



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



**Jakost, pozitiva a negativa konzumace sladkovodních
a mořských ryb**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof. MVDr. Ing. Tomáš Komprda, CSc.

Vypracovala:
Jitka Lukášová

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Jakost, pozitiva a negativa konzumace sladkovodních a mořských ryb* vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala prof. MVDr. Ing. Tomáši Komprdovi CSc. za rady a cenné připomínky. Dále bych chtěla poděkovat svému otci a příteli za bezmeznou podporu, kterou mi poskytovali v průběhu studia.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce obsahuje stručný přehled nejvýznamnějších sladkovodních a mořských ryb. Věnuje se charakteristikám jakosti masa a zaměřuje se na chemické složení a nutriční aspekty rybího masa. U chemického složení a nutričních aspektů blíže popisuje minerální látky, vitamíny, tuky a bílkoviny. Dále práce popisuje některá potenciální chemická a biologická nebezpečí. Obsahuje stručný přehled nejznámějších parazitů, bakterií a virů. Z chemických nebezpečí se věnuje některým látkám přirozeně se vyskytujícím v životním prostředí, látkám kontaminujícím životní prostředí a některým perzistentním organickým polutantům.

Klíčová slova: chemické složení, nutriční hodnota, biologické nebezpečí, perzistentní organické polutanty.

ABSTRACT

This bachelor's thesis contains a brief overview of the most important freshwater and marine fish. It deals with characteristics of meat quality and focuses on the chemical composition and nutritional aspects of fish meat. Regarding chemical composition and nutritional aspects, it gives a more detailed description of minerals, vitamins, fat and proteins. Further, the work describes some potential chemical and biological hazards. It contains a brief overview of the most well-known parasites, bacteria and viruses. Regarding chemical hazards, it deals with some substances naturally occurring in the environment, substances contaminating the environment and some persistent organic pollutants.

Keywords: chemical composition, nutritional value, biological hazard, persistent organic pollutants.

OBSAH

Úvod.....	8
Cíl práce.....	8
1 Druhy ryb.....	9
1.1 Druhy sladkovodních tržních ryb.....	9
1.1.1 Kaprovití – Cyprinidae.....	9
1.1.2 Lososovití – Salmonidae.....	9
1.1.3 Dravé ryby.....	9
1.2 Druhy mořských ryb.....	9
1.2.1 Makrelovití – Scombridae.....	9
1.2.2 Treskovití – Gadidae.....	10
1.2.3 Sled'ovití – Clupeidae.....	10
1.2.4 Sardelovití – Engraulidae.....	10
1.2.5 Pražmanovití – Sparidae.....	10
1.2.6 Ďasovití – Lophidae.....	11
1.2.7 Smuhovití – Sciaenidae.....	11
1.2.8 Ropuškovití – Scorpaenidae.....	11
1.2.9 Úhořovití – Congridae.....	11
1.2.10 Mořské jazyky – Soleidae.....	12
1.2.11 Platýsi – Pleuronectidae.....	12
1.2.12 Kambaly – Bothidae.....	12
2 Jakost rybího masa.....	13
2.1 Složení rybího masa.....	13
2.1.1 Voda.....	13
2.1.2 Proteiny.....	13
2.1.3 Lipidy.....	14

2.1.4	Sacharidy	14
2.1.5	Minerály.....	15
2.1.6	Vitamíny	17
2.2	Kulinární vlastnosti	19
2.3	Technologické vlastnosti.....	20
2.4	Výživové hodnoty	20
2.5	Smyslové vlastnosti.....	20
2.6	Fyzikální vlastnosti	21
2.7	Mikrobiální stav	21
2.8	Biochemický stav	21
2.8.1	Postmortální změny v rybí svalovině.....	21
2.8.2	Autolýza masa.....	22
2.9	Hygienická hodnota	22
3	Konzumace ryb	22
3.1	Spotřeba ryb ve světě	22
3.2	Spotřeba ryb v České republice.....	23
4	Pozitiva konzumace	23
4.1	Složení sladkovodních a mořských ryb.....	24
5	Negativa konzumace	25
5.1	Biologická nebezpečí	25
5.1.1	Žlutohnědé řasy.....	26
5.1.2	Modrozelené řasy – Cyanobakteria	26
5.1.3	Obrněnky – Dinoflagellata.....	27
5.1.4	Bakteriální alimentární onemocnění.....	28
5.1.5	Virové infekce.....	31
5.1.6	Paraziti	32
5.2	Chemická nebezpečí.....	35

5.2.1	Látky přirozeně se vyskytující.....	35
5.2.2	Látky kontaminující.....	36
5.2.3	Rezidua	38
6	Závěr	42
7	Použitá literatura	43

ÚVOD

Před vynalezením a rozvojem zemědělství vedle sběru plodů hrálo maso důležitou roli ve výživě. Pro některé národy byl životně důležitý rybolov, který má velmi rozsáhlou historii a prošel dlouhým rozvojem. Předpokládá se, že první technikou rybolovu bylo prosté chytání ryb rukama. Rybolov se časem zdokonaloval a došlo k vývoji několika technik: rybolov oštěpem, háčkem nebo sítí. Rybníkářství na území České republiky má velmi dlouhou historii, ale z pohledu historie rybolovu se jedná o velmi mladou metodu. V průběhu let se vyvíjely nejen techniky zajišťující potravu, ale docházelo ke změnám ve stravě obyvatelstva. V současné době si může spotřebitel vybrat z široké nabídky sladkovodních i mořských ryb. Další oblastí, která v průběhu let prošla vývojem, je průmysl. Z počátku nebyla věnována moc velká pozornost odpadním produktům výroby a jejich průniku do životního prostředí. Tyto produkty unikaly do řek, ovzduší a půdy, kde následně vstoupily do trofického řetězce. Odpadní produkty průmyslu si získaly pozornost, až když jejich účinky začaly viditelně ovlivňovat zdraví zvířat a lidí. Jako příklad lze uvést těžké kovy a perzistentní organické látky. Dalším pokrokem byl rozvoj bakteriologie, parazitologie a virologie, který umožnil podrobněji zkoumat patogenní organismy. Bezpečnost ryb, jakost a další náležitosti, které se týkají ryb, upravuje tato legislativa (ve znění pozdějších předpisů): zákon č. 166/1999 Sb., nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 854/2004, nařízení komise (ES) č. 2073/2005, vyhláška č. 326/2001 Sb., zákon č. 110/1997 Sb., vyhláška č. 290/2008 Sb., vyhláška č. 289/2007 Sb.

CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce bylo popsat pozitiva a negativa konzumace sladkovodních a mořských ryb. Z pozitivních vlastností se práce zaměřuje na nutriční hodnotu, a to především na polynenasycené mastné kyseliny, bílkoviny a minerální látky. Z negativních aspektů popisuje tato práce některá potenciální rizika konzumace rybího masa se zaměřením na kontaminanty vstupující do trofického řetězce a porovnání masa sladkovodních a mořských ryb.

1 DRUHY RYB

Z celkového počtu objevených ryb na celé planetě tvoří 60 % mořské ryby. Prozatím bylo popsáno cca 24 000 druhů sladkovodních a mořských ryb (INGR, 2004). Podle údajů z roku 2005 existuje 12 374 druhů sladkovodních ryb, 13 723 druhů mořských ryb a 2 805 druhů ryb obývá poloslané vody (PIPOVÁ a kol., 2006).

1.1 Druhy sladkovodních tržních ryb

Česká státní norma 46 6802 má doporučující charakter a určuje 28 druhů tržních sladkovodních ryb, avšak na území České republiky žije cca 60 druhů (INGR, 2010).

1.1.1 Kaprovití – Cyprinidae

Jedná se o nejrozšířenější čeleď v tuzemských vodách. Tuto čeleď zastupují jak druhy hospodářsky významné, tak ryby nevýznamné (BUCHTOVÁ, 2001). Mezi nejznámější hospodářsky významné druhy patří kapr obecný, amur bílý, tolstolobik bílý, tolstolobik pestrý, lín obecný, cejn velký a další už méně významné druhy (PIPOVÁ a kol., 2006).

1.1.2 Lososovití – Salmonidae

Tato čeleď je velmi ceněná pro velmi dobrou jakost masa. Mezi nejznámější druhy z čeledi lososovitých patří: pstruh duhový, pstruh říční, siven americký, síh severní, maréna, síh peleď a lipan podhorní (BUCHTOVÁ, 2001).

1.1.3 Dravé ryby

Tato skupina ryb zahrnuje různé čeledi. Nejznámějšími zástupci dravých ryb jsou štika obecná, okoun říční, candát obecný, sumec velký a úhoř říční (BUCHTOVÁ, 2001).

1.2 Druhy mořských ryb

1.2.1 Makrelovití – Scombridae

Nejvýznamnějšími zástupci této čeledě jsou makrela obecná (*Scomber scombrus*), makrela japonská (*Scomber japonicus*), tuňák obecný (*Thunnus thynnus*), tuňák malý (*Katsuwonus pelamis*) a tuňák žlutoploutvý (*Thunnus albacares*) (BUCHTOVÁ, 2001). Makrelovití zahrnují celkem cca 45 druhů dravých ryb, jejichž velikost se značně liší. Mohou dorůstat od 30 cm až do 2 m. U velké části ryb se svalovina vyznačuje tučností a tmavým odstínem. Maso tuňáka se dokonce do jisté míry odstínem podobá hovězímu

masu a má poměrně pestré užití. Lze použít do konzerv, k uzení, je i vhodná ke zpracování v čerstvém stavu (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997).

1.2.2 Treskovití – Gadidae

Čeď treskovitých je nejvíce rozšířena ve vodách severní hemisféry. Kvůli intenzivnímu rybolovu jejich stavy v určitých oblastech Atlantického oceánu klesají (PIPOVÁ a kol., 2006). Nejznámějšími zástupci této čeledě jsou treska obecná (*Gadus morhua*), treska polak (*Pollachius pollachius*), treska tmavá (*Pollachius virens*), treska jednoskvrnná (*Melanogrammus aeglefinus*), treska aljašská (*Theragra chalcogramma*) a mník mořský (*Molva molva*). Tuk se v treskách ukládá v játrech a svalovina má jen nízkou koncentraci tuků. Nejčastější formou tresek uvedených na trh jsou konzervovaná játra a mražené filé (BUCHTOVÁ, 2001).

1.2.3 Sled'ovití – Clupeidae

Počet zástupců této čeledi je odhadován na 200 rybích druhů. Mezi nejdůležitější zástupce patří sled' obecný (*Clupea harengus*), šprot obecný (*Clupea sprattus*) a sardinka obecná (*Sardina pilchardus*) (BUCHTOVÁ, 2001). Tyto z potravinářského hlediska významné tučné ryby jsou vhodné na marinování, uzení, solení a mohou se zpracovat do konzerv (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997).

1.2.4 Sardelovití – Engraulidae

Ryby této čeledi jsou snadno zaměnitelné se sledi, sardinkami nebo šproty. Sardele lze rozpoznat podle charakteristické čelisti, která je výrazně předsunutá. Nejčastějším způsobem uchování sardelí je solení (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997). Dalšími produkty ze sardelí jsou sardelové pasty a sardelová očka. Sardele lze také marinovat, udit a konzervovat. Nejznámějšími zástupci této čeledi jsou sardel obecná (*Engraulis encrasicolus*) a sardel kalifornská (*Engraulis mordax*) (PIPOVÁ a kol., 2006). Maso sardelí se vyznačuje velmi jemným, tmavě červeným odstínem a obsahuje drobné kosti. Zvláštností tohoto masa je nahořklá chuť (BUCHTOVÁ, 2001).

1.2.5 Pražmanovití – Sparidae

Tato čeď se zpravidla objevuje v subtropických a tropických mořích v blízkosti pobřežní oblasti. Zástupcem čeledi pražmanovitých je například pražman obecný (*Pagrus pagrus*) (BUCHTOVÁ, 2001). Rybí těla této čeledi jsou specifická svým

tvarem. Tělo je vysoké a úzké. Identifikačním znakem konkrétních druhů pražmanovitých ryb jsou zuby. Maso pražmanovitých ryb je bílé, chutné a vyznačuje se všestrannou využitelností (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997).

1.2.6 Ďasovití – Lophidae

Členem čeledi ďasovitých je například ďas mořský (*Lophius piscatorius*), který používá trn umístěný na hlavě jako vábničku pro přilákání kořisti (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997). Jeho bílé maso má velmi málo kostí a vyznačuje se jemností a mírnou nasládlostí (BUCHTOVÁ, 2001).

1.2.7 Smuhovití – Sciaenidae

Do čeledě smuhovitých spadá více než 200 druhů ryb, které se vyskytují v subtropických a tropických oblastech. Maso je bílého odstínu a jemné struktury. Maso lze upravit solením, uzením, sušením nebo také může být použito pro kulinární úpravy v čerstvém stavu (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997). Do této čeledě patří například tyto zástupci: smuha tmavá (*Sciaena umbra*), smuha královská (*Sciaena aquila*), smuha bradavičnatá (*Umbrina cirrosa*) a bubeník americký (*Pogonias cromis*) (PIPOVÁ a kol., 2006).

