

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD**

**Technologie výroby psích salámů z nevyužitých částí ryb
vzniklých při zpracování**

R. Gebauer, Md Abdul Baten, P. Gápová, Z. Fuka, Z. Machová, J. Hora, A. Tomčala, J. Mráz

č. 214

Vodňany

ISBN 978-80-7514-235-1

Publikace byla zpracována za finanční podpory projektu Technologické agentury ČR
TQ03000277) – Valorizace odpadů z intenzivní akvakultury a zpracování ryb – 100 %

Obsah

- 1. Úvod do problematiky**
 - 1.1. Paradox produkce potravin a jejich ztrát v řetězci**
 - 1.2. Výhled produkce rybářství**
 - 1.3. Zpracování ryb z globálního pohledu**
 - 1.4. Situace v Evropě a výhled**
 - 1.5. Situace v ČR**
 - 1.6. Případová studie zpracování a využití vedlejších produktů kapra**
 - 1.7. Legislativní možnosti zpracování nevyužitých vedlejších produktů**
 - 1.8. Technologické možnosti malých a středních podniků**
- 2. Cíle**
- 3. Místa ověřování technologie**
- 4. Popis technologie a výsledky**
 - 4.1. Experiment 1 – Produkce odpadu, zpracování rybího baaderu vč. nákladů**
 - 4.1.1. Technologický postup
 - 4.1.2. Výsledky
 - 4.2. Experiment 2 – Průzkum trhu – ceny a složení**
 - 4.2.1. Technologický postup
 - 4.2.2. Výsledky
 - 4.3. Experiment 3 – Experiment 3 – Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby**
 - 4.3.1. Technologický postup
 - 4.3.2. Výsledky
 - 4.4. Experiment 4 – Makroživinové složení vyvinutých salámů pro psy, vitamín C a minerály**
 - 4.4.1. Technologický postup
 - 4.4.2. Výsledky
 - 4.5. Experiment 5 – Aminokyseliny ve vyvinutých salámech pro psy**
 - 4.5.1. Technologický postup
 - 4.5.2. Výsledky
 - 4.6. Experiment 6 – Mastné kyseliny ve vyvinutých salámech pro psy**
 - 4.6.1. Technologický postup
 - 4.6.2. Výsledky
 - 4.7. Experiment 7 – Oxidace lipidů a mikrobiální kontaminace**
 - 4.7.1. Technologický postup
 - 4.7.2. Výsledky
- 5. Ekonomický přínos technologie**
- 6. Uplatnění technologie v praxi**
- 7. Seznam literatury**
- 8. Poděkování**

1. Úvod do problematiky

1.1. Paradox produkce potravin a jejich ztrát řetězci

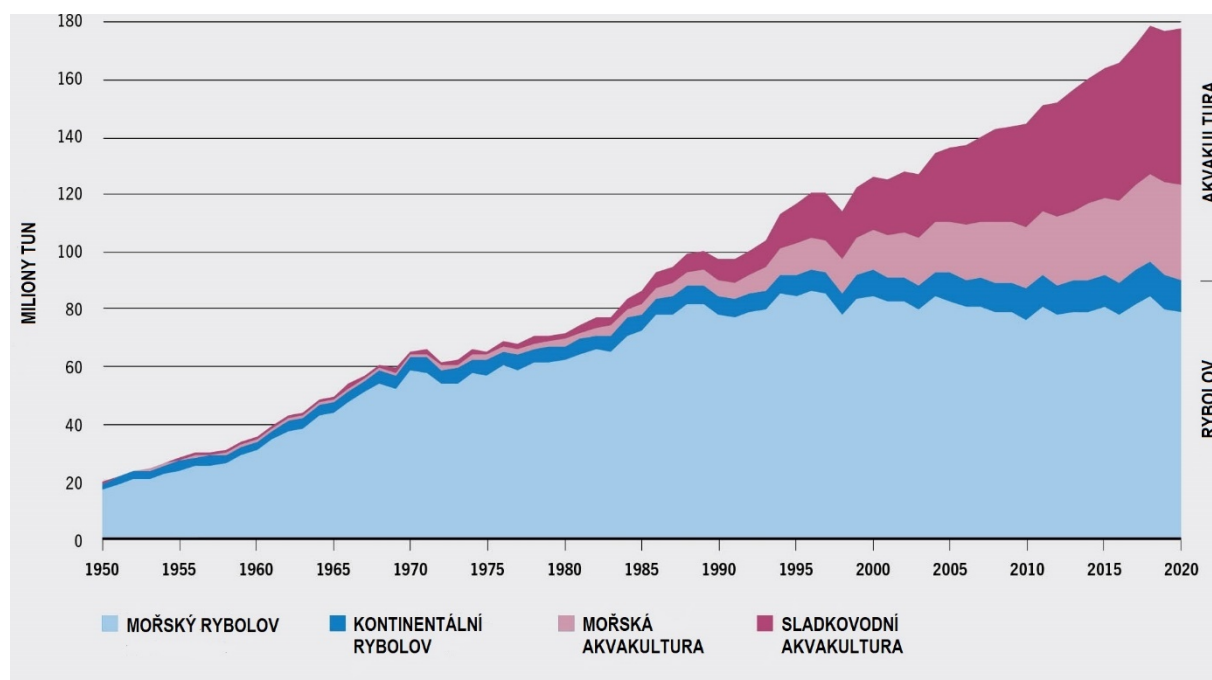
Dostatek potravin a potravinová bezpečnost představuje jednu z klíčových výzev rostoucí populace a globálního rozvoje (Borlaug, 2002). Podle současných projekcí bude nutné do poloviny 21. století navýšit světovou produkci potravin zhruba o 70 % (Searchinger a kol., 2019). Tento růst poptávky však přichází v době, kdy jsou přírodní zdroje již nyní pod silným tlakem v důsledku intenzifikace zemědělství, nadměrného využívání krajiny, znečištění a degradace ekosystémů (Godfray a kol., 2010; Alexandratos a Bruinsma, 2012). Podle odhadů je už dnes téměř polovina globální produkce potravin závislá na překračování planetárních mezí udržitelného využívání zdrojů (Gerten a kol., 2020), a to včetně evropského prostoru (EEA/FOEN, 2020). Pokud bychom tyto limity skutečně respektovali, současný potravinový systém by dokázal zajistit plnohodnotnou stravu pouze pro zhruba třetinu světové populace (Gerten a kol., 2020). Z těchto důvodů je zřejmé, že bez hlubší transformace potravinových systémů se neobejdeme. Klíčovými oblastmi jsou zejména změna stravovacích návyků, výrazně efektivnější nakládání s vodou a živinami. Další opatření jsou snižování ztrát a plýtvání napříč celým potravinovým řetězcem „od farmy po vidličku“.

Přibližně třetina veškerých potravin určených pro lidskou spotřebu je v současnosti ztracena nebo znehodnocena, což odpovídá zhruba 8 % všech globálních emisí skleníkových plynů způsobených lidskou činností (FAO, 2015). Ztráty potravin zároveň odhalují nerovnováhu současného potravinového systému (např. v EU se každoročně vyhodí přibližně 88 milionů tun potravin, zatímco v roce 2017 mělo 112 milionů obyvatel EU omezený přístup k vhodným potravinám a zdravé výživě). Potravinový odpad se podílí až 16 % na celkovém emisním dopadu (v různých kategoriích) v rámci celého evropského potravinového řetězce. Nedávné odhady uvádějí, že ztráty potravin v Evropě představují přibližně 186 Mt CO₂-ekv. (potenciál globálního oteplování), 1,7 Mt SO₂-ekv. (potenciál acidifikace) a 0,7 Mt PO₄-ekv. (potenciál eutrofizace). Z hlediska kategorií potravin vykazují nejvyšší environmentální dopady potraviny živočišného původu (Scherhauser a kol., 2018).

1.2. Výhled produkce rybářství

Ryby a další vodní organismy patří k nejcennějším zdrojům živočišné výživy. Jsou bohaté na vysoce kvalitní, dobře stravitelné bílkoviny. Dále obsahují významné množství esenciálních mastných kyselin, zejména omega-3, a poskytují široké spektrum vitamínů a minerálních látek (Willett, 1994; Lichtenstein a kol., 2006; Mozaffarian a Rimm, 2006). Téměř pětina veškerého světového příjmu živočišných bílkovin pochází právě z ryb a mořských plodů (FAO, 2022), což podtrhuje jejich nenahraditelnou roli v globální výživě. Světová spotřeba ryb se v uplynulých desetiletích výrazně zvýšila. Mezi lety 1960 a 2012 se téměř zdvojnásobila z 10 kg na osobu ročně na přibližně 20 kg. Tento trend odráží rostoucí význam jak tradičního rybolovu, tak zejména akvakultury, která se stala klíčovým pilířem zajišťování potravinové bezpečnosti. Rybářství kombinující produkci z volného rybolovu a chov ryb v akvakultuře je dnes nejrychleji rostoucím odvětvím produkce potravin na světě (FAO, 2022). Během posledních sedmi dekád prošlo mimořádně dynamickým rozvojem (obr. 1) a pevně se začlenilo do globálního potravinového systému (Bostock a kol., 2010). Zároveň se ukazuje, že právě akvakultura bude muset v následujících desetiletích převzít hlavní roli v uspokojování poptávky. Pokud má zůstat produkce volně žijících ryb, která dlouhodobě stagnuje, na současné úrovni, bude nutné, aby

produkce akvakultury do roku 2050 vzrostla na zhruba 140 milionů tun (Waite a kol., 2014). Bez tohoto růstu nebude možné zajistit stabilní zásobování světové populace rybími produkty.



Obr. 1. Vývoj produkce světového rybářství a akvakultury (FAO, 2022).

1.3. Zpracování ryb z globálního pohledu

V roce 2022 bylo přibližně 89 % celkové produkce akvakultury, tedy zhruba 165 milionů tun, určeno pro lidskou spotřebu. Zbývajících 11 % (asi 20,4 milionu tun) bylo využito pro nepotravinářské účely, především pro výrobu rybí moučky a rybího oleje, které se běžně používají jako složky krmných směsí pro hospodářská zvířata (FAO, 2024). V produkci rybářství určené k lidské spotřebě se metody zpracování značně liší podle regionálních preferencí, tržní poptávky a technologických možností. Více než 70 % všech ryb je dále zpracováváno před uvedením na trh (Hou a kol., 2016). Tento posun vede k významnému nárůstu množství vedlejších produktů vznikajících při zpracování ryb.

Na základě statistik FAO (2022) lze využití ryb a dalších vodních živočichů pro lidskou spotřebu rozdělit následovně:

- živé, čerstvé nebo chlazené produkty: 44 %,
- mražené produkty: 35 %,
- připravené a konzervované produkty: 11 %,
- konzervované tradičními metodami (sušení, solení, uzení, fermentace): 10 %.

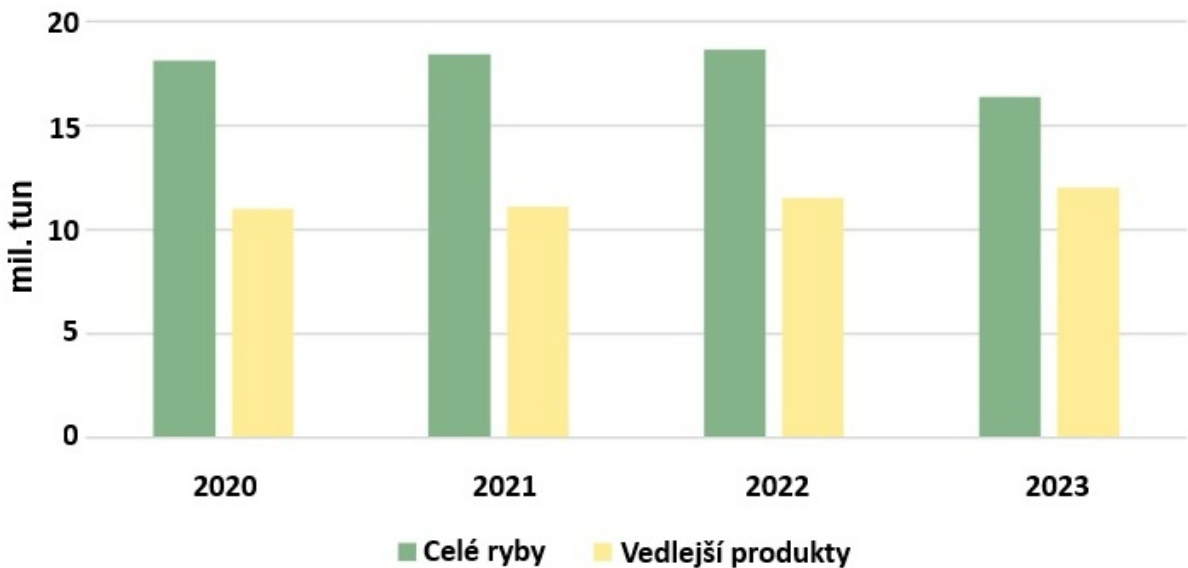
Toto rozložení se napříč světem výrazně liší. Například v Evropě a Severní Americe převažuje spotřeba zpracovaných forem potravin, jako jsou mražené či konzervované výrobky, zatímco v Asii a Africe se tradičně obchodují živé ryby, popř. se více využívají metody solení, uzení a sušení pro prodloužení trvanlivosti rybí produkce (FAO, 2022). Se zlepšující se ekonomickou situací globálně lze však usoudit, že se trendy z Evropy a Severní Ameriky budou dále rozšiřovat také v zemích Asie a Afriky, tzn. rozšíření zpracovaných ryb a mořských

produktů do forem jako jsou filety, porce, konzervy či hotová jídla, zatímco prodej živých ryb bude klesat.

Při filetování, porcování či jiné úpravě vzniká 40–60 % hmotnosti rybí suroviny ve formě tzv. vedlejších produktů, které obvykle zahrnují: ořezy (15–20 %), kůži a ploutve (1–3 %), kosti (9–15 %), hlavy (9–12 %), vnitřnosti (12–18 %) a šupiny (5 %), přičemž jsou tyto vedlejší produkty druhově specifické, ale také závislé na použité technologii (Martínez-Alvarez a kol., 2015). To znamená, že uvedených 165 milionů tun určených k lidské spotřebě zahrnuje nejen výsledný produkt požitelný, ale také vedlejší produkty včetně odpadů vznikající během zpracování (FAO, 2022). Tyto části přitom představují nutričně velmi cenný zdroj bohaté na vysoký podíl živočišných bílkovin, lipidů s omega-3 mastnými kyselinami, minerálních látek a kolagenu.

Co se týče zpracování těchto vedlejších produktů na cenné suroviny, některé rybářské lodě jsou vybaveny k jejich uchování či přímému zpracování na palubě, zatímco pobřežní závody vyvinuly systémy rychlého centrálního sběru, který zajišťuje stabilní odběr od zpracovatelů. Stále více velkých provozovatelů akvakultury má navíc dnes přístup k pokročilým technologiím pro konzervaci a zpracování vedlejších produktů na rybí moučku a rybí olej, zejména v případě chovů lososovitých, vrubozubcovitých (tlamouni) a pangasovitých ryb (IFFO, 2024).

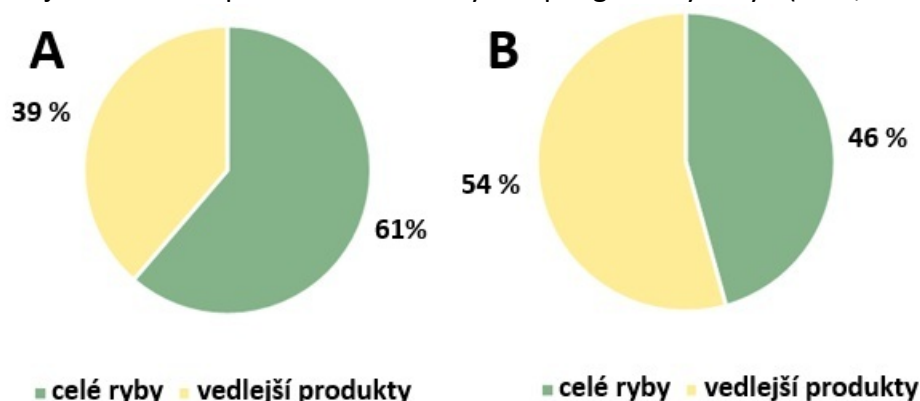
Při analýze průmyslových sektorů v USA, Norsku a Vietnamu bylo zjištěno, že zkoumané akvakulturní sektory produkovaly ročně 5 milionů tun výsledných produktů, z toho 3 miliony tun (59 %) pro lidskou spotřebu a 2 miliony tun (41 %) jako vedlejší produkty, nebo ztráty (Love a kol., 2024). Z vedlejších produktů bylo využito v průměru 72 %, přičemž akvakultura má vyšší míru využití než rybolov. Nižší míry u rybolovu souvisely s kratší sezónou, odlehlými lokalitami, náklady na zpracování a regulacemi umožňujícími likvidaci odpadu (Love a kol., 2024). Autoři však poukázali na to, že rozdíly ve využití mohou být ovlivněny také rozlohou a kapacitou provozu.



Obr. 2. Využití celých ryb a vedlejších produktů na výrobu rybí moučky a rybího oleje pro období 2020-2023 (IFFO, 2024). Je patrný rostoucí trend u využití vedlejších produktů.

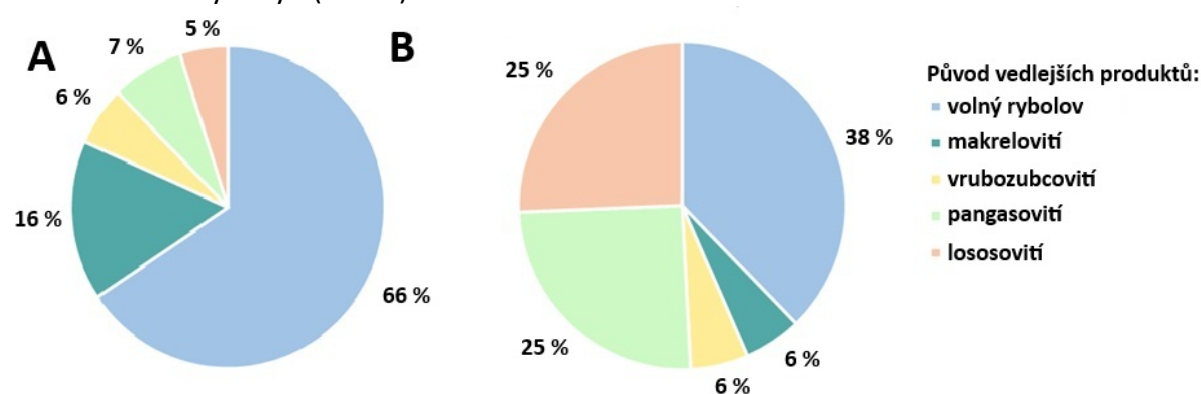
Rostoucí využívání vedlejších produktů jako suroviny pro výrobu cenných surovin má pozitivní trend. Pomáhá snižovat množství odpadu a zároveň přispívá k produkci vysoce cenných hodnotných výrobků, které podporují zdraví lidí i zvířat (Otero a kol., 2021). Nárůst využívání vedlejších produktů na výrobu rybí moučky a rybího oleje v letech 2020 až 2023 ukazuje obr. 2 (IFFO, 2024).

V roce 2023 pocházelo 39 % celosvětové produkce rybí moučky z vedlejších produktů (obr. 3). Podíl rybího oleje vyrobeného z vedlejších produktů je ještě vyšší. V roce 2023 tvořil 54 % celkové produkce rybího oleje (obr. 3). Tento vyšší podíl souvisí s vysokým výnosem rybího oleje z ořezů ze zpracoven lososovitých a pangasovitých ryb (IFFO, 2024).



Obr. 3. Podíl rybí moučky (3A) a rybího oleje (3B) vyrobeného z vedlejších produktů a z celých ryb (IFFO, 2024).

