbytek se týkal vzácnějších, méně zastoupených skupin. Po návratu ke kontrolnímu krmivu došlo u dominantních bakteriálních kmenů k částečnému obnovení původního složení střevního mikrobiomu, avšak některé minoritní taxony již nebyly

**Tab. 2:** Vybrané produkční parametry 7 týdnů po zahájení pokusu, bez statistického hodnocení

| Parametr | K              | PK             | P             |
|----------|----------------|----------------|---------------|
| WG       | 158,88 ± 15,36 | 172,73 ± 14,09 | 168,13 ± 3,07 |
| SGR      | 1,86 ± 0,12    | 1,97 ± 0,09    | 1,93 ± 0,02   |
| FCR      | 1,13 ± 0,10    | 1,03 ± 0,08    | 1,04 ± 0,03   |

WG – nárůst hmotnosti, SGR – specifická rychlost růstu, FCR – konverze krmiva

**Tab. 3:** Statisticky významné rozdíly obou krmných strategií přidavku probiotik do krmné dávky oproti kontrolní skupině ( $p < 0,05$ )

| Skupina/parametry |                                    | hematologické | imunologické        | plazmatické      |
|-------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|------------------|
| PK                | krmná č. po 7 tt                   |               |                     | ↑Mg; ↑Ca         |
|                   | infekční část<br>1 t po challenge  | ↓lymf.        | ↓FA                 |                  |
|                   | infekční část<br>3 tt po challenge |               | ↓fag.; ↓IgM; ↓IL-10 | ↑CB              |
| P                 | krmná č. po 7 tt                   | ↑Hb; ↑Ht;     |                     | ↓Cl <sup>-</sup> |
|                   | infekční část<br>1 t po challenge  |               |                     |                  |
|                   | infekční část<br>3 tt po challenge |               | ↓IgM                |                  |

Mg – hořčík, Ca – vápník, Cl<sup>-</sup> – chloridy, lymf. – lymfocyty, FA – fagocytární aktivita, fag. – fagocyty, CB – celková bílkovina, Hb – hemoglobin, Ht – hematokrit, IL-10 – interleukin 10, IgM – imunoglobulin M

detekovány. Opětovné nasazení probioticky obohaceného krmiva vedlo k dalšímu snížení mikrobiální diversity. Tyto změny mohou mít negativní dopad na stabilitu střevního prostředí i celkovou odolnost ryb vůči stresovým faktorům či patogenům.

## Závěr

Po 7 týdnech aplikace byl u testovaného bakteriální kmene sledován pozitivní trend účinku na produkční parametry pstruha duhového, a to i při přerušení suplementace. Ani jedna z krmných strategií však nevedla ke zvýšení odolnosti ryb vůči infekci *A. salmonicida*, zřejmě v souvislosti se snížením diversity střevního mikrobiomu. Pro chovy, které se opakovaně potýkají s furunkulózou lososovitých ryb, nepředstavuje v této podobě uvedené krmné aditivum řešení.

## Poděkování

Studie byla finančně podpořena projektem TAČR TN02000017 „Národní centrum biotechnologií ve veterinární medicíně“ (NaCeBiVet) a FVHE/Pikula/2025ITA22.

## Literatura

- Cingelová Maruščáková I., Schusterová P., Popelka P., Gancarčíková S., Csank T., Fečkaninová A., Ratvaj M., Mudroňová D., 2021. Effect of autochthonous lactobacilli on immunologically important molecules of rainbow trout after bacterial infection studied on intestinal primoculture. *Fish and Shellfish Immunology* 119: 379–383.
- FAO/WHO (2002). *Guidelines for the Evaluation Of Probiotics in Food*. Paris: FAO, 1–11.
- Mikulíková I., Radojčić M., Bandouchová H., Blahová J., Malý O., Papežíková I., Novotná H., Poštulková E., Lepková Z., Toullová I., Odehnalová K., Mareš J., Mudroňová D., Palíková M., 2025. The effect of continuous and pulse feeding *Lactiplantibacillus plantarum* on growth performance, gut microbiota, immunological, haematological and plasma biochemical parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Italian Journal of Animal Science* 24(1):424–439.

## **Vliv přídatku beta-glukanů v krmivu pro pstruha duhového (*Oncorhynchus Mykiss*)**

Lepková Z.<sup>2</sup>, Palíková M.<sup>1,2</sup>, Pojezdal L.<sup>3</sup>, Papežíková I.<sup>1,2</sup>,  
Toulová I.<sup>1,2</sup>, Novotná H.<sup>1,2,3</sup>, Blahová J.<sup>4</sup>, Mikulíková I.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie,  
rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno

<sup>2</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie,  
Ústav ekologie a chorob zoovířat, zvěře, ryb a včel, Palackého tř. 1946/1,  
612 42 Brno

<sup>3</sup> Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Oddělení infekčních chorob  
a preventivní medicíny, Hudcova 296/70, 621 00 Brno

<sup>4</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie,  
Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství,  
Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

email: lepkovaz@vfu.cz

### **Abstrakt**

Vysoká intenzita chovu ryb s sebou přináší i zvýšení rizika propuknutí infekčních onemocnění. Pro zlepšení imunity ryb a tím vyšší odolnost vůči infekcím se zkoumají možnosti obohacení krmiva o imunostimulační aditiva, jako jsou beta-glukany. Beta-glukany jsme testovali na pstruhu duhovém, v krmivu s koncentrací beta-glukanů 0,2 %, 0,5 % a 1 %. Kontrolní skupina ryb dostávala krmivo bez přídatku beta-glukanů. Po 8 týdnech byly stanoveny produkční a kondiční parametry, rybám byla odebrána krev a změřeny hematologické, imunologické a plasmatické parametry. Dále byly získány vzorky z obsahu a sliznice střeva ryb pro metagenomickou analýzu střevního mikrobiomu. Po přídatku beta-glukanů do krmiva ryb jsme pozorovali zvýšení jednoho z produkčních parametrů (hepatosomatický index), zvýšení celkového počtu leukocytů a zvýšené hodnot některých plasmatických ukazatelů jako: albumin, vápník, glukóza, hořčík, celková bílkovina, triacylglyceroly a urea. Tyto parametry se lišily oproti kontrolní skupině. Analýza mikrobiomu střevního obsahu a sliznice střeva stále probíhá.

## Úvod

Společně se zvýšením intenzity chovu ryb v akvakultuře dochází zároveň i ke zvyšování rizika propuknutí infekčních onemocnění. Nejčastěji se jedná o bakteriální infekce. Pro tlumení bakteriálních nákaz se obvykle volí antibiotická terapie, která s sebou však přináší řadu rizik pro kvalitu produktů, zdraví člověka i životní prostředí a přispívá k šíření genů rezistence na antibiotika. Některá antibiotika navíc mohou potlačovat imunitní odpověď ryb (Rijkers a kol. 1981). V dnešní době se proto využívají preventivní metody, omezující vznik infekce stimulací vrozených humorálních a buněčných obranných mechanismů. Do krmiv se přidávají sloučeniny na základě jejich potenciálního imunostimulačního účinku. Jako vhodné pro použití v akvakultuře se jeví  $\beta$ -glukany (Raa a kol. 1996; Raa a kol. 2000). Jedná se o polysacharidové deriváty rostlin, řas, hub, bakterií a kvasinek, které mají pozitivní vliv především na nespecifickou imunitní odpověď ryb (např. Liu a kol. 2022; Meena a kol. 2013;). Studie ukázaly, že aplikace beta-glukanů významně stimuluje fagocytární systém a zvyšuje celkovou obranyschopnost a odolnost vůči experimentálním nádorům. Dále bylo zjištěno, že významně stimulují obranné reakce proti infekcím a rakovině u lidí (Novak a kol. 2008; Novak a kol. 2009). Obecně byly jejich účinky na imunitní systém prokázány u celé řady živočišných druhů (Vetvicka a kol. 2013).