1.2.8 Ropuškovití – Scorpaenidae

Tyto ryby jsou přizpůsobeny životu ve velké hloubce 150–200 m. Tomuto faktu se musí přizpůsobit lov. Při rychlém vylovení z moře tělo ryby nestihne vyrovnat tlak a pukne (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997). Ropuškovití žijí především v severních mořích, konkrétněji v blízkosti norského území. Tyto dravé ryby se vyznačují ostrou hřbetní ploutví. Mezi zástupce patří okouník mořský (*Sebastes marinus*) a okouník červený (*Sebastes mentella*) (BUCHTOVÁ, 2001).

1.2.9 Úhořovití – Congridae

Maso úhořů se vyznačuje jemností a tučností. Velmi vhodnou kulinární úpravou je uzení (BUCHTOVÁ, 2001). Mořští úhoři jsou rozšířeni v Atlantickém, Tichém a Indickém oceánu. Do této čeledi patří cca 150 druhů úhořů. Na rozdíl od říčních úhořů nemigrují. Zástupcem této čeledi je například úhoř mořský (*Conger conger*) (PIPOVÁ a kol., 2006).

1.2.10 Mořské jazyky – Soleidae

Pro tuto čeleď je charakteristické ploché tělo ryb, které umožňuje snadné ukrytí v písku. Jsou řazeny mezi nejchutnější mořské ryby. Rozšíření těchto ryb zahrnuje oblasti Středozemního moře a východní část Atlantiku (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997). Množství ryb řazených mezi mořské jazyky se pohybuje kolem 90 druhů. Mezi zástupce této čeledi patří jazyk obecný (*Solea solea*), jazyk písččný (*Pegusa lascaris*) a jazyk mořský (*Dicologlossa cuneata*) (PIPOVÁ a kol., 2006).

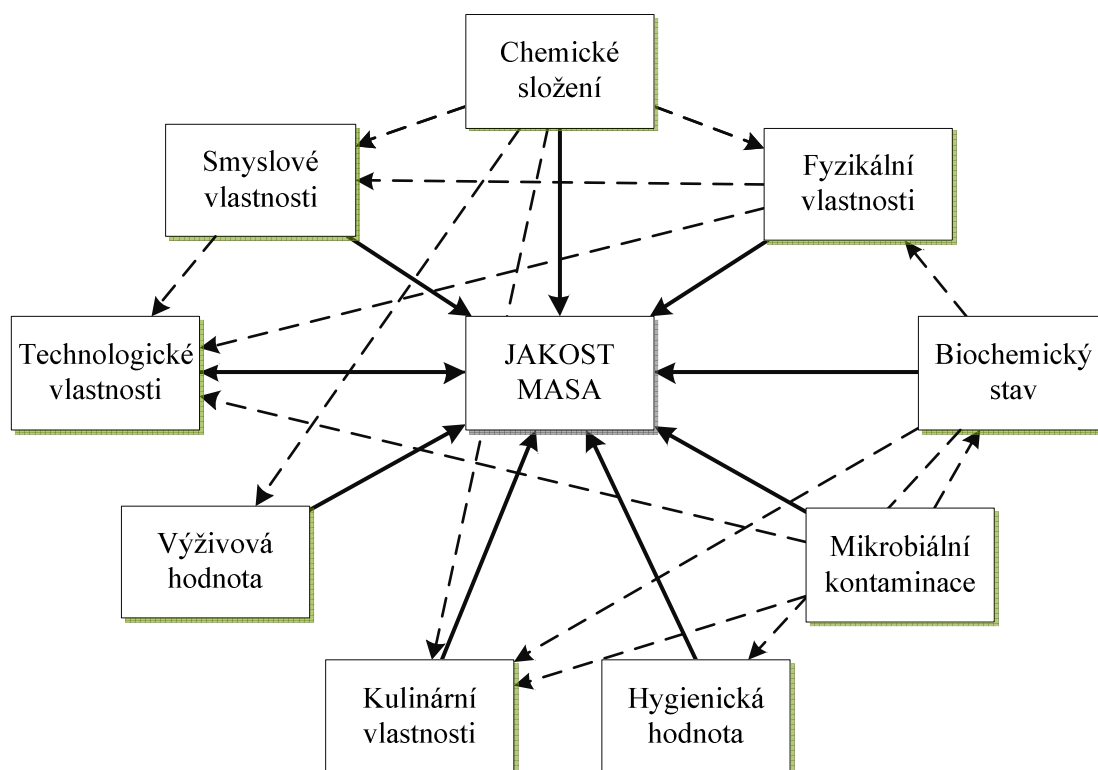
1.2.11 Platýsi – Pleuronectidae

Platýsi jsou vhodné k uzení, ale i k jiné kulinární úpravě. Maso je bílé a jemné. Různí jedinci mohou dosahovat širokého rozpětí hmotnosti od několika kilogramů do 300 kg (KONEČNÝ a PAVLÍČEK, 1997). Tato čeleď zahrnuje více než 90 druhů. Mezi nejznámější zástupce patří platýs velký (*Pleuronectes platessa*), platýs limanda (*Limanda limanda*), platýs červený (*Microstomus kitt*) a platýs bradavičnatý (*Platichthys flesus*) (PIPOVÁ a kol., 2006).

1.2.12 Kambaly – Bothidae

Z kulinářského hlediska je maso ryb z čeledi kambalovitých velmi ceněné. Některé rody se často vyskytují v brakických vodách. Mezi nejznámější druhy patří kambala velká (*Psetta maxima*), kambala kosočtverečná (*Scophthalmus rhombus*) a kambala průsvitná (*Lepidorhombus whiffiagonis*) (PIPOVÁ a kol., 2006).

2 JAKOST RYBÍHO MASA



Obr 1 Schématické znázornění jakostních charakteristik a vzájemných interakcí (převzato od INGR, 2011).

2.1 Složení rybího masa

2.1.1 Voda

Obsah vody je velmi proměnlivý a do jisté míry závisí na obsahu tuku (SIMEONOVÁ a kol., 2008). Procentuální poměr vody se pohybuje mezi 60–80 %. Množství vody v libových rybách dosahuje až 80 %, u tučných ryb je podíl vody o 15 % menší. Dále může docházet ke kolísání množství vody v závislosti na životním cyklu ryby (BUCHTOVÁ, 2001). Koncentrace vody v mase je závislá i na anatomické části, ze které byl odebrán vzorek. Obsah vody v mase pocházejícího z oblasti blíž k hlavě je nižší než z oblasti ocasu (PIPOVÁ a kol., 2006).

2.1.2 Proteiny

Celkový obsah proteinů v rybím mase se pohybuje mezi 15–27 %. Podíl strukturálních proteinů v mase tvoří aktin, myozin, tropomyozin a aktomyozin. Následují sarkoplazmatické proteiny. Jejich zástupci jsou například myoalbumin a globulin.

(PIPOVÁ a kol., 2006). Dále obsahuje rybí maso pojivové tkáně, konkrétně kolagen. Avšak rybí maso neobsahuje elastin. Vaziva mezi svalovými vlákny je v porovnání s jinými druhy masa málo (SIMEONOVÁ a kol., 2008). Což usnadňuje kulinární zpracování (BUCHTOVÁ, 2001).

2.1.3 Lipidy

Z lipidů je věnována zvláštní pozornost hlavně polynenasyceným mastným kyselinám (PUFA), zejména kyselině eikosapentaenové (EPA) a kyselině dokosahexaenové (DHA). (USYDUS a kol., 2011).

Existuje korelace mezi druhem potravy ryb a množstvím EPA a DHA v rybí svalovině. Přirozená potrava ryb má pozitivní vliv na koncentraci těchto polynenasycených mastných kyselin. Průměrný obsah polynenasycených mastných kyselin EPA a DHA závisí na konkrétním druhu ryby a pohybuje se cca v rozmezí 200–1700 mg/100g rybího masa (MERTEN, 2012). Mezi Inuity z Grónska se objevuje jen velmi vzácně kardiovaskulární onemocnění. Tato skutečnost je přisuzována jejich stravě. Inuité se živí převážně rybami a mořskými živočichy (USYDUS a kol., 2011).

Dle obsahu tuku se ryby rozlišují na:

- **tučné** – ryby, jejichž obsah tuku je > **10 %**, např. makrela, šprot, tuňák a úhoř;
- **středně tučné** – obsah tuku je **2–10 %**, např. sumec, kapr a pstruh;
- **libové** – ryby, jejichž obsah tuku je < **2 %**, např. candát a štika (SIMEONOVÁ a kol., 2008).

Polynenasycené mastné kyseliny jsou náchylné k oxidaci lipidů. To má následně vliv na sensorické vlastnosti potraviny. Během rozkladu lipidů oxidací vznikají druhotné produkty (aldehydy, ketony, alkoholy, kyseliny a uhlovodíky). Tyto látky mají vliv na barvu, chuť, vůni, texturu a nutriční hodnotu (HOSTOVSKÝ a kol., 2014).

2.1.4 Sacharidy

Vzhledem k nízkému zastoupení glykogenu v rybím mase není z nutričního hlediska významný. Velmi důležitou roli má však při postmortálních změnách masa (PIPOVÁ a kol., 2006).

2.1.5 Minerály

Minerály jsou rozděleny do dvou skupin: na makroprvky a mikroprvky. Makroprvky potřebuje lidský organismus ve větším množství než mikroprvky, které potřebuje v řádech mikrogramů. Minerální látky umožňují správný vývoj a funkci lidského těla, ale při nadměrných dávkách škodí (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Podíl minerálů v rybím těle tvoří asi 1–2 %. Podstatnou část tvoří vápník a fosfor, který je vázán v kosterní soustavě ryby (BUCHTOVÁ, 2001).

2.1.5.1 Jód

Tento prvek je velmi důležitou součástí endokrinního systému člověka. V lidském těle je jód koncentrován hlavně ve štítné žláze a uplatňuje se v organismu prostřednictvím thyroxinu a trijódthyroninu, jejichž je součástí. Na jód nejbohatší potravinou jsou mořské řasy a mořské ryby (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Obsah jódu v mořských rybách je průměrně 140 µg/100 g (BUCHTOVÁ, 2001).

Dlouhodobý nedostatek jódu ve stravě se může projevit hypotyreózou, která může zapříčinit poruchy růstu (nanismus) nebo také strumu, což je zvětšení štítné žlázy (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Podílí se na tvorbě hormonů štítné žlázy (KOHOUT a kol., 2009).

2.1.5.2 Vápník

Má významnou stavební funkci pro kosterní soustavu a zuby. V kostech a zubech je vápník uložen ve formě fosforečnanu vápenatého. Vápník se také podílí na svalové a nervové činnosti (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Pro tvorbu kostí je důležitý také hormon kalcitonin, který vzniká ve štítné žláze a řídí metabolismus kostí tím, že potlačuje resorpční aktivitu osteoklastů (SENTHILKUMAR a kol., 2014). Průměrný obsah vápníku ve svalovině ryb je 79 mg/100 g v rozsahu 19–881 mg/100 g (FAO, 2005). Ve svalovině českých sladkovodních ryb se nachází přibližně v rozmezí 11–94 mg/100 g dle druhu ryby (INGR, 2010).

2.1.5.3 Fosfor

Spolu s vápníkem a fluorem je základním minerálním prvkem tvořícího kostní hmotu. Také se podílí na energetickém metabolismu (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Průměrný obsah fosforu ve svalovině ryb je 190 mg/100 g v rozsahu 68–550 mg/100 g (FAO,

2005). Svalovina českých sladkovodních ryb obsahuje cca 155–248 mg fosforu na 100 g v závislosti na druhu ryby (INGR, 2010).

2.1.5.4 Sodík

Má vliv na acidobazickou rovnováhu a spolu s draslíkem ovlivňuje osmotický tlak v organismu. Nedostatek v organismu může působit svalové křeče, migrény a průjmy. Dlouhodobý nadměrný příjem může způsobit hypertenzi (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Průměrný obsah sodíku v rybách je 72 mg/100 g svaloviny v rozsahu 30–134 mg/100 g (FAO, 2005). Ve svalovině českých sladkovodních ryb je sodíku přibližně 30–70 mg/100 g dle druhu ryby (INGR, 2010).

2.1.5.5 Draslík

Má vliv hlavně na činnost srdečního svalu, ale ovlivňuje i ostatní svaly. Nedostatek draslíku v organismu může zapříčinit svalovou slabost, arytmií, ale také i poruchu ledvin (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Draslík přijímaný v množství 1,5 g/den by mohl mít pozitivní dopady na snížení výskytu cévních mozkových příhod (D'ELIA a kol., 2014). Průměrná hodnota draslíku v rybách je 278 mg/100 g svaloviny v rozmezí 19–502 mg/100 g (FAO, 2005). Draslík se ve svalovině českých sladkovodních ryb nachází cca v rozsahu 217–319 mg/100g dle druhu ryby (INGR, 2010).