Analýza IFFO (2024) dále ukazuje, že v roce 2023 pocházelo 66 % suroviny pro výrobu rybí moučky z vedlejších produktů z volného rybolovu, 16 % z makrelovitých (převážně tuňáci), 7 % z pangasovitých, 6 % z vrubozubcovitých (převážně tlamouni) a 5 % z lososovitých ryb (obr. 4). V roce 2023 pocházelo 38 % vedlejších produktů pro výrobu rybího oleje z volného rybolovu, 25 % z pangasovitých, 25 % z lososovitých, 6 % z makrelovitých a 6 % z vrubozubcovitých ryb (obr. 4).



Obr. 4. Podíl zdrojů surovin na produkci rybí moučky (4A) a rybího oleje (4B) vyrobených z vedlejších produktů v roce 2023 (IFFO, 2024).

Navzdory pozitivnímu trendu zůstává řešení ztrát a plýtvání potravinami významnou výzvou. Podle odhadu z roku 2021 činily globální ztráty a odpad jedlých produktů z rybolovu a akvakultury přibližně 14,8 % celkové produkce, přičemž největší podíl tohoto odpadu vzniká při zpracování na souši (IFFO, 2024). Zvyšování efektivity zpracování proto představuje zásadní krok ke snížení těchto ztrát a k posílení udržitelnosti a efektivity potravinového systému (IFFO, 2024). Přesto, jak upozornili Jackson a Newton (2016), až 12 milionů tun vedlejších produktů

ryb vhodných pro lidskou spotřebu je dosud nevyužito. Největší nevyužitý potenciál má Asie, ale i Evropa a Latinská Amerika.

1.4. Situace v Evropě a výhled

Evropa jako kontinent představuje s přibližně 16,7 % v roce 2022 významného hráče v globálním rybolovu. V roce 2023 činila produkce rybolovu v Evropě 14,4 milionu tun, zatímco v EU dosáhla 3,3 milionu tun. V rámci celé Evropy se jedná o nestabilní trend. V EU je potom tento trend dlouhodobě klesající.

V roce 2022 dosáhla evropská akvakultura celkové produkce přibližně 2,9 milionu tun ryb, z čehož zhruba 535 tisíc tun pocházelo ze členských států Evropské unie. Struktura produkce byla výrazně ovlivněna podílem mořských druhů, které tvořily přibližně 86 % veškeré evropské akvakultury, zatímco sladkovodní druhy představovaly asi 14 % (MZe, 2025). Produkce evropských nečlenských států zůstala stabilní a stejně jako v roce 2021 činila zhruba 2,3 milionu tun, přičemž samotné Norsko vyprodukovalo přibližně 1,6 milionu tun lososa obecného (*Salmo salar*). Evropská akvakultura má potenciál sehrát významnou roli v naplňování budoucí globální poptávky po rybách, a to jak prostřednictvím mořských, tak sladkovodních druhů. Může tak přispět k částečnému snížení tlaku na volně žijící rybí populace ryb (např. pstruha obecného, *Salmo trutta*; mníka jednovousého, *Lota lota*; lipana podhorního, *Thymallus thymallus*; popř. mořských druhů ryb např. z čeledí makrelovitých a mečounovitých) a ke zmírnění degradace mořských ekosystémů způsobené nadměrným rybolovem.

Možnosti rozsáhlejšího růstu evropské akvakultury jsou však v současnosti omezené. Sektor čelí několika zásadním překážkám, mezi které patří zejména:

- rostoucí výrobní náklady;
- zpřísňující se environmentální regulace (např. Rámcová směrnice o vodách, soustava Natura 2000);
- škody způsobované rybožravými predátory (např. volavka popelavá, *Ardea cinerea*; kormorán velký, *Phalacrocorax carbo*; vydra říční, *Lutra lutra*);
- nerovné konkurenční podmínky při dovozu ryb ze třetích zemí, které oslabují konkurenceschopnost evropských producentů.

Tyto faktory významně limitují expanzi akvakulturního sektoru, přestože poptávka po rybích produktech v Evropě i celosvětově nadále roste MZe, 2025.

Ke zvýšení produkce při současném respektování ekologických limitů je nezbytné zavádět technologicky pokročilá a dlouhodobě udržitelná řešení, která kombinují environmentální, ekonomické i sociální aspekty (Alexander a kol., 2015). Perspektivní směr představují moderní produkční systémy schopné výrazně zvýšit efektivitu využívání zdrojů, například integrovaná multitrofická akvakultura (začlenění sekundárního organismu či procesu do chovného systému, který profituje z hlavního cílového druhu, například ryb), bioflok (udržitelný systém využívající mikrobiální komunitu k čištění vody a zároveň k produkci doplňkového zdroje potravy pro chované organismy), recirkulační akvakulturní systémy (RAS) či další provozy založené na principech cirkulární bioekonomiky, včetně zvýšení efektivity samotného zpracovatelského řetězce. Tyto přístupy jsou plně v souladu s aktuálními evropskými i národními strategiemi podporujícími přechod na cirkulární hospodářství, minimalizaci odpadů a maximalizaci hodnoty biologických zdrojů.

Evropská akvakultura v posledních letech prošla výrazným technologickým posunem a stále více se profiluje jako perspektivní sektor živočišné výroby. Tento trend se postupně promítá i v České republice, kde dochází k modernizaci produkčních technologií, rozšíření RAS a ke zvyšování zájmu o zpracování ryb a efektivní využití rybí biomasy.

Cirkulární neboli oběhové hospodářství představuje klíčový pilíř současného pojetí udržitelného rozvoje. Jeho podstatou je maximalizace hodnoty materiálů a energie v systému tak, aby byly přírodní zdroje využívány co nejefektivněji a zbytečně se neztrácely (Haupt a Hellweg, 2019). Tento princip se promítá do širokého spektra evropských strategií a iniciativ, jejichž společným cílem je vybudovat odolné, environmentálně šetrné a ekonomicky životaschopné potravinové systémy, schopné lépe reagovat na krizové situace včetně těch, jež odhalila pandemie COVID-19 (2019-2023). V rámci těchto snah hraje významnou roli také udržitelná akvakultura, zejména provozovaná malými a středními podniky (SME), které tvoří páteř evropského rybářského sektoru. Podpora jejich rozvoje je jednou z priorit Evropské komise a je integrována i do národních strategických dokumentů členských států, které usilují o zvýšení soběstačnosti, inovací a efektivity v oblasti produkce ryb a využívání vodních zdrojů.

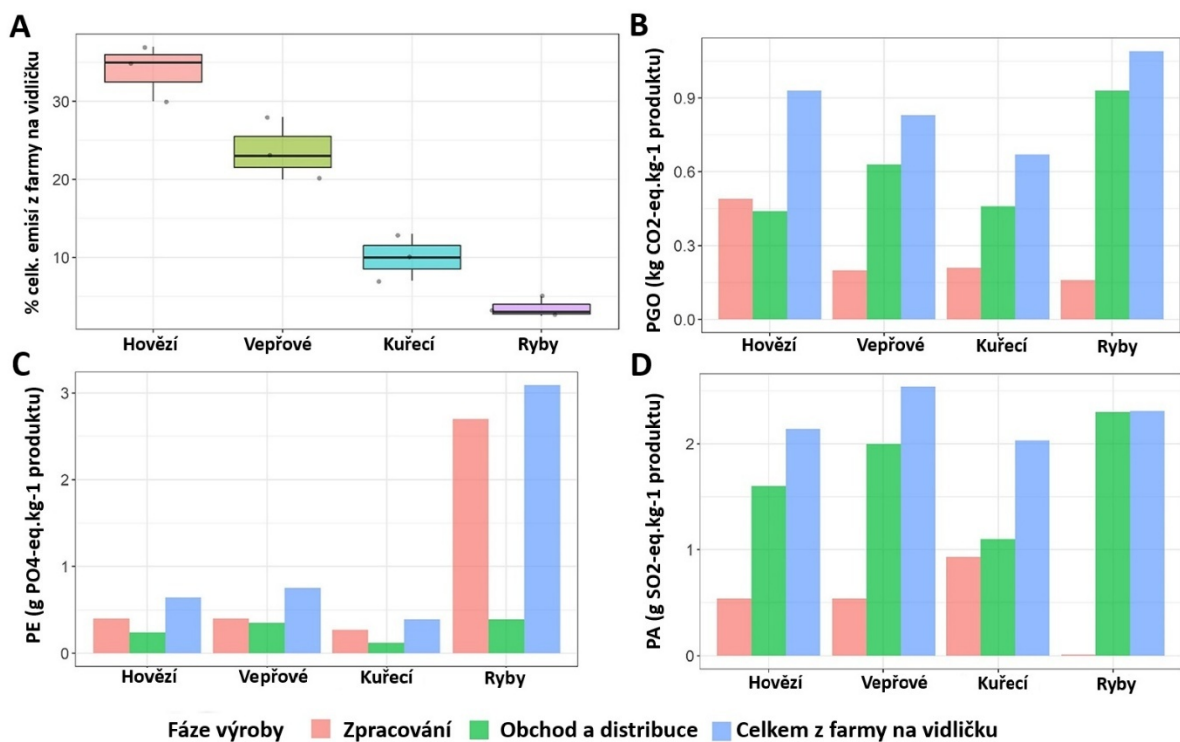
Přijetím akčního plánu pro cirkulární ekonomiku v rámci iniciativy Food 2030 Evropská unie stanovila cíl minimalizovat odpad a zachovat hodnotu zdrojů co nejdéle. Součástí strategie „z farmy na vidličku“ (angl. *Farm to Fork Strategy*) je proto i omezování ztrát a plýtvání potravinami, které tvoří klíčový prvek tohoto přístupu.

Z hlediska odpadu vzniklého při produkci potravin představují ryby a mořské plody nejnižší podíl emisí spojených s potravinovými ztrátami ve srovnání s ostatními živočišnými produkty v Evropě (FAO, 2015; Scherhauser a kol., 2018). Podíl environmentálních dopadů odpadu rybích produktů v hodnotovém řetězci se pohybuje zhruba od 2,5 % (eutrofizační potenciál) po 5 % (potenciál globálního oteplování). Tyto hodnoty jsou relativně nízké, protože objem rybích produktů je výrazně menší než u ostatních potravin živočišného původu (obr. 5A).

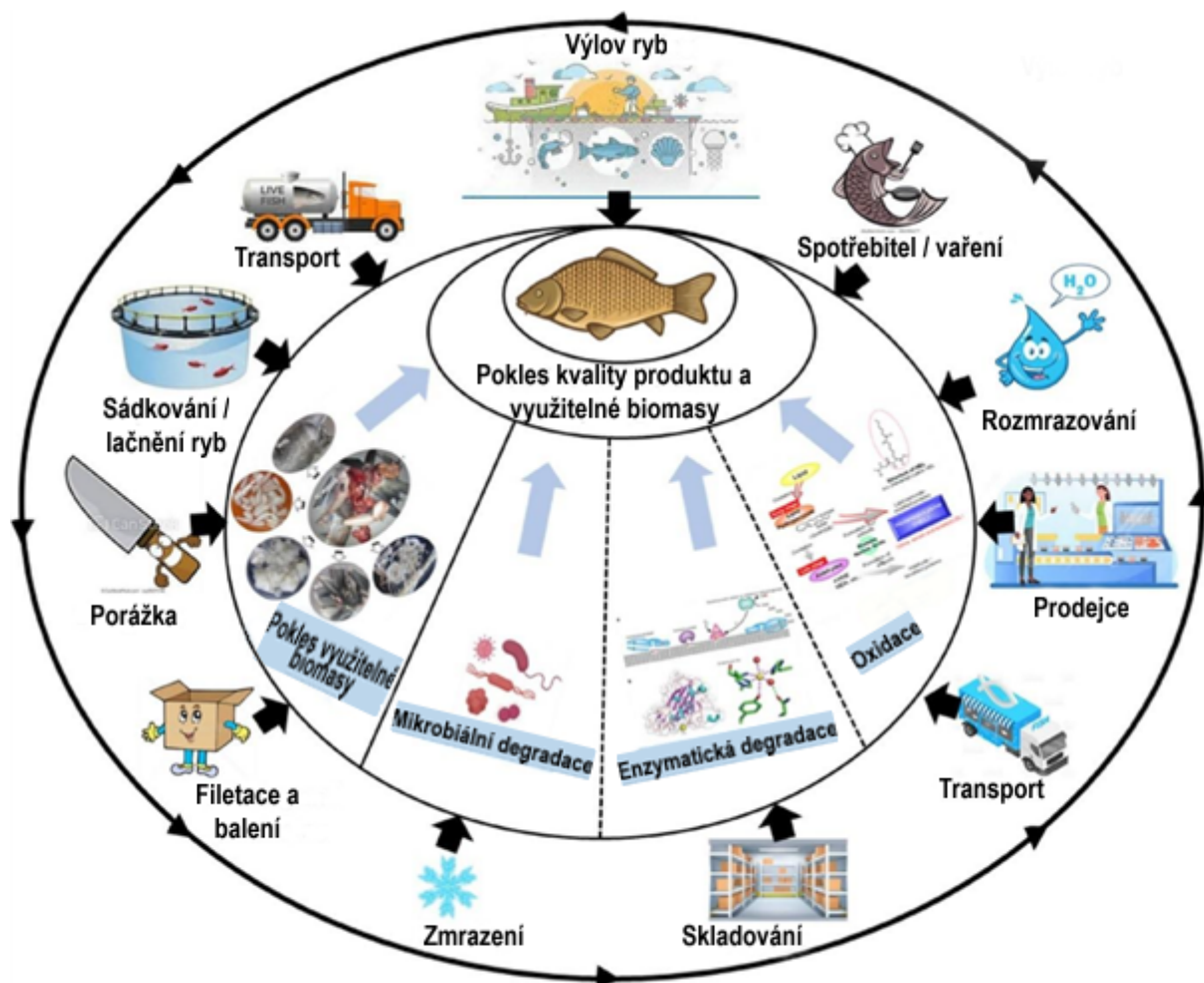
Při vyjádření emisí odpadu na 1 kg produktu v určité fázi výroby se však ukazují nesrovnalosti v efektivitě akvakultury. Současná efektivita řetězce z farmy na vidličku u ryb ve srovnání s ostatními živočišnými produkty není výrazně lepší, a v některých případech je dokonce horší. Odpady ryb a mořských produktů v části řetězce spojeném s distribucí a maloobchodem přispívají především ke globálnímu oteplování a acidifikaci (obr. 5B a 5D), zatímco odpady ze zpracování ryb jsou významným zdrojem eutrofizace sladkých vod (obr. 5C). Proto bude právě zpracování ryb zásadní pro omezování potravinových ztrát v celém řetězci z farmy na vidličku (Scherhauser a kol., 2018).

Na úrovni produkce („farem“) je známo, že hlavními zdroji environmentálních dopadů akvakultury jsou krmiva (v souvislosti s jejich výrobou a dovozem). Dalším významným faktorem je samotné krmení ryb (v důsledku exkrece), a to jak u produkce lososovitých v recirkulačních systémech (RAS), tak u produkce kapra v rybnících (Boissy a kol., 2011; Biermann a Geist, 2019). Naproti tomu o části řetězce „z farmy na vidličku“, která zahrnuje fáze po výlovu, tedy zpracování, distribuci a maloobchod, je zatím známo velmi málo.

Faktorů ovlivňujících kvalitu rybí suroviny při zpracování a následné distribuci je celá řada. Ty se navíc mohou vzájemně posilovat a společně přispívat k poklesu kvality produktu i množství využitelné biomasy v průběhu celého hodnotového řetězce (obr. 6) a tím i ke snižování efektivity.



Obr. 5. Emise v celém řetězci „z farmy na vidličku“ u různých živočišných potravin v potravinovém systému EU (5A) a jejich podíl v hlavních kategoriích environmentálních dopadů: 5B - Potenciál globálního oteplování (PGO; kg CO₂-ekv. na 1 kg produktu), 5C - Potenciál eutrofizace (PE; g PO₄-ekv. na 1 kg produktu), 5D - Potenciál acidifikace (PA; g SO₂-ekv. na 1 kg produktu). Převzato z Mráz a kol. (2023).



Obr. 6. Faktory ovlivňující kazivost ryb a přispívající k poklesu kvality produktu i množství využitelné biomasy v průběhu celého hodnotového řetězce. Převzato z Mráz a kol. (2023).

V případě zpracování lososa v Norsku je využito téměř 100 % vedlejších produktů (Love a kol., 2024). Jedná se však o vysoce efektivní sektor v porovnání se zpracováním jiných druhů ryb. V průměru činí výtěžnost jedlé části 76 % z celkového objemu produkce, což je poměrně vysoká hodnota, protože zahrnuje vykuchané ryby s hlavou, které mají vyšší výtěžnost než například filety. Prakticky veškerý produkováný odpad je dále zpracován na rybí moučku a rybí olej, krmiva pro domácí zvířata a kosmetické produkty. Podle dostupných informací jedinou částí lososa, která se dále nezpracovává, je krev. Hayes a Gallagher (2019) tvrdí, že v roce 2015 bylo v Norsku cirkulárně využito pouze 2 % lososí krve (z celkového objemu přibližně 26 000 tun krve). Autoři doplňují, že nízké využití krve je způsobeno několika důvody včetně obtížného jímání a sušení rybí krve, kdy po vykrvení je obtížné krev oddělit od procesní vody, která může krev kontaminovat (např. výkaly, sůl a rybí šupiny). Pokud je krev jímána bez kontaktu s procesní vodou, velmi rychle koaguluje (Hayes a Gallagher, 2019). Výsledky vysokého využití vedlejších produktů v případě zpracování lososa v Norsku však mohou být ovlivněny velikostí provozů a jejich vzdáleností od zdrojů vedlejších produktů (Love a kol., 2024).

V průměru za EU tvoří drtivou většinu podniků v odvětví zpracování ryb SME. Konkrétně 98 % všech firem má méně než 250 zaměstnanců. Z toho 85 % tvoří malé podniky s méně než 50 zaměstnanci a více než polovina všech podniků jsou mikropodniky. Rozložení podniků podle velikostních kategorií potvrzuje výrazné rozdíly mezi členskými státy EU. Ve Finsku, Slovinsku,

Švédsku, Řecku a Nizozemsku je zpracovatelský sektor charakterizován tím, že více než 70 % tvoří mikropodniky. Nejvyšší podíl podniků s 50–249 zaměstnanci má Chorvatsko, zatímco nejvyšší podíl velkých podniků (nad 250 zaměstnanců) se nachází ve východní Evropě, zejména v Polsku, Litvě a Rumunsku (Malvarosa a kol., 2022). Ve srovnání s průmyslovým zpracováním norského lososa je pravděpodobné, že využití vedlejších produktů u SME, které tvoří 98 % zpracoven v EU, je výrazně nižší (Love a kol., 2024). Bližší data však chybí. Trendy pozorované na úrovni celé Evropy se částečně odrážejí i v České republice, kde je však struktura produkce i ekonomická situace rybářských podniků specifická.

1.5. Situace v ČR

V roce 2023 dosáhla produkce tržních ryb v České republice celkem 18 613 tun. Naprostá většina této produkce pocházela tradičně z rybníkářství, které dodalo 17 833 tun. Dalších 768 tun tržních ryb bylo získáno ze speciálních zařízení, především pstruhařství, a dalších 12 tun pocházelo z přehradních nádrží. Ačkoliv je produkce z RAS stále marginální, perspektiva jejího růstu v ČR je podle Víceletého národního strategického plánu pro akvakulturu pro léta 2021 až 2030 značná z důvodu omezené dostupnosti vody. Teplomilné (např. keříčkovce červenolemé (*Clarias gariepinus*) a lososovité druhy ryb budou tvořit převážnou část produkce těchto systémů.