## Materiál a metodika

Byly testovány 3 varianty krmiva s přídavkem beta-1,3-1,6-glukanů z kvasnic v koncentracích 0,2%, 0,5%, 1%. Kontrolní skupina dostávala krmivo bez přídavku beta-glukanů. Pokus proběhl na pstruhu duhovém (*Oncorhynchus mykiss*) ve stáří 8 měsíců. Ryby byly nasazeny v počtu 68 kusů v jedné skupině, každá skupina byla rozdělena do 4 nádrží po 17 rybách. Světelný režim byl nastaven na 8 h světla a 16 h tmy. Po nasazení proběhla 14 denní adaptace, samotný krmený pokus trval 8 týdnů. Každá skupina byla odchovávána v nádrži o objemu 80 litrů. Krmení probíhalo 2x denně v množství 1,5 % hmotnosti rybí obsádky. V průběhu experimentu byla zjišťována mortalita, změny v chování ryb a v příjmu krmiva, po 8 týdnech pak byla odebrána krev na hematologické vyšetření, vyšetření plazmatických parametrů a imunologické analýzy. Po usmrcení ryb byly stanoveny kondiční a produkční ukazatele a izolována DNA z obsahu a sliznice střeva ryb pro metagenomickou analýzu střevního mikrobiomu. Získaná data byla statisticky vyhodnocena.

**Tab. 1: Sledované parametry ryb**

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kondiční a produkční parametry | Celková a standardní délka, výška těla, šířka těla, celková hmotnost, hmotnost po vykuchání, hmotnost jater a hmotnost sleziny. Fultonův koeficient, Clarkův koeficient, index vysokohřbetosti, index širokohřbetosti, konverze krmiva, specifická rychlost růstu, váhový přírůstek, hepatosomatický index a splenosomatický index. |
| Hematologické parametry        | Hemoglobin, celkový počet erytrocytů, hematokrit, střední barevná koncentrace, střední objem erytrocytu a hemoglobin.                                                                                                                                                                                                               |
| Imunologické parametry         | Celkový počet leukocytů a oxidativní vzplanutí periferních fagocytů (CL – integrál; PT – peak-time).                                                                                                                                                                                                                                |
| Plazmatické parametry          | Alaninaminotransferáza, aspartátaminotransferáza, alkalická fosfatáza, albumin, cholesterol, kreatinin, glukóza, urea, celková bílkovina, triacylglyceroly, kalcium, anorganický fosfor a hořčík                                                                                                                                    |
| Střevní mikrobiom              | Obsah, sliznice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Výsledky a diskuze

Krmivo s nejnižší testovanou koncentrací beta-glukanů nemělo na sledované parametry statisticky významný vliv. U skupiny krmené krmivem s obsahem 0,5 % a 1 % beta-glukanů došlo ke statisticky významnému zvýšení hodnoty hepatosomatického indexu oproti kontrolní skupině. Tento parametr souvisí mimo jiné s množstvím tuku a glykogenu uloženého v játrech. Vliv na specifickou rychlost růstu ani konverzi krmiva nebyl po 8 týdnech suplementace beta-glukany pozorován. Výsledky hematologického vyšetření neprokázaly statisticky významné odchylky mezi skupinami v žádném z měřených parametrů. V rámci imunologických parametrů jsme pozorovali ve srovnání s kontrolní skupinou statisticky významné zvýšení celkového počtu leukocytů u skupiny s přídávkem 0,5 % beta-glukanů. Přídavek beta-glukanů v koncentraci 0,5 % a 1 % měl statisticky významný vliv na plazmatické parametry ryb. Došlo k ovlivnění zejména metabolismus bílkovin, ale i glukózy, triacylglycerolů a některých minerálů. Suplementace beta-glukany v koncentraci 0,5 % beta-glukanů vedla ke statisticky významnému zvýšení hodnot albuminu, vápníku, glukózy, hořčíku, celkové bílkoviny, triacylglycerolů a urey vůči kontrolní skupině. Skupina s přídávkem 1 % beta-glukanů vykazovala oproti kontrolní skupině statisticky významné zvýšení hodnot albuminu, vápníku, glukózy a urey. Analýza mikrobiomu střevního obsahu a sliznice střeva stále probíhá.

**Tab. 2:** Vliv přídavku beta-glukanů na testované parametry. Jsou uvedeny parametry, u kterých byly zjištěny statisticky významné rozdíly vůči kontrolní skupině ( $p < 0,05$ ).

| Skupina/<br>parametry | produkční | hematologické | imunologické | plazmatické                               |
|-----------------------|-----------|---------------|--------------|-------------------------------------------|
| betaglуканы<br>0,2 %  |           |               |              |                                           |
| betaglуканы<br>0,5 %  | ↑HSI      |               | ↑WBC         | ↑ALB; ↑Ca; ↑GLU; ↑Mg;<br>↑TP; ↑TAG; ↑UREA |
| betaglуканы<br>1 %    | ↑HSI      |               |              | ↑ALB; ↑Ca; ↑GLU;<br>↑TAG;                 |

HSI – hepatosomatický index, WBC – celkový počet leukocytů, ALB – albumin, Ca – kalcium, GLU – glukóza, Mg – hořčík, TP – celková bílkovina, TAG – triacylglyceroly, UREA – urea

## Závěr

Ze sledovaných kondičních a produkčních parametrů byl přídavkem beta-glukanů do krmiva ovlivněn pouze hepatosomatický index. Ani jedna z testovaných koncentrací významně neovlivnila hematologické parametry pokusných ryb. Účinek na imunitní systém se projevil zvýšením celkového počtu leukocytů u ryb krmených přídavkem beta-glukanů v koncentraci 1 %. Obě vyšší koncentrace přídavku beta-glukanů do krmiva měly vliv na metabolismus bílkovin, glukózy, triacylglycerolů a některých minerálů. Pro zavedení testovaných aditiv do praxe bývá jako nejcennější hodnocení efekt na vybrané produkční parametry ryb (specifická rychlost růstu, konverze krmiva) a odolnost vůči onemocněním. Významnou roli přitom hraje vhodné načasování dietetické suplementace. Vliv přídavku beta-glukanů v koncentraci 0,5 % na imunitní systém ryb by bylo vhodné ověřit prostřednictvím infekčního challenge.

## Poděkování

Tato studie byla financována Interní Grantovou agenturou Veterinární Univerzity Brno (216/2023/FVHE) a projektem PROFISH CZ.02. 1. 01/0.0/0.0/16\_019/0000869 (Sustainable production of healthy fish in various aquaculture systems) a projektem TAČR TN02000017 „Národní centrum biotechnologií ve veterinární medicíně“ (NaCeBiVet).

