

# Zpracování ryb a rybích výrobků

Nikola Pobořilová

---

Bakalářská práce  
2022

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	<b>Nikola Pobořilová</b>
Osobní číslo:	<b>T18767</b>
Studijní program:	<b>B2901 Chemie a technologie potravin</b>
Studijní obor:	<b>Chemie a technologie potravin</b>
Forma studia:	<b>Prezenční</b>
Téma práce:	<b>Zpracování ryb a rybích výrobků</b>

## Zásady pro vypracování

Teoretická část

1. Charakteristika ryb a rybího masa.
2. Výhody a rizika pro konzumace.
3. Technologie zpracování ryb.
4. Možnosti prodloužení trvanlivosti ryb a výroba produktů z ryb.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] FRIAS, J., MARTINEZ-VILLALUENGA, C., PEÑAS, E. (2017). *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. London: Elsevier
- [2] NOLLET, L., M., L. (2012). *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality*. Ames: John Wiley & Sons Inc.
- [3] BREMNER, H., A. (2002). *Safety and quality issues in fish processing*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited
- [4] MERCOGLIANO, Raffaelina a Serena SANTONICOLA. Scombroid fish poisoning: Factors influencing the production of histamine in tuna supply chain. A review. *LWT*. 2019, 114
- [5] PRABHAKAR, Pramod K., Siddhartha VATSA, Prem P. SRIVASTAV a Sant S. PATHAK. A comprehensive review on freshness of fish and assessment: Analytical methods and recent innovations. *Food Research International*. 2020, 133
- [6] SOCACIU, Maria-Ioana, Cristina SEMENIUC a Dan VODNAR. Edible Films and Coatings for Fresh Fish Packaging: Focus on Quality Changes and Shelf-life Extension. *Coatings*. 2018, 8(10)

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vendula Pachlová, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin

Oponent bakalářské práce: **Ing. Jana Šenkýřová, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2022**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 25. února 2022

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Ryby patří mezi velkou početnou skupinu živočichů a jejich rozdělení je velice rozmanité, jak podle chemických, tak fyzických vlastnostech. Jejich využití je různorodé a mohou se opracovávat nejrůznějšími způsoby. Podle využití metodiky opracování má konečný výrobek dané vlastnosti a potřebné způsoby uchovávání. Tato práce se zaměřuje především na zmrazené ryby, ale také na konzervované, uzené a výrobky z ryb jako jsou fermentované rybí produkty, surimi a rybí olej.

Klíčová slova: ryba, produkty z ryb, zpracování ryb, popis ryb

## **ABSTRACT**

Fish belongs to a large group of animals and their division is very diverse, according to both chemicals and physical properties. Their use is varied and they can be processed in different ways. According to the used processing methodology, the final product has the given properties and the necessary storage methods. This work focuses mainly on frozen fish products, but also canned, smoked and fish products such as fermented fish products, surimi and fish oil.

Keywords: fish, fish products, fish processing, description of fish

Chtěla bych poděkovat své vedoucí práce doc. Ing. Vendule Pachlové, Ph. D. za odborné rady k bakalářské práci. Dále bych chtěla poděkovat všem přátelům, kteří mě podporovali.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA RYB A RYBÍHO MASA</b> .....	<b>10</b>
1.1    ROZDĚLENÍ PODLE PŮVODU.....	10
1.1.1    Ryby sladkovodní.....	10
1.1.2    Ryby mořské .....	13
1.1.3    Ryby tažné.....	14
1.2    CHARAKTERISTIKA RYBÍHO MASA.....	14
1.2.1    Chemické složení rybího masa.....	15
1.2.2    Vlastnosti rybího masa.....	18
<b>2 VÝHODY A RIZIKA KONZUMACE</b> .....	<b>21</b>
2.1    VÝHODY.....	21
2.2    RIZIKA.....	21
<b>3 AKVAKULTURA</b> .....	<b>24</b>
<b>4 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ RYB</b> .....	<b>25</b>
4.1    ODLOV A PŘÍPRAVA RYB .....	25
4.2    ČERSTVÉ RYBY.....	25
4.3    ZMRAZENÉ RYBY.....	26
4.3.1    Zmrazování ryb .....	26
4.3.2    Možnosti ovlivnění kvality mrazení.....	27
4.4    KONZERVOVANÉ RYBY .....	28
4.5    UZENÉ RYBY .....	28
<b>5 PRODUKTY Z RYB</b> .....	<b>30</b>
5.1    FERMENTOVANÉ RYBÍ PRODUKTY .....	30
5.2    RYBÍ OLEJ.....	31
5.3    SURIMI .....	31
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>33</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>34</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>38</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>39</b>

## ÚVOD

Ryby patří mezi jedno z nejrychleji rostoucích odvětví produkce potravin na celém světě. Při srovnání ryb s hospodářskými zvířaty a drůbeží, ryby slouží jako lepší zdroj mikroživin, bílkovin, esenciálních mastných kyselin a hlavně polynenasycených mastných kyselin (1.). Ryby se nacházejí ve vodě a je zde proto vyšší riziko kontaminace masa těžkými kovy, bakteriemi, chemikáliemi apod. Zároveň rybí maso rychle podléhá různým postmortálním změnám, vzhledem k teplotě výskytu ryb a jejich složení (10.). Z těchto důvodů byly zavedeny technologické procesy pro snížení až eliminování těchto nežádoucích změn a kontaminujících látek (19.). Tyto procesy se využívají už na samém počátku, kdy se s rybou správně zachází při výlovu. Následující procesy zahrnují zbavení se nevyužitelných částí ryb, zpracování samotné svaloviny a její způsob uchovávání (20.). Následná zpracovaná rybí svalovina je dodávána na tržní síť, nebo použita pro další produkty jako jsou například fermentované rybí produkty, surimi, nebo rybí olej (22.).



# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CHARAKTERISTIKA RYB A RYBÍHO MASA

Ryby jsou širokou a různorodou skupinou vodních živočichů, kteří se dobře přizpůsobili pro vodní život (2.). Řadí se mezi studenokrevné živočichy s malým mozkiem, složené z kostěné nebo chrupavčité kostry a obsahují párové i nepárové ploutve. Tihle živočichové dýchají pomocí žaber, přes které získávají kyslík z vodního prostředí. Celkový vzhled ryb je velice proměnlivý od jejich tvaru, velikosti, tak i zbarvení (3.).

Ryby jakožto druhově nejpočetnější nadtřída obratlovců (4.) se dělí na tři hlavní skupiny a to bezčelistnatí, kteří zaujímají kolem 45 druhů, mezi ně se řadí úhoř, nebo mihule. Dále jsou paryby nazývané též chrupavčití. Do této skupiny spadají žraloci, rejnoci a chiméry. Žraloci spolu s rejnoky zaujímají asi kolem 600 druhů, kdežto chiméry asi 20 druhů. Poslední skupinou ryb jsou ryby nazývané kostnatí. Tato skupina je dále dělena na nozdraté a paprskoploutvé. Mezi nozdraté ryby se řadí lalokoploutvé a dvojdyšné ryby. Lalokoploutvé obsahují pouze 2 druhy ryb a příkladem je latimerie podivná. Dvojdyšných ryb je 6 druhů, mezi ně náleží afričtí, nebo austrálští bahníci. Paprskoploutvé ryby se taky dělí, a to na chrupavčité obsahující 36 druhů s příkladem jeseterů, déle mnohokostnaté s 8 druhy příkladem jsou kaprouni a nakonec kostnaté, které mají přes 25 000 druhů dohromady a mezi ně patří například kapři, nebo okouni (2.).

Každá z těchto skupin ryb se vyvíjela jinak, což jde poznat podle jejich těla a vnitřní stavbě orgánů (2.). Vývoj ryb začínal již v paleozolu, kde jsou doloženy důkazy o výskytu zástupců ryb z třídy kostnatých (3.).

### 1.1 Rozdělení podle původu

Přirozené prostředí pro ryby je voda. Její chemické i fyzikální faktory, jako je slanost, teplota, tlak a jiné ovlivňují přímo existenci dané ryby, nebo její chování. Některé ryby žijí ve sladkých vodách, zatímco jiné ryby žijí ve vodách slaných (6.).

#### 1.1.1 Ryby sladkovodní

Podmínky pro život v řekách pro sladkovodní ryby jsou různé a liší se od ústí řeky, až po její samotné ústí do moře. Z tohoto důvodu jednotlivé části řek osídlují různé druhové skladby ryb (5.). Ve středních Evropě, a tedy i v Čechách, se velice využívá systém zpracovaný prof. Antonínem Fričem, který rozdělil toky řek na čtyři rybí pásma a tyto pásma nazval pásmo pstruhové, lipánové, parmové, cejnové, kdy k těmto pásmům bylo přidáno

pásma ježdíko-platýsové. Zmíněný systém je využitelný pouze pro evropské tekoucí vody, jelikož ostatní kontinenty obsahují jiné druhové zastoupení ryb (4.).