Na domácí trh bylo v roce 2023 dodáno 6 316 tun živých ryb, což představuje mírný pokles o 81 tun oproti předchozímu roku. Vývoz živých ryb dosáhl 8 424 tun, tedy o 977 tun méně než v roce 2022. Z celkového objemu vylovených tržních ryb bylo 2 168 tun (11,6 %) dále zpracováno, což ukazuje na relativně malý podíl ryb určených k potravinářskému zpracování v porovnání s množstvím ryb prodávaných živých. Je nutné zdůraznit, že značná část živých ryb dodávaných na domácí trh je každoročně určena k zarybňování rekreačních revírů, kde jsou po následném ulovení spotřebovány. Další významný podíl je prodáván během tradičních vánočních prodejů ve stáncích. Odpady vznikající z těchto zdrojů však nelze dále efektivně využít.

Druhové složení tržních ryb zůstává dlouhodobě stabilní. Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) tradičně dominuje s podílem 75,8 % z celkového výlovu. Lososovité druhy se podílely 3,1 %, býložravé ryby 4 %, lín obecný (*Tinca tinca*) představoval 0,7 % a dravé ryby tvořily 1,4 % produkce (MZe, 2025).

V roce 2019 působilo v České republice 19 podniků, jejichž hlavní činností bylo zpracování ryb. Celkový počet zaměstnanců v českém rybářském zpracovatelském průmyslu činil 732 osob. Produkce českého rybářského zpracovatelského průmyslu činila v roce 2019 9 653 tun rybích produktů. Vzhledem k objemu zpracované tuzemské produkce je tedy zřejmé, že velká část produkce tuzemských zpracoven pochází z importovaných ryb v různém stádiu zpracování. V posledních letech se vznikem nových chovů teplomilných ryb v rámci RAS vznikají zcela nové zpracovny ryb zaměřené výhradně na zpracování teplomilných druhů ryb, např právě keříčkovce červenolemé.

Z hlediska ekonomiky českého rybářství je situace dlouhodobě složitá. Jak ukazují analýzy, současný model hospodaření rybářských podniků, který se opírá převážně o export živých ryb, je ekonomicky neudržitelný. Náklady na produkci a manipulaci s živými rybami jsou vysoké, zatímco přidaná hodnota těchto produktů zůstává nízká. Rybářské podniky proto čelí tlaku na diverzifikaci svých činností, zvýšení efektivity využití biomasy a rozvoj produktů s vyšší tržní hodnotou. Jednou z cest k posílení jejich konkurenceschopnosti je právě zpracování rybí

suroviny a jejich vedlejších produktů do inovativních výrobků, které umožní lepší ekonomické zhodnocení produkce (Zdeněk a kol., 2025).

1.6. Případová studie zpracování a využití vedlejších produktů kapra

Při zpracování kapra obecného připadá zhruba 43,2 % na filet, dále 17,3 % na hlavu, 13,5 % na vnitřnosti, 9,3 % na kostru, 8,7 % na kůži a šupiny a 8 % na ořezy. Kromě filetů jsou všechny ostatní části obecně považovány za vedlejší produkty porážky, které obsahují přibližně 12–17 % bílkovin, 12–30 % lipidů a 1–7 % popelovin (Malcorps a kol., 2021).

Zpracovatelské závody ve střední Evropě se již naučily některé z těchto vedlejších produktů efektivně zhodnocovat. K tomu přispěl rozvoj technologií (např. nové technologie; shrnuto v Barbut, 2020), které umožňují pokročilé zpracování masa a ryb. Příkladem je stroj Baader, který odděluje strojově maso z kostry kapra po filetování. Použití této technologie (tzv. baaderování) umožňuje z kapřích kostí po filetování získat další maso (zhruba 50 % vstupní hmotnosti kostry kapra po filetování). Oddělené maso lze dále využít pro přípravu rybích produktů, jako jsou kapří klobásy, paštiky či salámy, které byly vyvinuty a stabilizovány (z hlediska kvality a bezpečnosti) v rámci pilotního projektu s komerčními firmami (Mráz a kol., 2023). Maso získané tímto způsobem obsahuje střední až vyšší množství bílkovin (10,6–13,8 %), lipidů (14,9–18,4 %) a EPA + DHA mastných kyselin (54–109 mg ve 100 g) v přepočtu na čerstvou hmotnost. Nevýhodou je však vyšší náchylnost k mikrobiálnímu a autolytickému kažení, což souvisí s větší povrchovou plochou, delší dobou zpracování a častější manipulací, která může vést ke křížové kontaminaci (Mráz a kol., 2023). To lze vyřešit aplikací antimikrobiálních látek (např. Bakont, IDC-FOOD, s.r.o., Jaroměř, Česká republika), antioxidantů (např. Hela Oxystopp, Fimex s.r.o., Praha, Česká republika) a kuchyňské soli, čímž se autorům podařilo snížit mikrobiální zátěž a omezit oxidaci lipidů (Zajíc a kol., 2014).

Existují také tradiční způsoby využití vedlejších produktů ryb v potravinářství. Typickými příklady jsou separované rybí maso, ale i polévky z kapra. Taková jídla jsou známá již od středověku a zůstávají oblíbená dodnes (například rybí vývary a bujóny). Některé moderní zpracovatelské závody ryb již vyrábějí balené, pasterované nebo autoklávované výrobky a polévky z vyfiletovaných částí ryb, vakuově balené a připravené k okamžité konzumaci (např. Fish Market a.s., Silák s.r.o.). Tyto produkty jsou však na trhu stále omezeně dostupné (Mráz a kol., 2023), především kvůli sezónní poptávce zákazníků.

Naopak šupiny, kůže, kostry a z velké části i hlavy, popř. ořezy jsou předávány registrovaným asanačním podnikům pod dohledem státní veterinární správy, přičemž zpracovatelský podnik za tuto službu platí přibližně 12–17 Kč.kg⁻¹. O dalším osudu pak rozhodují sami asanační závody (tzv. kafilérie). V kafilériích je tento odpad buď spalován, nebo zpracováván na masokostní moučku (v neurčených poměrech).

Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že určité kanály pro zhodnocování odpadu již v Česku fungují. Přesto neexistuje kontrola ani přesné informace o tom, jak velká část biomasy z místní akvakultury je skutečně cirkulárně využita, ačkoli většina těchto ztrát spadá do kategorie 3 vedlejších živočišných produktů.

1.7. Legislativní možnosti zpracování nevyužitých vedlejších produktů

V minulosti bylo v České republice povoleno využívat vedlejší produkty kategorie 3 z akvakultury pouze pro zvířata, která nevstupují do potravinového řetězce (např. domácích zvířat). Navzdory obavám o bezpečnost se však v mnoha venkovských oblastech tradičně

používaly tyto vedlejší produkty ke krmení domácí drůbeže či jiných hospodářských zvířat v malovýrobě. Jejich opětovné zapojení do širšího potravinového systému však bylo možné až po novelizaci příslušné legislativy. V českých kafilériích mají vedlejší produkty kategorie 3 či ztráty z akvakultury následující možnosti recyklace:

- živočišná moučka může být použita jako hnojivo (za specifických podmínek), případně ke kompostování nebo výrobě bioplynu;
- živočišná moučka povolená pro použití v krmivech pro zvířata;
- extrahovaný olej lze využít v krmivech, k energetickému spalování nebo pro jiné technické účely.

Na základě této změny se asanační průmysl začal aktivně zapojovat do potravinového řetězce a do cirkulární ekonomiky. Dnes je považován za legitimní zdroj cirkulárních surovin, konkrétně evropských zpracovaných živočišných bílkovin, používaných v krmivech pro akvakulturu (Woodgate a kol., 2022). V České republice se ceny těchto cirkulárních surovin pohybují v rozmezí 75–125 Kč.kg⁻¹ (Mráz a kol., 2023).

Použití moučky z vedlejších produktů kategorie 3 bylo dříve v krmivech pro zvířata zakázáno (Rozhodnutí komise 2000/766/ES). Evropská unie však tuto legislativu novelizovala a nyní povoluje použití živočišné moučky kategorie 3 (včetně rybí) v krmivech, pokud není podávána stejnému druhu zvířat (tj. aby se zabránilo tzv. „umělému kanibalismu“).

1.8. Technologické možnosti malých a středních podniků

Zatímco velké zpracovatelské podniky mohou vedlejší produkty efektivně využívat pro výrobu rybí moučky a rybího oleje, SME tuto možnost většinou nemají, protože jim chybí odpovídající zařízení, logistika i odbytiště. Vedlejší produkty včetně hlavy, kůže a ořezů tak v současnosti nejsou efektivně využívány. Jejich využitím by došlo ke snížení objemu odpadního materiálu, což přímo snižuje provozní náklady na likvidaci a zvyšuje celkovou rentabilitu.

Je známa řada metod využití vedlejších produktů ze zpracoven rybích závodů. Mezi nimiž lze zmínit výrobu rybí moučky, rybích hydrolyzátů, popř. extrakci různých bioaktivních látek (enzymy, kolageny) (Vázquez a kol., 2019). Tyto metody nabízí ověřené technologie, avšak jsou využívány především velkými firmami, které mají přístup k těmto odpadům ve větším množství. Jejich využití SME je často limitováno nedostatečnými finančními a technologickými zdroji. Pro tento segment trhu je zapotřebí jednoduché, bezpečné a ověřené technologie, která umožní přímé zpracování vedlejších produktů do stabilního, výživného a atraktivního produktu.

Trh s krmivy pro zvířata v zájmovém chovu (angl. *petfood*) v EU i ČR navíc dlouhodobě roste, a to zejména v segmentu prémiových a přírodních produktů s jasným původem surovin. Spotřebitelé stále více vyhledávají krmiva bez umělých konzervantů, vyrobená z lokálních zdrojů a v souladu s principy udržitelnosti. Využití vedlejších produktů rybího původu pro výrobu krmiv tak přináší oboustranný přínos, a to jednak pro zpracovatele ryb, kteří mohou snížit ztráty a zvýšit hodnotu produkce, jednak pro trh, který získá inovativní, environmentálně odpovědný výrobek. Tyto výrobky jsou na trhu již etablovány, jsou však vyráběny z vedlejších produktů při zpracování především teplokrevných zvířat (tj. kuřat, prasat a skotu). Rybí surovina má však diametrálně odlišné vstupní charakteristiky jako např. přítomnost malých kůstek, vyšší podíl vody zhoršující stabilitu, texturu a vyšší obsah vody, což usnadňuje množení

nežádoucích mikroorganismů a oxidaci lipidů. To zdůrazňuje potřebu optimalizace této technologie.

2. Cíle

Cílem tohoto projektu je zvýšení udržitelnosti akvakulturní produkce a zlepšení konkurenceschopnosti akvakulturních podniků prostřednictvím principů cirkulární bioekonomie. Podstatou technologie je valorizace odpadů vzniklých při zpracování ryb do formy salámu pro psy prostřednictvím technologicky a ekonomicky dostupných metod vhodných pro SME. Navrhovaný projekt povede k prohloubení znalostí a zvýšení cirkularity pomocí lokálních produktů. Potřebnost navrhovaného řešení je podporována řadou unijních i národních strategií, jako např. „z farmy na vidličku“, strategickými dokumenty Evropské komise v oboru akvakultury, národní RIS3 strategie aj.

3. Místa ověřování technologie

Ověření vyvinuté technologie probíhalo na třech specializovaných pracovištích, která svým zaměřením pokrývala celý řetězec, a to od vzniku vedlejších produktů při zpracování ryb až po výrobu finálního krmiva a laboratorní ověření jeho kvality. Monitoring množství a charakteru vznikajících odpadů byl prováděn ve společnosti Tilapia s.r.o. (Radenín-Hroby), která se dlouhodobě věnuje chovu a zpracování keříčkovce červenolemého *Clarias gariepinus*). Následné zpracování vedlejších produktů a výroba zkušebních šarží psích salámů probíhaly ve výrobních prostorách podniku Kateřinský dvůr s.r.o. (Tábor), který se zaměřuje na zemědělskou produkci, výrobu hnojiv a krmiv a poskytl vhodné zázemí pro testování aplikačních možností technologie v podmínkách praxe. Laboratorní analýzy nutričních, mikrobiologických a technologických parametrů vyrobených produktů byly prováděny v laboratořích Fakulty rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (České Budějovice), které zajišťovaly odbornou kontrolu kvality a ověřování výsledků.

Společnost Tilapia s.r.o. každoročně produkuje a zpracovává přibližně 200 tun keříčkovce červenolemého (obr. 7), což představuje významný zdroj vedlejších produktů vhodných pro testování nové technologie. Podnik Kateřinský dvůr s.r.o. pak poskytl nezbytné technologické vybavení a prostor pro praktické ověření možnosti využití těchto surovin při výrobě psích salámů.



Obr. 7. Hala s RAS a zpracovnou firmy Tilapia s.r.o. (foto J. Hora).

4. Popis technologie a výsledky

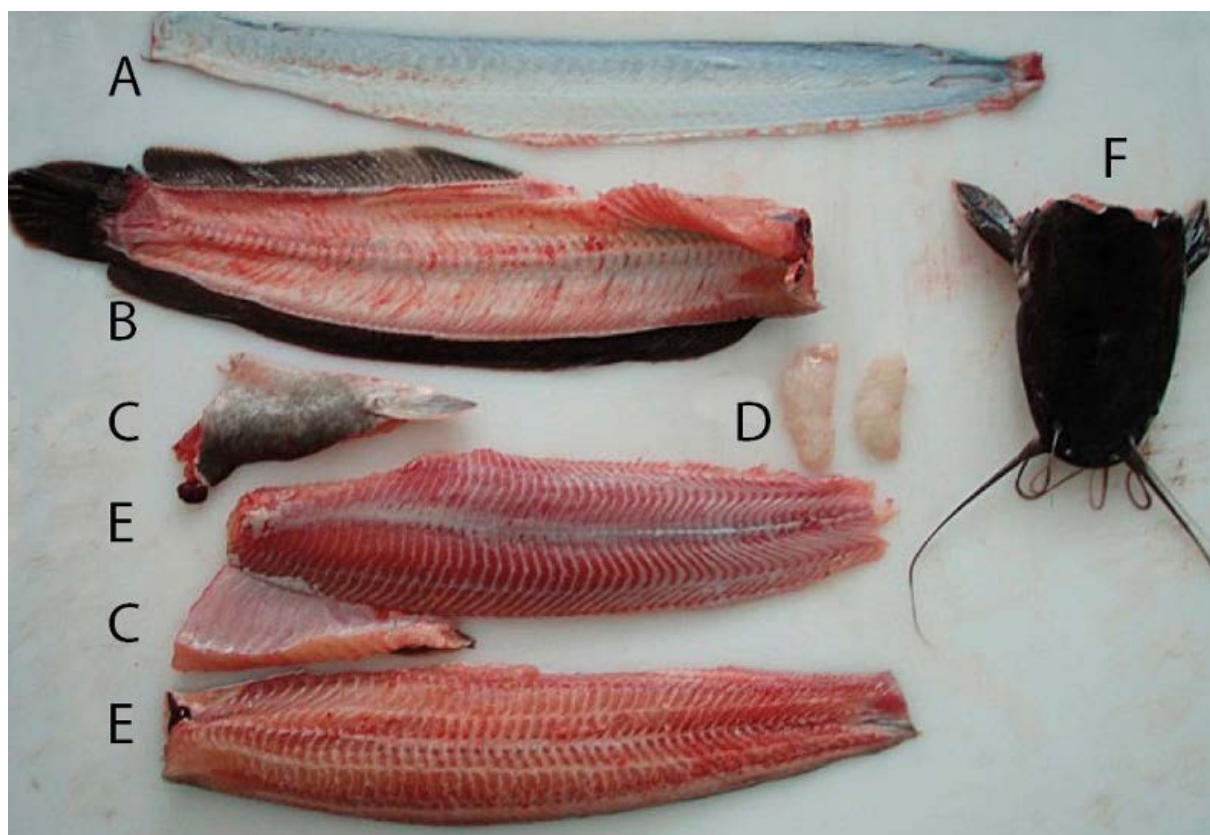
4.1. Experiment 1 – Produkce odpadu, zpracování rybího baaderu vč. nákladů

4.1.1. Technologický postup

Cílem experimentu bylo kvantifikovat množství a složení vedlejších produktů a odpadu vznikajícího při zpracování ryb v podmínkách běžného provozu zpracovny, a tím získat podklady pro ekonomické a technologické vyhodnocení potenciálu využití těchto vedlejších produktů. Měření bylo provedeno na zpracovně ryb během standardního zpracovatelského cyklu. Do sledování byl zahrnut keříčkovec červenolemý, 50 jedinců (25 samců, 25 samic) reprezentujících běžnou tržní velikost ($2,3 \pm 0,4$ kg). Každý kus byl zvážen před zpracováním (celá ryba) a následně po vykuchání, odřezání hlavy, filetování a odstranění kůže byly oddělené části (hlava, kosti, kůže, ploutve, vnitřnosti, filet) zváženy samostatně. Získané údaje byly přepočteny na procentuální zastoupení jednotlivých částí z celkové hmotnosti ryby. Na základě těchto hodnot byl vypočten podíl využitelné a podíl odpadu, který potenciálně představuje vedlejší produkt vhodný k dalšímu zpracování.

Následující zpracování probíhalo ve výrobních prostorech firmy Kateřinský dvůr s.r.o. Jako vedlejší produkty určené pro výrobu rybích salámů pro psy byly testovány hlavy, kůže, gonády

a viscerální tuk a kostry s ploutvemi po filetaci (viz obr. 8A, B, D a F). Rybí hlavy byly nejprve předemlety na hrubém mlecím zařízení FRCR-5000MG (CBS s.r.o., Česká republika) a poté dále rozmělněny v řezačce masa s matricí o průměru 30 mm (RM 1000; RM Gastro, Česká republika). Takto připravená směs z rozemletých hlav, gonád, viscerálního tuku a koster s ploutvemi byla následně zpracována pomocí stroje Baader 600 (Německo), který umožňuje mechanické oddělení svaloviny od kostí bez jejich významného narušení. Výsledným produktem tohoto procesu je tzv. baader. To je jemně zpracovaná rybí hmota určená pro další technologické využití. Je třeba zdůraznit, že termín „rybí separát“, který je někdy pro tuto surovinu používán, je technologicky nesprávný. Na rozdíl od klasických separátů (např. drůbežích) rybí baader neobsahuje chrupavky ani významné množství mělněných kostí, a proto představuje kvalitnější surovinu s vyšší nutriční hodnotou a lepší texturou. V průměru je výtěžek odděleného svaloviny cca 50 % vstupní hmotnosti hlav a koster.



Obr. 8. Stažená kůže (A), páteř s hřbetní, ocasní a řitní ploutví (B), seříznuté části břišní partie s břišními ploutvemi (C), gonády (D), vlastní filety (E) a hlava s prsními ploutvemi (F) keříčkovce červenolemého. Převzato z Kouřil a kol. (2013).

Pokusy o získání baaderu z rybích kůží přinesly minimální výtěžnost, a proto byla tato část materiálu dále testována metodou mělnění v nožovém mlýnku. Tento postup se však ukázal jako neefektivní, protože rybí kůže se při zpracování namotávala na nože mlýnku, což způsobovalo zastavení procesu a mechanické problémy. Z tohoto důvodu bylo od použití rybích kůží v této technologii upuštěno.

Ekonomická kalkulace výroby baaderu zahrnuje příkon jednotlivých strojů použitých pro výrobu (hrubý mlýn 5,5 kW, řezačka 8,1 kW a Baader 1,5 kW), cenu 7 Kč za kWh a náklady na

mzdu obsluhy (300 Kč za hodinu včetně odvodů). Pro zjednodušení nebylo kalkulováno s amortizací strojů.