## Literatura

- Rijkers G.T., van Oosterom R., van Muiswinkel W.B., 1981. The immune system of cyprinid fish. Oxytetracycline and the regulation of humoral immunity in carp (*Cyprinus carpio*). *Veterinary Immunology and Immunopathology* 2:281–90.
- Raa J., Roestad G., Engstad R.E., Robertsen B., 1992. The use of immunostimulants to increase resistance of aquatic organism to microbial infections. In: Shariff IM, Subasinghe R.P., Arthur J.R., editors. *Diseases in Asian Aquaculture*. Manila: Health Fish Section Asian Fisheries Society 39–50.
- Siwicki A.K., Morand M., Terech-Majewska E., Niemczuk W., Kazun K., Glabsky E., 1998. Influence of immunostimulant on the effectiveness of vaccines in fish: In vitro and in vivo study. *Journal of Applied Ichthyology* 14:225–7.
- Meena D.K., Das P., Kumar S., Mandal S.C., Prusty A.K., Singh S.K., et al. 2013. Beta-glucan: An ideal immunostimulant in aquaculture (a review) *Fish Physiology and Biochemistry* 39:431–57.
- Raa J., 1996. The use of immunostimulatory substances in fish and shellfish farming. *Reviews in Fisheries Science*. Vol. 4. Boca Raton: CRC Press 229–88.
- Raa J., 2000. The use of immune-stimulants in fish and shellfish feeds. In: Cruz-Suárez L.E., Ricque-Marie D., Tapia-Salazar M., Olvera-Novo, M.A., Civera-Cerecedo R., editors. *Advances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*. Medida, Mexico 47–56.
- Liu Y., Chang, H., Han, D., Lu, S., Lv, W., Guo, K., Wang, C., Li, S., Han, S., Liu, H., 2022. Effects of dietary chrysophyte (*Poterioochromonas malhamensis*) rich in beta-glucan on the growth performance, intestinal health, lipid metabolism, immune gene expression, and disease resistance against *Aeromonas salmonicida* in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 561:738589.
- Meena D.K., Das P., Kumar S., Mandal S.C., Prusty A.K., Singh S.K., Akhtar M.S., Behera B.K., Kumar K, Pal A.K., Mukherjee S.C., 2013. Beta-glucan: an ideal immunostimulant in aquaculture (a review). *Fish Physiology and Biochemistry* 39(3):431–457.
- Novak M., Vetrivka V., 2008.  $\beta$ -Glucans, history, and the present: Immunomodulatory aspects and mechanisms of action. *Journal of Immunotoxicology* 5:47–57.
- Novak M., Vetrivka V., 2009. Glucans as biological response modifiers. *Endocrine, Metabolic, & Immune Disorders* 9:67–75.
- Vetrivka V., Sima P., 2004.  $\beta$ -Glucan in invertebrates. *Invertebrate Survival Journal* 1:60–5.

## **Vliv přídatku selenu a zinku do krmiva pro pstruha duhového**

Palíková M.<sup>1,2</sup>, Poštulková E.<sup>1</sup>, Bandouchová H.<sup>3</sup>,  
Všetičková L.<sup>1</sup>, Mikulíková I.<sup>1,2</sup>, Papežíková I.<sup>1,2</sup>, Lepková Z.<sup>2</sup>,  
Toulová Z.<sup>1,2</sup>, Mareš J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie,  
rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno

<sup>2</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie,  
Ústav ekologie a chorob zoozvířat, zvěře, ryb a včel, Palackého tř. 1946/1,  
612 42 Brno

<sup>3</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinárního lékařství, Klinika chorob  
ptáků, plazů a drobných savců, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno  
email: palikovam@vfu.cz

### **Abstrakt**

Vyšší intenzita chovu ryb v akvakultuře vyžaduje prevenci chorob. Přídatky různých aditiv zvyšujících produkci a imunitu ryb se stávají celkem běžnou záležitostí. Mezi takovéto látky patří rovněž mikro-nutrienty, které jsou důležité pro zdravý růst a pro posílení imunity ryb. Pozitivní efekt aditiva se však může projevit až při vystavení organismu onemocnění či jiné formě stresu. Testovali jsme 6 variant krmiv bez/s přídatkem selenu nebo/a zinku na pstruhovi duhovém bez zátěže a po zátěži ve formě experimentální infekce. Vedle kontrolní skupiny byly dvě skupiny s přídatkem selenu v množstvích 1,5/3 mg na 1 kg krmiva, dvě skupiny s přídatkem zinku v množstvích 15/30 mg na 1 kg krmiva a jedna skupina s přídatkem selenu v množství 3 mg a zinku v množství 30 mg na 1 kg krmiva. Neprokázali jsme žádný statisticky významný vliv přídatku Se/Zn ani jejich kombinace na produkční parametry ryb. U ryb bez zátěže se nejlépe projevil přídatek selenu ve vyšší dávce. Po experimentální infekci se však vliv přídatku prvků neprokázal. Naopak kombinace obou prvků a přídatek vyšší dávky zinku se projevila snížením některých imunitních parametrů a vedla rovněž k významnému snížení diverzity střevního mikrobiomu.

## Úvod

Mikronutrienty jsou látky, které organismus potřebuje přijímat v malém množství z vnějšího prostředí, aby byla zajištěna jeho správná funkce. Mezi mikronutrienty řadíme kromě vitamínů a minerálů i tzv. stopové prvky, např. zinek nebo selen. Zinek patří k prvkům, které jsou důležité především pro zdravý růst ryb a pro posílení imunitní reakce organismu (Watanabe a kol. 1997). Přídavek zinku pro ryby je důležitý, protože si jej nedokáží ve svém těle ukládat do zásoby (Swain a kol. 2016). Navíc množství zinku není ve sladkovodním (Spry a kol., 1988) a dokonce ani v mořském prostředí (Willis a Sunda, 1984) dostatečné, a proto je přidáván do krmiv (Tan a Mai, 2001) jako stopový prvek v doporučeném množství. Jeho nadměrné množství může však být pro ryby i jiné organismy toxické (Chupani a kol. 2018).

Selen má podobné účinky jako zinek, jeho pozitivní účinek na imunitu, růst a složení svaloviny kaprovitých ryb potvrdili např. Zhou a kol. (2009), nicméně jejich výsledky naznačují, že velmi důležitá je i forma přidávaného selenu (organická vs. anorganická).

## Materiál a metodika

Bylo testováno 6 variant krmiv bez/s přídavkem selenu nebo/a zinku na pstruhovi duhovém. Všechny varianty byly nasazeny v triplikátech v počtu 45 ryb na jednu variantu, tj. 15 ryb na 1 skupinu. Varianty: kontrolní krmená standardním krmivem (C), dvě skupiny s přídavkem selenu v množstvích 1,5 / 3 mg na 1 kg krmiva (Se 1,5; Se 3), dvě skupiny s přídavkem zinku v množstvích 15 / 30 mg na 1 kg krmiva (Zn 15; Zn 30) a jedna skupina s přídavkem selenu v množství 3 mg a zinku v množství 30 mg na 1 kg krmiva (Se 3+Zn 30). Každá skupina byla odchováána v 80litrové nádrži. Po nasazení probíhala 14denní adaptace, poté byly ryby krmeny krmivem bez/s přídavkem selenu nebo/a zinku podle varianty po dobu 6 týdnů. Krmení probíhalo 2x denně v množství 1,75 % hmotnosti rybí obsádky. Kontrolní vážení a úprava krmné dávky probíhala vždy po 14 dnech. Po celou dobu experimentu byla kontrolována kvalita vody a měřeny základní biochemické parametry (amoniakální dusík, dusitany, chloridy, teplota, množství rozpuštěného kyslíku a pH vody). Po 6 týdnech byla část ryb usmrcena a byly stanovovány kondiční parametry, výtěžnost, hematologické, imunologické a plazmatické ukazatele z krve (viz tabulka č. 1). Dále byl vyhodnocen střevní mikrobiom. Zbylé ryby byly infikovány *Aeromonas salmonicida* formou koupele. Koupel trvala 30 minut a bakterie byly aplikovány v koncentraci  $5 \times 10^5/\text{ml}$ . Po koupeli byly jednotlivé skupiny umístěny do kruhových nádrží o objemu 1 m<sup>3</sup> (po 20 kusech ryb) a byly dále krmeny stejným krmivem