2.1.5.6 Selen

Je esenciální prvek, který pokud je součástí glutathionperoxidázy, zvyšuje účinky vitamínu E v organismu člověka. Dochází ke vstřebání selenu v gastrointestinálním traktu. Cenným živočišným zdrojem selenu jsou například mořské ryby, korýši, měkkýši a sladkovodní ryby (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Průměrný obsah selenu v mořských rybách činí 0,0315 mg na 100 g svaloviny v rozsahu 0,0020 – 0,0761 mg/100 g (GUÉRIN, 2011). Byla pozorována souvztažnost mezi selenem a metylrtutí. Úroveň hladiny selenu v lidském těle může být jedním z faktorů, které tlumí nežádoucí účinky metylrtuti (NAKAMURA a kol., 2014).

Velmi nízký příjem selenu v potravě může u člověka vyústit v tzv. Keshan's disease, což je forma srdečního onemocnění. Dlouhodobý vysoký příjem může zapříčinit tyto zdravotní obtíže: deprese, kožní změny, krvácivost, edém plic, záněty dýchacích cest, cirhóza jater, žloutenka, vypadávání vlasů a nehtů, zubní kaz, selhání

ledvin (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Nedostatek selenu způsobuje svalovou slabost a nedostatek dlouhodobějšího charakteru zapříčiňuje kardiomyopatii (KOHOUT a kol., 2009).

2.1.5.7 Další minerální látky

Kromě výše uvedených minerálních látek ryby obsahují také nezanedbatelné množství hořčíku a stopových prvků železa, mědi a zinku. Průměrný obsah hořčíku ve svalovině ryb je 38 mg/100 g v rozsahu 4,5 – 452 mg/100 g (FAO, 2005). Na 100 g svaloviny českých sladkovodních ryb připadá 16–39 mg hořčíku (INGR, 2010).

Ze stopových prvků, mimo selen a jiné, obsahují české sladkovodní ryby na 100 g svaloviny zejména 0,4 – 1,38 mg železa, 0,017 – 0,113 mg mědi a 0,53 – 1,45 mg zinku dle druhu ryby (INGR, 2010). Mořské ryby obsahují na 100 g svaloviny 0,135 – 1,9 mg železa, 0,0065 – 0,201 mg mědi a 0,136 – 2,51 mg zinku (GUÉRIN, 2011).

2.1.6 Vitamíny

Podle rozpustnosti jsou rozděleny do dvou skupin:

- vitamíny rozpustné v tucích: D, E, K, A
- vitamíny rozpustné ve vodě: B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂, H, C, folát

Vitamíny rozpustné ve vodě plní v organismu funkci kofaktorů různých enzymů (VELÍŠEK a kol. I., 2009).

2.1.6.1 Vitamín D (kalciferol)

Existuje ve dvou obměnách: ergokalciferol D₂ nebo cholekalciferol D₃ (KOHOUT a kol., 2009). Tyto dvě varianty jsou různého původu. Vitamín D₂ je rostlinného původu, avšak vitamín D₃ je původu živočišného (ČERMÁK a kol., 2002).

Zvláštností kalciferolu oproti ostatním vitamínům je možnost syntézy v lidském těle prostřednictvím ultrafialového záření a kůže (ČERMÁK a kol., 2002). Velkým zdrojem vitamínu D z živočišné říše jsou tučné ryby, např. losos, tuňák a makrela (INGR, 2010).

Kalciferol v organismu reguluje hospodaření s vápníkem a fosforem (ČERMÁK a kol., 2002). Kvůli tomu dochází k ovlivnění vývoje a struktury kostí. Významným zdrojem vitamínu D v pokrmech můžou být např. játra či tučné ryby (VELÍŠEK a kol. I., 2009).

2.1.6.2 Vitamín E (tokoferol)

Tento vitamín tvoří několik různých látek, které vychází ze sloučeniny tokolu (ČERMÁK a kol., 2002). Primární vlastností vitamínu E je ochrana proti peroxidaci polyenových kyselin a porušení řetězové reakce volných radikálů (KOHOUT a kol., 2009). To má za následek zpomalení stárnutí, zlepšení imunity a ochranu buňky před poškozením (ČERMÁK a kol., 2002).

2.1.6.3 Vitamín K (chinony)

Vitamín K zahrnují deriváty syntetického nebo přirozeného vzniku původem z naftochinonů (ČERMÁK a kol., 2002). Tvoří faktory krevní srážlivosti (KOHOUT a kol., 2009). Chinony rozdělujeme do čtyř skupin, které se liší původem nebo vlastnostmi. K₁ je obsažen v zelených částech rostlin. K₂ produkují bakterie střevní mikroflóry. K₃ a K₄ jsou rozpustné ve vodě a jejich původ je syntetický (ČERMÁK a kol., 2002).

2.1.6.4 Vitamín A (retinol)

V potravě se nachází buď ve formě retinolu, nebo provitamínu β-karotenu, který se v organismu přetvoří v retinol (ČERMÁK a kol., 2002). Mezi retinoidy je zahrnováno cca 2500 látek přírodního či syntetického původu. Organismus sladkovodních ryb umí využít nejen β-karoten k tvorbě vitamínu A₂ (3,4-didehydroretinol), ale i prekurzoru luteinu, který je řazen mezi xantofyly. U mořských ryb, savců či ptáků nedochází k tvorbě vitamínu A₂ (VELÍŠEK a kol. I., 2009).

Vitamín A se řadí mezi antioxidanty, ale ve vysokých dávkách působí teratogenně, hepatotoxicky a neurotoxicky (KOHOUT a kol., 2009).

Nedostatek vitamínu nepříznivě ovlivňuje funkci zraku (šeroslepost), zpomaluje růst, také vede ke keratinizaci sliznic nebo k deformitě kostí i reprodukčních orgánů (VELÍŠEK a kol. I., 2009).

Rybí maso obsahuje 0,5 mg·kg⁻¹ vitamínu A a 0,7 mg·kg⁻¹ provitamínu A (VELÍŠEK a kol. I., 2009). Vysoký podíl vitamínu A obsahují tyto ryby: tuňák, kapr a pstruh (INGR, 2010). Mezi další zdroje vitamínu patří rybí tuk (ČERMÁK a kol., 2002).

2.1.6.5 Vitamín B₂ (riboflavin)

Je přiřazován k flavinovým koenzymům (KOHOUT a kol., 2009). Tyto enzymy usnadňují průběh vybraných látkových přeměn (ČERMÁK a kol., 2002). Větší obsah kyseliny nikotinové vykazuje maso makrel a sled'ů (INGR, 2010).

2.1.6.6 Vitamín B₃ (niacin)

Kyselina nikotinová (PP nebo nikotinamid) má podíl na některých biochemických reakcích v organismu a je složkou nikotinamidadenindinukleotidu (NAD) a nikotinamidadenindinukleotidfosfátu (NADP) (KOHOUT a kol., 2009). Niacin vzniká z tryptofanu nebo je přijímán potravou (ČERMÁK a kol., 2002). Vitamín B₃ obsahují ve větším množství tučné ryby (INGR, 2010).

2.1.6.7 Vitamín B₅ (panthenol)

Kyselina pantotenová se podílí na metabolismu cukrů, tuků, aminokyselin a žlučových kyselin. Panthenol je obsažen ve všech potravinách (ČERMÁK a kol., 2002). Bohatým zdrojem vitamínu B₅ z živočišné říše jsou pstruzi a lososi (INGR, 2010).

2.1.6.8 Vitamín B₆ (pyridoxin)

Pod tímto pojmem se skrývají 3 sloučeniny podobných vlastností (ČERMÁK a kol., 2002). Účastní se výroby kyseliny arachidonové a mnoha dalších látkových přeměn (KOHOUT a kol., 2009). Zdrojem vitamínu B₆ jsou např. losos nebo sardinky (ČERMÁK a kol., 2002). Dále také pstruh, tuňák, a sled' (INGR, 2010).

2.1.6.9 Vitamín B₁₂ (kobalamin)

Bohatým zdrojem na tento vitamín jsou především makrely a sledi (INGR, 2010). Aktivní podobou kobalaminu v organismu je methylkobalamin, jenž podporuje tvorbu myelinu a vytváří metionin přeměnou homocysteinu (KOHOUT a kol., 2009). Součástí struktury vitamínu B₁₂ je kobalt. Zdrojem kobalaminu jsou potraviny živočišného původu (ČERMÁK a kol., 2002).

2.2 Kulinární vlastnosti

Nejvíce ceněné sladkovodní ryby z hlediska chuti jsou pstruzi, marény a lipani. Dalším pozitivem těchto druhů pro konzumenty je přítomnost větších kostí. Velká část

sladkovodních ryb je vhodná k různorodé kulinární úpravě. Jedná se například o candáta, okouna a úhoře (INGR, 2010).

Příprava a tepelné zpracování rybího masa je rychlejší a jednodušší především kvůli nepřítomnosti elastinu a malému obsahu vaziva (SIMEONOVÁ a kol., 2008). Nejčastější formou úpravy mořských ryb jsou filé, které jsou uchovávány mražené (INGR, 2010).

2.3 Technologické vlastnosti

Mezi nejdůležitější hlediska patří vysoká vaznost, normální průběh postmortálních změn, stabilita tuku, nepřítomnost pachů, typická chuť, barva typická pro daný druh masa, co největší podíl veškerých bílkovin a svalové tkáně a co nejmenší podíl kolagenních bílkovin (INGR, 2011).

2.4 Výživové hodnoty

Energetická hodnota masa se pohybuje mezi 440–1370 kJ. Rybí maso obsahuje příznivý poměr mastných kyselin (ČERMÁK, 2002).

Maso mořských ryb se vyznačuje vysokým podílem minerálů. Obsahuje zejména zinek, jód, hořčík a fosfor (ČERMÁK, 2002). Rybí maso obsahuje všechny esenciální aminokyseliny a je tudíž plnohodnotný zdroj bílkovin (INGR, 2010). A je zařazeno vedle mléčných výrobků, vajec a libového masa do třetího patra výživové pyramidy. Minimálně 1x týdně by měly být ryby zahrnuty ve výživě (ČERMÁK, 2002).

2.5 Smyslové vlastnosti

Rybí maso je hodnoceno ukazatelem „**stolní hodnota**“ ČSN 46 6802. Bodové hodnocení se týká stavu před a po tepelné úpravě. Jedny z nejdůležitějších znaků při tomto hodnocení jsou vůně a chuť (SIMEONOVÁ a kol., 2008).

Při senzorické analýze se dále hodnotí **intenzita a příjemnost vůně, textura masa, šťavnatost, intenzita a příjemnost chuti** (JAROŠOVÁ a kol., 2009).

Vůně ryb je složena z dusíkatých sloučenin – aminů. Dále pak z produktů oxidace nenasyčených mastných kyselin (VELÍŠEK a kol. II., 2009).

V rybím mase při delším mrazírenském skladování se vlivem oxidace lipidů výrazně mění vůně a chuť ve srovnání s čerstvými rybami (VELÍŠEK a kol. II., 2009).

Rybí maso se vyznačuje rychlými postmortálními změnami, které jsou dány vyšší teplotou prostředí po ulovení (SIMEONOVÁ a kol., 2008).

Ve studii, která se zaměřovala na senzoryckou analýzu sádkovaných a vylovených ryb, bylo konstatováno, že texturní a konzistenční vlastnosti tyto metody neovlivnily. U sádkovaných ryb došlo k velmi mírnému zvýšení šřavnatosti. Bylo také pozorováno mírné zvýšení příjemnosti vůně a intenzity chuti u sádkových ryb, které pocházely z rybníka, jehož ryby bez sádkování dosahovaly horších senzoryckých vlastností oproti hodnoceným rybám z dalších dvou rybníků (JAROŠOVÁ a kol., 2009).

2.6 Fyzikální vlastnosti

Jsou závislé na chemickém složení masa, které má přímý vliv na fyzikální strukturu masa. Fyzikální vlastnosti jsou měřitelné a ovlivňují senzorycké, nutriční i technologické vlastnosti masa. Mezi veličiny zkoumané v rámci fyzikálních vlastností masa patří textura, měrná hmotnost, vaznost masa, energetický obsah, remise, vodivost, odpor, pH a rH (INGR, 2011).

2.7 Mikrobiální stav

Mikrobiální stav ryb odpovídá prostředí, ve kterém ryby žijí. Mnohdy jsou zastoupeny rody *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Vibrio* a také čeled' Enterobacteriaceae. Nejen nepatogenní, ale i patogenní mikroorganismy mohou být izolovány (PIPOVÁ a kol., 2006).

Tato tématika je více přiblížena v kapitole Biologická nebezpečí.

2.8 Biochemický stav

2.8.1 Postmortální změny v rybí svalovině

Vnitřní prostředí v živém organismu je stálé. Nativní enzymy katalyzují látkovou a energetickou přeměnu. Usmrčením ryby dochází k porušení rovnováhy vnitřního prostředí a dochází k přeměně svaloviny na maso prostřednictvím biochemických procesů. Průběh biochemických procesů podstatně ovlivňuje výslednou kvalitu masa (INGR, 2010).

2.8.2 Autolýza masa

Tento ireverzibilní proces katalyzují nativní enzymy, které postupně rozkládají složité látky na jednodušší produkty. Charakteristický je pro autolýzu rybího masa rychlejší průběh v porovnání s jinými jatečnými zvířaty. Dále se odlišuje autolýza rybího masa intenzitou průběhu. Autolýza masa se skládá ze tří fází, které nejsou přesně ohraničené a plynule přechází z fáze do fáze. Fázemi autolýzy jsou: rigor mortis, zrání a hluboká autolýza (INGR, 2010).