4.1.2. Výsledky

Z výsledků je patrné, že pohlaví keříčkovce červenolemého významně ovlivňuje výtěžnost jednotlivých tělesných frakcí, především kvůli odlišnému vývoji gonád a poměru svaloviny k vnitřním orgánům (tab. 1). Samci vykazovali vyšší podíl filetů a bříšek oproti samicím. Naopak samice měly výrazně větší zastoupení gonád. Podíl hlav a kosterní části s ploutvemi byl u obou pohlaví obdobný, stejně jako množství kůže, podíl jater a viscerálního tuku. Podíl nevyužitelného odpadu (tj. části, které nelze technologicky zpracovat ani využít jako surovinu) byl velmi nízký, v průměru pouze $2,24 \pm 1,83$ %. Je však nutné k odpadu započíst ještě 60 % hmotnosti hlav, koster s ploutvemi, viscerálního tuku a gonád (29,1 %). Celkem tedy odpad, který je nutné zlikvidovat, činí 31,3 %.

Tab. 1. Výtěžnost při zpracování samců a samic keříčkovce červenolemého a jejich průměr (hodnoty v % $\pm$ směrodatná odchylka).

Pohlaví	Samci (n = 25)	Samice (n = 25)	Průměr (n = 50)
Filety a bříška	44,5 $\pm$ 2,1	40,1 $\pm$ 1,4	41,8 $\pm$ 2,5
Kůže	5,2 $\pm$ 0,12	5,1 $\pm$ 0,34	5,1 $\pm$ 0,29
Hlava	28,4 $\pm$ 2,72	26,3 $\pm$ 1,97	27,3 $\pm$ 2,45
Kostry s ploutvemi	16,4 $\pm$ 1,24	15,8 $\pm$ 1,51	16,1 $\pm$ 1,34
Gonády	0,72 $\pm$ 0,12	9,27 $\pm$ 2,43	4,01 $\pm$ 2,84
Játra	0,94 $\pm$ 0,89	0,91 $\pm$ 0,64	0,93 $\pm$ 0,78
Viscerální tuk	1,08 $\pm$ 0,65	1,04 $\pm$ 0,74	1,06 $\pm$ 0,70
Odpad	2,32 $\pm$ 2,11	2,14 $\pm$ 1,62	2,24 $\pm$ 1,83

Cenu výsledného rybího baaderu z velké části ovlivnila cena lidské práce, protože bylo nutné použít několik různých strojů, a to hrubý mlýn, řezačku a následně samotný Baader. Tyto stroje nejsou primárně vyvinuty na mletí a sekání rybích hlav, což prodlužovalo dobu zpracování této suroviny. Hrubé rozemletí 100 kg rybích hlav a kostí zabralo obsluze stroje cca 75 minut. Stejný čas trvalo následně řezání, zatímco baaderování trvalo cca 30 minut. Celkem tedy samotné zpracování rybí suroviny zabralo 3 hodiny. K tomu je nutné připočíst zhruba

hodinu času obsluhy na přípravu suroviny a následné čištění strojů. Dále je potřeba započítat spotřebu elektrické energie strojů. Celkové náklady na zpracování 100 kg suroviny jsou tedy 1324 Kč (1200 Kč za práci + 124,25 Kč za elektrickou energii). Výťažnost baaderu z použité suroviny je cca 40 %, tzn., že cena výsledného rybího baaderu je 33,11 Kč.kg⁻¹.

4.2. Experiment 2 – Průzkum trhu – ceny a složení

4.2.1. Technologický postup

Cílem experimentu bylo zmapovat dostupnost, parametry a cenové rozpětí sterilovaných rybích salámů a rybích konzerv pro psy na tuzemském trhu a vytipovat mezery pro uplatnění vlastní ověřené technologie. V rámci průzkum trhu se psími salámy a konzervami byly nakoupeny sterilované psí salámy (tab. 2) a konzervy obsahujících ryby (tab. 3), popř. kuřecí maso. Mražené výrobky nejsou zohledněny. Výrobky byly zakoupeny v rozmezí 1/24–6/2025. S meziroční inflací není počítáno.

4.2.2. Výsledky

Sterilované rybí salámy pro psy jsou již na trhu dobře etablovaným produktem, který vyrábí řada domácích i zahraničních firem. Jsou běžně dostupné jak v kamenných prodejnách, tak prostřednictvím online prodeje. Přehled vybraných produktů je uveden v Tabulce 2. Cena těchto salámů se pohybuje v širokém rozmezí – u produktů s obsahem rybí složky nižším než 50 % činí 49,30–132,25 Kč.kg⁻¹, zatímco u výrobků s obsahem ryb nad 50 % dosahuje 64,71–637,50 Kč.kg⁻¹. Nejčastěji používanou surovinou je losos, který se vyskytuje téměř ve všech analyzovaných produktech. V dražších variantách se objevují také treska, makrela či sled, zatímco ryby tuzemského původu se pro výrobu těchto produktů zatím nevyužívají. Mezi další ingredience patří zejména pojiva (např. rýže či rýžové těstoviny), škroby (bramborový, hrachový), dále zelenina, ovoce, vitamíny, minerální látky, antioxidanty a další funkční přísady.

Pro srovnání, cena kuřecích salámů pro psy se pohybovala v rozmezí 36–322,50 Kč.kg⁻¹. Tyto produkty kromě výše uvedených složek často obsahují i obiloviny, které zajišťují požadovanou pojivost směsi. Z analýzy složení vyplývá, že rybí salámy obsahují průměrně 14,5 ± 3,5 % hrubých bílkovin, 16 ± 4,3 % lipidů, 0,9 ± 0,5 % vlákniny, 3 ± 1,2 % popela a v jediném případě uvedený obsah sacharidů (5 %). Průměrná vlhkost sledovaných produktů činila 68,3 ± 2,9 %.

Tabulka 2. Průzkum trhu se sterilovanými rybími salámy pro psy, včetně prodejní ceny (vč. DPH).

Výrobek	Výrobce	Hm. bal. (g)	Cena (Kč)	Cena (Kč.kg ⁻¹)	Složení*	
Dux s lososem	CHEJN	710	35	49,30	Maso a produkty živočišného původu (kuře - celé, ořez, křídla, losos - ořez, vnitřnosti)	9

Antialergik salám - losos	Barfit	400	79	197,50	Losos (celá ryba bez hlavy a drobů)	8
Losos s mrkví	SOKOL FALCO	700	37	52,86	Maso (kuřecí čtvrtky a chrupavky, hovězí svalovina, srdce, plíce a játra, losos)	9
Losos s rýží	VETAMIX	850	55	64,71	Maso z lososa (ořez z fileta)	9
Sausage Chicken & Salmon	Nutrican	800	54	67,50	Kuřecí maso a vnitřnosti Losos	6 1
Meat & Treat tréninkový salámek Fish	MeatLove	80	51	637,50	Ryby (treska, losos)	6
Losos se spirulinou a kokosem	Fleischeslust	800	108	132,25	Hovězí (maso, játra, srdce) Losos	4 3
Sausage Beef & Fish - Sport formula	Brit	800	59	73,75	Hovězí (maso, játra, srdce) Ryby	8 1
Losos a králík s probiotiky	Hunting Dog	400	129	322,50	Ryby (makrela, sled, losos)	9

*rostlinné ingredience a ingredience bez udání procentuálního zastoupení jsou uvedeny ve sloupci ostatní

Rybí konzervy pro psy představují, podobně jako rybí salámy, stabilní segment trhu, který pokrývá široké spektrum výrobců. Jsou běžně dostupné jak v kamenných prodejnách, tak prostřednictvím internetových obchodů. Ve srovnání s rybími salámy je však nabídka konzerv výrazně rozmanitější a rozsáhlejší. Přehled vybraných produktů je uveden v tab. 3. Cenové rozpětí těchto výrobků se pohybuje od 123,75 do 325,00 Kč.kg⁻¹. Nejčastěji používanou surovinou je losos, nicméně ve srovnání se salámy je druhové zastoupení ryb mnohem pestřejší. Využívají se i sladkovodní druhy, včetně kapra obecného. Z hlediska dalších ingrediencí obsahují rybí konzervy převážně rybí či zeleninové vývary a minerální složky, protože na rozdíl od salámů nevyžadují přídavek pojiv k udržení textury. Analýza složení ukázala, že rybí konzervy obsahují v průměru 12,3 ± 4,1 % hrubých bílkovin, 5,7 ± 3,0 % lipidů, 0,9 ± 0,7 % vlákniny a 2,3 ± 1,1 % popela. Průměrná vlhkost sledovaných produktů činila 76,9 ± 3,9 %.

Tabulka 3. Průzkum trhu se rybími konzervami pro psy.

Výrobek	Výrobce	Hm. bal. (g)	Cena (Kč)	Cena (Kč.kg ⁻¹)	Složení*	%
Konzerva pro psy rybí s řasami	Louie	200	39	195	Ryby	9

Losos mletý	All animals	200	59	295	Losos	10
Mořské ryby	DOG SEAFOOD BAR	400	69	172,5	Mořské ryby směs	10
Celé ryby	MAX	800	99	123,75	Ryby včetně kostí	10
Rybí Monoprotein	NUEVO	375	69	184	Sled', losos,	7
SP losos	Belcando	200	65	325	Losos	7
Kapří maso ve vývaru	RAW BARK	400	89	222,50	Kapří maso s měkčenými kostmi	10
Přírodní tuňák pro psy	AATU	400	127	317,50	Tuňák	7
Single protein Jeseter konzerva	Disugual Dog	150	22	146,67	Ryby a produkty z ryb (jeseter)	9
Ryba v plechu	Topstein	830	119	143,37	Celé kusy ryb	10
Oceánské ryby	Natural Greatness	156	52	333,33	Makrela, tuňák	7
Ryby Classic	Dog's Love	400	101	252,50	Ryby sladkovodní	5
100 % losos	Grand	400	67	167,50	Losos	99
Food anchovy	AS WET	400	67	167,50	Sardel	9

*rostlinné ingredience a ingredience bez udání procentuálního zastoupení jsou uvedeny ve sloupci ostatní

4.3. Experiment 3 – Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby

4.3.1. Technologický postup

V rámci vývoje receptur rybích salámů pro psy jsme se zaměřili na využití lokálně dostupných surovin, včetně vedlejších produktů ze zpracování ryb, ovesných vloček a regionální zeleniny. Tyto suroviny byly vybírány s ohledem na jejich dostupnost, nízkou cenu

a zároveň snahu vytvořit produkt s odlišným složením, než jaké je běžně dostupné na trhu, což může představovat konkurenční výhodu z hlediska marketingu (obr. 9).



Obr. 9. *Ingredience použité pro výrobu rybích salámů pro psy (namletá mrkev, namletá červená řepa, ovesné vločky, rybí surovina tzv. baader) (foto R. Gebauer).*

Po sérii pilotních testů zaměřených na seznámení se s jednotlivými surovinami a jejich technologickými vlastnostmi (data nejsou publikována) jsme se v první receptuře soustředili na stanovení optimálního poměru ovesných vloček. Tento parametr má zásadní vliv na pojivost směsi, výslednou texturu a také ekonomiku výroby (tab. 4). Separované maso získané z rozemletých rybích hlav a ořezů bylo smícháno s ovesnými vločkami a rozmělněnými rostlinnými surovinami (řepa a mrkev). Směs byla následně sekána a homogenizována v kutru (obr. 10), aby se dosáhlo rovnoměrné konzistence. Hotové dílo bylo naraženo do plastových

střev (obr. 11) a tepelně opracováno v konvektomatu (obr. 12), dokud teplota v jádře výrobku nedosáhla minimálně 90 °C po dobu alespoň 10 minut (celkový čas tepelného zpracování činil přibližně 120 minut při 100 °C). Po ukončení tepelného opracování byly salámy rychle zchlazeny. Část výrobků byla po 24 hodinách podrobena opakovanému tepelnému ošetření (tzv. frakční sterilizaci), které mělo za cíl prodloužit trvanlivost produktu. Tento proces však nelze označit za sterilizaci, a proto musí být takto upravené produkty uchovávány v chladu.



Obr. 10. Homogenizace a rozmělnění směsí v kutru (foto R. Gebauer).



Obr. 11. Ukázka produktu před tepelným opracováním. Vlevo směs TEP67/FRA67, vpravo směs TEP51/FRA51 (foto R. Gebauer).



Obr. 12. Ukázka finálního produktu po tepelném opracování. Vlevo směs TEP67/FRA67, uprostřed směs TEP60/FRA60, vpravo směs TEP51/FRA51 (foto R. Gebauer).

Tab. 4. Receptura tepelně opracovaných rybích salámů pro psy - různé zastoupení ryb a vloček. TEP – Tepelně opracovaný výrobek, FRA – Frakčně sterilizovaný výrobek. Uvedená cena je za suroviny pro výrobu.

Recept	Ryba	Vločky	Řepa	Mrkev	Celkem	Cena Kč.kg ⁻¹
TEP67/FRA67	66,7	21,7	8,3	3,3	100	23,84
TEP60/FRA60	59,7	29,8	7,5	3	100	21,98
TEP51/FRA51	51,3	39,7	6,4	2,6	100	19,72

Ve druhé receptuře byl proveden test vlivu poměru rybího masa a brambor při pevně stanoveném podílu ovesných vloček, který vycházel z optimální textury zjištěné v prvním experimentu (Tabulka 5). Základ směsi tvořilo separované maso získané z rozemletých rybích hlav a ořezů, které bylo smícháno s ovesnými vločkami a rozmělněnými rostlinnými surovinami (brambory, červenou řepou a mrkví). Směs byla dále nasekána a důkladně promísena v kutru, aby se dosáhlo rovnoměrné konzistence a stabilní struktury. Byly připraveny varianty s různým poměrem rybí složky a brambor, přičemž u části vzorků byl testován i vliv přídavku antioxidantu (Alrosa Spezial Extra, Almi, Rakousko) v dávce 1,5 g.kg⁻¹ díla. Antioxidant byl přidáván do směsi těsně před konečným kutrováním. Hotové dílo bylo naraženo do sterilizačních střívek (obr. 13) a následně sterilováno v autoklávu pro dosažení sterilizačního účinku Fc ≥ 3, aby se dosáhlo mikrobiologické stability a prodloužení trvanlivosti. Po ukončení sterilizačního cyklu byly všechny výrobky rychle zchlazeny.

Tab. 5. Receptura sterilizovaných rybích salámů pro psy - různé zastoupení ryb a brambor. + = receptura s přídavkem antioxidantu. Uvedená cena je za suroviny pro výrobu.

Recept	Ryba	Vločky	Brambory	Řepa	Mrkev	Celkem	Cena Kč.kg ⁻¹
STE60/STE60+	60	25	10	3,5	1,5	100	20,47
STE55/STE55+	55	25	15	3,5	1,5	100	19,01
STE50/STE50+	50	25	20	3,5	1,5	100	17,56



Obr. 13. Ukázka narážení směsí do sterilizačních střívek (foto R. Gebauer).

Ekonomická kalkulace zahrnovala kromě výrobních nákladů na rybí baader, také velkoobchodní cenu ovesných vloček (6 Kč.kg^{-1}) a rostlinných surovin (mrkev, řepa, brambory, vše 4 Kč.kg^{-1}). Další náklady představovala sterilizace v autoklávu (příkon 30 kW), náklady na mzdu obsluhy (300 Kč za hodinu včetně odvodů) a náklady na obalový materiál vhodný pro sterilizaci (cca 2 Kč.kg^{-1} produktu). Pro zjednodušení nebylo kalkulováno s amortizací strojů a spotřebou energie u mlýnku na zeleninu, kutru a nabíječky.

4.3.2. Výsledky

Výsledky prvního testu ukázaly, že zvyšující se podíl ovesných vloček měl výrazný vliv na texturu a technologické vlastnosti směsi. Při nejvyšším zastoupení vloček vykazoval produkt velmi pevnou a soudržnou strukturu, která by byla z hlediska stability a krájecí konzistence žádoucí. Současně se však ukázalo, že vysoký obsah vloček výrazně zvyšuje hustotu směsi, což ztěžovalo proces narážení do střev. Směs se chovala tuze, měla omezenou plasticitu a špatně procházela narážecí tryskou, což komplikovalo manipulaci i rovnoměrné plnění obalů. Tento faktor byl z technologického hlediska hodnocen jako významná překážka pro praktickou výrobu. Na základě těchto poznatků byla v následující receptuře upravená formulace tak, aby podíl ovesných vloček činil 25 % z celkové hmotnosti směsi. Tento poměr představoval kompromis mezi dostatečnou pojivitostí, vhodnou texturou a dobrou zpracovatelností, což umožnilo snadnější narážení a současně zachování požadované soudržnosti hotového výrobku.

Výsledky druhé receptury ukázaly, že poměr rybí složky k bramborám měl výrazný vliv na texturu i konzistenci. U varianty s nejnižším zastoupením rybí složky (50 %) byla směs málo soudržná, měla měkkou, až kašovitou konzistenci. Výrobek se při krájení drolil a deformoval, což jej činilo nevhodným pro praktické použití. Naopak ostatní dvě varianty s vyšším podílem rybího masa vykazovaly výrazně lepší texturu a stabilitu. Směs byla pevná, soudržná a rovnoměrně strukturovaná, což se pozitivně projevilo na kvalitě řezu a vizuální atraktivitě. Celkově lze tedy konstatovat, že minimální vhodný podíl rybí složky v receptuře se pohybuje nad 50 %, přičemž vyšší obsah masa přináší lepší texturu, stabilitu a vzhled finálního produktu bez negativního vlivu na technologickou zpracovatelnost.

Náklady na suroviny pro výrobu rybích salámů byly 17,56 – 23,84 Kč.kg⁻¹, přičemž se cena zvyšuje s narůstajícím obsahem rybího baaderu. Do autoklávu lze umístit cca 200 kg produktů na jeden cyklus, který trval cca 90 min. Cena energie (při aktuální ceně cca 7 Kč.kWh⁻¹) na jeden cyklus tedy dosahovala 315 Kč, tedy 1,58 Kč.kg⁻¹ produktu. Obalový materiál stál 2 Kč.kg⁻¹ produktu. Uvedených 200 kg lze zpracovat, narazit a vysterilovat za cca jednu pracovní směnu (hrubý odhad na základě testování, včetně vyčištění při cyklu sterilizace). K nákladům na surovinu je tedy nutné přičíst celkem 15,58 Kč.kg⁻¹ za práci, spotřebu el. energie a náklady na obalový materiál. Celkem tedy výrobní náklady vychází na 33,14 – 39,42 Kč.kg⁻¹ produktu.

4.4. Experiment 4 – Makroživinové složení vyvinutých salámů pro psy, vitamín C a minerály

4.4.1. Technologický postup

Stanovení obsahu dusíku (a následně hrubých bílkovin) bylo provedeno podle standardní metodiky Naumann a Bassler (1993) s využitím mineralizační jednotky SpeedDigest K-439 (Büchi, Švýcarsko), systému pro čištění plynů Scrubber K-415 (Büchi, Švýcarsko) a titrační jednotky KjelFlex K-360 (Büchi, Švýcarsko). Vzorek byl navážen (609 Whatman, UK) v množství zhruba 0,5 g. Do každé reakční zkumavky o objemu 300 ml (Büchi, Švýcarsko) bylo přidáno 15 ml kyseliny sírové (H₂SO₄, 98 %; Roth, USA) a dvě katalytické tablety (Kjeltabs TCT-AA21, Thompson & Capper, UK). Každá série obsahovala 12 vzorků a jednu kontrolu, pro kterou bylo použito 0,15 g glycinu (AnalaR Nortmapur, VWR, Německo). Zkumavky byly umístěny do mineralizační jednotky předehřáté na 350 °C a následně proběhla mineralizace při 420 °C po dobu 10 minut, poté 490 °C po dobu 90 minut a následné ochlazení. Po ukončení mineralizace

byly vzorky přeneseny do titrační jednotky KjelFlex K-360 (Büchi, Švýcarsko), kde proběhla destilace a uvolněný amoniak byl zachycován do 4% roztoku kyseliny borité (pH 4,65; Lachner, s.r.o., Neratovice, Česká republika). Zachycený amoniak byl poté titrován 0,1 M kyselinou sírovou (AVS TITRINORM, VWR, USA). Obsah dusíku (% N) byl vypočten podle rovnice (1) a obsah hrubých bílkovin (% CP) podle rovnice (2). Výsledky jsou vyjádřeny jako hmotnostní procento hrubých bílkovin (% CP).