jako v krmné části po dobu dalších 5 týdnů. Po ukončení pokusu byly ryby usmrčeny a byly sledovány hematologické, imunologické a plazmatické ukazatele, střevní mikrobiom a navíc byla provedena pitva ryb a kontrolní kultivace ze sleziny. Data z obou fází experimentu byla statisticky vyhodnocena s použitím programu Statistica 14.

**Tab. 1:** Sledované parametry ryb

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kondiční a produkční parametry | celková (TL) a standardní délka (SL), celková hmotnost (W), hmotnost ryby bez tuku, hmotnost jater a hmotnost sleziny; Fultonův koeficient, konverze krmiva (FCR), specifická rychlost růstu (SGR), hepato-somatický index (HSI), splenosomatický index (SSI)                                            |
| Hematologické parametry        | hemoglobin (Hb), celkový počet erytrocytů (RBC), hematokrit (HCT), střední barevná koncentrace (MCHC), střední objem erytrocytu (MCV), hemoglobin erytrocytu (MCH)                                                                                                                                       |
| Imunologické parametry         | celkový počet leukocytů (WBC), oxidativní vzplanutí periferních fagocytů (CL – integrál; PT – peak-time), titr specifických protilátek (xL)                                                                                                                                                              |
| Plazmatické parametry          | alaninaminotransferáza (ALT), aspartátaminotransferáza (AST), alkalická fosfatáza (ALP), albumin (ALB), cholesterol (CHOL), kreatinin (CREA), glukóza (GLU), urea (UREA), celková bílkovina (TP), triacylglyceroly (TAG), kalcium (Ca), anorganický fosfor (PI), hořčík (Mg), laktát dehydrogenáza (LDH) |

## Výsledky a diskuze

Nebyl zjištěn žádný statisticky významný vliv přídatku Se/Zn ani jejich kombinace na kondiční a produkční parametry ryb. Statisticky významné rozdíly hematologických, imunitních a plazmatických parametrů jednotlivých skupin ryb s přídatky mikroprvků a jejich kombinace oproti kontrole jsou uvedeny v tabulce č. 2. Tabulka č. 3 uvádí signifikantní ovlivnění sledovaných parametrů jednotlivých variant vlivem experimentální infekce.

Samostatná aplikace selenu nebo zinku vedla pouze k mírné modifikaci složení střevního mikrobiomu. U skupiny s přídatkem nižší dávky selenu bylo zjištěno vyšší zastoupení bakterií *Cetobacterium* spp., které jsou považovány za prospěšné, nicméně současně došlo ke snížení zastoupení dalších prospěšných bakteriálních taxonů (zejména laktobakterií), což by mohlo vést k narušení funkcí bakteriální komunity (Ferguson a kol. 2010). Kombinovaná aplikace obou stopových prvků vedla k významnému snížení diversity střevní mikrobiální komunity. Redukce v počtu taxonů v rámci mikrobiální komunity střeva je považována za negativní efekt, který

**Tab. 2:** Vliv přídavku Se/Zn a jejich kombinace na hematologické, imunologické a plazmatické parametry. V tabulce jsou uvedeny parametry, u kterých byly zjištěny statisticky významné rozdíly vůči kontrolní skupině ( $p < 0,05$ ).

| Skupina/parametry |             | hematologické    | imunologické | plazmatické |
|-------------------|-------------|------------------|--------------|-------------|
| Se 1,5            | krmná č.    |                  |              |             |
|                   | infekční č. |                  |              |             |
| Se 3              | krmná č.    | ↑RBC; ↓MCV; ↓MCH | ↑PT          |             |
|                   | infekční č. | ↓Hb; ↓MCHC       |              |             |
| Zn 15             | krmná č.    |                  | ↑PT          | ↑Mg         |
|                   | infekční č. | ↓MCHC            | ↓CL          |             |
| Zn 30             | krmná č.    |                  | ↑PT          | ↑GLU; ↓PI   |
|                   | infekční č. |                  |              |             |
| Se 3 + Zn 30      | krmná č.    |                  | ↑PT          | ↓PI         |
|                   | infekční č. | ↓Hb              |              |             |

**Tab. 3:** Porovnání hematologických, imunologických a plazmatických parametrů u ryb krmených krmivem s přídavkem mikroprvků a u ryb, které současně s podáváním mikroprvků prodělaly experimentální infekci *Aeromonas salmonicida*. V tabulce jsou parametry, u kterých byly zjištěny statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ).

| Skupina/parametry | hematologické        | imunologické                                    | plazmatické                                       |
|-------------------|----------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| C                 | ↑RBC; ↑HCT;<br>↓MCHC | ↑fagocytů<br>a ↓lymfocytů (%);<br>↑CL           | ↓ALP; ↓AST; ↓CHOL; ↑GLU;<br>↓Mg; ↓TP; ↓TAG; ↓UREA |
| Se 1,5            | ↑HCT; ↑MCV;<br>↓MCHC |                                                 | ↓AST; ↓CHOL; ↑GLU; ↓Mg;<br>↓TP; ↓TAG; ↓UREA       |
| Se 3              | ↓MCHC; ↑MCV          | ↑CL<br>(včetně přepočítané<br>na 1000 fagocytů) | ↓AST; CHOL; ↑GLU; ↓Mg;<br>↓TP; ↓TAG; ↓UREA        |
| Zn 15             | ↑HCT; ↓MCHC;<br>↑MCV |                                                 | ↓AST; ↓CHOL; ↑GLU; ↓Mg;                           |
| Zn 30             | ↓MCHC; ↑MCV          | ↓WBC;<br>↓fagocytů (%);<br>↓lymfocytů (G/l)     | ↓AST; ↓CHOL; ↓Mg;                                 |
| Se 3 + Zn 30      | ↓MCHC; ↑MCV          | ↓WBC; ↓lymfocytů<br>(G/l)                       | ↓AST; ↓CHOL; ↑GLU; ↓Mg;<br>↓UREA                  |

v extrémních případech může vést až k rozvoji dysmikrobie. Účinek obou mikroprvků může být závislý i na aktuálním složení mikrobioty, zejména z hlediska schopnosti využít selen a zinek a odolnosti vůči vyšším koncentracím obou prvků. V případě aplikace obou mikroprvků je nutné vzít v úvahu možné aditivní nebo multiplikativní účinky či vzájemné interakce látek (Feroci a kol. 2005). Vzhledem k negativnímu vlivu na bakterie mléčného kvašení by bylo možné v další fázi otestovat současnou aplikaci selenu a zinku v kombinaci s vhodnými probiotickými kmeny laktobakterií.