2.9 Hygienická hodnota

Rybí maso se vyznačuje vysokou neúdržností, která se projevuje rychlým rozkladem a kažením. Vysoký podíl vody je ústřední příčinou neúdržnosti. Další odlišností od ostatních potravin živočišného původu je rychlá proteolýza. Rybí maso obsahuje velké množství nenasycených mastných kyselin, což má za následek větší náchylnost k oxidačnímu žluknutí. Vliv na průběh nežádoucích změn má mechanické porušení či poranění, které může vést až ke zkáze potraviny (INGR, 2010).

3 KONZUMACE RYB

3.1 Spotřeba ryb ve světě

V celosvětovém výlovu tvoří mořské ryby 86,8 %. Nejčastějšími zástupci mořských ryb jsou ryby sled'ovité a treskovité. Největší zastoupení z lovených sladkovodních ryb má kapr obecný (*Cyprinus carpio*, 572 tisíc tun), avšak sladkovodní ryby tvoří jen zlomek z celosvětového výlovu, konkrétně 13,2 % (SIMEONOVÁ a kol., 2008).

Až 25 % ryb je zpracováno pro potřeby průmyslu. Tento detail může ovlivnit data ve statistikách o spotřebě ryb, protože ta je definována ve světě jako výlovní hmotnost (kg) (SIMEONOVÁ a kol., 2008).

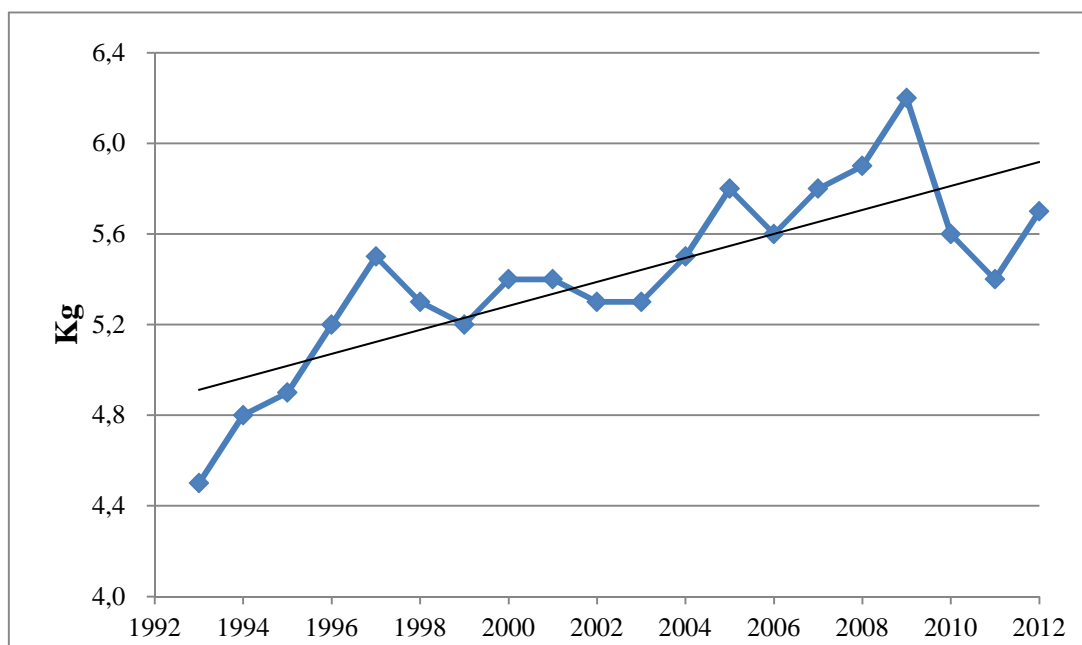
Spotřeba v různých zemích je velmi rozkolísaná. Dokladem tohoto faktu je porovnání například Islandu a Německa. Spotřeba v Německu dosahuje 12 kg/os/rok, kdežto na Islandu 93 kg/os/rok (BUCHTOVÁ, 2001). Tyto výsledky bohužel nemusí být skutečnou spotřebou, ale podílem výlovu na jednoho obyvatele za rok (INGR, 2004).

3.2 Spotřeba ryb v České republice

Nadprůměrnou spotřebou ryb, která může dosáhnout i trojnásobku ročního průměru, se vyznačují především sportovní rybáři a jejich blízké okolí. Další skupinou s nadprůměrnou spotřebou rybího masa jsou milovníci rybího masa (BUCHTOVÁ, 2001).

Druhové složení výlovu je následující: kapr 90 %, lososovité ryby 5 %, býložravé ryby 4 %, dravé ryby 1 % (SIMEONOVÁ a kol., 2008).

Spotřeba sladkovodních ryb v průměrné spotřebě obyvatelstva tvoří její malou část a je provázaná s obdobím svátků (BUCHTOVÁ, 2001).



Obr 2 Spotřeba sladkovodních a mořských ryb v ČR (ČSÚ, 2014).

4 POZITIVA KONZUMACE

Z dietárního hlediska je podstatné nejen množství PUFA, ale i jejich poměr z důvodu odlišných vlastností jednotlivých kyselin. Jako příklad můžeme uvést: EPA a DHA je více účinná než například kyselina α -linolenová (KLADROBA, 2003).

Zvláštností rybího tuku ve srovnání s tukem savců je vyšší poměr nenasycených mastných kyselin, jenž u rybího tuku dosahuje podílu 40 % (PIPOVÁ a kol., 2006). Velké množství nenasycených mastných kyselin je velkou předností rybího masa, ale

zároveň i jeho slabinou, protože nenasycené mastné kyseliny oxidují rychleji než nasycené mastné kyseliny (MERTEN, 2012).

Ochranné vlastnosti mastných kyselin závisí na poměru n-6 a n-3 skupin, jejichž ideální poměr by měl být 5:1 (USYDUS a kol., 2011). Další autoři však uvádí jiné poměry. Podle WHO by měl být poměr n-6 a n-3 kyselin 10:1 až 5:1. Nebo by se měl doporučený poměr n-6 a n-3 kyselin pohybovat v rozmezí 4:1 až 2:1 (KLADROBA, 2003).

PUFA n-6/n-3 ovlivňují absorpci a ukládání vápníku. Předností n-3 skupiny jsou antisklerotické vlastnosti (KLADROBA, 2003).

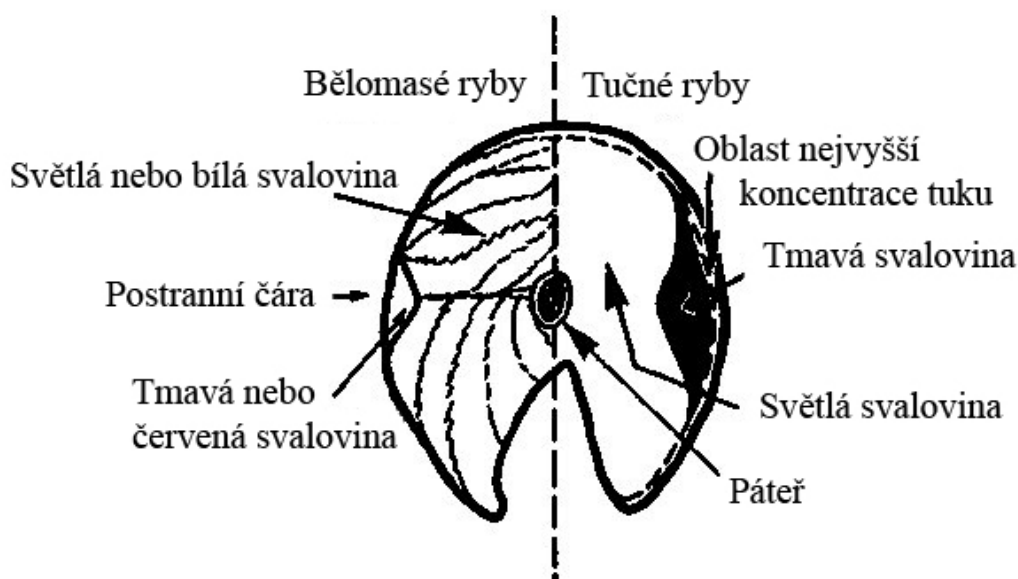
Ke kardiovaskulárním obtížím může v organismu dojít například, pokud je vystaven špatnému poměru n-6 a n-3 kyselin. Konkrétněji při situaci, kdy dojde k nedostatku n-3 kyselin a přebytku n-6 kyselin (KLADROBA, 2003).

Vlastností kyselin řady n-6 je prozánětlivost. K dalším pozitivním vlastnostem kyselin řady n-3 řadíme zpomalení bujení zhoubných buněk, potlačení shlukování krevních destiček a vliv na krevní tlak a arytmií (KLADROBA, 2003).

4.1 Složení sladkovodních a mořských ryb

Ryba je potravina, která nemá stabilní složení. Na jejím složení se podílí řada vnitřních i vnějších faktorů. Mezi vnitřní faktory patří pohlaví, druh a věk; a mezi vnější faktory řadíme krmivo, vnější prostředí, dobu zrání masa, skladování a přepravu. Dále může do jisté míry ovlivnit složení úprava konzervací (SUKOVÁ, 2013).

Mořské ryby obsahují více jódu a polynenasycených mastných kyselin (SIMEONOVÁ a kol., 2008).



Obr 3 Srovnání svalovin tučných a méně tučných ryb (FAO, 2001).

5 NEGATIVA KONZUMACE

Aktuálním tématem dnešní doby je ovlivnění kvality a kvantity ryb z oblasti pobřeží a brakických vod kontaminací, ať už anorganickou či organickou. Tyto látky vstupují do trofického řetězce a jsou rizikem pro všechny vodní živočichy i člověka (BUCHTOVÁ, 2001).

5.1 Biologická nebezpečí

Mořská voda daleko od pobřeží je téměř prostá mikroorganismů. Při kontaminaci organického charakteru se mořská voda stává prostředím vhodným k rozvoji mikroorganismů, které následně mohou zamořit mořskou faunu (BUCHTOVÁ, 2001).

Ze zprávy EFSA vyplývá, že v roce 2010 podíl ryb a rybích výrobků na alimentárních bakteriálních onemocněních činil 6,3 % (KAMENÍK, 2013).

5.1.1 Žlutohnědé řasy

5.1.1.1 Rod *Chrysophyta*

Nejrozšířenějším zástupcem je *Prymnesium parvum*. Maso ryb, které se živí těmito řasami, se stává toxické. Toxin z těchto řas je termostabilní a má hemolytické účinky (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.2 Modrozelené řasy

5.1.2.1 Rod *Anabaena*

Cyanobakterie z rodu *Anabaena* vytváří termofilní anatoxin. V lidském organismu blokuje přenos nervových impulsů, což má za následek tyto příznaky: porucha dýchání a koordinace pohybu, zvýšené slinění a slzení očí, průjemy a zvracení. K nejznámějším zástupcům tohoto rodu modrozelených řas patří *Anabaena circinalis* a *Anabaena flos-aque* (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.2.2 Rod *Nodularia*

Nejrozšířenější v brakických vodách je *Nodularia spumigena*, která vytváří termostabilní toxin nodularin. Nodularin se vyznačuje hepatotoxicitou (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.2.3 Rod *Microcystis*

Ze sladkovodních řas lze uvést zástupce vytvářející microcystiny, například: *Microcystis* sp. a *Planktothrix* sp. Microcystiny jsou peptidické látky, jejichž původcem jsou některé druhy sladkovodních řas. Tyto peptidy jsou pro játra hepatotoxické a karcinogenní (ADAMOVSKEÝ a kol., 2007).

Maximální denní dávka je dle WHO $0,04 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$. Limit pro pitnou vodu je určen na $1 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Tento limit je platný i pro Českou republiku (ADAMOVSKEÝ a kol., 2007).

Bylo zjištěno, že množství microcystinů ve svalovině je přímo úměrné délce expozice (PALÍKOVÁ a kol., 2011). Mezi biomarkery toxicity patří lipidní peroxidace, hladina glutathionu, aktivace glutathionu a S-transferázy, glutathion reductáza a glutathion peroxidáza (ADAMOVSKEÝ a kol., 2007).

Výsledky studie o akumulaci a rychlosti eliminace microcystinů v kapru obecném (*Cyprinus carpio*) a tolstolobiku bílém (*Hypophthalmichthys molitrix*) vykazují, že míra hromadění microcystinů ve svalovině tolstolobika byla 1,4–29 ng/g ž.v. a u kapra 3,3–19 ng/g ž.v. Vyloučení microcystinů ze svaloviny trvá 1–2 týdny po přemístění ryb do čisté vody (ADAMOVSKEÝ a kol., 2007).

5.1.3 Obrněnky

Některé druhy obrněnek (Dinoflagellata) produkují neurotoxin – ciguatoxin (BOTTEIN DECHRAOUI a kol., 2008). Ciguatoxin způsobuje gastrointestinální a neurologické symptomy. Tento syndrom se nazývá ciguatera (HAMILTON a kol., 2010).