Rovnice (1)

$$N\% = \frac{V[ml] * 2 * 0.1 * 14.007}{W[g] * 1000} * 100$$

kde:

V [ml] – objem 0,1 M H₂SO₄ spotřebovaný při titraci, tj. V_{vzorek} – V_{blank}

W [g] – hmotnost vzorku.

Rovnice (2)

$$CP\% = N\% * K$$

kde:

K = 6,25, což je konverzní faktor pro přepočet obsahu dusíku na hrubé bílkoviny.

Stanovení obsahu lipidů bylo provedeno podle metody Hara a Radin (1978) s úpravami dle Mráz a Picková (2009). Vzorky byly homogenizovány pomocí Ultra Turrax T18 digital (Janke & Kunkel, IKA Werke, Německo). Přibližně 1 g vzorku byl smíchán s 10 ml směsi hexanu a isopropanolu v poměru 3:2 (v/v). Získaný homogenát byl doplněn o 6 ml roztoku Na₂SO₄ (6,67 %, Sigma-Aldrich, USA) a důkladně promíchán. Homogenizované vzorky byly centrifugovány, a horní lipidová fáze byla odebrána do předem zvážených zkumavek. Rozpouštědlo (hexan) bylo následně odpařeno pomocí proudu dusíku. Následně byl obsah lipidů stanoven gravimetricky jako rozdíl hmotnosti zkumavky před a po extrakci lipidů s využitím mikrováhy XP2U Excellence Plus XP Ultra Micro Balance (2 g × 0,1 µg; Mettler Toledo GmbH, Gießen, Německo). Výsledek byl vyjádřen jako hmotnostní podíl lipidů (%) ve vzorku.

Pro stanovení hrubé vlákniny bylo použito přibližně 1 g homogenizovaného vzorku. Vzorek byl navážen do skleněných držáků se sáčky na vlákninu (FiberBag, C Gerhardt Analytical, Německo). Analýza byla provedena pomocí kyselé a alkalické hydrolýzy podle pokynů výrobce. (FiberBag, C Gerhardt Analytical, Německo). Vzorky byly zbaveny přebytných lipidů pomocí petroleum etheru (CARLO ERBA Reagents SAS, Francie). Následně byly vzorky vařeny v 360 ml 0,128 M H₂SO₄ pod zpětným chladičem po dobu 30 minut. Po kyselé hydrolýze byly vzorky promyty horkou destilovanou vodou až do neutrální reakce. Zbytky vzorků pak byly podrobeny alkalické hydrolýze vařením v 360 ml 0,223 M NaOH po dobu 30 minut. V následujícím kroku byly vzorky opět promyty horkou destilovanou vodou. Poté byly sáčky s vlákninou sušeny v žihacích kelímkách v sušárně na 105 °C po dobu 12 hodin, poté zchlazeny v exsikátoru a zváženy na analytických vahách. Následně byly vzorky vypáleny v muflové peci na 600 °C po dobu 4 hodin, následně opět zchlazeny a zváženy. Obsah hrubé vlákniny (%) byl vypočten na základě úbytku hmotnosti během žihání podle rovnice (3). Výsledky byly vyjádřeny jako procento hrubé vlákniny (% z hmotnosti sušiny).

Rovnice (3)

$$\% \text{hrubé vlákniny} = \frac{[(X - \alpha) - (\delta - E)] * 100}{\beta}$$

kde:

α = hmotnost filtračního sáčku (g);

β = hmotnost vzorku (g);

X = hmotnost žíhacího kelímku s vysušeným sáčkem (g);

E = hmotnost slepého vzorku (prázdný filtrační sáček; g);

δ = hmotnost žíhacího kelímku s popelem (g).

Stanovení obsahu popela bylo provedeno spálením vzorku v muflové peci LAC L09/12 (Židlochovice, Česká republika). Porcelánové misky byly umístěny do pece předehřáté na 550 °C a vypáleny po dobu 1 hodiny pro odstranění případných nečistot a vlhkosti. Poté byly ochlazeny v exsikátoru na laboratorní teplotu a zváženy na analytických vahách VWR LA 214i (max 220 g, d = 0,1 mg; Německo). Do každé misky bylo odváženo 5 až 10 g homogenizovaného vzorku, který byl spálen v muflové peci při 550 °C po dobu 6 hodin. Následně byly misky se vzorkem zchlazeny v exsikátoru a zváženy. Výsledky byly vyjádřeny jako hmotnostní procento popela (%) ve vzorku.

Pro analýzu sušiny byla použita porcelánová miska obsahující přibližně 15 až 20 g křemičitého písku. Miska s pískem byla sušena při 105 °C po dobu 2 hodinu v laboratorní sušárně (Nuve FN 400; Ankara, Turecko). Následně byla miska umístěna do exsikátoru, zchlazena na laboratorní teplotu a zvážena na analytických vahách VWR LA 214i (max 220 g, d = 0,1 mg, Německo). V dalším kroku bylo do misky přidáno 5 g homogenizovaného vzorku a směs byla opět vložena do sušárny při 105 °C na 4 hodiny. Po první hodině bylo nutné směs důkladně promíchat, aby se zlepšila její homogenita a zvýšila účinnost samotného sušení. Po dokončení sušícího cyklu byla miska opět umístěna do exsikátoru, kde se nechala vychladnout na laboratorní teplotu, a následně byla znovu zvážena. Obsah sušiny byl vyjádřen v hmotnostních procentech (%).

Bezdušikaté látky výtažkové (BNVL) byly vypočteny jako rozdíl mezi celkovou laboratorní sušinou krmiva a součtem jeho dusíkatých látek, lipidů, popela a vlákniny.

Vitamín C byl analyzován metodou kapalinové chromatografie dle metody SOP 8.28., minerály (Ca, K, P, Mg, Na) byly měřeny metody ICP-OES dle metody SOP 8.1.A v externí laboratoři (Agrola s.r.o., Česká republika). Vzorky byly odebrány po výrobě produktů a skladovány při – 80 °C před samotnými analýzami.

4.4.2. Výsledky

Obsah hrubých bílkovin se u hotových salámů pohyboval v rozmezí 11,7–14,4 %, přičemž nejvyšších hodnot dosáhly receptury s vyšším podílem rybího baaderu (TEP67/FRA67 a TEP60/FRA60). Ve srovnání s výchozí rybího baaderu (14,9 %) tedy došlo jen k mírnému snížení obsahu bílkovin, které lze přičíst vyššímu zastoupení vloček (tedy nižšímu zastoupení čerstvé zeleniny) a vyšší vlhkosti hotových výrobků (tab. 6). Naproti tomu sterilované výrobky obsahovaly méně bílkovin navzdory obdobnému obsahu rybí složky.

Obsah lipidů se pohyboval v rozmezí 5,4–8,4 % a odpovídal typu použité suroviny i technologii opracování. Stejně jako v případě hrubých bílkovin, se zvyšujícím se obsahem čerstvé zeleniny, klesal obsah lipidů. Podíl BNLV (bezdušikatých látek výtažkových) byl poměrně vysoký (15,6–28,3 %), což odráží přítomnost ovesných vloček a rostlinných přísad. Vyšší hodnoty BNLV měly receptury s nižším podílem rybí složky, kde se více uplatnila rostlinná komponenta. Obsah hrubé vlákniny se pohyboval mezi 0,8–1,2 % a zůstával relativně stabilní

napříč recepturami. Obsah popela (1,2–1,4 %) odpovídá hodnotám typickým pro krmiva s rybí surovinou a svědčí o přítomnosti minerálních látek přirozeně obsažených v rybím masě a vedlejších produktech.

Živinové složení je podobné, jako udávané živinové složení na komerčních produktech s obdobným složením. Výjimkou jsou lipidy, které u komerčních produktů dosahuje v průměru 16 % (viz kapitola 4.2.2.), a vlhkost. Průměrná vlhkost sledovaných produktů činila 68,3 %.

Tab. 6. Obsah hrubých bílkovin, lipidů, BNLV, hrubé vlákniny, popela a sušiny ve vinutých recepturách rybích salámů pro psy a rybího baaderu (% ± směrodatná odchylka; n = 2). TEP – Tepelně opracovaný výrobek, FRA – Frakčně sterilizovaný výrobek, STE – Sterilovaný výrobek, číslo za zkratkou značí obsah rybího baaderu. + = přidavek antioxidantu (detaily jsou uvedeny v kapitole 4.3. Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby).

Recept	Hr. bílkoviny	Lipidy	BNLV	Hr. vláknina	Popel	Sušina
STE60/STE60+	11,7	6,25	18,8	1,08	1,27	39,0
	±	±	±	±	±	±
	0,07	0,15	0,51	0,02	0,01	0,42
STE55/STE55+	10,9	5,74	19,9	0,96	1,24	38,8
	±	±	±	±	±	±
	0,00	0,04	0,21	0,08	0,04	0,21
STE50/STE50+	10,4	5,40	20,3	1,06	1,20	38,3
	±	±	±	±	±	±
	0,00	0,15	0,16	0,12	0,11	0,00
TEP67/FRA67	14,4	8,37	15,6	0,94	1,44	40,8
	±	±	±	±	±	±
	0,00	0,30	0,03	0,22	0,00	0,49
TEP60/FRA60	14,2	8,19	19,7	1,20	1,42	44,7
	±	±	±	±	±	±
	0,99	0,14	1,10	0,01	0,02	2,26
TEP51/FRA51	12,7	8,13	28,3	1,22	1,43	51,8
	±	±	±	±	±	±
	0,14	0,01	0,37	0,03	0,01	0,57
Rybí baader	14,9	11,1	0,00	0,83	1,47	27,5
	±	±	±	±	±	±
	1,39	2,28	0,00	0,18	0,31	3,89

Obsah vápníku (Ca) se pohyboval v rozmezí 314–363 mg.kg⁻¹, přičemž nejvyšší hodnoty byly naměřeny u receptury s 60 % rybího baaderu (TEP60/FRA60). V porovnání s rybím baaderem samotným (221 mg.kg⁻¹) byl obsah Ca ve všech výrobcích vyšší (tab. 7), což souvisí s přítomností rostlinných složek s vyšším obsahem minerálů. Obsah sodíku (Na) kolísal mezi 296–757 mg.kg⁻¹, přičemž nejvyšší hodnoty vykazoval vzorek TEP67/FRA67, tedy receptura s nejvyšším podílem rybí složky. Oproti tomu vzorek s 51 % rybího baaderu měl Na nejméně, což odráží nižší množství rybího baaderu, který je bohatá na sodík (1 034 mg.kg⁻¹). Hodnoty draslíku (K) se pohybovaly v úzkém rozmezí 2980–3080 mg.kg⁻¹, a mezi jednotlivými variantami se tak neprojevily významnější rozdíly. Podobně stabilní hodnoty byly zaznamenány i pro hořčík (Mg) a fosfor (P).

Vitamín C byl ve všech analyzovaných vzorcích pod hranicí detekce ($< 10 \text{ mg.kg}^{-1}$). Tento výsledek je očekávaný, neboť vitamín C je tepelně nestabilní a při tepelné úpravě i sterilaci dochází k jeho téměř úplnému rozkladu.

Tab. 7. Obsah vybraných minerálů a vitamínu C ve vinutých recepturách rybích salámů pro psy a rybího baaderu (mg.kg^{-1} původní hmoty; $n = 1$). TEP – Tepelně opracovaný výrobek, FRA – Frakčně sterilizovaný výrobek, číslo za zkratkou značí obsah rybího baaderu (sterilované výrobky nebyly testovány). Receptury testovaných rybích salámů pro psy jsou uvedeny v kapitole 4.3. Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby).

Recept	Ca	Na	K	Mg	P	Vitamín C
TEP67/FRA67	314,2	757,1	2984	441,3	2108	<10
TEP60/FRA60	363,4	652,1	3079	516,8	2801	<10
TEP51/FRA51	346,0	296,7	3076	590,2	2719	<10
Rybí baader	221,1	1034	2307	212,8	1794	<10

Vysvětlivky:

Ca – vápník; Na – sodík; K – draslík; Mg – hořčík; P – fosfor

4.5. Experiment 5 – Aminokyseliny v salámech pro psy

4.5.1. Technologický postup

Hydrolýza bílkovin na volné aminokyseliny představuje klíčový krok v analýze aminokyselin. Použitý postup vychází z metodiky Rutherford a Gilani (2009) a umožňuje stanovení všech aminokyselin s výjimkou tryptofanu. Pro stanovení methioninu a cysteinu je nutné použít specifický oxidační protokol. Pro běžnou hydrolýzu byl homogenizovaný vzorek o hmotnosti 100–500 mg navážen na mikrováze Mettler Toledo XP2U Excellence Plus XP Ultra Micro Balances ($2 \text{ g} \times 0,1 \mu\text{g}$; Německo). Vzorek byl přenesen do hydrolyzační zkumavky (Ingos s.r.o., Česká republika) a zalit 50 ml 6M kyseliny chlorovodíkové (37 %, Merck, USA). Vzorek byl propláchnut proudem dusíku, aby se odstranil kyslík, a zkumavka byla následně hermeticky uzavřena. Hydrolýza probíhala v suché lázni – hydrobloku HB 016 (Ingos s.r.o., Praha, Česká republika) při teplotě 110°C po dobu 23 hodin. Po ukončení inkubace byl hydrolyzáát přelit do 50ml plastových centrifugáčnických zkumavek a odpařen do sucha pomocí rotačního vakuového koncentrátoru RVC 2-18 CD plus (Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH, Německo) při 45°C a 1300 ot.min^{-1} . Suchý zbytek byl rozpuštěn v 50 ml 0,1M HCl a uložen ve tmě při 4°C do dalšího zpracování. Pro stanovení methioninu a cysteinu byl homogenizovaný vzorek (100–500 mg) ošetřen 5 ml čerstvě připravené směsi 85% kyseliny mravenčí (Sigma-Aldrich, USA) a 30% peroxidu vodíku (v poměru 9:1, v/v). Zkumavky byly propláchnuty dusíkem, aby se odstranil kyslík, a uloženy do chladničky (4°C) po dobu 16 hodin. Následně bylo velmi pomalu a opatrně přidáno 1 ml 37% kyseliny chlorovodíkové (Sigma-Aldrich, USA) a poté bylo přidáno 50 ml 6M HCl pro další hydrolýzu, která probíhala za stejných teplotních podmínek jako popsáno výše. Methionin a cystein byly po této úpravě stanoveny ve formě methionin sulfátu a cysteinové kyseliny.

Derivatizace aminokyselin byla provedena pomocí dansylchloridu (DNS; Tokyo Chemical Industry Co., Japonsko) podle postupu Tuberoso et al. (2015). Do 1,5ml Eppendorfovy zkumavky bylo přidáno 100 μl hydrolyzátu aminokyselin, 10 μl interního standardu (α -methyl-DL-tyrosin, 0,1 mg.ml^{-1} ; Sigma-Aldrich, USA) a 100 μl roztoku DNS (50 mg DNS ve 10 ml

acetonu – Uvasolv, Merck, USA). Po promíchání bylo přidáno 790 µl 0,2M Na₂B₄O₇·10 H₂O (p.a., Chemapol, Česká republika) rozpuštěného ve vodě. Vzorky byly umístěny do ultrazvukové lázně (K-5LN, Kraintek, Slovensko) nastavené na 40 °C po dobu 30 minut. Po centrifugaci (Hettich MIKRO 220, 12 000 ot.min⁻¹, 10 min, 20 °C) byl supernatant odebrán pro následnou analýzu HPLC-UV.

Analýza aminokyselin byla provedena na systému Dionex UltiMate 3000 s autosamplerem RS, který injektoval 7 µl vzorku na kolonu Kinetex (C18, 2,6 µm, 100 Å, 150 × 3 mm, USA). Teplota kolony byla udržována na 25 °C. Jako mobilní fáze A (MPA) byl použit acetátový pufr připravený z 6,25 ml kyseliny octové, 1,97 g octanu sodného a 200 ml acetonitrilu, doplněný vodou do 1 litru. Mobilní fáze B (MPB) tvořil acetonitril (LC-MS Reagent, J.T. Baker, USA). Průtok byl nastaven na 0,4 ml.min⁻¹. Chromatografie probíhala v gradientovém režimu: 0–5 min 100 % MPA (izokraticky), 5–47 min lineární nárůst MPB na 50 %, 47–60 min nárůst MPB na 100 %, udržení do 65. minuty, následný pokles MPB na 0 % do 73. minuty a ekvilibrace kolony do 80. minuty. Detekce aminokyselin byla provedena na UV detektoru Dionex UltiMate 3000 při vlnové délce 250 nm. Získaná data byla zpracována v softwaru Chromeleon (verze 7.1.2.1713, Thermo Fisher Scientific, USA). Identifikace a kvantifikace jednotlivých aminokyselin byla provedena na základě retenčních časů standardního roztoku aminokyselin a odpovídajících kalibračních křivek.

4.5.2. Výsledky

Analýza aminokyselin potvrdila, že všechny testované receptury rybích salámů pro psy obsahují široké spektrum esenciálních i neesenciálních aminokyselin, typické pro rybí bílkovinu (Tabulka 8). Obsah jednotlivých aminokyselin byl porovnán s výchozí rybím baaderem a mezi jednotlivými variantami s různým podílem rybí složky (50–67 %) nebyly pozorovány zásadní rozdíly, pouze mírné kolísání v závislosti na obsahu masa a technologickém zpracování. Celkově nejvyšší koncentrace aminokyselin byla zaznamenána u receptur s vyšším obsahem rybího baaderu (60–67 %), což odpovídá vyššímu podílu živočišných bílkovin. Tyto vzorky vykazovaly hodnoty aminokyselin blízké výchozí rybímu baaderu, zatímco receptury s nižším podílem rybí složky měly hodnoty mírně snížené.

Z neesenciálních aminokyselin měly nejvyšší zastoupení ve finálních produktech kyselina glutamová (1,62–2,02 %) a kyselina asparagová (1,08–1,40 %), které dohromady tvořily přibližně 20–25 % celkového aminokyselinového profilu. Při tepelné úpravě tyto aminokyseliny přispívají ke specifické chuti výrobku (tzv. umami efektu) a zvyšují jeho sensorickou atraktivitu. Obsah glycinu (0,56–0,74 %) a prolinu (0,60–0,95 %) byl rovněž významný, což je typické pro produkty obsahující kolagenní tkáň, např. z hlav a koster. Vyšší hladina těchto aminokyselin podporuje strukturní soudržnost a pevnost hotového výrobku.

Tab. 8. Obsah aminokyselin (% v původní hmotě; n = 2). TEP – Tepelně opracovaný výrobek, FRA – Frakčně sterilizovaný výrobek, STE – Sterilovaný výrobek, číslo za zkratkou značí obsah rybího baaderu. + = přídavek antioxidantu (detaily jednotlivých receptů jsou uvedeny v kapitole 4.3. Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby). Obsah sušiny je uveden Tabulce 6. Směrodatné odchylky nejsou prezentovány pro zachování přehlednosti tabulky.