## Závěr

U ryb bez zátěže se nejlépe projevil přídatek selenu ve vyšší dávce, kdy došlo ke statisticky významnému ovlivnění ukazatelů červeného krevního obrazu a k rychlejšímu nástupu oxidativního vzplanutí periferních fagocytů. Po experimentální infekci se však vliv přídatku prvků neprokázal. U skupiny s přídatkem vyšší dávky selenu došlo k podobným změnám jako u kontrolní skupiny. Naopak kombinace obou prvků a přídatek vyšší dávky zinku se projevil snížením některých imunitních parametrů.

## Poděkování

Práce vznikla za finanční podpory projektu TAČR TN02000017 „Národní centrum biotechnologií ve veterinární medicíně“ (NaCeBiVet) a projektu NAZV QK21010030 „Globalizace, moderní technologie a změna klimatu jako zdroje nových možností a ohrožení pro chovný management lososovitých ryb“.

## Literatura

- Ferguson R.M., Merrifield D.L., Harper G.M., Rawling M.D., Mustafa S., Picchietti S., Balcázar J.L., Davies S.J., 2010. The effect of *Pediococcus acidilactici* on the gut microbiota and immune status of on-growing red tilapia (*Oreochromis niloticus*). Journal of Applied Microbiology 109(3):851–62.
- Feroci, G., Badiello, R., Fini, A., 2005. Interactions between different selenium compounds and zinc, cadmium and mercury. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 18(3):227–234.
- Chupani L., Niksirat H., Velíšek J., Stará A., Hradilová Š., Kolařík J., Panáček A., Zusková E., 2018. Chronic dietary toxicity of zinc oxide nanoparticles in common carp (*Cyprinus carpio* L.): Tissue accumulation and physiological responses. Ecotoxicology and Environmental Safety 147:110–116.

- Spry D.J., Hodson P. V., Wood C.M., 1988. Relative contributions of dietary and Waterborne zinc in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 45:32–41.
- Swain P. S., Rao S.B.N., Rajendran D., Dominic G., Selvaraju S., 2016. Nano zinc, an alternative to conventional zinc as animal feed supplement: a review. Animal Nutrition 2:134–141.
- Tan B., Mai K., 2001. Zinc methionine and zinc sulfate as sources of dietary zinc for juvenile abalone. *Haliotis discus hannai* Ino. Aquaculture 192:67–84.
- Watanabe T., Kiron V., Satoh S., 1997. Trace minerals in fish nutrition. Aquaculture 151:185–207.
- Willis J.N., Sunda W.G., 1984. Relative contributions of food and water in the accumulation of zinc by two species of marine fish. Marine Biology 80:273–279.
- Zhou X., Wang Y., Gu Q., Li W., 2009. Effects of different dietary selenium sources (selenium nanoparticle and selenomethionine) on growth performance, muscle composition and glutathione peroxidase enzyme activity of crucian carp (*Carassius auratus gibelio*). Aquaculture 291(1):78–81.

## **Výtažek z pelyňku pravého jako doplněk stravy v chovu kaprů: vliv na produkční parametry a hematologické a biochemické parametry po infekci KOI herpesvirem**

Všetičková L.<sup>1</sup>, Palíková M.<sup>1,2</sup>, Pojezdal L.<sup>3</sup>,  
Poštulková E.<sup>1</sup>, Mareš J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Zemědělská 1, 613 00 Brno

<sup>2</sup> Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ekologie a chorob zoozvířat, zvěře, ryb a včel, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

<sup>3</sup> Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v. v. i., Hudcova 296/70, 621 00, Brno

Email: lucie.vsetickova@mendelu.cz

### **Abstrakt**

Předmětem této studie bylo ověření vlivu přidavku alkoholové tinktury z pelyňku pravého (*Artemisia absinthium*) do krmiva pro kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Sto osmdesát kaprů bylo rozděleno do tří skupin po dvou opakováních, přičemž každé opakování obsahovalo 60 kaprů. Skupina kontrolní dostávala po celou dobu testu komerčně vyráběné krmivo, zatímco ryby v experimentálních skupinách byly krmeny po celou dobu pokusu stejným krmivem, ale s přídatkem 0,5 % (0,5P) a 1 % (1P) pelyňku. Sledovány byly produkční, hematologické a biochemické parametry a mortalita před a po infekční challenge Koi herpes virem (KHV). Experimentální infekci byli kapři vystaveni po ukončení krmného testu. Přídavek pelyňku na konci krmného testu významně neovlivnil délko-hmotnostní, produkční, hematologické ani biochemické parametry. U ryb, kterým byl pelyňek přidáván do krmiva, se po infekci KHV významně snížila mortalita a jejich imunitní systém nereagoval na infekci zvýšením počtu leukocytů jako u ryb v kontrolní skupině. Přídavek 0,5 % pelyňku do krmné dávky se, dle výsledků, jeví jako dostačující.

## Úvod

Pelyněk pravý (*Artemisia absinthium*) pochází z mírného pásma Evropy i Asie. Je to bylina, kterou běžně najdeme na neobhospodařovaných lokalitách po celém světě (Wang 2004). Pelyněk je znám pro své široké využití v potravinářském průmyslu a velmi časté je také jeho využití ve farmacii (Guarrera 2005). Tato rostlina je známá pro své blahodárné účinky na trávicí soustavu a zažívání. Jak uvádějí Bailen a kol. (2013) hořčiny obsažené v nati pelyňku pravého povzbuzují činnost žaludeční sliznice a sliznice střev, působí také na vylučování žluče, pozitivně ovlivňují vstřebávání živin ve střevě a vylučování metabolitů močí, čímž zlepšují celkový metabolismus organismu. Užívá se při nechutenství, střevních a žlučkových kolikách, ale působí např. i proti hlístům (Baies a kol. 2024). Všechna tato pozitiva jsou prokázána v humánní medicíně. Ve veterinární medicíně je pelyněk využíván u teplokrevných živočichů do bylinných směsí na doplnění minerálů a vitaminů, jako podpora léčby kožních problémů (svrab) a antihelmintikum (Baies a kol. 2024). U ryb jeho účinky nejsou prozatím příliš známy. Pouze Yousefi a kol. (2021) zkoumali účinky vodného extraktu pelyňku pravého na růst, vrozenou imunitu a oxidační stav kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Zjistili, že zařazení pelyňku do stravy juvenilních kaprů zvýšilo růstovou výkonnost a efektivitu krmení, zlepšilo vrozenou imunitu a antioxidační reakci a zdraví jater. Lze dohledat i další studie, které se zabývají vlivem pelyňku na zdraví a imunitu ryb, ale v nich bylo využito k experimentu výtažku z pelyňku ročního (*A. annua*), který neobsahuje tolik silic jako pelyněk pravý (Nguyen a kol. 2018). Cílem této studie bylo ověřit účinky pelyňku pravého na produkční, hematologické a biochemické parametry před a po infekci ryb Koi herpes virem (KHV).