#### ***1.1.1.1 Pásma pstruhové***

Pstruhové pásmo, kterému se říká ritral (4.), začíná u pramene řek v horách. V těchto podmínkách je voda pro život ryb studená a velice čistá. Řeka zde rychle stéká z horských svahů a vzhledem k nižším teplotám (5.) v rozmezí 5-10 °C, které dokonce ani v létě většinou nepřesáhnou 10 °C (4.) a neustálenému pohybu vody je toto pásmo velice bohaté na kyslík (5.). Kvůli rychle tekoucí vodě je dno pstruhového pásma většinou skalnaté nebo tvořeno většími kameny a hrubým štěrkem. Štěrka a kameny bývávají přenášeny vodou, z tohoto důvodu může být voda bělavě zakalená (4.).

Pstruhové pásmo je dále rozděleno na horní pstruhové pásmo, též nazývané epiritral, kde se vyskytuje hlavně pstruh obecný s doprovodným druhem vrankou obecnou a dolní pstruhové pásmo, též nazývané metarital, kde se krom předchozích dvou druhů vyskytují také střevle potoční, jelec proudník, mřenka mramorovaná, nebo mihule potoční (4.).



Obrázek 1 Pstruh obecný (35.)

#### ***1.1.1.2 Pásma lipanové***

Lipanové pásmo, též nazývané hyporital (4.), obsahuje vyšší teplotu v rozmezí 10 až 12 °C spolu s mírnější a hlubší tekoucí vodou (5.). Dno tohoto pásma bývá tvořeno kamenitým a štěrkovitým materiálem, avšak v mírnějších zálivech se může vyskytovat písčité sediment, který umožňuje růst prvních rostlin (4.)

V lipanovém pásmu je možné najít jako doprovodné ryby všechny předchozí druhy spolu s lipanem podhorním, který je zde vůdčím druhem (4.).

### *1.1.1.3 Pásmo parmové*

Pásmo parmové spolu s pásmem cejnovým se řadí mezi pásma kaprovitých ryb, nazývané též potamal. Parmové pásmo, též epipotamal (4.), má o dost klidnější a ustálenější tok vody. Z toho důvodu se v zátokách shromažďuje bahno, díky kterému pásmo obsahuje větší výskyt rostlin (5.).

Hlavním vyskytujícím druhem v tomto pásmu je parma obecná s doprovodnými druhy z předchozích pásem, jako je například candát obecný, plotice obecná, nebo okoun říční. Zakalení vody v tomto pásmu mírně přibývá (4.).

### *1.1.1.4 Pásmo cejnové*

V cejnovém pásmu, též metapotamal (4.), je voda ještě o něco mírněji a stejně jako na klidných rybnících se v tomto pásmu můžou vyskytovat lekníny. Ryby se v tomhle pásmu přizpůsobily nízké rychlosti proudu, a tak jejich tělo má zploštělý tvar (5.).

Tohle pásmo je druhově nejbohatší společenství ryb. Jakožto vůdčí druh se zde nachází cejn velký, dále cejnek malý, perlín ostrobřichý, plotice obecná (4.), ale také dravé ryby jako je štika, nebo candát, kteří využívají jako potravu jiné ryby. Z tohoto důvodu, aby mohli svoji kořist rychle chytit, mají torpédovitý tvar těla (5.).

### *1.1.1.5 Pásmo ježdíko-platýsové*

Konečné pásmo před ústím do moře se nazývá ježdíko-platýsové (5.), též hypopotamal, nebo braktické pásmo (4.). Kvůli vodnímu přelomu moře a ústí řeky se zvyšuje intenzita slanosti vody, a proto zde žijí specifické druhy ryb, jež se dokážou vypořádat s proměnlivou slaností vody. Dno pásma je velice bahnité, voda je velice kalná a její teplota v létě může přesahovat i 20 °C, což má za důsledek snížení obsahu kyslíku. Z těchto důvodů by zde například pstruzi nemohli žít (5.).

Hlavním vyskytujícím druhem v těchto vodách je ježdík obecný, platýs bradavičnatý, spolu s doprovodnými druhy jako jsou úhoři říční, lososi a některé mořské ryby (4.).



Obrázek 2 Ježdík obecný (35.)

### 1.1.2 Ryby mořské

Moře se řadí mezi největší životní prostředí na Zemi. Kdybychom nepočítali hmyz, moře obsahuje největší počet živočišných druhů na Zemi. Obratlovci, tedy skupina ryb, zaujímá skoro 20 000 druhů a to tvoří 60 % všech obratlovců. Vzhledem k velké ploše, počet ryb v moři je několikanásobně vyšší než počet ryb sladkovodních, průměrný obsah jedinců jednoho druhu mořských ryb činí kolem 10 miliard, kdežto hodnota pro sladkovodní jedince jednoho druhu činí zhruba 10 miliónů (6.).

Moře je možné rozdělit na dvě základní plochy, a to pobřežní vody a širé moře (6.).

#### 1.1.2.1 Pobřežní vody

Pobřežní vody zaujímají plochu od pobřežního moře, až po pevninský prah, který se nachází v hloubce asi 200 metrů (6.). Na dnu pobřežních vod se nachází různí živočichové, jako jsou korýši, plži, mlži a jiné. Z toho důvodu se zde nachází dostatek potravy pro asi 100 různých druhů ryb. Ryby, které se nachází celý svůj život v pobřežních vodách, se nazývají stanovištní ryby a mezi tyto ryby se řadí například slimule živorodá, nebo hranáči. Vzhledem k ochlazení moře v zimním období se většina ryb, jako je například mořská jehla, nebo jehlice, stěhuje do teplejších vod na otevřené moře. Druhy ryb, které nežijí v pobřežních vodách stále, se nazývají sezonní ryby (5.).

Krajní část pobřežních vod, je tvořena tzv. zónou pevninských prahů neboli šelfové moře. Příkladem téhle zóny je Severní moře, Balt, kanál La Manche, nebo Středozemní moře. Šelfové moře představuje nejdůležitější zásobárnu ryb na celé zemi a v těchto vodách rybářství dosahuje přes 90 % celkového úlovku ryb. Vzhledem ke zvyšujícímu se znečištění těchto moří, se výnosy těchto vod stále snižují (6.).

### 1.1.2.2 Širé moře

Po šelfovém moři následuje oblast širého moře. Podmínky pro život jsou zde skoro stejné jako u jiných oblastí, s rozdílem menšího obsahu živin. To je způsobeno slunečním zářením, které do 200 metrů dodává dostatek sluneční energie pro tvorbu živin z planktonních řas. V rozmezí 200 až 800 metrů se nachází oblast věčného šera, tedy nevzniká pozitivní bilance živin, vzhledem k nedostatku světla. Od 800 metrů až po dno moře nastupuje věčná tma, kam žádný paprsek světla nepronikne. V téhle oblasti moře lze najít živočichy, jako jsou například sardeli, sledi, tuňáci, nebo také žraloci a jini (6.).

### 1.1.3 Ryby tažné

Tažnou rybou je myšlena ryba, která plave ve stejné době za stejným cílem ve velkých hejnech. Ryby táhnou kvůli potravě, přezimování a tření. Ryby, které táhnou kvůli tření z moře do sladkých vod se nazývají anadromní kdežto ryby, které se táhnou ze sladkých vod do mořských se nazývají katadromní. Příkladem anadromních ryb jsou lososi a mihule, kdežto mezi katadromní ryby spadají úhoři (7.).



Obrázek 3 Losos obecný (35.)

## 1.2 Charakteristika rybího masa

Ryby jsou zdrojem vysoce kvalitních živočišných bílkovin a dodávají celosvětově přibližně 6 % potřebných bílkovin (16.). Podle údajů od FAO (Food and Agriculture Organization) je přesnější příspěvek ryb k celkovému příjmu živočišných bílkovin v Asii 26,2 %, Africe 17,4 %, Evropě 9,2 %, Severní a střední Americe 7,4 % a Jižní Americe 7,2 %. Spotřeba ryb na osobu se velice liší v každé zemi, hodnoty se pohybují od méně jak jednoho kilogramu na osobu až po více jak sto kilogramu na osobu (16., 17.).

Jedlá rybí svalovina obsahuje 18-20 % bílkovin a 1-2 % popela. Lipidy se pohybují od méně než 1 % až po více než 20 % v závislosti, jestli se jedná o tučnou, nebo netučnou rybu. V dnešní době jsou ryby pravděpodobně důležitějším zdrojem mikroživin, minerálů, a

hlavně esenciálních mastných kyselin než pro jejich energetickou, nebo bílkovinou hodnotu (16.).

### **1.2.1 Chemické složení rybího masa**

Obsah jednotlivých látek v mase je velice proměnlivý, jelikož závisí na věku, pohlaví, druhu, prostředí a ročním období (9.). Všeobecně mořské ryby jsou dobrým zdrojem jódu, sladkovodní ryby obsahují jódu méně. V rybím mase se vyskytuje značné množství selenu, dále jsou dobrým zdrojem fosforu a hořčíku. Sladkovodní ryby obsahují také kofaktory vychytávající vápenaté ionty, díky čemuž mají velmi citlivé membránové proteiny v laterálních stěnách enterocytů, které se považují za ekvivalent receptorů pro vitamín D. Všechny ryby obsahují vitamín D<sub>3</sub>, který získávají planktonem, nebo také vitamín B<sub>12</sub> (8.). Vzhledem k velmi velkému množství druhů ryb, které se využívají ke konzumaci, rozeznávají se tři hlavní kategorie, první dvě kategorie jsou tvořeny kostnatými ryby a dělí se na bílé neboli libové ryby a tučné ryby. Třetí kategorie je tvořena chrupavčitými parybami (16., 8.).

