

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**PAVLA HUSÁKOVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav chemie a biochemie**

---



**Analýza obsahu rtuti v konzervovaných rybích výrobcích**  
Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Andrea Ridošková, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Pavla Husáková

---

Brno 2017

### **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem práci: Analýza obsahu rtuti v konzervovaných rybích výrobcích vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s §47 b 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 vědom/a, 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**

Tímto bych ráda poděkovala Ing. Andrei Ridoškové, Ph.D. za cenné rady, připomínky, vstřícnost a pomoc při vypracování diplomové práce. Také děkuji Mgr. Martině Hlostové za její pomoc při zpracování výsledků a za poskytnuté rady.

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zaměřuje na stanovení celkového obsahu rtuti v konzervovaných rybích výrobcích. Rtuť byla stanovena atomovou absorpční spektrometrií. Část teoretická se zabývá rtutí a zpracováním ryb. Popisuje historii, chemické a fyzikální vlastnosti rtuti a její výskyt v přírodě. Dále se práce zabývá charakteristikou jednotlivých druhů ryb, zpracováním ryb a jejich významem ve výživě člověka. Praktická část se zabývá analýzou vzorků a stanovením obsahu rtuti. Vzorky byly zakoupeny v obchodních řetězcích v ČR a v Anglii. Cílem práce bylo zjistit obsah rtuti v běžně dostupných vzorcích rybích výrobků. Množství rtuti bylo stanoveno pomocí atomového absorpčního spektrometru AMA 254. Žádné z naměřených hodnot nepřesahovaly limitní hodnoty, které stanovuje legislativa.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Rybí výrobky, rtuť, atomová absorpční spektrometrie

## **ABSTRACT**

This work is focused on the determination of total mercury contents in canned fish products. Mercury was determined by atomic absorption spectrometry. The theoretical part deals with mercury in fish processing. It describes the history, physicochemical properties of mercury in nature. Furthermore, the work deals with the characteristics of each fish species, fish processing and their importance of human nutrition. The practical part deals with the analysis of fish samples and determination of the mercury content. Samples were purchased in markets in the Czech Republic and England. The aim of this work was to measure the levels of mercury in the common available samples of fish products. There were found the amounts of mercury by using the atomic absorption spectrometer AMA 254. Any samples do not exceed a limits that determined by Czech legislation.

## **KEY WORDS**

Fish products, mercury, atomic absorption spectrometry

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>17</b>
3.1	Historie rtuti.....	17
3.2	Rtuť .....	18
3.2.1	Výskyt a zdroje v ekosystému .....	19
3.2.2	Koloběh rtuti .....	20
3.2.3	Fyzikálně chemické formy rtuti s vysokou toxicitou.....	20
3.2.4	Další formy rtuti.....	23
3.2.5	Metabolismus rtuti a její toxické účinky.....	24
3.3	Ryby.....	25
3.3.1	Tuňák .....	25
3.3.2	Makrela obecná ( <i>Scomber scombrus</i> ).....	26
3.3.3	Sleď obecný .....	27
3.3.4	Sardel pravá .....	27
3.3.5	Sardinka obecná.....	28
3.3.6	Šprot obecný ( <i>Clupea/ Sprattus/ sprattus</i> ) .....	28
3.3.7	Kalamáry.....	29
3.3.8	Mušle – Slávka středomořská ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> ).....	29
3.3.9	Treska obecná ( <i>Gadus morhua, cod</i> ) .....	30
3.3.10	Losos obecný (atlantský, <i>Salmon salar</i> ) .....	30
3.3.11	Losos gorbuša .....	31
3.4	Zpracování ryb.....	31
3.4.1	Příprava před zpracováním ryb.....	31
3.4.2	Konzervace .....	32
3.4.3	Mrazení .....	33
3.4.4	Solení ryb.....	34
3.4.5	Marinování.....	34
3.5	Rybí polokonzervy.....	35
3.6	Rybí konzervy.....	36

3.7	Zásady správné výživy.....	38
3.8	Oblasti FAO.....	39
3.9	Legislativa.....	41
3.10	Metody stanovení rtuti.....	43
3.10.1	AAS – Atomová absorpční spektrometrie.....	43
3.10.2	Analyzátor rtuti AMA 254.....	44
	Princip.....	44
<b>4</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>46</b>
4.1	Analyzované vzorky.....	46
4.1.1	Měření na přístroji AMA 254.....	46
4.1.2	Hazard index výpočet dle Kannana (1998).....	48
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>49</b>
5.1	5.2 Hodnocení rizika z konzumace rybích výrobků.....	56
<b>6</b>	<b>DISKUZE .....</b>	<b>58</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>ZDROJE .....</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>72</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>74</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>75</b>
12.1	PŘÍLOHA 1 - Limity látek v potravinách.....	75
12.2	PŘÍLOHA 2 - Analyzované vzorky.....	77