Aminokyselina	STE60/ STE60+	STE55/ STE55+	STE50/ STE50+	TEP67/ FRA67	TEP60/ FRA60	TEP51/ FRA51	Rybí baader
---------------	------------------	------------------	------------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------

Alanin	0,81	0,84	0,70	1,13	1,21	0,84	1,54
Glycin	0,63	0,68	0,54	0,68	0,79	0,66	1,06
Valin	0,77	0,80	0,66	0,96	1,13	0,76	1,42
Leucin	1,03	1,05	0,85	1,51	1,52	1,06	2,12
Izoleucin	0,62	0,65	0,50	0,81	0,95	0,59	1,27
Prolin	0,63	0,69	0,59	0,84	1,01	0,68	1,12
Treonin	0,42	0,45	0,32	0,59	0,84	0,38	1,12
Asparagin	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,10
Kys. asparagová	1,18	1,47	1,06	1,20	1,39	1,08	2,28
Serin	0,71	0,67	0,58	0,62	0,65	0,64	1,03
Metionin	0,71	0,67	0,84	1,06	1,06	0,94	0,94
Kys. glutamová	1,84	2,11	1,67	1,74	2,17	1,62	2,95
Cystein	0,11	0,15	0,19	0,05	0,13	0,03	0,19
Fenylalanin	0,66	0,68	0,56	0,86	0,81	0,66	1,17
Histidin	0,45	0,48	0,28	0,38	0,46	0,25	0,64
Glutamin	0,09	0,13	0,13	0,30	0,24	0,30	0,22
Lysin	1,37	1,52	0,94	1,06	1,34	0,97	2,89
Tyrosin	0,53	0,60	0,45	0,60	0,55	0,43	1,06

4.6. Experiment 6 – Mastné kyseliny ve vyvinutých salámech pro psy

4.6.1. Technologický postup

Pro analýzu mastných kyselin byla provedena metylace celkových lipidů podle metodiky Appelqvist (1968). Jako interní standard byl použit FAME C23:0 (Dr. Ehrenstorfer GmbH,

Německo). Profil mastných kyselin byl analyzován pomocí plynové chromatografie (Trace Ultra FID, Thermo Scientific, Itálie) s použitím kapilární kolony BPX-70 (délka 50 m, vnitřní průměr 0,22 mm, tloušťka filmu 0,25 µm; SGE, USA). Teplotní program kolony začínal 0,5 min při 70 °C, dále byla teplota zvyšována o 30 °C za minutu do 150 °C, poté se zvyšovala o 1,5 °C za minutu až na 220 °C, kde byla udržována po dobu 11 minut. Celková doba analýzy činila 60 minut. Teplota injektoru byla nastavena na 170 °C a teplota detektoru na 260 °C. Pro identifikaci jednotlivých mastných kyselin byly porovnány retenční čas x vzorků s referenční směsí Supleco 37 Component FAME Mix (Sigma-Aldrich, USA). Kvantifikace byla provedena pomocí kalibračních křivek vytvořených na základě sedmi koncentrací standardní směsi Supleco 37 FAME mix (v rozmezí 1000–15 µg.ml⁻¹) a přepočtem vůči internímu standardu C23:0. K identifikaci a kvantifikaci mastných kyselin byl použit software Thermo Xcalibur 3.0.63 (Thermo Fisher Scientific, USA).

Složení mastných kyselin u vzorků tepelně zpracovaných a frakčně sterilovaných produktů skladovaných při 4 °C, sterilovaných produktů skladovaných při 22 °C a mraženého rybího baaderu uchovávaného při –20 °C byly analyzovány na začátku experimentu a třech měsících skladování. Mezi vzorky však nebyly pozorovány signifikantní rozdíly, proto jsou výsledky jednotlivých receptur sloučeny.

4.6.2. Výsledky

Mezi jednotlivými recepturami nebyly pozorovány zásadní rozdíly, i když u některých mastných kyselin byl zaznamenán mírný pokles vlivem tepelného zpracování. Z nasycených mastných kyselin (SFA) dominovala palmitová kyselina (C16:0) s obsahem 16,8–18,6 %, následovaná stearovou (C18:0) s 4,3–6,1 %. Tyto hodnoty jsou srovnatelné s původním rybím baaderem (C16:0 = 16,9 %, C18:0 = 5,7 %). Z mononenasycených mastných kyselin (MUFA) převládala olejová kyselina (C18:1n-9), jejíž podíl činil 35,4–38,1 % (tab. 9), což představuje dominantní složku celkového lipidového spektra. Druhou významnou monoenoovou kyselinou byla palmitolejová (C16:1n-7). Celkový podíl MUFA tvořil přibližně 40 % všech mastných kyselin (tab. 10).

Z polynenasycených mastných kyselin (PUFA) byla nejvíce zastoupena linolová kyselina (C18:2n-6) s obsahem 20,7–22,7 %, pocházející převážně z rostlinných složek. Z omega-3 frakce měly nejvyšší zastoupení alfa-linolenová kyselina (ALA, C18:3n-3) s 2,7–3,2 % a dokosaheptaenová kyselina (DHA, C22:6n-3) s 2,8–3,6 % (tab. 9). Souhrnný obsah EPA + DHA se tedy pohyboval mezi 2,9 až 3,7 %, což je sice o něco méně než v čerstvém rybím baaderu (EPA + DHA = 4,3 %), ale stále představuje významný nutriční přínos z hlediska obsahu omega-3 kyselin. Poměr n-3/n-6 mastných kyselin se u všech receptur pohyboval 0,3 (tab. 10), zvýšení tohoto poměru a dosažení lepšího nutričního profilu lze dosáhnout snížením rostlinné suroviny na úkor živočišné.

Tab. 9. Složení mastných kyselin (%) ve vyvinutých recepturách rybích salámů pro psy a výchozín rybím baaderu. Směrodatné odchylky nejsou prezentovány pro zachování přehlednosti tabulky.

Mastná kyselina	STE60/ STE60+	STE55/ STE55+	STE50/ STE50+	TEP67/ FRA67	TEP60/ FRA60	TEP51/ FRA51	Rybí baader
C12:0	0,31	0,31	0,30	0,15	0,15	0,16	0,26

C13:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C14:0	0,91	0,91	0,90	0,90	0,86	0,86	0,95
C14:1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C15:0	0,09	0,00	0,12	0,14	0,13	0,14	0,17
C15:1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C16:0	18,57	18,16	18,00	16,98	16,78	16,86	16,86
C16:1n-6A	0,37	0,34	0,38	0,29	0,28	0,29	0,37
C16:1	2,18	2,31	2,85	1,90	1,84	1,87	2,34
C16:2n-6A	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,04	0,02
C17:0	0,25	0,21	0,25	0,25	0,25	0,25	0,31
C17:1	0,00	0,00	0,00	0,09	0,08	0,09	0,03
C18:0	6,06	5,44	5,01	4,47	4,32	4,36	5,65
C18:1n-9 trans	0,00	0,00	0,00	0,09	0,06	0,07	0,02
C18:1n-9	35,87	35,41	36,78	38,05	37,68	37,57	37,48
C18:1n-7	2,57	2,46	2,44	2,56	2,54	2,54	2,82
C18:2n-6 trans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C18:2n-6	20,65	22,00	22,05	21,63	22,55	22,65	18,16
C18:3n-6	0,64	0,68	0,60	0,63	0,64	0,63	0,81
C18:3n-3	2,65	2,81	2,65	3,21	3,20	3,15	3,25
C20:0	0,00	0,06	0,05	0,26	0,25	0,25	0,21
C20:1n-9	1,70	1,55	1,53	1,72	1,67	1,69	1,80
C21:0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C20:2	0,37	0,37	0,33	0,33	0,32	0,34	0,40
C20:3n-6	0,94	1,00	0,82	0,67	0,67	0,66	1,00
C20:4n-6	0,82	0,91	0,83	0,46	0,47	0,46	0,87
C20:3n-3	0,07	0,06	0,07	0,13	0,14	0,14	0,12
C22:0	0,09	0,09	0,06	0,14	0,15	0,14	0,14
C22:1n-6A	0,85	0,65	0,59	0,87	0,84	0,86	0,97
C22:1n-9	0,07	0,07	0,04	0,14	0,14	0,13	0,11
C20:5n-3	0,53	0,61	0,50	0,51	0,52	0,38	0,68
C22:2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C24:0	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,06	0,02
C24:1n-9	0,23	0,10	0,13	0,15	0,15	0,17	0,16
C22:5n-3	0,29	0,35	0,30	0,33	0,34	0,33	0,41
C22:6n-3	2,93	3,13	2,43	2,88	2,91	2,84	3,61

Tab. 10. Složení podle skupin mastných kyselin (%) a poměr omega-3/omega-6 ve vyvinutých recepturách rybích salámů pro psy a výchozím rybím baaderu. Směrodatné odchylky nejsou prezentovány pro zachování přehlednosti tabulky.

Mastná kyselina	STE60/ STE60+	STE55/ STE55+	STE50/ STE50+	TEP67/ FRA67	TEP60/ FRA60	TEP51/ FRA51	Rybí baader
SFA	26,28	25,19	24,69	23,32	22,93	23,09	24,57
MUFA	43,82	42,88	44,74	45,86	45,29	45,29	46,10
PUFA	29,90	31,92	30,57	30,82	31,77	31,62	29,34
n-3	6,47	6,97	5,95	7,07	7,10	6,84	8,07
n-6	24,27	25,58	25,26	24,58	25,48	25,59	22,20
n-3/n-6	0,27	0,27	0,24	0,29	0,28	0,27	0,36
n-3 HUFA	3,82	4,16	3,30	3,85	3,90	3,69	4,83
EPA + DHA	3,46	3,74	2,93	3,39	3,42	3,22	4,30

4.7. Experiment 7 – Oxidace lipidů a mikrobiální kontaminace

4.7.1. Technologický postup

Rybí maso je obecně velmi náchylné k oxidačním změnám, které zásadně ovlivňují jeho kvalitu, trvanlivost a senzorické vlastnosti. Tato náchylnost je dána především vysokým obsahem polynenasycených mastných kyselin, které jsou výrazně citlivější vůči oxidaci než mastné kyseliny obsažené v tukách hospodářských zvířat. Stupeň oxidace byl stanoven dvěma metodami: stanovením hydroperoxidů (primární produkty oxidace) a analýzou thiobarbiturová metoda; sekundární produkty oxidace (TBARS).

Stanovení obsahu hydroperoxidů bylo provedeno podle metody Shanta a Decker (1994) s drobnými úpravami. K jednomu gramu vzorku bylo přidáno 11 ml směsi 65% chloroformu v methanolu, vzorek byl následně homogenizován po dobu tří minut pomocí přístroje Ultra Turrax T18 basic (IKA, Německo) a poté filtrován. K 7 ml supernatantu byly přidány 2 ml 0,5% roztoku NaCl, směs byla promíchána (Vortex GENIUS 3; IKA, Německo) a odstředěna při 3 000 × g po dobu 5 minut. K 5 ml čirého supernatantu bylo poté přidáno 0,25 ml roztoku thiokyanatanu amonného a chloridu železitého připraveného podle originální metodiky. Po inkubaci po dobu 20 minut byla změřena absorbance při 500 nm pomocí spektrofotometru. Standardní křivka byla sestavena s využitím kumen hydroperoxidu (CHP) a výsledky byly vyjádřeny jako μmol CHP na kilogram vzorku.

Analýza TBARS byla provedena podle metodiky Miller a kol. (1988) a sloužila k určení sekundárních produktů oxidace lipidů, zejména malondialdehydu (MDA). K jednomu gramu vzorku bylo přidáno 9,1 ml roztoku kyseliny trichloroctové (0,61 mol.l⁻¹) a 0,2 ml roztoku butylovaného hydroxytoluenu (0,09 mol.l⁻¹ v methanolu). Směs byla třikrát po 20 sekundách homogenizována při 14 000 ot.min⁻¹ pomocí Ultra Turrax T18 digital (IKA, Německo). Homogenizovaný vzorek byl filtrován přes filtrační papír (Whatman, GE Healthcare Life Sciences, UK). Z filtrátu byly odebrány dva vzorky po 1,5 ml. Do jednoho bylo přidáno 1,5 ml roztoku kyseliny thiobarbiturové (0,02 mol.l⁻¹), do druhého potom 1,5 ml destilované vody (blank). Vzorky byly následně inkubovány 15 hodin ve tmě při pokojové teplotě. Následně byl vzniklý reakční komplex malondialdehydu (MDA) s kyselinou thiobarbiturovou měřen při vlnové délce 530 nm pomocí spektrofotometru (Eppendorf Plate Reader AF2200, Německo).

Výsledky byly vyjádřeny jako obsah MDA v $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ vzorku, který představuje míru sekundární oxidace lipidů a slouží jako ukazatel čerstvosti a stability lipidové složky.

Mikrobiální kontaminace včetně celkové počtu mikroorganismů, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* spp., počtu plísní a kvasinek byla analyzována v externí laboratoři (Státní veterinární ústav Jihlava, Česká republika).

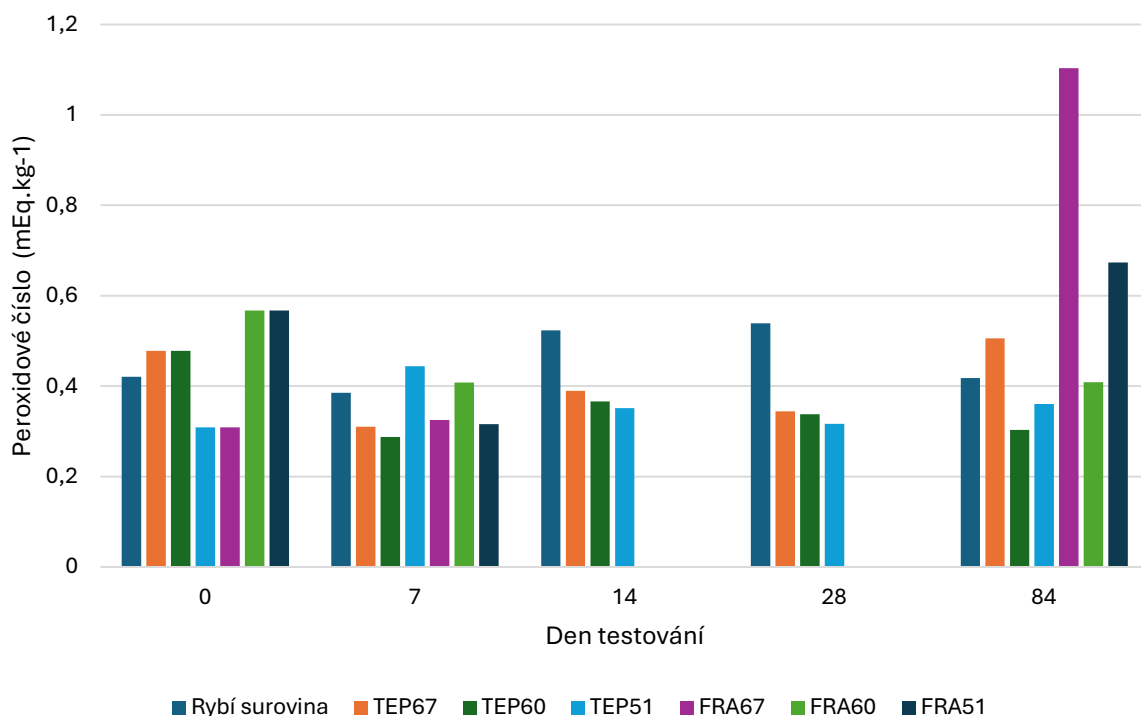
Oxidace lipidů i mikrobiální kontaminace vzorků tepelně zpracovaných a frakčně sterilovaných produktů skladovaných při 4 °C, sterilovaných produktů skladovaných při 22 °C a mraženém rybím baaderu uchovávaném při -20 °C byly analyzovány na začátku experimentu, po jednom týdnu, po jednom, dvou a třech měsících skladování. Čerstvý rybí baader byl hodnocen na začátku a po jednom týdnu skladování při 4 °C.

4.7.2. Výsledky

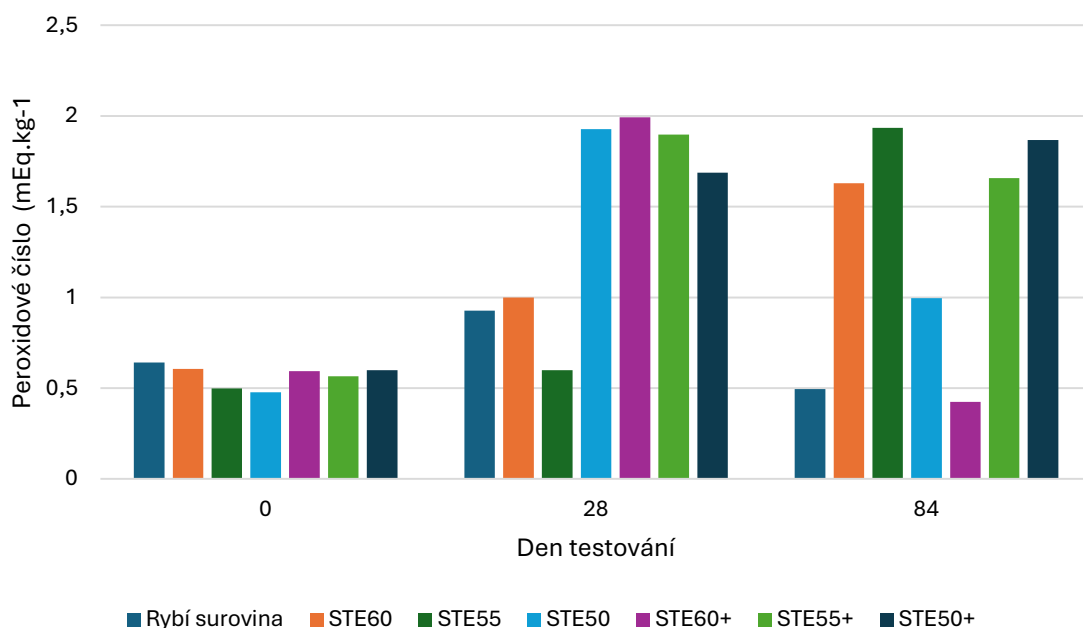
Peroxidové číslo představuje ukazatel množství chemicky vázaného kyslíku v tucích a olejích ve formě hydroperoxidů, které vznikají jako primární produkty oxidace mastných kyselin. V rybích produktech určených pro lidskou konzumaci byla jako mezní hodnota přijatelné oxidace stanovena koncentrace 1,25 mEq aktivního kyslíku. kg^{-1} . Hodnoty nad touto hranicí signalizují zhoršení oxidační stability a počínající degradaci lipidů, která se může projevit změnami vůně, chuti a celkové kvality výrobku.

U tepelně opracovaných i frakčně sterilizovaných rybích salámů se hodnoty peroxidového čísla pohybovaly převážně pod úrovní 0,6 mEq. kg^{-1} (obr. 14), s jedinou výjimkou u vzorku FRA67 po 84 dnech skladování. Vzhledem k hodnotám ostatních vzorků lze předpokládat, že u této varianty došlo k poškození obalu a následnému kontaktu s kyslíkem, což urychlilo oxidační procesy.

U sterilovaných výrobků bylo pozorováno zvýšení peroxidového čísla z původní hodnoty kolem 0,5 mEq. kg^{-1} až na přibližně 2,0 mEq. kg^{-1} , avšak bez zřetelného časového trendu či vlivu přídavku antioxidantu (obr. 15). Tyto hodnoty odpovídají počáteční fázi oxidace lipidů, která zatím neovlivňuje senzorickou kvalitu výrobku. Pro komplexní posouzení oxidační stability bude nicméně nutné provést dlouhodobější testy skladovatelnosti, zejména při různých teplotních a obalových podmínkách.