#### **1.2.1.1 Bílé ryby**

Maso těchto ryb má velmi nízký obsah tuku, tedy do 2 % a skládá se především ze svalů a tenkých vrstev pojivové tkáně. Koncentrace vitamínu B je podobná jako u hubenějších savců, ale mohou obsahovat vyšší koncentrace vitamínů B<sub>6</sub> a B<sub>12</sub>. Obsah minerálů je taky podobný, ale drobné kosti, které se mohou požívat s masem můžou navýšit příjem vápníku a jsou také významným zdrojem jódu. Bílé ryby si ukládají oleje v játrech, které jsou bohatým zdrojem vitamínu A – retinol, vitamínu D a polynenasycených mastných kyselin. Mezi tyto ryby se řadí například tresky nebo cejny (16.).

#### **1.2.1.2 Tučné ryby**

Tučné ryby si ukládají tuk v mase, které je obvykle tmavší než u bílých ryb, dále v břiše a kůži. Obsah tuku, který se zde pohybuje v hodnotách od 10 % až přibližně do 20 %, je závislý na cyklu ryb a po rozmnožování jeho obsah klesá. Maso tučných ryb je bohatší na vitamín B, než ryby bílé a mají také významné množství vitamínu A a D. Koncentrace minerálů se neliší, ale tučnější ryby jsou lepším zdrojem železa. Olej těchto ryb je velice bohatý na polynenasycené mastné kyseliny, zvláště omega-3 jako je například kyselina eikosapentaenová EPA a dokosaheptaenová DHA. Mezi tyto ryby se řadí například lososy, nebo makrely (16.).

#### **1.2.1.3 Paryby**

Maso těchto ryb je bohaté na pojivovou tkáň a mají poměrně nízký obsah tuku přesto, že se jim hromadí olej v játrech. Obsah vitamínů a minerálů je podobný jako u ryb bílých. Paryby

obsahují močovinu, z toho důvodu jejich bílkoviny obsahují více dusíku. Zápach po čpavku vařených žraloku zde tedy neznamená zkažené maso, ale enzymatickou degradaci močoviny. Do této kategorie se řadí například žraloci, či rejnoci (16.).

#### **1.2.1.4 Obsah lipidů v rybím masu**

Nutriční důležitou složkou rybích tkání jsou lipidy, ty obsahují velké množství energie, asi 38 kJ/g a jejich spotřeba má anticholesterolový účinek (9.) Většina ryb má méně než 10 % tuku, dokonce i nejtučnější ryby, jako jsou sledi, makrely, nebo lososy neobsahují více než 20 % tuku. Triacylglycerol, který je obsažen v rybích svazech podléhá sezónním výkyvům, jak u mořských, tak sladkovodních ryb. Úroveň tuku bývají vyšší v období, kdy se ryby hojně krmí obvykle během teplejších měsíců, také je vyšší u starších a zdravějších jedinců a během tření, nebo reprodukce ryb bývají hodnoty tuku nižší (16.). Mořské ryby obsahují kvalitnější lipidy, než ryby sladkovodní (9.). Ryby chované pro maso mají větší podíl tuku, než divoké ryby a jejich složení mastných kyselin závisí na druhu potravy využívané v chovu. Cholesterol je nezávislý a jeho obsah je tedy podobný u obou ryb, jeho obsah je téměř pro všechny druhy ryb pod 100 mg na 100 g (16.).

Ryby bychom mohli podle tučnosti rozdělit do tří kategorií, a to s nízkým, středním a vysokým obsahem tuku. Ryby s nízkým obsahem tuku obsahují méně jak 2,5 % tuku a mezi tyto ryby patří příkladem tresky, platýsové, žraloci, štiky a tilapie. U ryb se středním obsahem tuku se jeho hodnota pohybuje v rozmezí 2,5 až 5 %, mezi zástupce těchto ryb patří sardeli, okouni, mečouni, tuňák žlutoploutvý, kapři a pstruzi. Ryby s vysokým obsahem tuku obsahují víc jak 5 % tuku a zde bychom mohli najít sledě, makrely, lososy, sardinky, tuňáky, chované sumce a úhoře (16.).

V polynenasycených mastných kyselinách u mnoha rybích lipidů dominují dvě omega-3 mastné kyseliny, a to eikosapentaenová EPA a dokosahexaenová DHA. Poměr mastných kyselin n-3 ku n-6 je u ryb sladkovodních nižší než u mořských (8.). Všechny ryby obsahují omega-3 mastné kyseliny, avšak jejich množství je druhově specifické. Obecně tučnější ryby obsahují více omega-3 mastných kyselin než libové ryby. Množství omega-3 mastných kyselin se také může měnit v závislosti na potravě u chovaných ryb. Ryby bohaté na dokosahexaenovou kyselinu jsou zároveň bohaté na zinek, jód a vitamín A. Mezi ryby obsahující málo omega-3 mastných kyselin – pod 0,5 g na 100 g patří například kapři, tresky, nebo tilapie a s vysokým obsahem nad 1 g na 100 g patří sardeli, makrely, nebo tuňáci (16.).



### ***1.2.1.5 Obsah proteinů v rybím masu***

Pro nás z výživového hlediska jsou nejdůležitější bílkoviny rybího masa, ty jsou plnohodnotné, tedy obsahují všechny esenciální aminokyseliny ve společném vyrovnaném poměru (9.). Obsah bílkovin je na rozdíl od lipidů konstantní, tedy nezávislý na sezónních výkyvech, krmení, reprodukčním cyklu a jsou zde malé rozdíly mezi druhy. Rybí bílkoviny mají velkou nutriční hodnotu, která je podobná jako u jiných mas a nižší než u vajec. Díky nízkému obsahu kolagenu, jsou rybí bílkoviny snadno stravitelné. Přísun 100 g ryb pokryje 15 až 25 % celkové denní spotřeby bílkovin u zdravých lidí a 70 % pro děti. U zemí nacházejících se u středomoří ryby ročně pokryjí více než 10 % potřebných bílkovin denně. Z rybích bílkovin se v masu nejvíce vyskytuje lysin a leucin s hodnotami 8 až 10 g na 100 g bílkovin, dále valin, izoleucin, threonin, fenylalanin s hodnotami 4 až 6 g na 100 g bílkovin, a nakonec methionin s tryptofanem v množství 1 až 3 g na 100 g bílkovin (16.).

### ***1.2.1.6 Bezproteinové sloučeniny s obsahem dusíku v rybím masu***

Mezi nalezené bezproteinové sloučeniny s obsahem dusíku v rybách se řadí aminokyseliny, peptidy, aminy, aminoxidy, guanidinové sloučeniny, kvartérní amoniové sloučeniny, nukleotidy a močovina. Kostnaté ryby představují 10 – 20 % dusíku ve svalech. Suchozemské zvířata pro představu nepředstavují více než 10 % těchto sloučenin. Většina ryb obsahuje trimethylaminoxid zmíněný výše, dále je zde například kreatin, který je hlavní složkou bez proteinových sloučenin s dusíkem. Ve své fosforylované formě kreatin hraje důležitou roli při v metabolismu ryb ve svalech. Lze zde najít proteázy, poskytující volné aminokyseliny, nejčastějšími je taurin, alanin, glycin a imidazol (16.). Mořské ryby, které se často stěhují, jako je například tuňák, mají charakteristické červené maso a obsahují vysoký podíl histidinu – asi 1 %. Znatelné množství této aminokyseliny bylo nalezeno i ve sladkovodním kaprovi (16., 10.). Histidin může být mikrobiologicky dekarboxylován na histamin, který je nebezpečný pro konzumaci a oproti jiným enzymům a bakteriím se ho není možné zbavit teplem (10.).

Nukleotidy a podobné sloučeniny můžou sloužit jako koenzymy. Účastní se svalového metabolismu, nebo zásobují energii na fyziologické procesy a mají znatelnou účast na chuti ryb. Ostatní sloučeniny z této frakce, jako jsou malé peptidy přispívají na chuť a mají antioxidační účinky (16.).

### *1.2.1.7 Vitamíny v rybím mase*

Ryby obsahují vitamíny rozpustné ve vodě i v tucích. Koncentrace vitamínů se liší u různých ryb kvůli druhu, ale i potravě. Všeobecně z vitamínů rozpustných v tucích, se vitamín E vyskytuje ve všech skupinách ryb v hojném množství než u jiného masa. Vitamíny rozpustné v tucích, jako jsou A a D, závisí na obsahu tuku u ryb, kdy ve většině libových ryb se nachází ve velice nízké míře, zatímco u tučnějších ryb je jejich obsah velmi bohatý (16.).