# 1 ÚVOD

Ryby a výrobky z nich jsou nedílnou součástí výživy člověka. Ryba je plnohodnotná potravina obsahující bílkoviny, minerální látky a vitaminy. Rybí svalovina je nutričně bohatou surovinou. Konzumace ryb má příznivé účinky na zdraví člověka. Ryby díky svému nutričnímu složení mají dobrý vliv na kardiovaskulární systém. Součástí ryb jsou omega-3 mastné kyseliny. Tyto kyseliny obsahují hlavně mořské plody a ryby. Nedocenitelný obsah minerálních látek a vitaminů v mase hraje velmi důležitou roli ve výživě. Jsou zdrojem vitamínu D, A, jódu, fluoru a železa. Nejvíce důležitou minerální látkou je jód, který zajišťuje správnou funkci štítné žlázy. Výživová doporučení zařazují jako prevenci zvýšený příjem ryb a rybích výrobků.

Život ryb ve sladkých a slaných vodách může způsobit, že se v nich kumulují těžké kovy. Nejnebezpečnějším kovem je rtuť. Konzumací ryb se také může v organismu člověka kumulovat olovo, kadmium. Během nesprávného zpracování se mohou vyvíjet i škodlivé mikroorganismy. Pokud je množství těžkých kovů v hodnotách, které nejsou přípustné pro člověka, je pravděpodobné, že vyvolají nepříznivé účinky a intoxikují organismus.

Rtuť je toxický kov, který se vyskytuje jak ve své elementární formě, tak ve sloučeninách. Toxicita rtuti závisí na její formě. Nejzávažnější sloučeninou je methylртуť, která poškozují CNS a způsobuje poruchy koncentrace a pohybu nebo různé malformace těla. V Japonsku v oblasti Minamata měla katastrofální účinek. Methylртуť mohou přenášet matky na plod, proto je velmi důležité v období těhotenství sledovat, jaké druhy ryb konzumují.



## **2 CÍLE PRÁCE**

1. Vypracování literární rešerše k tématu.
2. Odběr a zpracování vzorků konzervovaných rybích výrobků.
3. Stanovení obsahu rtuti ve vzorcích pomocí AAS na přístroji AMA 254.
4. Vyhodnocení získaných dat a interpretace výsledků.

### 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1 Historie rtuti

Už před 5 tisíci lety byla rtuť známá v Egyptě kvůli své schopnosti rozpouštět většinu kovů. Egypťané rtuť využívali také při balzamování očních víček. Asyrští lékaři používali rtuť k léčení kožních nemocí. Ve čtvrtém století před Kristem popsal Aristoteles sulfid rtuťnatý jako barvivo – rumělku. Rumělka též nazývaná jako cinabarit byla využívána v Anglii k vybarvení sýrů. V šestém století před Kristem rtuť využívali Arabové (DABROWSKI a kol., 2005).

Nejrozsáhlejší historií o rtuti se chlubí Čína. Číňané rtuť využívali k léčbě žaludečních vředů a vypuzení parazitů v zažívacím traktu. K výrobě barev se používala rumělka už od roku 1100 před naším letopočtem. Jedovatá sloučenina chloridu rtuťnatého se využívala k desinfekci, léčbě onemocnění způsobené plísní a ke konzervaci dřeva. Oxysulfát rtuťný, který se vzácně vyskytuje v přírodě, se dříve využíval k léčbě impotence. V lékařství se využívala rtuťozinková mast. Stomatologická receptura se zachovala již z 2. století našeho letopočtu, kdy byly zuby vyplňovány amalgámem obsahující rtuť. Dioscorides popsal získávání rtuti z cinabaritu pomocí železa v 80. letech našeho letopočtu (PAŘÍZEK, 2010, OZUAH, 2000, REMY, 1962, PAVELKA, SCHUTZ, 1979).

Rok 1991 přinesl významný objev Dánů, kteří analyzovali vousy a vlasy Tycha de Brahe a zjistili, že u něj proběhla otrava rtutí. Studie jsou však sporné, protože při jiné analýze se žádná otrava neprokázala (ŠKRAŇKOVÁ, 2012).