Nevolnost, zvracení a průjem, tak se dají shrnout gastrointestinální obtíže (OH, 2012). Mezi příznaky neurologického charakteru patří parestézie, necitlivost a brnění v okolí úst a končetin (ABRAHAM, 2012). Gastrointestinální a neurologické příznaky můžou přetrvávat měsíce i roky (TSUMURAYA a kol., 2012).

Ciguatera je způsobena konzumací neurotoxických ryb a jedná se o druh ichthyosarkotoxismu (BIRINYI-STRACHAN a kol., 2005).

Další z jeho vlastností je termostabilita a lipofilita (BIRINYI-STRACHAN a kol., 2005). Otrava je spojena s úhořovitými mořskými rybami z korálových útesů (ČERMÁK, 2002).

Ciguatoxiny se prostřednictvím akumulace hromadí v rybím těle (HAMILTON a kol., 2010). K trofickému přenosu a kumulaci neurotoxinu dochází u více než 400 různých druhů ryb (BOTTEIN DECHRAOUI a kol., 2008).

Muréna a kanic stojí na nejvyšších místech potravinového řetězce, a proto je předpokládána vyšší koncentrace ciguatoxinu (JIANG a kol., 2012).

Ciguatoxické ryby mají normální sensorickou kvalitu. Vůně, chuť nebo vzhled neprozrazují nic, čím by se daly rozlišit (TSUMURAYA a kol., 2012).

V celosvětovém měřítku bylo zaznamenáno 50 000 – 100 000 otrav ciguaterou každý rok (BOTTEIN DECHRAOUI a kol., 2008). Jiný autor však uvádí počet otrav v celosvětovém měřítku na 25 000 ročně (BIRINYI-STRACHAN a kol., 2005).

Nález ciguatoxických ryb je typický pro tropické a subtropické oblasti (ABRAHAM, 2012). Konkrétní výskyt zahrnuje regiony Karibského moře, Indického a Tichého oceánu (O'TOOLE, 2012).

Otrava ciguatoxinem byla endemickou záležitostí, ale z důvodu globalizace je umožněna distribuce ryb z těchto oblastí po celém světě, což vyvolává obavu (NGUYEN-HUU a kol., 2010).

5.1.4 Bakteriální onemocnění

5.1.4.1 *Vibrio sp.*

Vibrio sp. jsou gramnegativní bakterie, jež jsou rozšířené po celém světě ve vodách brakických i mořských (FELLA, 2013). Mezi nejvýznamnější druhy patří *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* a *Vibrio vulnificus* (PIPOVÁ a kol., 2006). Onemocnění způsobené *Vibrio parahaemolyticus* se vyskytuje v globálním měřítku. Nálezy této enteropatogenní bakterie se netýkají jen mořských plodů, ale i mořských ryb, např. tuňáků a makrel (NECIDOVÁ a kol., 2012).

Vibrio parahaemolyticus

Tento mikroorganismus je rozšířen v mořské vodě a sedimentu (BUCHTOVÁ, 2001). Jsou běžné v mořích mírného a tropického pásma. Pro jejich růst je ideální prostředí s vysokou vodní aktivitou (PIPOVÁ a kol., 2006). V lidském organismu můžou hemolytické kmeny způsobit gastroenteritidu. Ta je způsobena konzumací syrových ryb nebo nedostatečně tepelně opracovaných pokrmů z mořských produktů (BUCHTOVÁ, 2001). Příznaky gastroenteritidy v akutní formě se objevují 4 až 30 hodin po požití kontaminovaného pokrmu. Gastroenteritidy způsobené *V. parahaemolyticus* jsou nejčastější v Japonsku. Symptomy zahrnují bolesti břicha, zvracení, nevolnost a průjemy. *V. parahaemolyticus* jsou schopné růstu při teplotách 5 až 43 °C. Při teplotě 37 °C mohou v období 9 až 10 minut svůj počet zdvojnásobit (PIPOVÁ a kol., 2006).

Vibrio cholerae

Přenašečem této bakterie mohou být potraviny, které byly ve styku s vodou kontaminovanou odpady. Ke styku potravin zkontaminovanou vodou dochází např. zavlažováním nebo může dojít ke kontaminaci ryb žijících ve znečištěné vodě (PIPOVÁ

a kol., 2006). Ideální teplota prostředí pro množení bakterií je 25 až 35 °C. Bakterie je schopna přežít několik dnů až týdnů v rybách, ale i jiných produktech. Infekční dávkou je množství buněk 10^5 až 10^6 a po inkubační době, která je 12 až 72 hodin, nastávají příznaky, např. bolesti břicha, horečka a intenzivní průjmy, což má za následek odvodnění organismu (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.4.2 *Aeromonas sp.*

Jedná se o ubikvitární mikroorganismy, které jsou rozšířené jak ve sladkovodních, tak v mořských vodách. Nejvýznamnějšími zástupci tohoto rodu, které ohrožují lidské zdraví, jsou *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae*, *Aeromonas sobria*. Teplota prostředí vhodná k růstu bakterií se pohybuje mezi 0 až 41 °C. Část kmenů je schopná produkovat toxiny i při chladírenských teplotách. Mezi produkované toxiny patří např. β -hemolysin, cytotoxin a enterotoxin. Infekční dávka je určena jako 10^5 až 10^6 buněk. Při konzumaci syrových ryb nebo jiných produktů, které jsou kontaminovány aeromonádami propuká nejčastěji gastroenteritida, jež může mít dvě formy. První forma se projevuje vodnatými průjmy a subfebrilií. Druhá forma se vyznačuje průjmy s obsahem krve a hlenu ve stolici (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.4.3 *Listeria monocytogenes*

Tato bakterie je v životním prostředí takřka všudypřítomná. Velmi často je nalezena v odpadních vodách ze zemědělského nebo potravinářského průmyslu. Růstová teplota *L. monocytogenes* je 0 až 44 °C (PIPOVÁ a kol., 2006). *L. monocytogenes* se mohou vyskytnout i v rybách upravených uzením z důvodu sekundární kontaminace (BUCHTOVÁ, 2001). *L. monocytogenes* se projevuje ve třech formách: encefalitida, septikémie a abortus. Inkubační doba probíhá velmi dlouho. Infekční dávka je odhadována na 10^5 až 10^6 buněk (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.4.4 *Plesiomonas shigelloides*

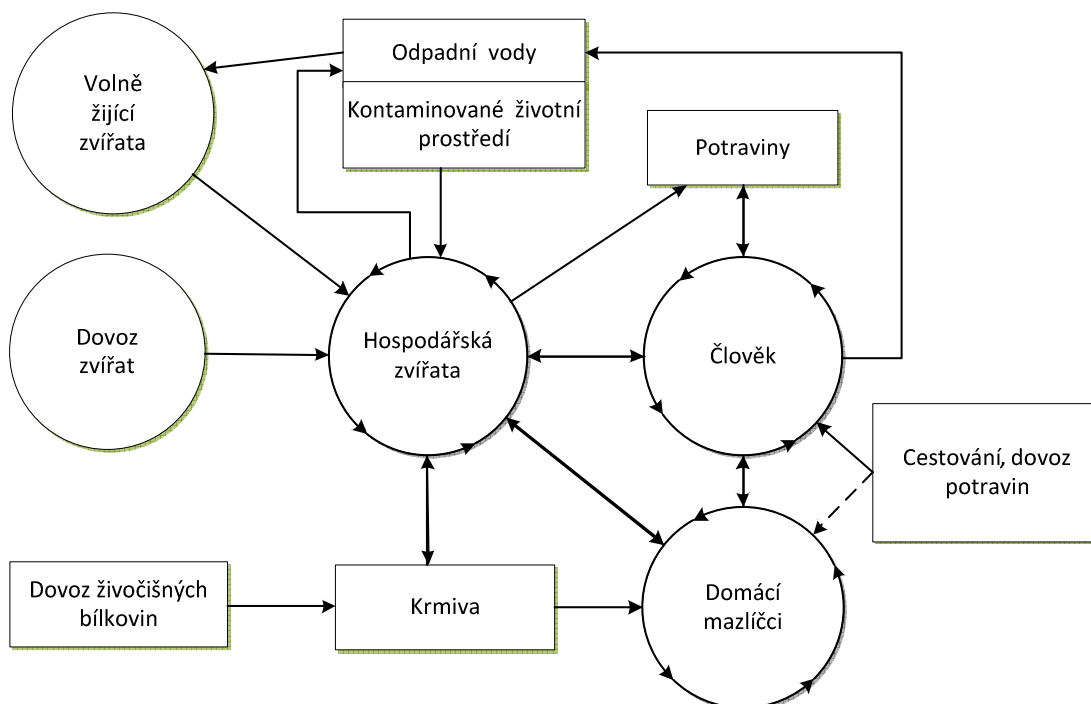
Tato gramnegativní nesporulující fakultativně anaerobní tyčinka se objevuje v okolí ústí řek. *Plesiomonas shigelloides* má široké rozmezí růstu 8 až 44 °C. Infekce touto bakterií se v lidském organismu projevuje bolestmi břicha, teplotou a průjmy. Ty přetrvávají 1 až 7 dní (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.4.5 *Salmonella* sp.

Jde o velmi rozšířenou skupinu bakterií, jejíž šířitelé, jak znázorňuje schéma na obrázku 4, jsou různorodí (HULÁNKOVÁ, 2013).

Jedná se o nejvýznamnější patogenní bakterie. Nejdůležitějšími zástupci tohoto rodu jsou *Salmonella enteritidis* a *Salmonella typhimurium*. Podle údajů z roku 1997 se ryby podílely na přenosu těchto gramnegativních nesporulujících tyčinek z 2,6 % (BUCHTOVÁ, 2001). Celkem se ročně vyskytne až 50 tisíc onemocnění salmonelózou na území ČR (PIPOVÁ a kol., 2006). Rozlišujeme salmonely podle jejich adaptace na hostitele. Skupina patogenní pro člověka: *Salmonella typhi* a *Salmonella paratyphi*. Skupina patogenní především pro jednoho hostitele, ale i pro člověka: *Salmonella gallinarum*, *Salmonella dublin* a *Salmonella choleraesuis*. Skupina patogenní pro více hostitelů, včetně člověka: *Salmonella enteritidis* a *Salmonella typhimurium* (PIPOVÁ a kol., 2006).

Růstová teplota salmonel se pohybuje od 5 do 45 °C. Infekční dávka je určena hodnotou 10^5 až 10^6 buněk, ale v některých případech je infekční dávka mnohem nižší a začíná už na hodnotě od 10^2 . Symptomy onemocnění se objevují 12 až 14 hodin po konzumaci kontaminované potravin, které přetrvávají 2 až 3 dny. Příznaky jsou: nevolnost, zvracení, bolesti břicha, křeče a průjemy (PIPOVÁ a kol., 2006). *Salmonella typhi* je příčinou onemocnění břišním tyfem a paratyfus je způsoben *Salmonella paratyphi* (BUCHTOVÁ, 2001).



Obr 4 Schéma šíření *Salmonella* spp. (HULÁNKOVÁ, 2013).

Bakterie rodu *Salmonella* jsou přizpůsobivé k životu v rybách. Sladkovodní ryby mohou salmonelózu přenášet, ale nemusí jí onemocnět. Rizikovým prostředkem, jak se může tato infekce dostat až k rybám, jsou například kachní a drůbeží exkrementy (ČÍTEK a kol., 1998). Nebo v období zpracování či skladování prostřednictvím křížové kontaminace jak u sladkovodních, tak u mořských ryb (HULÁNKOVÁ, 2013).

5.1.5 Virové infekce

5.1.5.1 Norwalk virus

Zdrojem tohoto caliciviru způsobujícího gastroenteritidu jsou kontaminované potraviny nebo voda a může dojít k rozšíření mezilidským přenosem. Zdrojem kontaminace ryb jsou vody znečištěné exkrementy (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.1.5.2 Hepatitida A

Virová hepatitida typu A (HAV) patří mezi infekce, které se dostávají do těla tzv. fekálně orální cestou. Viry HAV mohou potravinu sekundárně kontaminovat prostřednictvím pracovníka (INGR, 2010).

Virus vykazuje velkou termorezistivitu a v prostředí s nízkým pH projevuje velkou odolnost (PIPOVÁ a kol., 2006). Vedle jiných potravin se virová hepatitida typu A může vyskytnout také v syrových rybách (INGR, 2010).

Přenašečem zánětlivého onemocnění jater je nakažený člověk (MERTEN, 2012). Zdrojem kontaminace ryb může být i odpadní voda (INGR, 2010).

5.1.6 Paraziti

Velká část sladkovodních i mořských ryb může být mezihostiteli parazitů a člověk je konečným hostitelem (REILLY a kol., 1998). Na celém světě je známo kolem 70 druhů motolic parazitujících na lidském organismu (FRIED, 2004). K přenosu parazitů z ryb do lidského těla dochází konzumací nedostatečně tepelně opracovaných nebo syrových ryb (INGR, 2010).