Vitamíny rozpustné ve vodě jsou velmi hojně zastoupeny ve všech skupinách ryb (16.), s výjimkou vitamínu C (11.), který chybí téměř ve všech rybách. Z těchto vitamínů jsou nejvíce hojně zastoupené B<sub>2</sub> riboflavin, B<sub>6</sub> pyridoxin, B<sub>3</sub> niacin, H biotin a B<sub>12</sub> kobalamin (16.).

### *1.2.1.8 Minerály v rybím mase*

Všechny druhy ryb obsahují vyvážený obsah většiny minerálů, až na pár výjimek. Obsah sodíku je velice nízký, ale je třeba pamatovat, že se dodává při kulinářských procesech. Hladiny draslíku a vápníku jsou relativně nízké, avšak vyšší než u jiného masa. Vzhledem k časté konzumaci ryb s kostmi, je příjem vápníku navýšen. Ryby jsou dobrým zdrojem hořčíku a fosforu, tučnější ryby vykazují zvýšené hladiny fosforu. Tučné ryby jsou zároveň významným zdrojem železa, jako jiná masa (16.). Ryby mohou dále sloužit jako zdroj mědi, selenu a mořské ryby také jako zdroj jódu (11.).

## **1.2.2 Vlastnosti rybího masa**

Textura masa se řadí mezi nejdůležitější atributy pro příjemce produktů. U jiných masných produktů je důležitá měkkost masa, kdežto u rybích je klíčem ke kvalitě jejich pevnost. V posledních 2 desetiletích byly provedeny pokroky v porozumění molekulárních mechanismů měkkosti a texturní změně masa i ryb (17., 21.).

### *1.2.2.1 Struktura rybího masa*

Kosterní svalstvo ryb je jiné než u savců, jelikož ryby mají mnohem kratší svalová vlákna a jsou uspořádány mezi vrstvami pojivové tkáně. Pojivová tkáň se zde nachází ve formě krátkých příčných plátů. Tyto pláty rozdělují rybí svaly na jednotlivé segmenty a jejich počet odpovídá počtu obratlů. Jestliže pláty nejsou připojeny k jednotlivým segmentům, začnou se v mase tvořit štěrby a otvory. To má za následek zhoršení kvality ryb, rybí maso se rozpadá a kvalita masa je pak zcela nepřijatelná. Tento problém může nastat při hrubém zacházení, nebo ohýbání ryb (17., 21.).

### **1.2.2.2 Barva masa**

Čerstvá svalovina ryb může mít oranžovou až červenou barvu, avšak většina bývá bezbarvá nebo bílá (9.). Karoteny jsou zodpovědné za barvu rybiho masa a jejich barva patří mezi důležité hodnocení jatečně upravených těl. Karoteny nejsou syntetizovány živým zvířetem, ale jsou získávány asimilací, například v potravě. Například lososovití získávají svoje karoteny ve volné přírodě pomocí svojí kořisti, kdežto při jejich chovu jim musí být do stravy karotenoidy přidávány. Z pigmentů používaných v průmyslu se preferuje synteticky vytvořený kanthaxanthin Cx a astaxanthin Ax. Složení mastných kyselin ryb může ovlivňovat barvu karotenoidů, jestliže máme poměr cis-mononenasycených k nasyceným mastným kyselinám vysoký, může mít maso žlutější barvu. Přírodní astaxanthin a kanthaxanthin jsou pigmenty zodpovědné za zbarvení mnoha ryb, zejména lososovitých jako je pstruh nebo losos (18.).

Červené zbarvení rybiho masa, hlavně tuňáků, je způsobeno pomocí myoglobinu (17.). Myoglobin patří mezi hemoproteiny a nachází se ve svalu i po smrti ryby. Červená barva je způsobena červenými krvinkami, které nejsou eliminovány během krvácení a jsou zadržovány v krevním systému (18.). Molekulová hmotnost rybiho myoglobinu je obecně menší než molekulová hmotnost savců. Během skladování rybiho masa může dojít k barevné změně rybiho masa, což je způsobeno oxidací myoglobinu na metmyoglobin. Při izolaci myoglobinu z tuňáka malého bylo zjištěno, že myoglobin je velice náchylný k oxidaci při podmínkách pH 3 a teplotě 60 °C (17.).

### **1.2.2.3 Zápach ryb**

Pach ryb je charakteristický, kdy u sladkovodních ryb je slabší než u ryb mořských (9.). Většina mořských ryb obsahuje trimethylaminoxid, který je bez barvy, zápachu a chutě (16.), pomocí tkáňových, popřípadě mikrobiálních enzymů (9.) přechází na trimethylamin, který dává „rybí“ zápach. Tato sloučenina není přítomna u suchozemských zvířat a sladkovodních ryb, s výjimkou okouna nilského a tilapie z Viktoriina jezera (16.).

### **1.2.2.4 Postmortální změny v mase**

Po porážce ryby vznikají v mase organické kyseliny, aldehydy, ketony, sulfidy a biogenní aminy (10.). Od okamžiku kdy je ryba poražena, začne probíhat celá řada biochemických a fyzikálně-chemických reakcí. Období těchto reakcí lze rozdělit do tří odlišných fází (16., 17., 21.).

První fázi se nazývá prerigor, kdy svalová tkáň je měkká a poddajná. Tahle fáze je biochemicky charakterizována poklesem ATP, keratinfosfátu a aktivní glykolýzou.

Glykolýza v postmortálním stavu vede k přeměně glykogenu na kyselinu mléčnou, což způsobuje pokles pH. Rozsah změny pH se u jednotlivých ryb liší, ale je možné říci, že u dobře krmených zvířat s klidným režimem jsou zásoby glykogenu větší, tudíž konečné pH masa bude nižší (16., 17., 21.).

Druhá fáze se nazývá rigor mortis. V této fázi maso tuhne kvůli snižujícímu se pH a vznikajícímu aktomyosinu. Tvorba aktomyosinu je ze začátku pomalá a poté extrémně vzroste. Rigor mortis se většinou dostavuje po 1 až 12 hodinách po smrti a trvá 1 až 7 hodin v závislosti na okolních faktorech (16., 17., 21.).

Poslední fázi se říká postrigor, kdy maso postupně měkne a stává se organolepticky přijatelné (16., 17., 21.).

## 2 VÝHODY A RIZIKA KONZUMACE

Výrobky z ryb tvoří důležitou součást stravy pro lidi, vzhledem k tomu, že slouží jako vynikající zdroj živin včetně proteinů, vitamínů, minerálů a polynenasycených mastných kyselin. Bohužel rybí maso rychle podléhá kažení, jelikož teplota živých ryb se pohybuje okolo nuly a zároveň zde vznikají rizika konzumace kvůli znečišťujícímu se prostředí (10.).

### 2.1 Výhody

Ryby jsou dobře stravitelné a kromě úžasného zdroje živin, mají ryby pozitivní účinek na lidské zdraví. Nízkotučné ryby si ukládají lipidy v játrech, kdežto tučné ryby v mase, to má účinek většího příjmu tuků při konzumaci tučných ryb. Byl prokázán pozitivní efekt při konzumaci rybího oleje proti diabetu typu 2 a prováděné analýzy říkají, že příjem 80 g tučnějších ryb denně může snížit riziko diabetu typu 2 až o 20 %. Tučnější ryby jsou bohaté na PUFA omega-3 mastné kyseliny, a to kyselinu  $\alpha$ -linolenovou, eikosapentaenovou a dokosahexaenovou, které jsou velice prospěšné a mohou napomáhat ke snížení krevního tlaku (11., 16.).

Nedávné výzkumy zjistily, že jedna porce ryb týdně snižuje riziko vývoje demence až o 30 %. Konzumace tučnějších ryb zároveň snižuje riziko vzniku rakoviny prostaty až o polovinu. Švédská studie, zahrnující 3500 žen v postmenopauze konzumující dvě porce tučnějších ryb, ukázala že mají o 40 % menší pravděpodobnost vzniku rakoviny endometria, než ženy s konzumací čtvrtiny této porce ryb (16.).

### 2.2 Rizika

Na povrchu kůže, v žábrách a zaživacím traktu ryb se mohou vyskytovat grampozitivní a gramnegativní bakterie. Tyto bakterie se bohužel mohou dostat do masa během jejich zpracování, například při porážení, vykuchání, kdy se může žaludek ryb porušit a jeho obsah dostat do masa, proto je třeba dbát na správné technologické procesy při zpracování masa (10.). Nejčastější bakterie, které se zde nachází jsou mezofilní a psychrotolerantní bakterie z čeledě *Enterobacteriaceae*, jakými jsou například *Morganella*, *Proteus*, nebo *Enterobacter* (10., 12.).