#### *Otravy rtutí*

Po dobu několika desetiletí byla rtuť příčinou otrav lidí. Otravy byly způsobeny u lidí, kteří konzumovali potraviny z mořeného obilí a kontaminovaných ryb. Nejvíce známá je nemoc Minamata, která je způsobena intoxikací methylrtutí. Poprvé jsme se s ní setkali u koček, které konzumovaly otrávené ryby. Následky vedly k šílenství a nepřítelnosti zvířat. Název nemoci je odvozen podle zálivu, kde se nemoc objevila. První zmínka o této nemoci u člověka pochází z roku 1956, kdy následkem nemoci Minamata zemřel člověk. Nemoc se u jedince projevila poruchou mluvení, chůze a

poškozením mozku. Otrava byla identifikovaná až v roce 1960. Továrna na acetaldehyd vypouštěla do okolí škodlivé látky, což bylo příčinou toho, že se z odpadních vod rtuť dostala do vodního ekosystému. U ryb bylo zjištěno 20-40 mg/kg rtuti (KOMÍNKOVÁ, 2008; MARŠÁLEK, 2014).

Událost v japonském městě Minamata, kde došlo k průmyslovému znečištění přilehlého zálivu rtutí z chemického závodu, patří mezi nejhorší katastrofy 20. století. Několik dalších míst bylo také kontaminováno rtutí, např.: řeka Wabigoon v Kanadě, zátoka Tokuyama v Japonsku, Faerské ostrovy, provincie Guizhou v Číně (EISLER, 2010). Také v České republice se nachází několik míst kontaminovaných rtutí, např.: oblast v okolí Jedové hory, která je kontaminovaná díky těžbě rumělký z tamních dolů (NAVRÁTIL a kol, 2014, VELEBIL, 2003). Zdravotní riziko může představovat rovněž vodní nádrž Skalka z důvodu požití ryb obsahující větší množství rtuti (MARŠÁLEK a kol., 2005, VELÍŠEK, 2014).

## 3.2 Rtut'

Název rtuti je původem z latinského Hydrargyrum. Rovněž se užívá název mercurium. V periodické soustavě prvků je ve skupině IIB. Hustota rtuti je 13,55 g/cm<sup>3</sup>, teplota tuhnutí 38,8°C (NABI, 2014, VELÍŠEK, 2002, BENEŠ, 1958).

Rtuť dobře vede elektrický proud. Je to stříbrobílý lesklý kov, který je za normálních podmínek kapalný. Páry rtuti jsou jedovaté. Mezi fyzikální vlastnosti rtuti patří protonové číslo 80. Elektronová konfigurace rtuti je [Xe] 4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 6s<sup>2</sup>, relativní atomová hmotnost 200,59. Se rtutí se setkáme hlavně v podobě sloučenin, kterých je velmi mnoho. Sloučeniny rtuti se odlišují toxicitou a chemickými a fyzikálními vlastnostmi. Mezi chemické formy rtuti patří organokovové sloučeniny, elementární rtuť (Hg<sup>0</sup>), rtuťné (Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>) a anorganické rtuťnaté formy rtuti (Hg<sup>2+</sup>). Méně rozpustný a toxický je kalomel (Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (BARTH, BLOCH, HAMMERLE, 1977, CIBULKA, 1991).

Během normální teploty může rtuť reagovat s kyslíkem jen v omezené míře, naopak kolem bodu varu probíhá oxidace a tvoří oxid rtuťnatý HgO. Oxid rtuťný vzniká vlivem ozónu již při normální teplotě. Další reakce probíhají se sírou a s halogeny (FARA, 2004).

Největší zisk rtuti je z rudy cinabarit – rumělky (HgS). Rumělka se v Evropě vyskytuje zejména v Itálii, Jugoslávii a Španělsku (BENEŠ, 1958). Rtuť získáváme pražením ze sulfidové rudy. Vzniká oxid siřičitý a páry, které kondenzují na kovovou rtuť. Pražením se do ovzduší uvolní páry rtuti. V ročním průměru je celosvětová produkce rtuti cca 7000 t. Avšak spotřeba a využití rtuti se snižuje (VELÍŠEK, 2002).

### 3.2.1 Výskyt a zdroje v ekosystému

Přírodní zdroje jsou z velké části původcem rtuti. Rtuťnaté soli se dobře rozpouští ve vodě. Vody obsahují nemalé množství rtuti. Rtuť se vyskytuje v povrchových vodách. Zdrojem jsou atmosférické vody, které jsou kontaminovány spálováním fosilních paliv. Rovněž odpadní vody mohou obsahovat sloučeniny rtuti např. z rudných úpraven. Dalším původcem rtuti mohou být také půdy a sedimenty. Snižováním množství kontaminovaných zdrojů obsahujících rtuť se zlepšuje životní prostředí (PITTER, 2015). Koncentrace rtuti v moři je zhruba 0,0004-0,002  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$  v porovnání s koncentrací řek v naší Zemi, která je 0,01-0,02  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ . Methylrtuť je nejvíce závažná forma rtuti kvůli působení na životní prostředí. Jako jeden z mála kovů dokáže tvořit kovalentní vazby. Další sloučeniny vyskytující se v prostředí jsou hydroxid a chlorid methylrtuti (VELÍŠEK, 2002).