Parazitóza představuje problém pro společenství, kde je zvyklostí jíst syrové ryby (REILLY a kol., 1998). Populace, která je teoreticky ohrožená infikováním motolicemi, tvoří přes 10 % světového obyvatelstva (FRIED, 2004).

5.1.6.1 Tasemnice – Cestoda

Škulovec široký (Diphyllobothrium latum)

Tato tasemnice dosahuje délky 8–17 m. Její výskyt byl zaznamenán u ryb pocházejících z Baltu. Cyklus vývoje je následující: z vajíček, které se dostanou exkrementy do vodního prostředí, dochází k přeměně v larvální stadium. Tyto obrvené larvy musí být pohlceny buchankou (VOLF a kol., 2007).

V koryši dochází k proměně v proceroid. Pokud dojde k pozření rybou, pronikne larva do svalů ryby ze střeva prostřednictvím cévního oběhu. Ve svalů dojde k transformaci na zárodek neboli plerocercoid. Vývoj v mezihostiteli je prozatím ukončen (VOLF a kol., 2007).

Do lidského organismu je zárodek přenesen prostřednictvím syrového nebo nedostatečně tepelně upraveného masa. V tenkém střevě člověka nebo jiných savců ze zárodku vznikne tasemnice (VOLF a kol., 2007).

5.1.6.2 Motolice – Trematoda

Čeled' Echinostomatidae

Motolice čeledi Echinostomatidae v konečném stádiu parazitují v lidském střevě, ale postižení motolicemi této čeledi není běžné. V lidském organismu způsobují bolesti břicha, někdy i silné průjmy, zvracení a horečky (VOLF a kol., 2007). Tyto bolesti břicha jsou způsobeny zánětlivými reakcemi vyvolanými přítomností parazitů. Inkubační doba echinostomiázy je velmi dlouhá, v řádech měsíců (BUCHTOVÁ, 2001). Mezi oblasti, pro které je typické toto onemocnění, patří východní a jihovýchodní Asie (PIPOVÁ a kol., 2006). Informace o počtu motolic z čeledi Echinostomatidae, které parazitují na člověku, se liší. Uvádí se přibližně 8 až 10 druhů (PIPOVÁ a kol., 2006; VOLF a kol., 2007). Zástupci čeledi Echinostomatidae jsou *Echinostoma revolutum*, *Echinostoma melis*, *Echinostoma cinetrochis*, *Echinostoma macrorchis* a *Echinostoma recurvatum* (BUCHTOVÁ, 2001). Velká část motolic z této čeledi parazituje jak na ptácích, tak na savcích. Prvními mezihostiteli této čeledi motolic jsou plži. Druhými mezihostiteli mohou být například želvy, ryby, obojživelníci nebo bezobratlí. Larvy do druhých mezihostitelů mohou proniknout buď tělesnými otvory, nebo průnikem skrz kůži (VOLF a kol., 2007).

Opisthorchis felineus

Životní fáze předcházející usídlení v hostiteli je komplikovaná. Tato etapa je složena u velké části motolic ze dvou mezihostitelů (ČÍTEK a kol., 1998). Prvními mezihostiteli jsou plži. Skrz tohoto měkkýše se dostane motolice do rybího svalstva. U savců se její působení zaměřuje na žlučovody a játra (VOLF a kol., 2007).

Opisthorchis viverrini

Motolice, která je typická pro jihovýchodní Asii. Je podrobně zkoumána zejména v Thajsku. Tímto parazitem je nakaženo cca 6 milionů lidí (SRIPA a kol., 2012).

Tato infekce souvisí s hepatobiliárními abnormalitami. V průběhu cca 60 let byla pozorována souvislost mezi infikováním motolicí a cholangiokarcinomem (SRIPA a kol., 2012).

Motolice *Opisthorchis felineus*, *Opisthorchis viverrini* a *Clonorchis sinensis* představují velký problém pro zdraví veřejnosti ve velké části Asie a východní Evropy (SRIPA a kol., 2012).

Metagonimus yokogawai

Vyskytuje se nejčastěji v oblasti Dunaje (ČÍTEK a kol., 1998). Další místa výskytu jsou: Balkán, Španělsko, Čína, Japonsko, Korea, Tchaj-wan, Indonésie, Rusko a Izrael (FRIED, 2004).

Hostitelem jsou ptáci a někteří savci včetně člověka. Mezihostitelem jsou plži rodu *Melania* a ryby. U ryb jsou napadeny šupiny (ČÍTEK a kol., 1998).

Heterophyes heterophyes

Do lidského organismu se dostávají syrovým nebo špatně tepelně opracovaným masem sladkovodních, brakických nebo mořských ryb (FRIED, 2004).

Motolice žlučová (Clonorchis sinensis)

Clonorchíáza je hepatobiliární. Onemocnění postihuje jak lidi, tak zvířata. *Clonorchis sinensis* se vyskytuje převážně v Číně, Koreji, Japonsku i Vietnamu. Může se však vyskytnout ve Spojených státech či západní Evropě z důvodu importování nakládaných sladkovodních ryb nebo přistěhovalců. Celosvětově je nakaženo cca 35 milionů lidí (HUANG, 2012).

5.1.6.3 Hlístice – Nematoda

Anisakis simplex

Larvy prostupují stěnou gastrointestinálního traktu. Může také dojít k průniku do okolních tkání, kde působí zánětlivě a v místě jejich výskytu se tvoří otoky (VOLF a kol., 2007). Nejčastější výskyt (až 95 %) zdravotních komplikací způsobených *Anisakis simplex* bylo zjištěno v Japonsku. Příčinou tohoto jevu je specifikum japonské kuchyně (PIPOVÁ a kol., 2006). V rybím těle larvy přebývají v oblasti vnitřních orgánů, konkrétně v gonádách, játrech a střevech. Zajímavostí je prostup larev do rybí svaloviny, kde jsou obtížně odhalitelné při běžných veterinárních vyšetřeních. Průnik do svaloviny nastává v případě, že nejsou z ryby odstraněny vnitřní orgány. Impulzem pro tuto činnost larev je snížení teploty prostředí při chlazení (BUCHTOVÁ, 2001).

Capillaria phillipiensis

Životní cyklus této nematody probíhá dvěma způsoby. V případě první varianty bez účasti mezihostitelů ve vodním sedimentu z vajíček, která pocházejí z výkalů *Capillaria phillipiensis* se usídluje ve střevním traktu sladkovodních ryb, kde produkuje vejčka, které opouští tělo ryby ve výkalech. U druhé varianty životního cyklu se předpokládá účast mezihostitelů. Do organismu člověka proniká s potravou obsahující vejčka a následně ve sliznici střeva dospívá. Symptomy nákazy u člověka jsou úporné průjmy a atrofické změny epitelu střevní stolice. Při dlouhodobém průběhu dochází ke kachexii z důvodu poruchy střebávání živin (BUCHTOVÁ, 2001).

Gnathostoma spinigerum

K průniku tohoto vlasovce do lidského organismu dochází prostřednictvím konzumace nedostatečně tepelně upravených, syrových, ale i fermentovaných sladkovodních ryb (BUCHTOVÁ, 2001). Mezihostitelem tohoto vlasovce nemusí být jen sladkovodní ryby, ale i korýši. Rezervoárovými hostiteli mohou být také různí obratlovci (VOLF a kol., 2007). Symptomy gnathostomiasy jsou nauzea, zvracení, zvýšená teplota, vznik edému a abscesu (BUCHTOVÁ, 2001).

5.2 Chemická nebezpečí

5.2.1 Látky přirozeně se vyskytující

5.2.1.1 Biogenní aminy

V malém množství se vyskytují v potravinách přirozeně. Jejich koncentrace narůstá činností mikroorganismů. V živočišných potravinách se z biogenních aminů nachází: histamin, kadaverin, putrescin a tyramin (ČERMÁK a kol., 2002). Tyto látky vznikají působením enzymatické aktivity bakterií (EFSA, 2004).

Základní podmínkou pro vznik biogenních aminů je existence mikroorganismů schopných dekarboxylace přítomných aminokyselin a vhodné okolní prostředí, například: pH a teplota (KOMPRDA, 2004).

Metoda a délka skladování ryb má vliv nejen na množství trimethylaminoxidu, ale i koncentraci biogenních aminů (VELÍŠEK a kol. II., 2009). Prostřednictvím bakteriálních enzymů probíhá dekarboxylace některých aminokyselin (EFSA, 2004).

Koncentrací některých biogenních aminů lze určit čerstvost masa. Při nevhodném skladování velmi vzrůstá obsah histaminu. V čerstvém mase tuňáka je $0\text{--}10\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ histaminu, ale při nevhodném skladování může obsah histaminu vzrůst až na $8\,000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Množství histaminu přesahující $500\text{--}1000\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ se pokládá za nebezpečné člověku (ČERMÁK a kol., 2002).

Maximální množství histaminu v rybím mase je pro Českou republiku $200\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Biogenní aminy mohou být prekurzory N-nitroso sloučenin, které mají karcinogenní účinky (KOMPRDA, 2004).

5.2.1.2 *Tetrodotoxin*

Vyskytuje se v zástupcích rodu čtverzubců *Tetraodon* (ČERMÁK, 2002). Tetrodotoxin obsahují také další vzájemně nepříbuzné druhy živočichů (CHAU a kol., 2011). Tento neurotoxin působí v membráně neuronové buňky, kde blokuje sodíkové kanály (ZHOU a kol., 2009). I přes dlouhou historii výzkumu tohoto neurotoxinu primární původce není znám. Toxicita čtverzubců je známa již od dob starověku (CHAU a kol., 2011).

Dávný člověk zanechal mnoho stop o čtverzubci prostřednictvím rytin egyptské hrobky pocházející z doby 2500 př. n. l. nebo čínským záznamem o toxicitě jiker pocházejícím z 1. nebo 2. století př. n. l. (CHAU a kol., 2011). Nejstarším evropským pramenem o otravě je záznam z deníku Jamese Cooka, ve kterém detailně popisuje zdravotní stav po požití jater a jiker (MOCZYDLOWSKI, 2013).

Ačkoliv jsou některé složky těla čtverzubců toxické, je maso těchto ryb považováno za velmi chutné (NARAHASHI, 2008). Konzumace čtverzubců v období 1927–1949 byla smrtelná nejméně pro 2 688 lidí. Jed není obsažen v celém rybím těle, ale jen v několika částech (játra, kůže, jikry a střeva). Připravuje se z ní pokrm zvaný **Fugu**, který smí připravovat jen certifikovaní kuchaři (ČERMÁK, 2002). Přesto je každý rok zaznamenáno 30–50 otrav (NARAHASHI, 2008).

5.2.2 **Látky kontaminující**

Skupina zahrnuje látky vstupující do potravin z životního prostředí, látky migrující z obalů a látky, které vznikají při výrobě potravin (KOMPRDA, 2004).

5.2.2.1 Ftaláty

Tato skupina je všudypřítomným kontaminantem, který lze izolovat v hračkách, kosmetice, zdravotnickém materiálu, ale také v obalech pro potraviny. Mezi ftaláty patří dialkyly, aryly a další estery kyseliny ftalové. Ftaláty slouží v plastikářském průmyslu jako změkčovadla plastů. Jejich slabou stránkou je, že nejsou vázány na plasty. Dochází snadno k jejich migraci, což je ze zdravotního hlediska nežádoucí (ZHENG a kol., 2013). Hlavními cestami průniku ftalátů do lidského organismu může být průnik per os, inhalací a vstřebáním kůží (MANKIDY a kol., 2013).

Estery kyseliny ftalové potlačují antioxidantní enzymy v rybách druhu *Carassius auratus* (ZHENG a kol., 2013). Účinky ftalátů na lidský organismus vystavený vysokým dávkám ovlivňují reprodukci, endokrinní systém, inteligenci dětí a chování (JI a kol., 2014). Mezi další vlivy ftalátů na lidský organismus se řadí hepatotoxicita, karcinogenita a teratogenita (STRATIL a KUBÁŇ, 2005).

5.2.2.2 N-nitrososloučeniny

Součástí této skupiny jsou N-nitrosaminy a N-nitrosamidy. Vlastností těchto látek je mutagenost a karcinogenita u lidí i zvířat. Nitrosaminy vznikají například při tepelné úpravě. Obsah těkavých nitrosaminů v syrových rybách se pohybuje do 10 µg/100 g. Avšak tato hodnota se může u jednotlivých vzorků lišit (STRATIL a KUBÁŇ, 2005).

5.2.2.3 Těžké kovy

Rtuť

Metylrtuť má neurotoxické účinky, které jsou závislé na době expozice a dávce (NAKAMURA a kol., 2014).

Byla pozorována souvztažnost mezi selenem a metylrtutí. Úroveň hladiny selenu v lidském těle může být jedním z faktorů, které tlumí nežádoucí účinky metylrtuti (NAKAMURA a kol., 2014).

V řekách v České republice nepřekračuje průměrné množství rtuti a metylrtuti ve svalovině legislativní limit (0,5 mg/kg⁻¹). Ke stanovení byla použita svalovina jelece tlouště (*Leuciscus cephalus*) (SEDLÁČKOVÁ a kol., 2014).