Biogenní aminy vznikající bakteriemi čeledi *Enterobacteriaceae* naše tělo reguluje pomocí detoxikačního systému, který je tvořen převážně mono – a diaminooxidázami. Vysoký příjem těchto látek, nebo ovlivnění jinými faktory, jako je požití alkoholu, léky snižující efektivitu detoxikačních enzymů, může vést k intoxikaci (10., 13.). Biogenní aminy jsou

nízkomolekulární organické látky s alifatickými, aromatickými a heterocyklickými strukturami. Nejběžnějšími biogenními aminy v potravinách je histamin, tyramin, kadaverin, 2-fenyletylamin, tryptamin a jiné. Tvorbou těchto látek může docházet k alergickým reakcím, charakteristickým potížím s dýcháním, svěděním, vyrážkou, zvracením, horečkou a hypertenzí (27.).

Histamin patří mezi nejtoxičtější, jelikož se může chovat jako neurotransmitter a vazodilatátor, což způsobí bolesti hlavy, hypotenze, palpitaci srdce, astmatické záchvaty a gastrointestinální problémy (10.). Limity histaminu podle nařízení komise (EU) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 říká, že produkty rybolovu z druhů ryb spojovaných s vysokým množstvím histidinu nesmí přesáhnout hodnoty histaminu 200 mg/kg ryb (26.).

Další látkou, která může způsobit intoxikaci je tyramin, způsobující zvýšenou srdeční frekvenci, poruchy dýchání, nevolnost a zvracení (10.).

Další riziko můžou způsobovat polychlorované bifenyly neboli PCB. I přes to, že jsou zakázány ve výrobě a aktivního používání od 70. let, polychlorované bifenyly stále přetrvávají v životním prostředí a ovlivňují vodní živočichy (14.). Bylo identifikováno několik potenciálně nepříznivých účinků při konzumaci ryb s polychlorovanými bifenyly, zahrnující systémové, imunologické, neurologické, reprodukční, vývojové, genotoxické a karcinogenní účinky. Vhodná příprava ryb, jako je odstranění kůže, hlavy tukové tkáně a kulinární přípravou jídel, například grilováním a smažením se může snížit příjem polychlorovaných bifenyly během konzumace ryb díky tomu, že se odpařuje kapalina z masa. (15.).

S popularitou konzumací ryb, vzrostly i případy ohledně chorob přenášenými rybími produkty. Nemoci související s těmito výrobky můžou být výsledkem samotné ryby – toxické druhy ryb, alergie; bakteriemi – *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Vibrio*, *Staphylococcus*; viry – hepatitida, norovirus; nebo parazity – kontaminace červy. Přirozeně vyskytující se toxiny v mořských plodech, jako je například scombrotxin, nebo přítomnost přísad a chemických látek v důsledku znečištění životního prostředí můžou také způsobit onemocnění při konzumacích (16.).

V posledních letech se začali objevovat zprávy o kontaminacích některých ryb methylrtuť, což vyvolalo obavy o zdraví při konzumaci ryb (16.). Methylrtuť patří mezi velice toxické a přirozené kontaminanty ryb a jsou hojně rozšířeny v prostředí. Hlavním zdrojem těchto látek je přirozené odpařování rtuti ze zemské kůry a oceánů – okolo 150000 tun za rok, vulkanická

aktivita, těžba – 10000 tun za rok, a lidská aktivita – okolo 10000 tun za rok, při spalování uhlí a použití rtuti v pesticidech. Při vysokých koncentracích methylrtuti při konzumaci, může docházet ke vzniku neurotoxického efektu známého též jako minamata disease. Expozice může vést až k hluchotě, slepotě, mentální retardaci, cerebrální paralýze a kardiotoxicitě. Limit celkové rtuti v rybách podle nařízení 1881/2006 ES je 0,5 mg/kg s výjimkou vybraných druhů ryb, kde se akceptuje 1 mg/kg (25.).

Správnými technologickými procesy se mohou rizika snižovat, popřípadě i některá eliminovat, nebo se mohou ryby přímo chovat pod dohledem pro zamezení těchto rizik. Tento chov se nazývá akvakultura (20., 34.).

### 3 AKVAKULTURA

Chov ryb není žádnou novinkou, monografie na toto téma se v Číně objevila už v 5. století před našim letopočtem, navíc staroegyptské pyramidy ukazují scény s ryboloven a chovem ryb v rybnících. Každopádně pro lidskou potřebu se akvakultura začala objevovat na světové scéně až ve dvacátém století jako hlavní odvětví produkce potravin a hospodářské činnosti schopné konkurovat suchozemskému chovu hospodářských zvířat. Ze sladkovodních ryb se chovají kapři, tilapie, sumci, okouni, štiky, jeseteři, úhoři, lososi, pstruzi, lipani a jiné. Mezi mořské chované ryby patří platýsi, tresky, parmice, tuňáci a jiné (20.).

Mořské farmové chovy se mohou nacházet v pobřežních oblastech, nebo na otevřeném moři. Chovy na otevřeném moři jsou vystavovány působením vln a větru a chovy v pobřežních oblastech mohou být formovány do pobřežních lagun, rybníků a nádrží. Sladkovodní akvakultura může probíhat v rybnících, průtočných systémech, recirkulačních systémech a v klecových chovech uložených ve sladkovodních jezerech a řekách (34.). Postup chovu se liší podle toho, v jakém regionu, nebo státu se nachází a zároveň je ovlivněn cílovým druhem ryb. Obecně platí, že vysoce hodnotné ryby, jako je losos se obvykle pěstují samostatně jako monokultura, kdežto ryby s nižší hodnotou, jako je například čínský kapr, mají tendenci být chovány společně jako polykultura s dalšími druhy ryb s podobnými stravovacími návyky (20.).

Krmivo pro akvakulturu se obvykle skládá z kombinace různých zpracovaných rostlin a přísad, tak aby vyhovovaly požadavkům pěstovaného cílového druhu. Ryby, které jsou chovány v rybnících při nízké hustotě ryb jsou obvykle zcela závislé na spotřebě živých organismů vyskytujících se přirozeně ve vodě. Krmivo bývá dodáváno pro zvýšení produkce přirozených organismů ve vodě, nebo jako přímý zdroj živin (20., 33.).

Chované ryby jsou po dosažení potřebného růstu vyloveny a technologicky zpracovávány (20., 21.).



## 4 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ RYB

Ryby jsou velice výživné, ale jsou také náchylné ke kažení. Správné zpracování a balení pomáhá udržet kvalitu ryb po delší dobu (19.). Většina zdrojů z rybolovu pochází ze sklizně divokých ryb, ačkoli akvakultura se postupně stává důležitým stabilním a spolehlivým zdrojem ryb (20.). Rybí výrobky lze na trhu najít v různých formách, jako jsou živé, čerstvě poražené a následně chlazené, uzené, zpracované do filet, obalované, sušené a jiné (19.).

### 4.1 Odlov a příprava ryb

Ryby se loví různými způsoby pomocí sítí, traulerů a prutů. V mnoha případech jsou předepsané způsoby odlovu ryb, z důvodu ochrany. To, jak se s rybou zachází během odchytu může přímo ovlivnit kvalitu konečného zpracovaného produktu (20.). Vzhledem k rychlému kažení ryb, je třeba již na palubě rybářské lodi přijmout opatření k omezení kažení. Nejprve musí být ryba okamžitě udržována mimo slanou vodu, aby nebyla kontaminována bakteriemi obsaženými ve slané vodě. Je třeba také zabránit růstu bakterií, které jsou již přítomny. Nejlepší způsob, jak se jich zbavit, je odstranit střeva a žábry ryb již na palubě lodi a musí být umyty čistou vodou, kvůli krvi a jiným zbytkům (21.). V závislosti na času a vzdálenosti přepravy ryb, mohou být ryby uloženy v ledu, chlazeny, nebo zmrazeny (20.).

Ryby je možné převážet i živé, převážené ryby musí být zdravé a v dobrém stavu, špatných kusů je třeba se zbavit. Během převozu je třeba hlídat hladinu kyslíku, pH, oxidu uhličitého, amoniaku, teploty, ale také i dostatečného množství pohybu pro ryby. Ryby transportované v teplejší vodě vyžadují kyslíku více, pH je ovlivňováno oxidem uhličitým a amoniakem, pH okolo 7 až 8 je bráno jako optimum. Amoniak vznikající metabolismem ryb je možné snížit jejich aktivitou, tedy snížením teploty vody (21.).

### 4.2 Čerstvé ryby

Rybí produkty zpracovávané a nabízené jako čerstvé mají krátkou dobu použitelnosti. V závislosti na kvalitě a podmínkách skladování může být ryba konzumovatelná několik dnů až týdnů. Mezi typické čerstvé produkty patří stažené ryby, ryby s hlavami, filety a jiné kusy masa. Pro maximální trvanlivost by ryby měly být skladovány při teplotách blízkých bodu mrazu vody (20.). Příprava čerstvých ryb bývá prováděna často už na lodi, mezi operace, které jsou prováděny patří kontrola, mytí, třídění a následná porážka ryb (22.).