## Metodika

Sto osmdesát klinicky zdravých kaprů obecných (rybníkářství Kinský Žďár, a. s.) bylo rozděleno do tří skupin po dvou opakováních, přičemž každé opakování obsahovala 60 kaprů. Skupina kontrolní dostávala po celou dobu testu komerčně vyráběné krmivo Standard Expanded 3 mm od firmy Skretting (protein 39 %, tuk 8 %, vláknina 2,7 %, popel 7,5 % s přidavkem vitaminů a minerálních látek). Ryby v experimentálních skupinách byly krmeny po celou dobu pokusu (75 dní) stejným krmivem, ale s přidavkem 0,5 % (0,5P) a 1 % (1P) pelyňku. Alkoholová tinktura z pelyňku byla na krmivo rovnoměrně rozptýlena rozprašovačem s jemným rozprachem a granule byly poté usušeny. Tinktura byla vyrobena v poměru 1 díl pelyňku a 3 díly alkoholu (prodejce Pure Brainmax). Dávka tinktury byla spočítána tak, aby

přídavek pelyňku odpovídal zvoleným koncentracím. Pro vlastní pokus bylo 30 kaprů o vyrovnané hmotnosti umístěno do 180litrových nádrží napájených recirkulačním systémem Nexus Easy 210 (Evolution Aqua, s.r.o., Česká republika), přičemž průměrná hmotnost v každé nádrži byla  $47,92 \pm 6,78$  g a  $47,25 \pm 9,20$  g ve skupině C;  $47,94 \pm 6,82$  g a  $47,60 \pm 10,03$  g ve skupině 0,5P a  $48,61 \pm 8,99$  g a  $47,27 \pm 7,83$  g ve skupině 1P. Před vlastním pokusem byly ryby po dobu dvou týdnů adaptovány na krmivo Standard Expanded 3 mm. Všechny testované ryby byly krmeny třikrát denně, přičemž denní krmná dávka odpovídala 3 % hmotnosti ryb v nádrži. Kontrolní vážení se provádělo každých 14 dní, po kterém byla denní krmná dávka přepočítána na základě aktuální hmotnosti ryb.

Teplota, obsah kyslíku, nasycení vody kyslíkem a pH vody byly měřeny každý den a obsah  $\text{N-NH}_4^+$ ,  $\text{N-NO}_2^-$  a  $\text{Cl}^-$  každý druhý den v průběhu testu. Během celého experimentu nebyly zaznamenány žádné významné rozdíly v parametrech kvality vody.

V průběhu experimentu bylo 45. a 75. den usmrceno vždy 10 ks ryb z akvária. Ryby byly omráčeny úderem do hlavy a po odběru krve byly usmrceny přetětím žaberních cév. U všech deseti ryb byly sledovány tyto parametry: celková délka (TL), hmotnost těla (w), hmotnost vyvrženého těla ( $w_{\text{evi}}$ ), hmotnost hepatopankreatu a hmotnost sleziny. Z těchto základních údajů byly poté vypočítány Fultonův koeficient (FC), Clarkův koeficient (CC), hepatosomatický index (HSI), viscerosomatický index (VSI) a splenosomatický index (LSI). Krev byla odebrána pouze od pěti ryb, a to z ocasní cévy (2 ml) do heparinizovaných injekčních stříkaček. Každý vzorek krve byl rozdělen na dvě části, z nichž jedna byla použita pro hematologické vyšetření: hemoglobin (HB), počet erytrocytů (ERY), počet leukocytů (LEUCO), hematokrit (HK), střední barevná koncentrace (MCHC), střední objem erytrocytu (MCV) a hemoglobin erytrocytu (MCH), zatímco druhá část byla odstředěna ( $4000 \times G$ , 10 minut) pomocí chladicí odstředivky a získaná plazma byla zmrazena a uložena při teplotě  $-75^\circ\text{C}$  až do další analýzy. Hematologické parametry (Svobodová a kol. 2012) byly stanoveny ihned po odběru krve. Krevní nátěry byly obarveny pomocí rychlé barvicí soupravy Hemacolor (Sigma-Aldrich). Biochemický profil krevní plazmy (alaninaminotransferáza (ALT), aspartátaminotransferáza (AST), laktátdehydrogenáza (LDH), alkalická fosfatáza (ALP), albumin (ALB), cholesterol (CHOL), kreatin (CREA), glukóza (GLUC), močovina (UREA), triacylglycerol (TAG), byly měřeny pomocí přístroje Konelab 20i a komerčně dostupných kitů (BioVendor, Česká republika).

Zbylé ryby (10 kaprů z každého akvária) byly 75. den (po ukončení krmného testu) převezeny na Výzkumný ústav veterinárního lékařství, kde byly vystaveny challenge Koi herpes virem (KHV) a po 40 dnech byl pokus ukončen, rybám byla odebrána krev a stanoveny parametry stejně jako před infekcí.

Produkční, krevní a biochemické parametry byly hodnoceny zvlášť pro expozice po 45 a 75 dnech. K hodnocení byla využita hierarchická analýza variance (ANOVA) s vnořením experimentální varianty do proměnné charakterizující příslušnost k danému akváriu. Akvárium bylo definováno jako proměnná s náhodným efektem. Hematologické a biochemické parametry po challenge byly hodnoceny pomocí jednocestné ANOVy. Data byla logaritmičsky transformována. Statistické analýzy byly provedeny v programu Statistica 14 (TIBCO Software Inc., 2020).

## Výsledky a diskuze

Nebyly zaznamenány žádné statisticky významné rozdíly v délce ani váze ryb, pouze u skupiny 0,5P je viditelný trend mírného nárůstu hmotnosti a rychlejšího růstu, a naopak pokles těchto parametrů u skupiny 1P. Tento trend je markantnější při odběrech po 75 dnech testu (viz Tabulka 1). Yousefi a kol. (2021) uvádějí, že 1% přídavek pelyňku do krmiva pro kapra zlepšuje růstovou výkonnost a efektivitu krmení. V této studii ale byl přidáván do krmiva vodný odvar z listů pelyňku, takže se dá předpokládat, že koncentrace silic byla v jejich pokusu v krmivu nižší než v našem případě, kdy byla použita komerčně vyráběná lihová tinktura (pro humánní využití) s deklarovaným množstvím účinné látky. Fultonův a Clarkův koeficient zůstaly stejné napříč všemi třemi skupinami. Yue a kol. (2024) u pokusu s okounkem pstruhovým (*Micropterus salmoides*) zjistili při dietě s přídavkem pelyňku ročního snížení obsahu jaterních lipidů a HSI. V této studii HSI nebyl ovlivněn, pouze se statisticky významně snížila hmotnost sleziny u skupiny 1P oproti kontrole po 75 dnech testu. Splenosomatický index byl významně nižší u obou experimentálních skupin po 45 dnech testu, zatímco po 75 dnech již významný rozdíl zaznamenán nebyl (Tabulka 1).