Ve studii, která sledovala množství rtuti ve vlasech u obyvatel 17 států Evropské unie, bylo konstatováno, že existuje kauzalita mezi konzumací mořských ryb a plodů s koncentrací rtuti ve vlasech testovaných subjektů (CASTAÑO a kol., 2015).

Kadmium

Zdroje vstupu kadmia do životního prostředí jsou různorodé, například výroba textilu, keramiky a pokovování kovů (SISWOYO a kol., 2014).

Toxické působení kadmia na lidský organismus ovlivňuje činnost kardiovaskulárního systému, ledvin, jater a kostí. Tento komplex symptomů byl nazván chorobou „Itai – Itai“ (CHEN a kol., 2015).

Kadmium, olovo, ale i další těžké kovy mají schopnost hromadění v organismu, proto i při nízké koncentraci tohoto kovu ve vodě jde o stálé nebezpečí pro lidský organismus (SISWOYO a kol., 2014).

Olovo

Olovo nebo jeho sloučeniny mají rozličné využití v průmyslu, např. výroba trubek, akumulátorů, nátěrových hmot a pigmentů. Olovo ovlivňuje v lidském organismu krevtvorbu a při chronické otravě olovem dochází k anémii. Může také dojít k poruchám neurologického charakteru (VELÍŠEK a kol. I., 2009).

Arsen

Vstupuje do trofického řetězce, kde dochází k jeho akumulaci. Arsen vstupuje do životního prostředí, např. prostřednictvím hutní činnosti, tepelnými elektrárnami a pesticidy (obsahujícími sloučeniny arsenu). V menším množství se uvolňuje do životního prostředí prostřednictvím vulkanické činnosti a erozí hornin (BUCHTOVÁ, 2001).

Míra toxicity arsenu závisí na formě, ve které se nachází. Například arsenobetain a arsenocholin jsou pro lidský organismus téměř netoxické (BUCHTOVÁ, 2001).

Projevy chronické otravy arsenem jsou různorodé, např. snížení tělesné hmotnosti, zvýšená slinivost, zhoršení zraku, otoky, ekzémy, keratóza kůže. Dále může docházet k hematologickému a neurologickému ovlivnění (VELÍŠEK a kol. I., 2009).

5.2.3 Rezidua

5.2.3.1 Rezidua pesticidů

Pesticidy jsou rozděleny podle funkce na tři skupiny: herbicidy – přípravek proti plevelu, insekticidy – přípravek proti hmyzu, fungicidy – přípravek proti plísním. Podle

složení je možné látky rozlišit na anorganické sloučeniny, organochlorové pesticidy, organofosfátové pesticidy, karbamáty, pyretroidy a biologické insekticidy (PÜSSA, 2008). Nejznámějším zástupcem organochlorových pesticidů je DDT neboli dichlordifenyltrichlorethan. DDT byl využíván v zemědělském úseku jako pesticid. V Československé republice byl v roce 1974 zakázán, ale jelikož tato sloučenina náleží do skupiny perzistentních organických polutantů, je přítomna v životním prostředí i v současné době (ČERVENÝ a kol., 2014).

Ve studii, která zkoumala míru kontaminace v rybářských oblastech, byly koncentrace DDT, HCH a HCB na všech místech odběru pod hodnotou MLR. Zároveň na velké části míst odběru byla zjištěna souvztažnost mezi podílem lipidů ve svalovině a DDT s PCB (ČERVENÝ a kol., 2014).

5.2.3.2 Polychlorované bifenyly – PCB

Jedná se o produkty, které pochází například z elektrotechnického a chemického průmyslu (PIPOVÁ a kol., 2006). Konkrétně jde o plastifikátory syntetických polymerů, elektrické transformátory, barvy, inkousty a další produkty. Polychlorované bifenyly se vyznačují termostabilitou, z chemického hlediska jsou stabilní i při vystavení vodě, kyselinám a zásadám, ale jsou rozpustné v olejích, tucích a v mnoha organických rozpouštědlech. Nemají žádnou chuť ani vůni. Barvu mají nažloutlou nebo bezbarvou (PÜSSA, 2008). Významným vektorem a rezervoárem PCB je atmosféra, která umožňuje přesun těchto látek do velkých vzdáleností (BUCHTOVÁ, 2001).

Dlouhodobé vystavení lidského organismu vlivu PCB se může projevit souhrnem symptomů: senzorická neuropatie, hyperpigmentace kůže, zvýšená sekrece žláz, chronická bronchitida, reprodukční porucha. Tyto příznaky mohou nastat už i při dlouhodobé expozici nízkými koncentracemi (PIPOVÁ a kol., 2006).

5.2.3.3 Dioxiny

Pod tímto názvem se ukrývají rozmanité látky obsahující chlor a brom. Zástupci dioxinů jsou polychlorované dibenzo-p-furany (PCDF) a polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD). Z polychlorovaných dibenzo-p-furanů existuje 153 kongenerů. Z polychlorovaných dibenzo-p-dioxinů je známo 75 kongenerů. TCDD neboli 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin je jedním z nejznámějších izomerů dioxinů (PÜSSA, 2008). TCDD je výsledkem přírodních změn, např. vulkanické činnosti, lesních požárů,

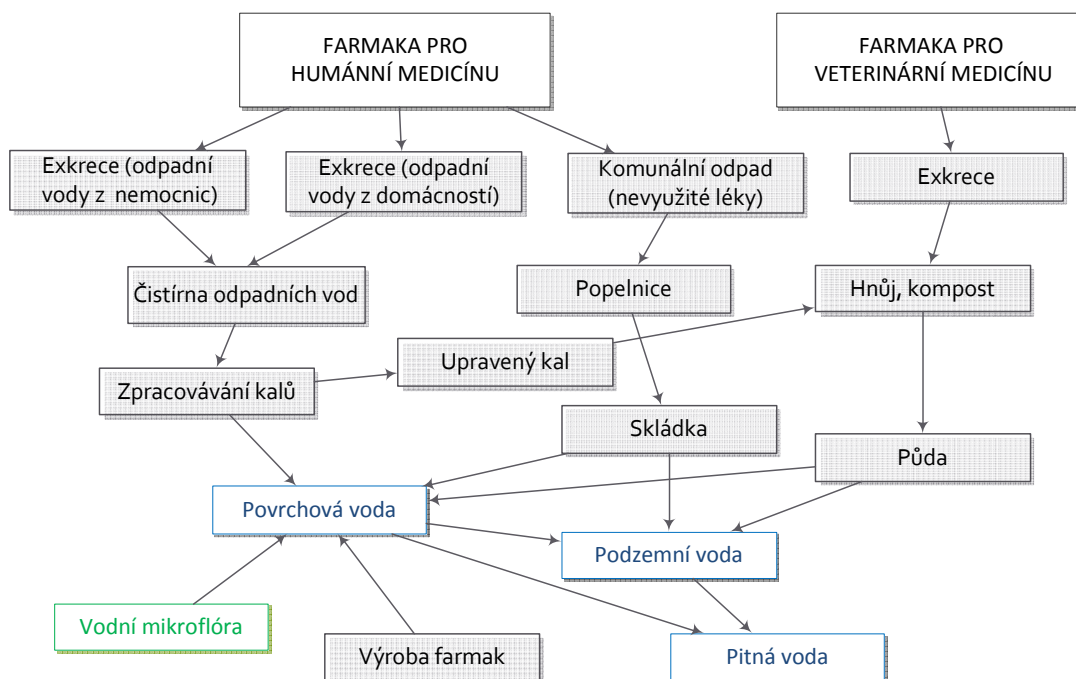
ale také vedlejším produktem průmyslu, např. spalování odpadů a výroby herbicidů. Vzniká lokálně, ale působí komplexně na celé životní prostředí. Má vliv na celou řadu orgánů. Lidský organismus je vystaven vlivu dioxinů z více jak 90 % prostřednictvím potravy a dochází k uložení v tukových ložiscích organismu. Rizikové jsou hlavně potraviny: maso, mléčné výrobky, koryši a ryby (WHO, 2010).

Ve studii, která zahrnovala časové období 1978–2009, byla zjišťována hladina PCB, PCDD, PCDF a PBDE ve svalovině sledů obecných z Baltského moře. Odběry vzorků byly prováděny konkrétně v oblasti Finského a Botnického zálivu. V průběhu 31 let došlo k velkému snížení hodnot PCDD, PCDF a PCB ve svalovině o celých 82–86 % (AIRAKSINEN a kol., 2014).

Podstatně jiný vývoj byl zaznamenán u PBDE. Od roku 1978 docházelo ke zvyšování hodnot PBDE, které se zastavilo v roce 1990. V období roku 2009 se hladina koncentrace pohybovala kolem původní hodnoty naměřené v roce 1978 (AIRAKSINEN a kol., 2014).

Současné úrovně obsahu těchto látek jsou poměrně nízké. A nepřesahují limity dané legislativou EU (AIRAKSINEN a kol., 2014).

5.2.3.4 Léčiva



Obr 5 Způsoby vstupu léčiv do pitné vody (PRÁŠKOVÁ a kol., 2012).

Koncentrace farmak ve vodním ekosystému dosahuje poměrně nízkých hodnot, avšak velká část farmak má schopnost procházet přes biomembránu a tudíž je zde možnost průniku léčiv do trofického řetězce. Limitní koncentrace farmak v hydrosféře zatím není stanovena legislativou (PRÁŠKOVÁ a kol., 2012).

Expozice dlouhodobého charakteru léčivy může vodním živočichům zapříčinit vážné biologické (reprodukční nebo metabolické) problémy. U ryb například může docházet k feminizaci samců, jejímž původcem jsou farmaka s obsahem estrogenů (PRÁŠKOVÁ a kol., 2012).

6 ZÁVĚR

Důležitým základem pro lidské zdraví je pestrá, střídavá a nutričně vyvážená strava. Dnešní evropský konzument má ve srovnání s předchozími generacemi při výběru potravin téměř neomezené možnosti. Rybí maso je výjimečné z mnoha úhlů pohledu. Ať už z pohledu rozdílného rozložení tuku v těle u bílých a tučných ryb, nebo z pohledu složení mastných kyselin. Z hlediska mastných kyselin je velmi ceněna přítomnost polynenasycených mastných kyselin: eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA). Ryby poskytují kromě vitamínů D, E, K, A, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂ také důležité minerály: jód, vápník, sodík, draslík, selen. Zejména je podstatný přínos mořských ryb jako důležitého zdroje jódu, který je potřebný ke správné funkci štítné žlázy. Přítomnost jódu v potravě je velmi důležitá zejména pro obyvatele, kteří žijí ve vnitrozemí. Bohužel navzdory těmto pozitivům mají obyvatelé České republiky velmi nízkou spotřebu rybího masa, která neustále kolísá. Nicméně je pozitivní, že regresní přímka spotřeby má stoupající tendenci. Rybí maso je po stavební stránce unikátní tím, že neobsahuje elastin a má minimum vaziva, což značně usnadňuje kulinární úpravu. Slabou stránkou rybího masa je přítomnost drobných kostí (dle druhu ryby), které mohou některé spotřebitele odradit. Jakost rybího masa ovlivňují různé faktory, jež lze rozdělit na vnitřní a vnější. Vnější faktorem může být například vliv životního prostředí. Znečištění životního prostředí má výrazný vliv na floru a faunu. Kontaminující látky, které proniknou do životního prostředí, prostupují napříč celým trofickým řetězcem, kde často dochází k jejich akumulaci. Dalším problémem mohou být biologická nebezpečí, například parazité. Toto nebezpečí se vyskytuje zejména v oblastech jihovýchodní Asie. Do jisté míry je to dáno specifičností národní kuchyně některých zemí, kde je zvykem jíst syrové ryby. Nákaza parazitem je v našich zeměpisných šířkách nepravděpodobná, ale není zcela vyloučená. Dalším potenciálním nebezpečím mohou být patogenní bakterie nebo viry. Spotřebitel však může možnost bakteriální nebo parazitární infekce eliminovat dokonalou tepelnou úpravou. Nic ve světě není jen černobílé, a proto platí, že i přes některá potenciální rizika jsou ryby stále považovány za velmi zdravou složku v lidském stravování. Byla by škoda ji ze strachu z potenciálního nebezpečí vyřazovat z našeho jídelníčku.

7 POUŽITÁ LITERATURA

ABRAHAM A., JESTER E. L. E., GRANADE H. R., PLAKAS S. M., DICKEY R. W., 2012: *Caribbean ciguatoxin profile in raw and cooked fish implicated in ciguatera. Food Chemistry*, vol. 131, issue 1, s. 192-198.

ADAMOVSÝ O., KOPP R., HILSCHEROVÁ K., PALÍKOVÁ M., NAVRÁTIL S., BLÁHA L., 2007: Akumulace a eliminace microcystinů v rybách (*Cyprinus carpio*, *Hypophthalmichthys molitrix*) a hodnocení biomarkerů po expozici sinicovou biomasou. *Bulletin VÚRH Vodňany*, č. 3. ISSN 0007-389X.

AIRAKSINEN R., HALLIKAINEN A., RANTAKOKKO P., RUOKOJÄRVI P., VUORINEN P. J. a kol., 2014: *Time trends and congener profiles of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Baltic herring off the coast of Finland during 1978–2009. Chemosphere*, č. 114, s. 165-171.