Porážka ryb zahrnuje odstranění nepoživatelných částí, jako jsou vnitřnosti, hlava, ocas a ploutve. Podle postupu porážky může být 30 až 70 procent ryb zlikvidováno jako odpad, nižší hodnoty platí pro ryby prodávány jako celé, vyšší pro filety (22.). Nože patří mezi nejdůležitější nástroje během porážky ryb. U malých druhů ryb do 10 cm jako jsou sardinky se odstraňují obvykle pouze střeva. Ryby větší jak 15 cm se kromě klasického čištění dále řezají příčně pro zvětšení povrchu a aby bylo maso měkčí. U ryb větších jak 25 cm se provádí i další řezy v mase. Někdy jsou ryby krájeny na kousky, nebo na plátky. Způsob čištění – vykostění, zbavení části ryb jako je hlava, nebo ploutve; závisí na potřebě a požadavcích spotřebitele (21.). Kde je to možné, je využíván drcený led pro udržení čerstvosti ryb a zároveň voda z tajícího ledu omývá mikroorganismy z konečného produktu, což prodlužuje trvanlivost (20.).

### 4.3 Zmrazené ryby

Zmrazené ryby si zachovávají chuť a kvalitu čerstvých ryb, oproti jiným zpracováním (21.). Ne všechny ryby jsou vhodné k mrazení, tučnější ryby mohou začít žluknout, v některých případech může dojít k nežádoucím texturním změnám, nebo změnám barvy. Existuje celá řada zmrazených výrobků, jako jsou například zmrazené rybí kostky, nebo obalované výrobky, které nejsou k dispozici za použití jiných metod zpracování. Moderní průmyslová technologie a vybavení zmrazení ryb je ekonomicky dostupná a efektivní (20.).

#### 4.3.1 Zmrazování ryb

Zmrazení ryb probíhá při  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , což zcela zastavuje růst bakterií (21.) a výrazně snižuje, nebo zastavuje biochemické reakce v masu ryb. Při zmrazení se využívají tři základní kroky, a to okamžité chlazení, často probíhající už u předchozích zpracování, následné rychlé zmrazení a konečné skladování v chladu (22.). Rychlost mrazení hraje důležitou roli, jelikož čím rychleji se maso mrazí, tím menší ledové krystalky v mase vznikají, což vede k menšímu strukturálnímu poškození rybího masa (20., 21.). Klíčem pro úspěšné zmrazení je rychlé snížení teploty na hodnotu  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kdy tento teplotní rozsah představuje zónu maximální tvorby ledových krystalů v buňkách masa. Jestliže se maso zmrazí pomalu, vzniknou větší krystalky a buněčné stěny praskají, což vede při rozmrazování k uvolňování vody z masa a mnoho jiných sloučenin, které poskytují chuťové vlastnosti ryb, vzniká tedy suchý produkt bez chuti (22.).

Maso je poté skladováno v mrazničkách a distribuováno při teplotách - 18 °C až - 29 °C, kdy tyto teploty zabraňují degradaci enzymů v mase. Nižší teploty jsou lepší, ale z ekonomického hlediska jsou nevhodné (20.). Ryby skladované a balené pod teplotou - 40 °C neztrácejí žádnou vodu sublimací a můžou se tedy skladovat po neomezenou dobu (22.).

Rybí zmrazené produkty jsou baleny pro snížení dehydratace a oxidace produktu. Průmyslově je velice využíváno glazování ryb pro snížení stejných efektů, kdy se ryb okamžitě ponoří, nebo pokropí chlazenou vodou, poté co se vytáhne z mrazícího zařízení, tímto způsobem kolem produktu vznikne vrstva ledu (20.).

#### 4.3.2 Možnosti ovlivnění kvality mrazení

Jedním z faktorů ovlivňující zmrazení masa je samotný druh ryby. Různé ryby mají různou náchylnost ke zhoršení textury masa a kazí se různými rychlostmi. Důvod pro to není jasný (23.), ale všeobecně lze říci, že větší ryby se kazí pomaleji než malé ryby, ploché ryby drží lépe při sobě než ryby kulaté, libové ryby vydrží déle než tučné a kostnaté ryby jsou jedlé po delší dobu, než ryby chrupavčité (24.). Dalším ovlivnění může být způsobeno hrubým zacházením s rybou, například otlučené, poškozené, nebo pohmožděné ryby mohou vyvolat zvýšenou rychlost žluknutí. Z toho důvodu se doporučuje ryby převážet živé v chlazené mořské vodě (23., 24.).

Dalším faktorem je pH ryby. U různých druhů ryb se liší, ale obecně je vyšší než u masa teplokrevných zvířat a jeho hodnota se pohybuje od šesti nahoru. Metodou odchyty, manipulace před smrtí, roční období a region rybolovu mohou ovlivnit pH masa (23.). Konečná hodnota pH rybího masa má přímý vliv na schopnost svalu zadržet vodu, a tedy i texturu masa (23., 24.). Při zvyšujícím se pH se zvyšuje náboj na myofibrích, což způsobí expanzi a myofibrilie jsou díky tomu schopny zadržet více vody. Skladovatelnost se zvyšuje s klesajícím pH (24.).

Pro prodloužení trvanlivosti a kvality lze použít také látky nazývané kryoprotektanty, které ochraňují buňku ryby před roztrhnutím, vlivem rozšiřující se vody v mrazivých podmínkách. K dispozici je mnoho kryoprotektivních sloučenin, mezi ně se řadí cukry, aminokyseliny, methylaminy, uhlohydráty, některé proteiny, a anorganické soli. Použití kryoprotektantu závisí na druhu výrobku, teda jestli je produkt rozmělněný a je možno ho důkladně promíchat, nebo jestli se jedná o celou rybu. Na celé filety se často využívá tripolyfosfát pro zadržení vody (23., 24.).

#### 4.4 Konzervované ryby

S příchodem vylepšených zmrazovacích technik, skladováním, dopravou a marketingu, procento konzervovaných produktů klesá. Jedna z výhod konzervovaných ryb je poměrně dlouhá skladovatelnost za pokojových teplot a zároveň konzervované rybí produkty se výrazně liší od čerstvých a zmrazených ryb (20.). Vzhledem k vysokým teplotním podmínkám během konzervování se mnoho druhů rybího masa rozpadá a mění barvu (22.). Z tohoto důvodu se konzervují pouze některé druhy ryb a nejčastějšími bývá tuňák, losos, sledř, sardinka a ančovičky (20., 22.).

Proces konzervování je sterilační technika ničící mikroorganismy, které se na rybě nachází a zabraňuje dalším mikrobiálním kontaminacím, dochází také k degradaci enzymů (21.). Ryby bez hlav jsou nejprve hermeticky uzavřeny v nádobách a vystaveny po určitou dobu vysokým teplotám (20., 21.). Ryby mohou být do konzerváren dodávány čerstvé i zmrazené (20.). Během konzervování se často kosti nechávají v rybách nedotčené a po procesu konzervování se stávají měkkými a jedkými, což významně zvyšuje hladinu vápníku v konečném produktu, toto je prováděno například u sardinek. Tuňák je zde výjimkou a jeho kosti jsou před konzervováním odstraněny (22.). Zpracování ryb před konzervací se může lišit, například losos je konzervován syrový, bez ploutví a kůže, kdežto tuňáci a někteří sledi se před konzervací vaří pro zlepšení vzhledu finálního produktu (20.). Kostí a kůže u tuňáka se odstraňují po vaření, před dávkováním do konzerv (20., 22.).

Rybí konzervy mohou, nebo nemusí být konzervovány s dalšími přísadami jako jsou oleje, voda nebo omáčky. Losos obvykle je bez přísad, kdežto tuňák je většinou v rostlinném oleji, vodě, nebo ve vývaru z ryb. Kovové plechovky jsou uzavírány pomocí stroje, kdy tyto stroje vyčerpávají vrchní prostor plechovky a vytvářejí správné vakuum (20.). Hermetické těsnění je prováděno kvůli *Clostridium botulinum*, bakterii tvořící spory, které vydrží vysoké teploty. Tyto spory velice dobře rostou v podmínkách konzervovaného masa, tedy s nízkým obsahem kyselin a nedostatkem kyslíku. Při vyklíčení spor ve vysokém počtu vzniká smrtící botulotoxin. Během konzervace se využívá teplota 121 °C v jádře plechovky po dobu nejméně 10 minut (21.) Výrobky se skladují a dopravují při teplotách 1 až 8 °C (20., 21., 22.).

#### 4.5 Uzené ryby

Uzení masa v minulosti sloužilo člověku jako pomůcka během konzervování. V dnešní době je známo, že kouř obsahuje hodně produktů degradace dřeva, jako jsou aldehydy, ketony,

fenoly a organické kyseliny, které dodávají charakteristickou kouřovou příchuť, ale také mají bakteriostatický účinek (21.). Existují dva základní typy uzení ryb, a to uzení studeným kouřem a horkým kouřem, kdy ryby uzené studeným kouřem jsou vystavovány menším teplotám po delší dobu než ryby za tepla. Ryby se před uzením solí pro zpevnění textury a dodání žádané chuti ryb, což se často provádí ponořením ryby do solného roztoku a po solení je povrch ryb vysušen na vzduchu. Čas a doba uzení se liší v závislosti na konečné hodnotě koncentrace soli a použití dalších potravinářských přídatných látek (20.). Uzení studeným kouřem je prováděno v teplotách do 29 °C, ryba není během procesu tepelně opracována, kdežto při uzení teplým kouřem ryba se tepelně opracuje (22.) a probíhá při rovnoměrném prohřátí svaloviny nad 65 °C. Výrobky se skladují a dopravují při teplotách 1 až 8 °C (20., 21., 22.).