## Hematologické a biochemické parametry

U těchto parametrů nebyly zaznamenány žádné významné změny, u některých parametrů můžeme mluvit pouze o trendu. Rostoucí trend, kdy se s vyšší dávkou pelyňku zvyšují i hodnoty parametrů oproti kontrole, byl zaznamenán např. u HK, HB, počtu erytrocytů, počtu leukocytů, ALB, AST, LDH a TP. Naopak trend snižování hodnot, kdy zároveň s vyšší dávkou

**Tab. 1:** Produkční parametry po 45 a 75 dnech experimentu (průměr ± SD). Významné rozdíly jsou vyznačeny tučně, rozdíl mezi experimentálními skupinami a kontrolou jsou označeny hvězdičkou (\*  $P < 0,05$ ).

|                     | 45 dní             |                     |                     | 75 dní             |                    |                     |
|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                     | Kontrola           | 0,5P                | 1P                  | Kontrola           | 0,5P               | 1 P                 |
| TL (mm)             | 170,70 ± 11,28     | 171,15 ± 7,98       | 167,55 ± 11,51      | 187,9 ± 15,63      | 191,45 ± 15,01     | 180,25 ± 18,13      |
| W (g)               | 89,89 ± 19,03      | 89,97 ± 15,21       | 86,25 ± 18,35       | 134,48 ± 42,20     | 143,60 ± 38,43     | 118,36 ± 39,54      |
| w <sub>ev</sub> (g) | 80,28 ± 16,51      | 80,14 ± 13,44       | 76,98 ± 16,45       | 119,69 ± 38,36     | 127,50 ± 35,12     | 103,83 ± 33,64      |
| w jater (g)         | 1,90 ± 0,51        | 2,11 ± 0,60         | 1,85 ± 0,62         | 3,08 ± 1,32        | 3,19 ± 1,28        | 2,30 ± 0,74         |
| w sleziny (g)       | 0,23 ± 0,08        | 0,19 ± 0,05         | 0,17 ± 0,06         | <b>0,26 ± 0,09</b> | <b>0,21 ± 0,05</b> | <b>0,19 ± 0,10*</b> |
| FC                  | 3,07 ± 0,20        | 3,09 ± 0,26         | 3,14 ± 0,27         | 3,24 ± 0,23        | 3,23 ± 0,27        | 3,21 ± 0,28         |
| CC                  | 2,75 ± 0,17        | 2,75 ± 0,23         | 2,80 ± 0,24         | 2,88 ± 0,21        | 2,87 ± 0,27        | 2,82 ± 0,17         |
| HIS (%)             | 2,43 ± 0,69        | 2,63 ± 0,64         | 2,36 ± 0,45         | 2,56 ± 0,57        | 2,48 ± 0,65        | 2,26 ± 0,46         |
| VSI (%)             | 10,59 ± 1,24       | 10,91 ± 1,25        | 10,75 ± 1,58        | 11,16 ± 1,41       | 11,43 ± 1,98       | 11,92 ± 3,61        |
| LSI (%)             | <b>0,29 ± 0,09</b> | <b>0,23 ± 0,04*</b> | <b>0,23 ± 0,09*</b> | 0,22 ± 0,07        | 0,17 ± 0,04        | 0,18 ± 0,05         |

0,5P (skupina s přidavkem 0,5 % pelyňku), 1P (skupina s přidavkem 1 % pelyňku), TL (celková délka těla), w (hmotnost), w<sub>ev</sub> (hmotnost vyvržené ryby), FC (Fultonův kondiční faktor), CC (Clarkův kondiční faktor), HIS (hepatosomatický index), VSI (viscerosomatický index), LSI (splenosomatický index)

**Tab. 2:** Hematologické a biochemické parametry po 45 a 75 dnech experimentu (průměr ± SD). U žádného z parametrů nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.

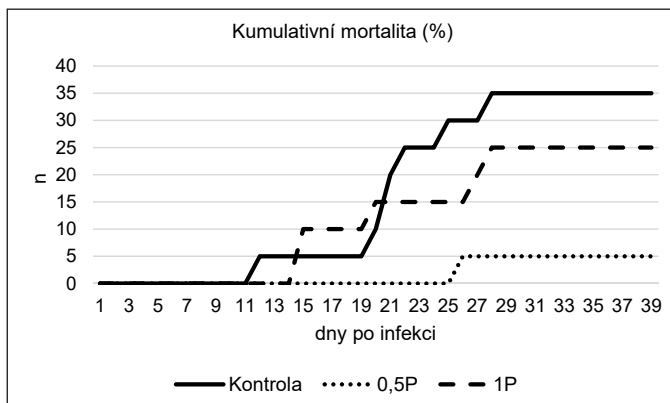
|                              | 45 dní         |                | P              | 75 dní         |                |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                              | Kontrola       | 0,5P           |                | Kontrola       | 0,5P           |
| HK (g.l <sup>-1</sup> )      | 0,32 ± 0,02    | 0,34 ± 0,03    | 0,37 ± 0,03    | 0,34 ± 0,04    | 0,33 ± 0,02    |
| HB (g.l <sup>-1</sup> )      | 82,77 ± 5,86   | 85,24 ± 6,00   | 93,88 ± 5,76   | 81,81 ± 7,70   | 81,54 ± 5,71   |
| ERY (T.l <sup>-1</sup> )     | 1,64 ± 0,25    | 1,76 ± 0,23    | 1,94 ± 0,30    | 1,81 ± 0,36    | 1,70 ± 0,26    |
| LEUCO (G.l <sup>-1</sup> )   | 29,55 ± 7,43   | 31,2 ± 10,79   | 33,50 ± 14,64  | 43,50 ± 15,21  | 37,45 ± 8,58   |
| MCHC (g.l <sup>-1</sup> )    | 232,28 ± 65,19 | 253,54 ± 7,79  | 257,84 ± 8,46  | 242,14 ± 9,46  | 253,91 ± 8,39  |
| MCV (fl)                     | 199,93 ± 30,26 | 192,73 ± 17,55 | 191,28 ± 30,68 | 192,46 ± 32,93 | 192,17 ± 24,19 |
| MCH (pg)                     | 51,49 ± 7,80   | 48,94 ± 5,81   | 49,27 ± 7,84   | 46,57 ± 7,91   | 48,77 ± 5,98   |
| ALB (g.l <sup>-1</sup> )     | 7,31 ± 2,02    | 8,29 ± 1,85    | 8,42 ± 1,03    | 9,47 ± 3,13    | 9,28 ± 1,67    |
| ALP (μkat.l <sup>-1</sup> )  | 0,34 ± 0,08    | 0,32 ± 0,11    | 0,32 ± 0,08    | 0,34 ± 0,08    | 0,37 ± 0,07    |
| ALT (μkat.l <sup>-1</sup> )  | 0,09 ± 0,04    | 0,09 ± 0,03    | 0,11 ± 0,05    | 0,06 ± 0,02    | 0,06 ± 0,02    |
| AST (μkat.l <sup>-1</sup> )  | 2,25 ± 1,66    | 2,32 ± 0,82    | 3,12 ± 1,47    | 2,08 ± 0,81    | 1,95 ± 0,71    |
| CHOL (mmol.l <sup>-1</sup> ) | 6,27 ± 0,72    | 6,47 ± 0,52    | 6,46 ± 0,77    | 6,08 ± 2,11    | 5,67 ± 1,80    |
| CREA (μmol.l <sup>-1</sup> ) | 10,91 ± 4,88   | 8,07 ± 3,53    | 4,73 ± 2,21    | 7,10 ± 3,23    | 7,12 ± 5,72    |
| GLUC (mmol.l <sup>-1</sup> ) | 4,06 ± 0,97    | 4,06 ± 0,94    | 4,31 ± 0,72    | 4,47 ± 1,20    | 4,37 ± 0,71    |
| LDH (μkat.l <sup>-1</sup> )  | 10,13 ± 12,41  | 10,37 ± 8,81   | 14,75 ± 12,38  | 4,75 ± 4,67    | 5,89 ± 7,42    |
| TP (g.l <sup>-1</sup> )      | 27,79 ± 2,21   | 30,23 ± 2,72   | 30,53 ± 2,34   | 31,55 ± 3,18   | 28,54 ± 4,17   |
| TAG (mmol.l <sup>-1</sup> )  | 4,00 ± 1,40    | 4,20 ± 1,40    | 3,78 ± 1,02    | 4,23 ± 1,41    | 4,32 ± 1,34    |
| UREA (mmol.l <sup>-1</sup> ) | 2,55 ± 0,50    | 2,94 ± 0,52    | 2,44 ± 0,72    | 2,86 ± 0,96    | 2,55 ± 1,02    |