BIRINYI-STRACHAN L. C., DAVIES M. J., LEWIS R. J., NICHOLSON G. M., 2005: Neuroprotectant effects of iso-osmolar d-mannitol to prevent Pacific ciguatoxin-1 induced alterations in neuronal excitability: A comparison with other osmotic agents and free radical scavengers. *Neuropharmacology*, vol. 49, issue 5, s. 669-686.

BOTTEIN DECHRAOUI M. Y., REZVANI A. H., GORDON CH. J., LEVIN E. D., RAMSDELL J. S., 2008: Repeat exposure to ciguatoxin leads to enhanced and sustained thermoregulatory, pain threshold and motor activity responses in mice: Relationship to blood ciguatoxin concentrations. *Toxicology*, vol. 246, issue 1, s. 55-62.

BUCHTOVÁ H., 2001: *Hygiena a technologie zpracování ryb a ostatních vodních živočichů: Alimentární onemocnění z ryb; Mrazírenství*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 164 s. ISBN 80-730-5401-9.

CASTAÑO A., CUTANDA F., ESTEBAN M. a kol., 2015: Fish consumption patterns and hair mercury levels in children and their mothers in 17 EU countries. *Environmental Research*.

ČERMÁK B., 2002: *Výživa člověka*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 224 s. ISBN 80-704-0576-7.

ČERVENÝ D., ŽLÁBEK V., VELÍŠEK J., TUREK J. a kol., 2014: Contamination of fish in important fishing grounds of the Czech Republic. In: *Ecotoxicology and Environmental Safety*.

ČSÚ, 2014: Spotřeba potravin 1948 až 2012. *Český statistický úřad* [online]. [cit. 2015-02-12]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/610031D88D/\\$File/21401305.pdf](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/t/610031D88D/$File/21401305.pdf)

ČÍTEK J., SVOBODOVÁ Z., TESARČÍK J., 1998: *Nemoci sladkovodních a akvarijních ryb*. 3. nezm. vyd. Praha: Informatorium, 218 s. ISBN 80-860-7332-7.

D'ELIA L. C., IANNOTTA P., SABINO R., 2014: Potassium-rich diet and risk of stroke: Updated meta-analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, roč. 24, č. 6, s. 585-587.

EFSA, 2004: Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to the toxicity of fishery products belonging to the family of Gempylidae. *The EFSA Journal (2004)* [online], [cit. 2013-07-24], roč. 2004, č. 92, s. 1-5. Dostupné z: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/92.pdf>

FAO, 2001: *The composition of fish*. Online [cit. 2015-02-10]. Dostupné z: <http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e01.htm>

FAO, 2005: *Vitamins and minerals*. Online [cit. 2015-03-20]. Dostupné z: <http://www.fao.org/fishery/topic/14827/en>

FELLA CH., KÄMPF P., SCHREINER H., BAUER H., 2013: *Wie relevant sind "exotische" Erreger im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung?. Fleischwirtschaft: von der Erzeugung bis zur Vermarktung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs*, č. 8, s. 99-101. ISSN 0015-363X.

FRIED B. T., GRACZYK K., TAMANG L., 2004: Food-borne intestinal trematodiasis in humans. *Parasitology Research*, vol. 93, issue 2, s. 159-170.

GUÉRIN T., CHEKRI R., VASTEL CH., SIROT V., VOLATIER J. L., LEBLANC J. CH., NOËL L., 2011. Determination of 20 trace elements in fish and other seafood from the French market. *Food Chemistry*, roč. 127, č. 3, s. 934-942.

HAMILTON B., WHITTLE N., SHAW G., EAGLESHAM G., MOORE M. R., LEWIS R. J., 2010: Human fatality associated with Pacific ciguatera contaminated fish. *Toxicon*, vol. 56, issue 5, s. 668-673.

HOSTOVSKÝ M., FUKSOVÁ M., NEKVAPIL T., KOPŘIVA V., 2014: Stanovení lipoperoxidace vybraných druhů masa. *Maso: odborný časopis pro zpracování masa*, č. 7. ISSN 1210-4086.

HUANG S. Y. a kol., 2012: Genomics and molecular genetics of *Clonorchis sinensis*: Current status and perspectives. *Parasitology International*, roč. 61, č. 1, s. 71-76.

HULÁNKOVÁ R., 2013: Vlastnosti salmonel a jejich výskyt v potravinovém řetězci člověka. *Maso: odborný časopis pro zpracování masa*, č. 5. ISSN 1210-4086.

CHEN X., ZHOU H., LI X., WANG Z., ZHUB G., JIN T., 2015: Effects of lead and cadmium co-exposure on hemoglobin in a Chinese population. *Environmental Toxicology and Pharmacology*.

CHAU R., KALAITZIS J. A., NEILAN B. A., 2011: On the origins and biosynthesis of tetrodotoxin. *Aquatic Toxicology*, vol. 104, 1-2, s. 61-72.

INGR I., 2004: *Potravinově významné sladkovodní ryby ČR. Výživa a potravin*, sv. 59, č. 1, s. 25-27. ISSN 1211-846X.

INGR I., 2010: *Jakost a zpracování ryb*. 2. nezměň. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 102 s. ISBN 978-80-7375-382-5.

INGR, I., 2011: *Produkce a zpracování masa*. Vyd. 2., nezměn. Brno: Mendelova univerzita, 202 s. ISBN 978-80-7375-510-2.

JAROŠOVÁ A., ŠUSTEK M., MAREŠ J., 2009: Senzorické hodnocení svaloviny kapra obecného. *Maso: odborný časopis pro zpracování masa*, č. 6. ISSN 1210-4086.

JIANG X.-W., LI X., LAM P K. S., CHENG S. H., SCHLENK D., SADOVY de MITCHESON Y., LI Y., GU J.-D., CHAN L. L., 2012: Proteomic analysis of hepatic tissue of ciguatoxin (CTX) contaminated coral reef fish *Cephalopholis argus* and moray eel *Gymnothorax undulatus*. *Harmful Algae*, vol. 13, s. 65-71.

KAMENÍK J., 2013: Maso jako vehikulum bakteriálních původců alimentárních onemocnění. *Maso: odborný časopis pro zpracování masa*, č. 3, s. 54-57. ISSN 1210-4086.

KONEČNÝ S., PAVLÍČEK J., 1997: *Mořské ryby: Názvosloví a charakteristika druhů, využitelných v potravinářství*. Ostrava: Self. ISBN 80-9023335-0-3.

KOHOUT P., KOTRLÍKOVÁ E., 2009: *Základy klinické výživy*. 1. vyd. Praha: Forsapi, 113 s. Informační servis pro lékaře. ISBN 978-80-87250-05-1.

KOMPRDA T., 2004: *Obecná hygiena potravin*. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 145 s. ISBN 80-715-7757-X.

MANKIDY R., WISEMAN S., MA H., GIESY P., 2013: Biological impact of phthalates. *Toxicology Letters*, roč. 217, č. 1, s. 50-58.

MERTEN M., 2012: *Zpracování ryb*. 2. přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 294 s., ISBN 978-80-7333-094-1.

MOCZYDLOWSKI E. G., 2013: The molecular mystique of tetrodotoxin. *Toxicon*, vol. 63, s. 165-183.

- NAKAMURA M., HACHIYA N., MURATAD K., NAKANISHID I., 2014: Methylmercury exposure and neurological outcomes in Taiji residents accustomed to consuming whale meat. *Environment International*, č. 68.
- NARAHASHI T., 2008: Tetrodotoxin. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, vol. 84, issue 5, s. 147-154.
- NECIDOVÁ L., CUPÁKOVÁ Š., 2012: Vibrio parahaemolyticus - patogenní bakterie z mořských ryb a plodů moře. *Maso: odborný časopis pro zpracování masa*, č. 4. ISSN 1210-4086.
- NGUYEN-HUU T. D., MATTEI C., WEN P. J., BOURDELAIS A. J., LEWIS R. J., BENOIT E., BADEN D.G., MOLGÓ J., MEUNIER F. A., 2010: Ciguatera-induced catecholamine secretion in bovine chromaffin cells: Mechanism of action and reversible inhibition by brevenal. *Toxicon*, vol. 56, issue 5, s. 792-796.
- OH S.-Y., KIM D.-H., SEO M.-W., SHIN B.-S., 2012: Reversible Cerebellar Dysfunction Associated with Ciguatera Fish Poisoning. *The Journal of Emergency Medicine*, vol. 43, issue 4, s. 674-676.
- O'TOOLE A. C., DECHRAOUI BOTTEIN M.-Y., DANYLCHUK A. J., RAMSDELL J.S., COOKE S. J., 2012: Linking ciguatera poisoning to spatial ecology of fish: A novel approach to examining the distribution of biotoxin levels in the great barracuda by combining non-lethal blood sampling and biotelemetry. *Science of The Total Environment*, 427-428, s. 98-105.
- PALÍKOVÁ M., MAREŠ J., KOPP R., HLÁVKOVÁ J., NAVRÁTIL S., ADAMOVSÝ O., CHMELARĚ L., BLÁHA L., 2011: Accumulation of Microcystins in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* L., and Effects of a Complex Cyanobacterial Bloom on the Dietetic Quality of Muscles. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, č. 1., ISSN 0007-4861.

PIPOVÁ M., BUCHTOVÁ H., CABADAJ R., GIMA J., 2006: *Hygiena a technológia spracovania sladkovodných a morských rýb*. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva, ISBN 80-8077-048-4.

PRÁŠKOVÁ E., VOŠLÁŘOVÁ E., PIŠTĚKOVÁ V., SVOBODOVÁ Z., 2012: Léčiva ve vodních tocích - riziko pro konzumenty ryb?. *Maso: odborný časopis pro zpracování masa*, č. 2, ISSN 1210-4086.

SEDLÁČKOVÁ L., KRUŽÍKOVÁ K., SVOBODOVÁ Z., 2014: Mercury speciation in fish muscles from major Czech rivers and assessment of health risks. *Food Chemistry*, č. 150, s. 360-365.

SENTHILKUMAR K., VENKATESAN J., KIM S., 2014: Marine derived natural products for osteoporosis. *Biomedicine & Preventive Nutrition*. 2014, roč. 4, č. 1, s. 1-7.

SIMEONOVÁ J., GAJDŮŠEK S., INGR I., 2003: *Zpracování a zbožíznalství živočišných produktů*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 122 s., ISBN 978-80-7157-708-9.

SISWOYO E., MIHARA Y., TANAKA S., 2014: Determination of key components and adsorption capacity of a low cost adsorbent based on sludge of drinking water treatment plant to adsorb cadmium ion in water. *Applied Clay Science*, vol. 97-98.

STRATIL P., KUBÁŇ V., 2005: Exogenní karcinogeny v potravinách a karcinogeny vznikající při jejich technologickém zpracování. *Chemické listy* [online], č. 1 [cit. 2015-03-28]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2005_01_3-12.pdf

SUKOVÁ I., 2013: MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online], [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://bezpecnostpotravin.cz/slozeni-a-vyživovy-vyznam-ryb.aspx>

SRIPA B. a kol., 2012: The tumorigenic liver fluke *Opisthorchis viverrini* – multiple pathways to cancer. *Trends in parasitology*, roč. 28, č. 10, s. 395-407.

REILLY A., LIMA DOSSANTOS C., PHILLIPS M., 1998: Food safety and Products from aquaculture. In: FAO. *FAO Aquaculture Newsletter*.

TSUMURAYA T., TAKEUCHI K., YAMASHITA S., FUJII I., HIRAMA M., 2012: Development of a monoclonal antibody against the left wing of ciguatoxin CTX1B: Thiol strategy and detection using a sandwich ELISA. *Toxicon*, vol. 60, issue 3, s. 348-357.

USYDUS Z., SZLINDER-RICHERT J., ADAMCZYK M., SZATKOWSKA U., 2011: Sea Fisheries Institute in Gdynia. Marine and farmed fish in the Polish market: Comparison of the nutritional value. *Food Chemistry*, roč. 126, č. 1, s. 78-84.

VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin I. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, 602 s. ISBN 978-80-86659-15-2.

VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J., 2009: *Chemie potravin II. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9.

VOLF P., HORÁK P., 2007: *Paraziti a jejich biologie.* Vyd. 1. Praha: Triton, 318 s. ISBN 978-80-7387-008-9.

World Health Organization ^{a)}. 2010: *Dioxins and their effects on human health* [online]. [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs225/en/>

JI Y., WANG F., ZHANG L., SHAN CH., BAI Z., SUN Z., LIU L., SHEN B.: 2014: A comprehensive assessment of human exposure to phthalates from environmental media and food in Tianjin, China. *Journal of Hazardous Materials*, č. 279, s. 133-140.

ZHENG Q., FENG M., DAI Y., 2013: Comparative antioxidant responses in liver of *Carassius auratus* exposed to phthalates: An integrated biomarker approach. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, roč. 36, č. 3, s. 741-749.

ZHOU Y., LI Y. S., PAN F.G., LIU Z.S., WANG Z., 2009: Identification of tetrodotoxin antigens and a monoclonal antibody. *Food Chemistry*, vol. 112, issue 3, s. 582-586.