## 5 PRODUKTY Z RYB

V reakci na zvýšenou poptávku po rybích produktech vyvinul průmysl postupy pro efektivnější využití dostupných surovin. Vzhledem k až 70 % vyřazeným rybám z výroby a jejich likvidaci, nebo přeměny na levné krmivo pro zvířata, výroba se zaměřila a snaží se vyrobit jedlé produkty z těchto nevyužívaných druhů (22.).

### 5.1 Fermentované rybí produkty

V Jihovýchodní Asii kvašení patří mezi nejdůležitější způsoby uchovávání ryb. Fermentované rybí pasty a omáčky mají zde větší využití než ryby solené, nebo sušené. K fermentaci se využívá sůl, kdy při styku masa a soli dochází k vyčerpání kapaliny z ryb (21.). Pracuje se zde s vysokými koncentracemi soli, okolo 20 – 30 %, které zabraňují znehodnocení bakteriemi a jejich počet se rychle snižuje (28.).

Ryby se nejprve umyjí a zůstanou nedotčené, poté jsou baleny spolu se solí do dřevěné nebo kamenné nádoby po kraj, aby nebyl žádný vzduch přítomen a pevně se utěsní pro tvorbu anaerobního prostředí. Většinou se využívá poměr 3 až 4 kg ryb na 1 kg soli. Rybí bílkovina je během kvašení v důsledku enzymů přítomných v rybách štěpena. Po několika měsících se vytvoří jantarově zbarvená kapalina, která se od zbytku oddělí vytlačněním. Doba fermentace se liší podle toho, o jaký produkt se jedná (28., 21.) a pro fermentaci se ze slaných ryb využívají ančovičky, sledě, makrely a ze sladkovodních ryb se využívají kapři, sumci, nebo okouni (21.)

Existují základní 3 typy výrobků fermentace, a to rybí pasta, rybí omáčka a celá fermentovaná ryba (21.). Rybí omáčky jsou většinou zpracovávány z menších tropických ryb a jejich fermentace trvá většinou několik měsíců. Rybí pasty se většinou skládají ze sušených fermentovaných produktů, tedy zbytků z výroby omáček. Do past se většinou přidávají sacharidy ve formě fermentované rýže, otrub a mouky (32.). Fermentace rybí omáčky trvá déle než fermentace rybí pasty, jelikož všechno maso musí být rozloženo pro vytvoření čiré kapaliny (28., 21.). Celá fermentovaná ryba se připravuje z vykuchaných ryb, které se částečně během procesu dehydratují, proces trvá 2 až 3 měsíce (32.). Každý typ může být dále rozdělen podle druhu suroviny jako je druh ryby, nebo část ryby, v Koreji například existuje více než 30 produktů fermentovaných ryb (28.).

Přesto že jsou fermentované rybí výrobky dobrým zdrojem bílkovin, lze je konzumovat omezeně vzhledem k vysokému množství soli. Fermentace se využívá hlavně v situaci, kdy

sušení není možné využít kvůli nevhodným podmínkám, jako je vlhkost prostředí, nebo chladnější podnebí (21.)

## 5.2 Rybí olej

Rybí olej se získává z jater nebo masa ryb. Jedná se o produkt s poměrně bohatým zdrojem n-3 mastných kyselin, zejména z tučnějších ryb jako je sled', makrela, losos, nebo pstruh (29.). Ryby obvykle obsahují 2 – 10% oleje a vyrábí se jako vedlejší produkt při zpracování masa (30). Rybí oleje se vyrábí z vařených ryb pomocí lisování a čištění v několika krocích (31.).

Nejprve se proteiny denaturují a odstraní pomocí lisován, vznikající olej se odděluje. Následuje čištění a odstraňování nečistot z oleje, kdy se zároveň odstraňují fosfolipidy, bílkoviny a sacharidy. Následuje alkalická rafinace, kde se odstraňují volné mastné kyseliny, pigmenty a zbytky předchozích sloučenin. Může se provádět i bělení pro odstranění pigmentů, produktů oxidace, těžkých kovů a sloučenin síry. Olej je možné čistit i v uhlíkových filtračních systémech pro odstranění dioxinů, polychlorovaných bifenyly, furanů a polyaromatických uhlovodíků. Oleje se nakonec většinou stabilizují pomocí  $\alpha$ - tokoferolu (31.). Rybí olej se využívá jako doplněk stravy nebo v léčivech (29.).

## 5.3 Surimi

Surimi je název pro maso, které bylo rozemleto a promyto (32.) Surimi bylo vyvinuto v Japonsku před několika staletími, kdy promytím mletého masa a následnou tepelnou úpravou mělo za následek zgelovatění masa (22.). Zgelovatění je způsobeno polymerací myosinu při zahřívání (22., 32.). Surimi je možné vyrobit z různých druhů rybího masa – tučného i netučného. Výběr závisí jak na ekonomice, tak gelových vlastnostech daného masa. Výrobní proces probíhá při 0 až 5 °C pro snížení mikrobiálního růstu (32.). Moderní výroba surimi se skládá z nepřetržitých automatizovaných provozních linek skládajících se z vykuchání, vykostění, mletí, praní, lisování a zahřívání ryb (22.).

Ryba se co nejdříve a rychle vykuchá, aby se nedošlo k průniku střevní proteázy do masa. V dalším kroku se získává svalovina masa, kdy maso prochází kontinuálním mechanickým separátorem, ve kterém se odstraní 90 % kostí a většina kůže. Získané maso se podrobí oxidací lipidů, nebo denaturací proteinů. V další fázi se produkt promývá. Většinou se první promývání provádí 0,5 % roztokem  $\text{NaHCO}_3$ , který zvýší pH. Při druhém promývání se využívá voda, a nakonec se promývá 0,1 až 0,5 % roztokem  $\text{NaCl}$ , aby se snížil obsah vody

v promytém produktu. Promytý produkt se lisuje pro další snížení obsahu vody a prochází separátorem, který umožňuje se zbavit zbývajících fragmentů kůže, pojivových tkání, černých střevních membrán, malých kostí a šupin. Nakonec se pomocí mixéru přidávají kryoprotektory za teploty nižší než 10 °C (22., 32.) a mrazí. Zmrazené bloky jsou dodávány do tržní sítě jako produkt surimi, nebo se dováží do závodů, kde se vyrábějí produkty nové, jako je například kamaboko, který vzniká přidáním soli do surimi a následnou tepelnou koagulací (32.), nebo dále smažené rybí prsty, saláty, nebo napodobeniny krabů (22.).



## ZÁVĚR

Rybí produkty slouží jako velice výživný zdroj bílkovin, mastných polynenasycených kyselin a jiných látek. Bohužel se i velice rychle kazí, z toho důvodu se využívají metody, jako je například chlazení, zmrazení a konzervace pro jejich prodloužení trvanlivosti. Ze všech metod čerstvé a mražené produkty slouží jako jediný způsob pro zachování chutě a textury rybího masa ve stavu, v jakém je ryba vylovena. Mražené produkty mají výhodu dlouhé trvanlivosti a dají se zpracovávat na produkty jiné, tak jako ryby čerstvé. Mezi další způsoby patří konzervace, která má také velkou trvanlivost a navíc je zde možnost ponechat kosti ryb a tím může sloužit i jako zdroj vápníku oproti jiným způsobům zpracování, ale vzhledem ke změnám v textuře při působení teplot, nemá tenhle výrobek až takové rozsáhlé kulinářské využití, spíše se konzumují rovnou. Uzené ryby mají rovněž delší dobu trvanlivosti než ryby čerstvé, ale nižší než konzervované a mražené produkty. Vzhledem k vysokému počtu vadných kusů pro zpracování v technologickém průmyslu, je zde snaha využít i tyto méně kvalitní kusy na produkty jiné. Mezi tyto produkty patří například fermentované rybí produkty, rybí olej a surimi. V dnešní době nastává problém se zvětšující se kontaminací vod a tedy i kontaminací ryb a jejich masa. Tento problém lze řešit technologickým zpracováním, ale toto není řešení všech problémů a je potřeba v technologii vyvíjet nové způsoby pro eliminaci tohoto problému.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- (1.) ALAGAWANY, Mahmoud, Mayada R. FARAG, Sameh A. ABDELNOUR, Mahmoud A.O. DAWOOD, Shaaban S. ELNESR a Kuldeep DHAMA. Curcumin and its different forms: A review on fish nutrition. *Aquaculture* [online]. 2021, **532** [cit. 2021-02-17]. ISSN 00448486. Dostupné z: doi:10.1016/j.aquaculture.2020.736030
- (2.) PARKER, Steve. *Ryby*. Praha: Fortuna Print, 2002. Vidět - poznat - vědět (Fortuna Print). ISBN isbn80-7321-032-0.
- (3.) CACUTT, Len. *Ryby: [udivující zajímavosti z fascinujícího světa pod vodou]*. Praha: Nakladatelský dům Ochrany přírody, 1995. Příroda (Nakladatelský dům OP). ISBN isbn80-85841-18-5.
- (4.) GERSTMEIER, Roland a Thomas ROMIG. *Sladkovodní ryby Evropy: pro přátele přírody a sportovní rybáře*. Praha: Víkend, 2003. Rybářství. ISBN isbn80-7222-307-0.
- (5.) FISCHER, Torsten. *Ryby*. Ilustroval Marion WIECZOREK. Plzeň: Fraus, c2007. Co-jak-proč. ISBN isbn978-80-7238-496-9.
- (6.) TEROFAL, Fritz a Claus MILITZ. *Mořské ryby v evropských vodách*. Ilustroval Dominique REBOURGEON, ilustroval Fritz WENDLER. Praha: Ikar, 1996. Průvodce přírodou (Ikar). ISBN isbn80-7202-009-9.
- (7.) ČIHAŘ, Jiří a Jiří MALÝ. *Sladkovodní ryby*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. Živočišná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
- (8.) NOVOTNÝ, L. & VÁCHA, František & BENCKO, Vladmir. (2008). *Freshwater fish in nutrition*. *Prakticky Lekar*. 88. 388-393.
- (9.) EJSADA, Pavel. *Vliv výživy na vybrané kvalitativní vlastnosti masa tržního kapra (Cyprinus carpio L.)*. České Budějovice, 2008. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Doc. Ing. František Vácha, CSc.
- (10.) VISCIANO, Pierina, Maria SCHIRONE a Antonello PAPARELLA. An Overview of Histamine and Other Biogenic Amines in Fish and Fish Products. *Foods* [online]. 2020, **9**(12) [cit. 2021-4-25]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods9121795