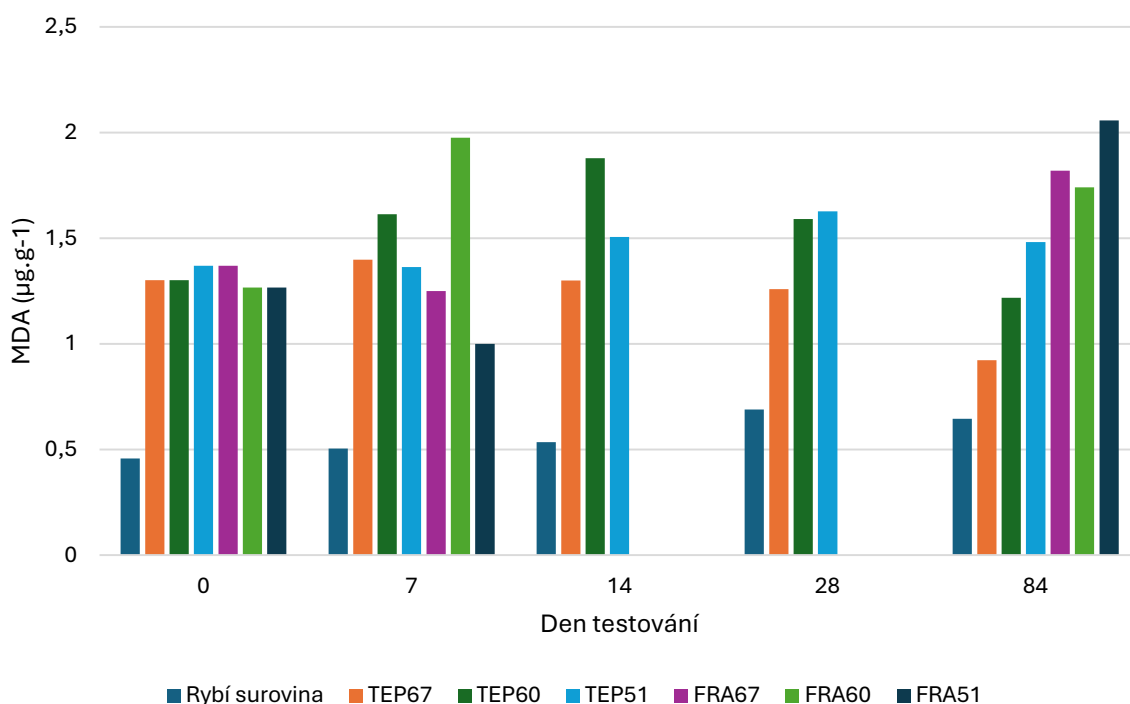
Obr. 14. Vývoj peroxidového čísla (mEq.g^{-1}) u tepelně zpracovaných a frakčně sterilovaných rybích salámů pro psy během skladování po dobu 84 dnů. Tepelně zpracované varianty byly testovány také po 14 a 28 dnech. TEP – Tepelně opracovaný výrobek, FRA – Frakčně sterilizovaný výrobek, číslo za zkratkou značí obsah rybiho baaderu (detaily jednotlivých receptů jsou uvedeny v kapitole 4.3. Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby).



Obr. 15. Vývoj peroxidového čísla (mEq.g^{-1}) u sterilovaných rybích salámů pro psy během skladování po dobu 84 dnů. STE – Sterilovaný výrobek, číslo za zkratkou značí obsah rybiho

baaderu. + = přídavek antioxidantu (detaily jednotlivých receptů jsou uvedeny v kapitole 4.3. Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby).

Na obr. 16 jsou znázorněny vývoje koncentrací malondialdehydu (MDA; $\mu\text{g.g}^{-1}$), stanoveného metodou TBARS, u jednotlivých receptur tepelně zpracovaných a frakčně sterilovaných rybích salámů pro psy během skladování po dobu 84 dnů. MDA představuje hlavní sekundární produkt oxidace lipidů a jeho obsah je ukazatelem míry žluknutí lipidů. Při koncentracích vyšších než $3 \mu\text{g.g}^{-1}$ bývají produkty oxidace již senzoricky rozpoznatelné, což se projevuje nežádoucí vůní, chutí a zhoršenou kvalitou výrobku. Z výsledků vyplývá, že ve většině sledovaných receptur došlo k postupnému nárůstu koncentrace MDA v průběhu skladování, což odpovídá přirozenému průběhu oxidačních procesů v lipidové složce. Nejvýraznější nárůst byl zaznamenán u variant s nejnižším podílem rybí složky, tedy nejvyšším zastoupení ovesných vloček, které po 84 dnech dosáhly hodnot přibližně $2,0 \mu\text{g.g}^{-1}$. Naopak tepelně opracované varianty (TEP) vykazovaly nižší úroveň oxidace, přičemž nejstabilnější se ukázala být receptura TEP67, která si zachovala nízké hodnoty MDA po celou dobu sledování.

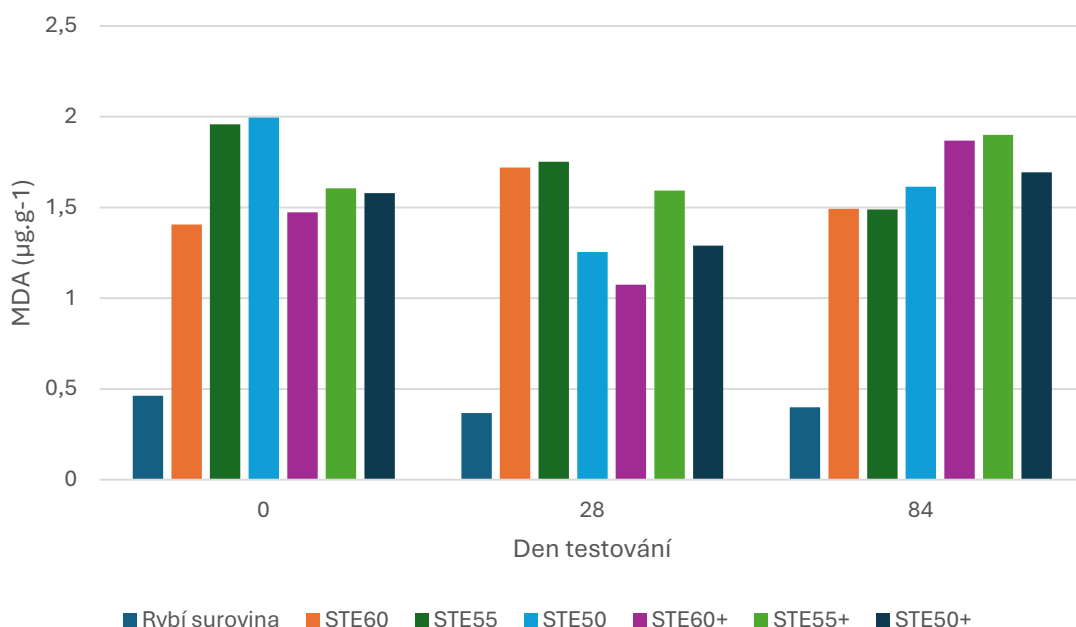


Obr. 16. Vývoj koncentrace malondialdehydu (MDA; $\mu\text{g.g}^{-1}$) stanoveného metodou TBARS u tepelně zpracovaných a frakčně sterilovaných rybích salámů pro psy během skladování po dobu 84 dnů. Tepelně zpracované varianty byly testovány také po 14 a 28 dnech. TEP – Tepelně opracovaný výrobek, FRA – Frakčně sterilizovaný výrobek, číslo za zkratkou značí obsah rybího baaderu (detaily jednotlivých receptů jsou uvedeny v kapitole 4.3. Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby).

Na obr. 17 jsou znázorněny vývoje koncentrací malondialdehydu (MDA; $\mu\text{g.g}^{-1}$) u jednotlivých receptur sterilovaných rybích salámů pro psy během skladování po dobu 84 dnů.

Z výsledků vyplývá, že ve u sterilovaných produktů se MDA pohybovalo okolo hodnoty 1,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ po celou dobu skladování nezávisle na podílu rybího baaderu v receptuře.

Ani u jedné z testovaných variant nebyla překročena hranice 3 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, což znamená, že během 84 dnů skladování nedošlo k oxidačním změnám, které by měly negativní dopad na senzorické vlastnosti výrobků.



Obr. 17. Vývoj koncentrace malondialdehydu (MDA; $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) stanoveného metodou TBARS u sterilovaných rybích salámů pro psy během skladování po dobu 84 dnů. STE – Sterilovaný výrobek, číslo za zkratkou značí obsah rybího baaderu. + = přídavek antioxidantu (detaily jednotlivých receptů jsou uvedeny v kapitole 4.3. Receptury testovaných rybích salámů pro psy a ekonomika výroby).

Analýzy mikrobiální kontaminace prokázaly, že všechny testované produkty splňovaly legislativní limity pro ukazatele *Enterobacteriaceae* a *Salmonella* spp. Po celou dobu tříměsíčního testu skladovatelnosti byly počty *Enterobacteriaceae* < 10 KTJ.g⁻¹ a *Salmonella* spp. nebyla detekována v žádném ze vzorků. Stejně tak nebyla ve výrobcích zjištěna přítomnost plísní ani kvasinek (obojí < 10 KTJ.g⁻¹).

Celkový počet mikroorganismů (CPM) byl u sterilovaných výrobků po celou dobu sledování pod hranicí 10 KTJ.g⁻¹, což potvrzuje účinnost sterilizačního procesu. U tepelně opracovaných a frakčně sterilizovaných výrobků však došlo k postupnému nárůstu mikrobiálního osídlení – po jednom měsíci skladování vzrostly hodnoty CPM z <10 na $2,0 \times 10^2$ a $2,5 \times 10^3$ KTJ.g⁻¹, a po třech měsících dosáhly $7,1 \times 10^4$ a $4,1 \times 10^5$ KTJ.g⁻¹. Po třech měsících skladování již bylo u těchto variant pozorováno mírné nafouknutí obalů, což svědčí o začínajících fermentačních či degradačních procesech.

U čerstvého rybího baaderu došlo po jednom týdnu skladování ke zvýšení počtu CPM z $1,4 \times 10^7$ na $5,0 \times 10^8$ KTJ.g⁻¹, což potvrzuje vysokou mikrobiální nestabilitu čerstvého materiálu. Naopak při mražení baaderu (-20 °C) nebyly po třech měsících skladování pozorovány žádné negativní změny v počtech CPM, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* spp., ani v obsahu plísní a kvasinek.

Výsledky tedy potvrzují, že mražení baaderu je nejvhodnějším způsobem jejího uchování před zpracováním a že sterilované výrobky si udržují mikrobiologickou bezpečnost po celou dobu sledování,

5. Ekonomický přínos technologie

Podle nařízení (ES) č. 1069/2009 se za zvíře v zájmovém chovu považuje každé zvíře, které lidé běžně chovají a krmí pro jiné než hospodářské účely, a které zároveň není určeno k lidské konzumaci. Výroba krmiv pro tato zvířata, zejména pokud obsahují živočišné bílkoviny, podléhá přísným legislativním požadavkům. Každý výrobce krmiv, žvýkacích pamlsků nebo masových výtazků musí být před zahájením činnosti schválen krajskou veterinární správou podle článku 24 uvedeného nařízení. Součástí schvalovacího řízení je i povinnost mít zavedený systém HACCP, který vyhodnocuje rizika a zajišťuje nezávadnost potravin a pokrmů. Po získání veterinárního schválení je výrobce povinen registrovat svou činnost u Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ), který dohlíží zejména na správné označování, složení a kvalitu krmiv. Veterinární orgány zároveň kontrolují zdravotní nezávadnost použitých živočišných surovin i finálních výrobků. Provoz musí splňovat hygienické požadavky podle nařízení (ES) č. 183/2005, krmiva musí být uváděna na trh v souladu s nařízením (ES) č. 767/2009 a nesmí překročit limity nežádoucích látek podle směrnice 2002/32/ES. Je důležité zdůraznit, že registrace u ÚKZÚZ nenahrazuje veterinární schválení. Bez rozhodnutí krajské veterinární správy nelze krmiva uvádět na trh.

K výrobě krmiv pro zvířata v zájmovém chovu lze používat výhradně vedlejší živočišné produkty (VŽP) kategorie 3, tedy materiály pocházející ze zdravých zvířat vhodných k lidské spotřebě. Naopak kuchyňské odpady jsou v této výrobě zakázány. Legislativa rozlišuje čtyři základní typy krmiv: Syrová krmiva (BARF) – neupravené suroviny živočišného původu; zpracovaná krmiva – tepelně upravená alespoň na 90 °C v celé hmotě nebo vyrobená ze stejně ošetřených surovin; konzervovaná krmiva – výrobky, které musí při sterilaci dosáhnout hodnoty $F_c \geq 3$ (např. 3 minuty při referenční teplotě 121,1 °C, nebo cca 10 sekund při teplotě parní sterilizace, tzn. 134 °C) ; žvýkací pamlsky – produkty, které musí být ošetřeny tak, aby byla zajištěna likvidace všech patogenů, včetně *Salmonella* spp. Detailní požadavky jsou stanoveny v přílohách XIII a IX nařízení (EU) č. 142/2011. Zpracovaná krmiva mohou být vyráběna pouze ze surovin živočišného původu, které prošly tepelným ošetřením minimálně na 90 °C, případně z dalších komponent, které splňují požadavky uvedeného nařízení – například z mléka a mléčných výrobků, želatiny, hydrolyzovaných bílkovin, vaječných výrobků, kolagenu, krevních produktů, zpracovaných živočišných bílkovin (včetně rybí moučky) či taveného a rybího tuku. Pokud to schválí příslušný orgán, mohou být některá krmiva bezpečně upravena i sušením nebo fermentací.

Finální produkty musí splňovat přísná mikrobiologická kritéria, zejména nepřítomnost *Salmonella* spp. v 25 g vzorku a dodržení tolerancí pro *Enterobacteriaceae* ($n = 5$, $c = 2$, $m = 10$, $M = 300$ v 1 g). Výrobce musí mít v HACCP plánu jasně stanovené intervaly laboratorních kontrol i postupy pro řešení nevyhovujících výsledků.

Kompletní krmiva představují nejčastěji volenou variantu výživy psů, protože obsahují všechny živiny potřebné pro jejich zdravý růst a správné fungování organismu. Aby mohlo být krmivo označeno jako „kompletní“, musí dle legislativy Evropské unie obsahovat všechny nezbytné živiny ve správném poměru a množství tak, aby pokrylo každodenní výživové potřeby zvířete. Podle definice EU je kompletní krmivo „krmivo, které vzhledem ke svému složení postačuje k pokrytí denní dávky živin“, přičemž denní dávka je chápána jako „průměrné

množství potravy potřebné denně pro konkrétní zvíře daného věku, životní fáze, životního stylu či úrovně aktivity tak, aby byly plně pokryty jeho potřeby energie a živin“. Složení kompletních krmiv musí být v souladu s výživovými doporučeními stanovenými organizací European Pet Food Industry Federation (FEDIAF), která jsou závazná v rámci Evropské unie. Doporučení FEDIAF vycházejí z nejnovějších vědeckých poznatků a studií o výživě psů a koček (včetně NRC, 2006) doplněných o nepublikovaná data z praxe a průmyslových výzkumů. Tato pravidla zajišťují, že kompletní krmiva poskytují psům vyvážený přísun všech potřebných živin a mohou tvořit plnohodnotnou součást jejich denní výživy.

Celkový průměrný výtěžek filetů a břišních partií činil 41,8 %. Na farmě jsou zpracovávána také játra (0,93 %). Vedlejší produkty (hlavy, kůže, kostry s ploutvemi, gonády a viscerální tuk) tvořily přibližně 55 % hmotnosti ryby. Ačkoliv kůže (5,1 %) není vhodná pro tuto technologii, její využití je možné dále optimalizovat. Podíl nevyužitelného odpadu (tj. části, které nelze technologicky zpracovat ani využít jako surovinu) byl velmi nízký – v průměru pouze $2,24 \pm 1,83$ %. To potvrzuje, že keříčkovec červenolelý generuje významné množství vedlejší suroviny, která má potenciál pro další zpracování, zejména při výrobě krmiv, doplňků nebo technologických produktů s vysokou přidanou hodnotou. K nevyužitelnému odpadu je však nutné ještě připočíst 60 % hmotnosti vedlejších produktů (hlav, koster s ploutvemi, viscerálního tuku a gonád), neboť výtěžnost baaderu z těchto částí je cca 40 %. Celkem tedy odpad, který je nutné zlikvidovat, činí 31,3 % vstupní hmotnosti.

V případě nevyužití vedlejších produktů vzniklých při zpracování by tak modelová farma s průměrnou roční produkcí cca 200 tun živých ryb platila za likvidaci odpadu 1 368 000 Kč (při ceně likvidace 12 Kč.kg⁻¹ bez DPH včetně svozu). Pokud by však farma využila vedlejší produkty pro výrobu rybích salámů pro psy, dosahovaly by náklady na likvidaci odpadů 751 200 Kč bez DPH (při využití všech vedlejších produktů včetně kůží). Jedná se tak o zásadní úsporu pro farmy.

Výsledky průzkumu trhu ukázaly, že rybí salámy pro psy jsou již etablovanou kategorií na trhu a vyrábí je řada domácích i zahraničních producentů. Jsou běžně dostupné v kamenných prodejnách i na internetových obchodech. Z hlediska cenové úrovně se sterilované rybí salámy pohybují v rozmezí 49–637 Kč.kg⁻¹, v závislosti na druhu a podílu rybí složky. Levnější produkty (pod 50 % ryb) dosahují cen kolem 50–130 Kč.kg⁻¹, zatímco výrobky s vysokým podílem ryb (>50 %) se prodávají za 65–640 Kč.kg⁻¹. Nejčastěji používanou rybou je ve všech kategoriích losos, který tvoří hlavní bílkovinový zdroj téměř ve všech analyzovaných salámech pro psy s vyšším podílem ryb. V prémiových produktech se objevují také treska, makrela nebo sled, zatímco sladkovodní druhy, včetně kapra, se vyskytují jen ojediněle a keříčkovec nebyl v žádném výrobku. Tuzemské ryby nejsou pro výrobu těchto produktů zatím prakticky vůbec využívány, což představuje nevyužitý tržní potenciál pro lokální zpracovatele. Z hlediska technologického složení obsahují rybí salámy většinou pojiva (rýže, bramborový či hrachový škrob), zeleninu, ovoce, vitamíny, minerály a antioxidanty). Kromě surovinového původu byla inovována také receptura, kdy místo běžně používaných škrobových pojiv (např. bramborový, kukuřičný nebo hrachový škrob) byly zvoleny ovesné vločky. Tradiční škroby mají nízkou nutriční hodnotu, mohou zvyšovat glykemickou zátěž (vedoucí ke zvyšování hladiny glukózy v krvi), jsou často dovážené a vysoce rafinované. Naproti tomu ovesné vločky jsou lokálně dostupné, cenově výhodné a nutričně přínosnější. Obsahují vlákninu a β -glukany, které zajišťují pojivost směsi a napomáhají stabilitě struktury po sterilaci stejně jako tradiční škroby. Navíc však zlepšují texturu produktu. Použití ovesných vloček tak umožňuje vyrobit produkt bez syntetických zahušřovadel, čímž se zvyšuje jeho přirozený vzhled a spotřebitelská

atraktivita. Současně se zjednodušuje výrobní proces, protože ovesné vločky zajišťují rovnoměrné vstřebávání vlhkosti a lepší homogenitu směsi během plnění a sterilace.

Cílem dalšího experimentu bylo ověřit technologickou proveditelnost a určit optimální složení sterilovaných rybích salámů pro psy vyrobených z lokálně dostupných surovin, zejména z vedlejších produktů ze zpracování ryb, ovesných vloček a regionální zeleniny. Výzkum byl rozdělen do dvou na sebe navazujících etap, které se zaměřily na nalezení vhodného poměru surovin a ověření jejich vlivu na texturu, pojivost, řeznost a stabilitu hotového výrobku po sterilaci. Výsledky ukázaly, že vyšší podíl vloček zajišťoval velmi pevnou a soudržnou texturu, avšak směs se stala příliš hustou a špatně zpracovatelnou, což komplikovalo narážení do střívek. Na základě těchto poznatků byl jako optimální kompromis pro další vývoj stanoven podíl vloček 25 %, který poskytoval dobrou pojivost, soudržnost a zároveň umožňoval plynulé plnění. Výsledky druhé série ukázaly, že poměr rybí složky k bramborám měl zásadní vliv na konzistenci a vzhled hotového výrobku. Při nízkém zastoupení rybí složky (50 %) byla směs málo soudržná, měkká a špatně se krájela. Výrobek se při krájení drolily a ztrácel svůj tvar. Naopak receptury s vyšším podílem rybího masa vykazovaly výbornou texturu, pevnost, stálou barvu a strukturální stabilitu bez známek separace lipidové nebo vodní složky.