0,5P (skupina s přídatkem 0,5 % pelyňku), 1P (skupina s přídatkem 1 % pelyňku), HK (hematokrit), HB (hemoglobin), ERY (počet erytrocytů), LEUCO (počet leukocytů), MCHC (střední koncentrace hemoglobinu v erytrocytech), MCV (střední objem erytrocytů), MCH (střední hemoglobin v erytrocytech), ALB (albumin), ALP (alkalická fosfatáza), ALT (alaninaminotransferáza), AST (aspartátaminotransferáza), LDH (laktátdehydrogenáza), CHOL (cholesterol), CREA (kreatin), GLUC (glukóza), LDH (laktátdehydrogenáza), TAG (celkový protein), TP (celkový protein), UREA (močovina)

pelyňku, se snižovaly hodnoty, byl zaznamenán u MVC, ALP a CREA (Tabulka 2). Výše zmíněné trendy jsou však patrné pouze po 45 dnech krmení pelyňkem, po 75 dnech dojde u experimentálních skupin k vyrovnaní hodnot a trend již není patrný. U CREA došlo po 45 i 75 dnech pokusu k prudkému poklesu hodnot u skupiny 1P. Kvůli poměrně vysokým směrodatným odchylkám není tento pokles statisticky významný, i když hodnoty u 1P jsou o 56,6 % (45 dní) a 38,6 % (75 dní) nižší oproti kontrole (Tabulka 2). Stejný vliv přídavku pelyňku do diety pro pstruha duhového (*Oncorhynchus mykiss*) zaznamenali Gholamhosseini a kol. (2020). CREA indikuje zdraví ledvin a jakékoli poškození ledvin se projeví zvýšením CREA v krevní plazmě. Nižší hodnoty u experimentálních skupin by mohlo naznačovat zlepšení účinnosti renálního systému.

## Challenge KHV

Z Grafu 1 můžeme vyčíst, že 0,5% přídavek pelyňku do krmiva snížil mortalitu kaprů po infekci KHV ( $P \leq 0,05$ ). U 1% přídavku byla mortalita ryb po infekci sice nižší oproti kontrole ( $P \leq 0,05$ ), ale vyšší v porovnání se skupinou 0,5P. Při analýze hematologických parametrů po infekci byl statisticky významný ( $P \leq 0,05$ ) pokles leukocytů. U kaprů z kontrolní skupiny dosahovaly leukocyty  $70,15 \pm 24,23 \text{ G.l}^{-1}$  u experimentálních skupin byl jejich počet téměř o polovinu nižší  $42,32 \pm 14,15 \text{ G.l}^{-1}$  (0,5P) a  $45,00 \pm 19,79 \text{ G.l}^{-1}$  (1P). Imunitní systém kaprů, kterým bylo podáváno krmivo s pelyňkem tedy po kontaktu s KHV nereagovalo prudkým zvýšením leukocytů, jako je tomu u kontrolní skupiny, kde se po infekci počet leukocytů zdvojnásobil v porovnání s hodnotami před virovou challenge.



**Graf 1:** Kumulativní mortalita kaprů po infekční challenge KHV.

## Závěr

Přídavek pelyňku významně neovlivnil délko-hmotnostní, produkční, hematologické ani biochemické parametry. U ryb, kterým byl pelyněk přidáván do krmiva se po infekci KHV snížila mortalita a jejich imunitní systém nereagoval na infekci zvýšením počtu leukocytů. Přídavek 0,5 % pelyňku do krmné dávky se dle výsledků jeví jako dostačující.

## Poděkování

Poděkování patří Dr. Michalu Šorfovi a za statistické zpracování dat a Technologické agentuře ČR, projektu TAČR TN02000017 „Národní centrum biotechnologií ve veterinární medicíně“ (NaCeBiVet) za finanční podporu.

## Literatura

- Baies M.H., Cotutiu V.D., Spinu M., Mathe A., Cozma-Petrut A., Bolboaca S.D., Engberg R.M., Collin A., Cozma V., 2024. In vivo assessment of the antiparasitic effects of *Allium sativum* L. and *Artemisia absinthium* L. against gastrointestinal parasites in swine from low-input farms. BMC Veterinary Research 20(1):126.
- Gholamhosseini A., Hosseinzadeh S., Soltanian S., Banaee M., Sureda A., Rakhshaninejad M., Heidari A.A., Anbapour H., 2021: Effect of dietary supplements of *Artemisia dracunculus* extract on the haemato-immunological and biochemical response, and growth performance of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Research 52:2097-2109.
- Guarrera P. M., 2005: Traditional phytotherapy in CentralItaly (Marche, Abruzzo, and Latium). Fitoterapia. 76(1):1–25.
- Nguyen H.T., Sárosi S.T., Llores-Molina J.A., Ladányi M., Zámbořine-Németh É., 2018.Compositional variability in essential oils of twelve wormwood (*Artemisia absinthium* L.) accessions grown in the same environment. Journal of Essential Oil Research 30(6):421-430.
- Soares M.P., Cardoso I.L., Araújo F.E., De Angelis C.F., Mendes R., Mendes L.W., Fernandes M.N., Jonsson C.M., do Nascimento de Queiroz S.C., Duarte M.C.T., Rantin F.T., Sampaio F.G., 2022. Influences of the alcoholic extract of *Artemisia annua* on gastrointestinal microbiota and performance of Nile tilapia. Aquaculture 560:738521.
- Svobodová Z., Pravda D., Modrá H., 2012. Metody hematologického vyšetřování ryb. Edice metodik. Vodňany: FROV JU; p. 38.
- TIBCO Software Inc. (2020). Data Science Workbench, version 14. <http://tibco.com>.

- Wang W.M., 2004: On the origin and development of *Artemisia* (Asteraceae) in the geological past. *Botanical Journal of the Linnean Society* 145(3):331–336.
- Yousefi M., Zahedi S., Reverter M., Adineh H., Hoseini S.M., Van Doan H., El-Haroun E.R., Hoseinifar S.H., 2021: Enhanced growth performance, oxidative capacity and immune responses of common carp, *Cyprinus carpio* fed with *Artemisia absinthium* extract-supplemented diet. *Aquaculture* 547: 737167.
- Yue R., Dong W., Feng Z., Jin T., Wang W., He Y., Chen Y., Lin S., 2024. Effects of three tested medicinal plant extracts on growth, immune function and microflora in juvenile largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquaculture Reports* 36: 102075.

---

Název: Nové poznatky ve výživě ryb  
Současné trendy ve využití aditiv vhodných pro ryby  
Sborník příspěvků z workshopu

Editor: Ing. Lucie Všeticková, Ph.D.

Vydala: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Tisk: Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně,  
Zemědělská 1, 613 00 Brno

Vydání: první, 2025

Náklad: 60 ks

Počet stran: 36

Za jazykovou a věcnou stránku příspěvků odpovídají jednotliví autoři.  
Editor provedl pouze nezbytné úpravy pro přípravu tisku.

ISBN 978-80-7701-053-5