- (11.) DÍAZ-RIZZOLO, Diana A., Anna MIRO a Ramon GOMIS. Prevention of Type 2 Diabetes through Sardines Consumption: An Integrative Review. *Food Reviews International* [online]. , 1-19 [cit. 2021-4-26]. ISSN 8755-9129. Dostupné z: doi:10.1080/87559129.2020.1867565
- (12.) COMAS-BASTÉ, Oriol, Maria LUZ LATORRE-MORATALLA, Sònia SÁNCHEZ-PÉREZ, Maria TERESA VECIANA-NOGUÉS a Maria DEL CARMEN VIDAL-CAROU. Histamine and Other Biogenic Amines in Food. From Scombroid Poisoning to Histamine Intolerance. PROESTOS, Charalampos, ed. *Biogenic Amines* [online]. IntechOpen, 2019, 20. 3. 2019 [cit. 2021-4-26]. ISBN 978-1-78984-133-6. Dostupné z: doi:10.5772/intechopen.84333
- (13.) BARBIERI, Federica, Chiara MONTANARI, Fausto GARDINI a Giulia TABANELLI. Biogenic Amine Production by Lactic Acid Bacteria: A Review. *Foods* [online]. 2019, **8**(1) [cit. 2021-4-26]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods8010017
- (14.) BERNINGER, Jason P. a Donald E. TILLITT. Polychlorinated biphenyl tissue-concentration thresholds for survival, growth, and reproduction in fish. *Environmental Toxicology and Chemistry* [online]. 2019, **38**(4), 712-736 [cit. 2021-4-26]. ISSN 0730-7268. Dostupné z: doi:10.1002/etc.4335
- (15.) ANH, Hoang Quoc, Isao WATANABE, Tu Binh MINH a Shin TAKAHASHI. Unintentionally produced polychlorinated biphenyls in pigments: An updated review on their formation, emission sources, contamination status, and toxic effects. *Science of The Total Environment* [online]. 2021, **755** [cit. 2021-4-26]. ISSN 00489697. Dostupné z: doi:10.1016/j.scitotenv.2020.142504
- (16.) ARIÑO, A., J.A. BELTRÁN, A. HERRERA a P. RONCALÉS. FISH. *Encyclopedia of Human Nutrition* [online]. Elsevier, 2005, 2005, s. 247-256 [cit. 2021-4-30]. ISBN 9780122266942. Dostupné z: doi:10.1016/B0-12-226694-3/00125-3
- (17.) ESKIN, N.A. Michael, Michel ALIANI a Fereidoon SHAHIDI. *Biochemistry of Foods: 3rd Edition*. October 8, 2012. Academic Press; 3rd edition, 2013. ISBN 978-0-12-242352-9.
- (18.) HYDLIG, Grethe, L. H. MCKEE a Chris KERTH, NOLLET, Leo M. L., Terri BOYLSTON, Feng CHEN a Patti COGGINS, ed. *Handbook of Meat, Poultry*

- and Seafood Quality: 2nd Edition*. September 2012. Wiley-Blackwell; 2nd edition, 2012. ISBN 978-0-470-95832-2.
- (19.) K. A. Kumar, C. O. MOHAN a K. A. RAVISHANKAR. *Fish processing and preservation technologies: an overview*. ICAR - Central Institute of Fisheries Technology, 2018, , 15.
- (20.) FINGLAS, Paul M., CABALLERO, Benjamin a Luiz TRUGO, ed. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition: 2nd Edition*. 2003. Academic Press. ISBN 978-0-12-227055-0.
- (21.) SAHOO, Jhari a Manish Kumar CHATLI. *Textbook on Meat, Poultry and Fish Technology*. Daya Pub. House, 2015. ISBN 9351302997.
- (22.) Singh, R. Paul and Pigott, George M.. "Fish processing". *Encyclopedia Britannica*, 13 Apr. 2021, <https://www.britannica.com/topic/fish-processing>. Accessed 1 May 2021.
- (23.) BREMNER, H.A. *Safety and Quality Issues in Fish Processing*. 2002. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-85573-552-1.
- (24.) KENNEDY, C.J. *Managing Frozen Foods*. 2000. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-85573-412-8.
- (25.) DRÁPAL, J., K. ETTLEROVÁ, J. HAJŠLOVÁ, et al. *Stanovisko vědeckého výboru pro potraviny ve věci: Methylrtuť v rybách a rybích výrobcích*. 6.10.2004. Státní zdravotní ústav, Palackého 3a, 612 42 Brno: Vědecký výbor pro potraviny.
- (26.) *NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny*. In: . ročník 2005. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02005R2073-20130701&from=ET>
- (27.) EKICI, Kamil, Abdullah Khalid OMER, D. FAYZRAKHMANOV, B. ZIGANSHIN, F. NEZHMETDINOVA a R. SHAYDULLIN. Biogenic amines formation and their importance in fermented foods. *BIO Web of Conferences* [online]. 2020, 17 [cit. 2021-5-14]. ISSN 2117-4458. Dostupné z: doi:10.1051/bioconf/20201700232
- (28.) MOTARJEMI, Yasmine, Gerald MOY a Ewen TODD. *Encyclopedia of Food Safety*. 2014. Elsevier. ISBN 978-0-12-378612-8.

- (29.) CAMMACK, Richard, ed. *Oxford dictionary of biochemistry and molecular biology*. Rev. ed. New York: Oxford University Press, 2011. ISBN 978-0-19-852917-0.
- (30.) BART, Jan C. J., Natale PALMERI a Stefano CAVALLARO. *Biodiesel Science and Technology - From Soil to Oil*. 2010. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-591-0.
- (31.) MOREAU, Robert A. a Afaf KAMAL-ELDIN. *Gourmet and Health-Promoting Specialty Oils*. 2009. AOCS Press. ISBN 978-1-893997-97-4.
- (32.) LINDEN, G. a D. LORIENT. *New Ingredients in Food Processing*. Woodhead Publishing, 1999. ISBN 978-1-85573-443-2.
- (33.) MAREŠ, Jan, Ladislav NOVOTNÝ a Miroslava PALÍKOVÁ. *Akvakultura - základy výživy a krmení ryb*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-336-3
- (34.) *Výkladová příručka o akvakultuře a Natuře 2000: Udržitelné akvakulturní aktivity v kontextu soustavy Natura 2000*. 2018. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie: Evropská unie, 2018. ISBN 978-92-79-99666-5.
- (35.) KAWAMURA, Kouichi. "Handbook of European freshwater fishes" by M. Kottelat and J. Freyhof (2007). *Ichthyological Research* [online]. 2008, **55**(1), 99-99 [cit. 2022-05-18]. ISSN 1341-8998. Dostupné z: doi:10.1007/s10228-007-0012-3

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

apod.	a podobně
EPA	eikosapentaenová
DHA	dokosahexaenová
g	gram
mg	miligram
kg	kilogram
ATP	adenosintrifosfát
EU	Evropská Unie
č.	číslo
ES	Evropské společenství
NaHCO <sub>3</sub>	hydrogenuhličitan sodný
NaCl	chlorid sodný
FAO	Food and Agriculture Organization
Cx	kanthaxanthin
Ax	astaxanthin
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
PCB	polychlorované bifenily

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Pstruh obecný (35.) .....	11
Obrázek 2 Ježdík obecný (35.) .....	13
Obrázek 3 Losos obecný (35.) .....	14