Jednu z nejvyšších nákladových položek vyrobených rybích salámů pro psy tvoří výroba rybího baaderu (33,11 Kč.kg⁻¹). Tento proces lze však dále optimalizovat využitím specializovaných strojů na separaci masa, např. vysokotlakých separátorů, kdy dojde k zásadní úspoře nákladů jak na lidskou práci, tak i na elektrickou energii. Výtěžnost těchto strojů je zároveň vyšší ve srovnání s nízkotlakou separací. Je však nutné zdůraznit, že při tomto procesu dochází také k narušení struktury kostí, jejichž úlomky se můžou objevit ve finální surovině (podle použitého tlaku při separaci).

Výrobní cena výsledného rybího salámu pro psy byla 33,14 – 39,42 Kč.kg⁻¹ produktu. Po zahrnutí nákladů na logistiku a marže obchodníků by mohla cena výsledného produktu na pultech dosahovat cca 100 Kč.kg⁻¹ produktu. Ve srovnání se salámy z průzkumu trhu se jedná o střední cenovou kategorii psích salámů. Pokud by marže výrobce byla 25 % z výrobní ceny produktu (cca 9 Kč.kg⁻¹ u sterilované varianty s 55 % rybího baaderu; výrobní cena této varianty je 36,05 Kč.kg⁻¹), dosahovaly by zisky výrobce za velkoobchodní prodej salámů pro psy cca 779 000 Kč (roční produkce 42,85 tun rybího baaderu, tzn. 77,9 tun vyrobených rybích salámů pro psy s obsahem 55 % rybího baaderu). Zpracování takového množství suroviny by však vyžadovalo stroje s odpovídajícími kapacitami (separátor, autokláv, nabíječka, kutr atd.)

Vyvinuté recepty splňují živinové požadavky na obsah bílkovin i lipidů v kompletním krmivu pro dospělé psy (18 % a 5,5 % bílkovin, respektive lipidů v sušině). Co se týče minerálů, tak receptury splňují minimální živinové požadavky na vápník, fosfor, draslík, sodík i hořčík. U fosforu však všechny receptury překračují doporučený maximální limit, který je z nutričního hlediska stanoven na 1,6 g.100 g⁻¹ sušiny. V legislativě však maximum není uvedeno. Doporučený poměr vápníku:fosforu je 1:1, což vyvinuté receptury nesplňují. Z nutričního hlediska jsou však stanoveny doporučené maximální limity v případě, že vápník převažuje nad fosforem (max 2,1:1). v opačném případě však limity stanoveny nejsou. Vyvinuté recepty navíc splňují živinové požadavky na obsah aminokyselin v kompletním krmivu pro dospělé psy (arginin a tryptofan nebyly měřeny) i mastných kyselin.

Výsledky prokázaly, že všechny testované produkty splňovaly legislativní limity. Po dobu tří měsíců skladování nebyly ve vzorcích detekovány *Salmonella* spp., *Enterobacteriaceae* ani plísňe či kvasinky. Sterilované výrobky si udržely vynikající mikrobiologickou stabilitu (CPM < 10 KTJ.g⁻¹) po celé sledované období. U tepelně a frakčně sterilizovaných výrobků byl

zaznamenán postupný nárůst CPM – po třech měsících až na 10^4 – 10^5 KJ.g⁻¹, což se projevilo nafouknutím obalů a počínajícím mikrobiálním znehodnocením.

Pro zvýšení efektivity výroby rybích salámů pro psy lze uvažovat o optimalizaci výroby rybí suroviny z vedlejších produktů, popř. částečné náhradě rybí suroviny jinými živočišnými vedlejšími produkty, zejména kuřecími ořezy. Tyto suroviny jsou v tuzemsku dobře dostupné, cenově výhodnější a zároveň představují zdroj plnohodnotných bílkovin a živočišných lipidů s příznivým aminokyselinovým složením. Využití kuřecích ořezů (např. z hrudní a stehenní oblasti, popř. z drůbežích koster) by umožnilo snížit výrobní náklady bez zásadního dopadu na výživovou hodnotu produktu. Je však nutné optimalizovat poměr rybí a drůbeží složky tak, aby nedošlo ke zhoršení aromatických vlastností, textury a obsahu omega-3 mastných kyselin. Současně by tato kombinace umožnila stabilizovat kvalitu výrobků při kolísající dostupnosti rybích surovin a podpořila by cirkulární využití vedlejších živočišných produktů z různých potravinářských provozů. Z technologického hlediska lze předpokládat, že přídavek kuřecí suroviny zlepší pojivost a šťavnatost výrobku díky vyššímu obsahu lipidů a kolagenu, což může být výhodné pro dosažení konzistentní textury a dobré zpracovatelnosti směsi.

6. Uplatnění technologie v praxi

Vyvinutá technologie výroby rybích salámů pro psy představuje prakticky ověřené řešení pro zefektivnění nakládání s vedlejšími produkty ze zpracování ryb v České republice. Při filetování a dalším zpracování ryb vzniká každoročně značné množství vedlejších částí (hlavy, kůže, ploutve, páteře a vnitřnosti), které tvoří až 50–60 % celkové hmotnosti ryby. Tyto části přitom představují nutričně hodnotnou surovinu, bohatou na bílkoviny, lipidy a minerální látky. V současnosti jsou však většinou likvidovány v kafilériích za cenu přibližně 12–17 Kč.kg⁻¹, což zvyšuje náklady zpracovatelů a zároveň vede ke ztrátě biologicky cenných živin.

Zavedení vyvinuté technologie umožňuje transformovat tyto vedlejší produkty na komerčně využitelné produkty s vysokou přidanou hodnotou (tj. sterilované rybí salámy pro psy). Takový přístup přináší ekonomické, environmentální i technologické výhody: snižuje náklady na likvidaci odpadu, posiluje ekonomickou soběstačnost SME a přispívá k uzavírání materiálového cyklu v rámci regionálních potravinových systémů.

Z hlediska trhu má tato technologie značný aplikační potenciál. Současný trh s produkty pro psy s obsahem rybí suroviny je sice dobře rozvinutý, avšak silně importně orientovaný, především na výrobky z mořských druhů ryb. Tyto produkty jsou často prodávány v prémiovém segmentu s výrazným cenovým rozpětím a neodrážejí potenciál tuzemských sladkovodních ryb. Vyvinutá technologie proto vyplňuje mezeru na trhu a umožňuje výrobu lokálních krmiv s využitím vedlejších rybích produktů, které by jinak končily jako odpad.

Z environmentálního hlediska tento přístup významně přispívá ke snižování množství biologického odpadu a podporuje principy cirkulární bioekonomiky. Zároveň naplňuje strategické cíle Zelené dohody pro Evropu (z angl. *Green Deal*) a iniciativy „z farmy na vidličku“ (z angl. *Farm to Fork*), které zdůrazňují minimalizaci potravinových ztrát a efektivní využívání biologických zdrojů.

Celkově lze konstatovat, že navržená technologie představuje regionálně ukotvené, ekonomicky efektivní a ekologicky šetrné řešení. Spojuje dostupnost lokálních surovin s moderními technologickými postupy a zajišťuje vysokou nutriční hodnotu finálního produktu. Umožňuje nejen zvýšit konkurenceschopnost tuzemských rybářských podniků (lze využít surovinu i z jiných druhů ryb, např. kapra obecného), ale může také přispět k rozvoji cirkulární ekonomiky v oblasti zpracování ryb a výroby krmiv pro zvířata v zájmovém chovu.

7. Seznam literatury

- Alexander, K., Potts, T., Freeman, S., Israel, D., Johansen, J., Kletou, D., Meland, M., Pecorino, D., Rebours, C., Shorten, M., 2015. The implications of aquaculture policy and regulation for the development of integrated multi-trophic aquaculture in Europe. *Aquaculture* 443: 16–23.
- Alexandratos, N., Bruinsma, J., 2012. World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision. ESA Working paper No. 12-03, FAO, Rome, Italy, 147 pp.
- Appelqvist, L.A., 1968. Rapid methods of lipid extraction and fatty acid methyl ester preparation for seed and leaf tissue with special remarks on preventing accumulation of lipid contaminants. *Arkiv for Kemi* 28: 551–570.
- Barbut, S., 2020. Meat industry 4.0: A distant future? *Animal Frontiers* 10: 38–47.
- Biermann, G., Geist, J., 2019. Life cycle assessment of common carp (*Cyprinus carpio* L.) a comparison of the environmental impacts of conventional and organic carp aquaculture in Germany. *Aquaculture* 501: 404–415.
- Boissy, J., Aubin, J., Drissi, A., van der Werf, H.M.G., Bell, G.J., Kaushik, S.J., 2011. Environmental impacts of plant-based salmonid diets at feed and farm scales. *Aquaculture* 321: 61–70.
- Borlaug, N.E., 2002. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant* 38: 221–228.
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., 2010. Aquaculture: Global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365: 2897–2912.
- EEA/FOEN, 2020. Is Europe Living within the Limits of our Planet? An Assessment of Europe's Environmental Footprints in Relation to Planetary Boundaries. EEA/FOEN Report, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 61 pp.
- FAO, 2015. Food Wastage Footprint & Climate Change. FAO, Rome, Italy, 4 pp.
- FAO, 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. FAO, Rome, Italy, 266 pp.
- FAO, 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 Blue Transformation in Action. FAO, Rome, Italy, 264 pp.
- Gerten, D., Heck, V., Jägermeyr, J., Bodirsky, B.L., Fetzer, I., Jalava, M., Kummu, M., Luch, W., Rockström, J., Schaphoff, S., Schellnhuber, H.J., 2020. Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nature Sustainability* 3: 200–208.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C., 2010. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327: 812–818.
- Hara, A., Radin, N.S., 1978. Lipid extraction of tissues with a low toxicity solvent. *Analytical Biochemistry* 90: 420–426.
- Haupt, M., Hellweg, S., 2019. Measuring the environmental sustainability of a circular economy. *Environmental and Sustainability Indicators* 1: 100005.
- Hayes, M., Gallagher, M., 2019. Processing and recovery of valuable components from pelagic blood-water waste streams: A review and recommendations. *Journal of Cleaner Production* 215: 410–422.
- Hou, Y., Shavandi, A., Carne, A., Bekhit, A.A., Ng, T.B., Cheung, R.C.F., Bekhit, A.E.A., 2016. Marine shells: Potential opportunities for extraction of functional and health-promoting materials. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 46: 1047–1116.
- IFFO, 2024. By-product. <https://www.iffocom/by-product?utm_source=chatgpt.com>. Navštíveno 28.10.2025.

- Jackson, A., Newton, R.W., 2016. Project to Model the use of Fisheries By-products in the Production of Marine Ingredients with Special Reference to Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA. University of Stirling and IFFO, Stirling, UK, 14 pp.
- Kouřil, J., Drozd, B., Prokešová, M., Stejskal, V., 2013. Intenzivní chov keříčkovce jihoafrického–sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). Edice Metodik, FROV JU, Vodňany, č. 138, 60 s.
- Lichtenstein, A.H., Appel, L.J., Brands, M., Carnethon, M., Daniels, S., Franch, H.A., Franklin, B., Kris-Etherton, P., Harris, W.S., Howard, B., Karanja, N., Lefevre, M., Rudel, L., Sacks, F., Van Horn, L., Winston, M., Wylie-Rosett, J., 2006. Diet and lifestyle recommendations revision 2006 – A scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation* 114: 82–96.
- Love, D.C., Asche, F., Fry, J., Brown, M., Nguyen, L., Garlock, T.M., Nussbaumer, E.M., Sarmiento, G.L., Tveteraas, S., Neff, R., 2024. Fisheries and aquaculture by-products: Case studies in Norway, United States, and Vietnam. *Marine Policy* 167: 106276.
- Malcorps, W., Newton, R.W., Sprague, M., Glencross, B.D., Little, D.C., 2021. Nutritional characterisation of European aquaculture processing by-products to facilitate strategic utilisation. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 378: 720595.
- Malvarosa, L., Virtanen, J., Guillen, J., 2022. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF): Economic Report on the Fish Processing Industry (STECF-21-14). Publications Office of the European Union, Luxemburg, 246 pp.
- Martínez-Alvarez, O., Chamorro, S., Brenes, A., 2015. Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: A review. *Food Research International* 73: 204–212.
- Miller, B.C., Ho-Wai, L., Tyler, N.E., Cottam, G.L., 1988. Liver composition and lipid metabolism in NZB/W F1 female mice fed dehydroisoandrosterone. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Lipids and Lipid Metabolism* 962: 25–36.
- Mozaffarian, D., Rimm, E.B., 2006. Fish intake, contaminants, and human health - evaluating the risks and the benefits. *Journal of the American Medical Association* 296: 1885–1899.
- Mráz, J., Picková, J., 2009. Differences between lipid content and composition of different parts of fillets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 35: 615–623.
- Mráz, J., Jia, H., Roy, K., 2023. Biomass losses and circularity along local farm-to-fork: a review of industrial efforts with locally farmed freshwater fish in land-locked Central Europe. *Reviews in Aquaculture* 15: 1083–1099.
- MZe, 2025. Situační a výhledová zpráva - Ryby. Ministerstvo zemědělství, Praha, 46 s.
- Nařízení ES č. 183/2005 ze dne 12. ledna 2005, kterým se stanoví požadavky na hygienu krmiv (Text s významem pro EHP).
- Nařízení ES č. 767/2005 ze dne 19. května 2005, kterým se stanoví maximální vývozní náhrada pro pšenici obecnou v souvislosti s nabídkovým řízením dle nařízení (ES) č. 115/2005.
- Nařízení ES č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a o zrušení nařízení (ES) č. 1774/2002 (nařízení o vedlejších produktech živočišného původu).
- Nařízení Komise (EU) č. 142/2011 ze dne 25. února 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a provádí směrnice Rady 97/78/ES, pokud jde o určité vzorky a předměty osvobozené od veterinárních kontrol na hranici podle uvedené směrnice Text s významem pro EHP.

- Naumann, C., Bassler, R., 1993. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, Germany.
- NRC, 2006. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. National Academies Press, Washington DC, USA, 424 pp.
- Otero, P., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Garcia-Oliveira, P., Soria-Lopez, A., Barba, F.J., Xiao, J., Simal-Gandara, J., Prieto, M.A., 2021. Aquaculture and agriculture-by products as sustainable sources of omega-3 fatty acids in the food industry. *EFood* 2: 209–233.
- Rozhodnutí Komise 2000/766/ES, Úř. věst. L 306, 7.12.2000, s. 32.
- Rutherford, S.M., Gilani, G.S., 2009. Amino acid analysis. *Current protocols in protein*. Wiley Interscience 58: 1–19.
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., Matthews, E., Klirs, C., 2019. Creating a Sustainable Food Future: A Menu of Solutions to Feed nearly 10 Billion People by 2050. Final Report. World Resource Institute, Washington, DC, USA, 556 pp.
- Scherhauser, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K., Obersteiner, G., 2018. Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Manage* 77: 98–113.
- Shanta, N.C., Decker, E., 1994. Rapid, sensitive, iron based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of AOAC International* 77: 421–425.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/32/ES ze dne 7. května 2002 o nežádoucích látkách v krmivech.
- Tuberoso, C.I.G., Congiu, F., Serreli, G., Mameli, S., 2015. Determination of dansylated amino acids and biogenic amines in Cannonau and Vermentino wines by HPLC-FLD. *Food Chemistry* 175: 29–35.
- Waite, R., Beveridge, M., Brummett, R., Castine, S., Chaiyawannakarn, N., Kaushik, S., Mungkung, R., Nawapakpilai, S., Phillips, M., 2014. Improving Productivity and Environmental Performance of Aquaculture. World Resources Institute, Washington, USA, 60 pp.
- Vázquez, J.A., Sotelo, C.G., Sanz, N., Pérez-Martín, R.I., Rodríguez-Amado, I., Valcarcel, J., 2019. Valorization of aquaculture by-products of salmonids to produce enzymatic hydrolysates: Process optimization, chemical characterization and evaluation of bioactives. *Marine Drugs* 17: 676.
- Willett, W.C., 1994. Diet and health: What should we eat? *Science* 264, 532–537.
- Woodgate, S.L., Wan, A.H.L., Hartnett, F., Wilkinson, R.G., Davies, S.J., 2022. The utilisation of European processed animal proteins as safe, sustainable and circular ingredients for global aquafeeds. *Reviews in Aquaculture* 14: 1572–1596.
- Zajíc, T., Másilko, J., Mráz, J., Samples, S., 2014. Nová aditiva pro zvýšení nutriční hodnoty a prodloužení skladovatelnosti rybího masa. *Edice Metodik, FROV JU, Vodňany*, č. 156, 40 s.
- Zdeněk, R., Lososova, J., Mráz, J., 2025. Long-term trends in the economic viability of pond aquaculture in Central Europe–The example of Czechia. *Aquaculture* 598: 742069.

8. Poděkování

Rádi bychom poděkovali všem, kteří se podíleli na realizaci této technologie a na průběhu experimentální části projektu. Naše poděkování patří především technikům Bc. Karlovi Procházce a Ing. Vítu Náhlíkovi za jejich odbornou podporu, pečlivou přípravu vzorků a spolehlivou technickou asistenci ve všech fázích výzkumu. Dále děkujeme kolegovi Ing. Pavlovi

Frantovi, Ph.D. za cenné konzultace, odborné vedení a podporu při interpretaci výsledků. Poděkování patří také technologovi Ing. Petrovi Dvořáčkovi za jeho praktické zkušenosti a konzultace v oblasti zpracování ryb a optimalizace výrobních postupů. Velmi si vážíme pomoci technických pracovníků společnosti Tilapia s.r.o. Alenky, Leny a Libušky, které se významně podílely na přípravě surovin, manipulaci s materiálem a realizaci provozních testů. Všem uvedeným patří naše upřímné díky za jejich čas, spolupráci a ochotu, bez nichž by tento projekt nebylo možné úspěšně dokončit.

Odborný externí oponent

Ing. Jakub Krejsa

RYBÁŘSTVÍ LITOMYŠL s.r.o, Sokolovská 121, 570 01 Litomyšl

Odborný interní oponent

Mgr. Tomáš Pěnka, Ph.D.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, Zátíší 728/II, 389 01 Vodňany

Ověření a uplatnění technologie 2025 Kateřinský dvůr, s.r.o., Tržní 274/2, 390 01 Tábor

Adresa autorského kolektivu

Ing. Radek Gebauer, Ph.D. – 25 %

M.Sc. Md Abdul Baten – 5 %

Ing. Pavlína Gápová – 5 %

Zdeněk Fuka – 20 %

Ing. Zdeňka Machová – 20 %

Ing. Jan Hora – 5 %

Ing. Aleš Tomčala, Ph.D. – 10 %

doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D. – 10 %

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeské výzkumné centrum akvakultury a biodiverzity hydrocenóz, Ústav akvakultury a ochrany vod, Na Sádkách 1780, 370 05 České Budějovice, www.frov.jcu.cz

V edici metodik (technologická řada) vydala Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, Vodňany, www.frov.jcu.cz; přidělený editor: dr hab. Ing. Josef Velíšek, Ph.D., redakce: Zuzana Dvořáková náklad: 200 ks, 1. vydání; technologie ověřena v roce 2025; publikace dostupná online, grafický design a technická realizace: Jesenické nakladatelství Jena Šumperk.