Se rtutí se setkáme ve všech částech ekosystému (PROKOPOVÁ, 2010). Rtuť se vyskytuje v litosféře, atmosféře, hydrosféře a biosféře (EISLER, 2010). Nelze ji vymezit za hlavní zdroj znečištění. Rtuť se přenáší a je v neustálém koloběhu díky přírodním procesům. Vzájemně se kontaminují živé i neživé složky v přírodě. Rtuť se do atmosféry dostává činností člověka, především spalováním uhlí a jiných fosilních paliv. Zdrojem rtuti je zemědělství, zdravotnictví, městské odpady, baterky, výbojky a farmaceutický průmysl (JACKSON, 1997, ZHANG, WONG, 2007).

Přírodní zdroje rtuti se dostávají do ekosystému ve formě roztoku, plynu nebo pevných částic. Přenos rtuti do ovzduší je způsoben půdní erozí, emisemi z vulkánů a vypařováním z povrchů vod. Rtuť je uložena z 98,75 % v mořských sedimentech, z malé části v půdě a oceánské vodě. Okolo 7 tun rtuti je obsaženo v živých organismech. Konzumace ryb a vodních živočichů ohrožují lidskou populaci až dodnes (SALLSTEN a kol, 1996). U rtuti v přírodě probíhají dvě reakce, které mají vliv na její

vzniklé formy rtuti. Jsou to oxidačně-redukční děje, methylace a demethylace (VRZAL, 2014).

Kontaminované oblasti mohou představovat riziko v dalším šíření rtuti živočišnými a rostlinnými produkty (HORVAT a kol., 2003). Od 60. let probíhá sledování obsahu rtuti (FARA, 2004). Ve vodním ekosystému má rtuť karcinogenní (GAUTHIER a kol., 1998), genotoxický a teratogenní vliv na organismy (PERRY a kol., 1988, DEFLORE a kol., 1994, ITOW a kol., 1998).

### **3.2.2 Koloběh rtuti**

Biogeochemický cyklus je celkový souhrn vstupů a výstupů rtuti v prostředí. Vlivem cyklu dochází k uvolnění rtuti a tvorbě sloučenin s emisemi z povrchových, či odpadních vod a hornin (PAL, ARIYA, 2004).

Biogeochemický cyklus kompletně ovlivňuje rtuť ve vodním prostředí. Ve vodě se špatně rozpouští anorganická rtuť a hromadí se na částicích sedimentu. V částicích se vyskytuje ve formě  $Hg^0$  a nebo jako  $HgS$ . U obou forem probíhá oxidace (KALÁČ, TRÍSKA, 1998).

Z tepelných elektráren se emise rtuti dostávají do atmosféry. Působením srážek na emise rtuti se rtuť dostává ze vzduchu do půd a vod, kde je přeměněna na sloučeniny rtuti, např. sulfid rtuťnatý. Vlivem mikroorganismů vzniká methylrtuť, která se dále dostává do potravního řetězce. Dalším zdrojem rtuti a znečištění jsou např.: zubařské amalgámy, pesticidy a herbicidy (PROKOPOVÁ, 2010).

### **3.2.3 Fyzikálně chemické formy rtuti s vysokou toxicitou**

Dle fyzikálně chemické formy dělíme rtuť s vysokou toxicitou na tři skupiny: elementární rtuť ve formě par nebo kovu, anorganické sloučeniny jednomocné a dvojmocné rtuti a organické sloučeniny.

Nejnebezpečnější sloučeniny s dispozicí průniku do nervové soustavy jsou organické sloučeniny a páry elementární rtuti. Páry elementární rtuti jsou lehce rozpustné v tucích (URBAN, 2006).

Tabulka 1: *Tři hlavní formy rtuti* (HADEČ, 1987)

	<b>Elementární rtuť</b>	<b>Anorganická rtuť</b>	<b>Organická rtuť</b>
<b>Použití</b>	Amalgámy, teploměry, při těžbě zlata, při zpracování uhlí a nafty	V elektrických a elektronických přístrojích, v některých fungicidních, antiseptických léčích a zesvětlujících krémech	Fungicid v barvách
<b>Zdroje emisí</b>	Spalovny odpadů, spalováním nafty a uhlí	Různé průmyslové zdroje	Jiné formy rtuti se přeměňují na organickou rtuť, působením procesů v životním prostředí
<b>Absorpce lidským tělem</b>	Plicemi a omezeně při požití	Mírně se absorbuje kůží nebo požitím	Rychlá absorpce pokud je požitá, jinak se částečně vstřebává plicemi a kůží
<b>Výměna v lidském těle</b>	Prostupuje placentou a dostává se do mozku	Nesnadná prostupnost	Prostupuje placentou, dostává se do mozku a je přítomna v mateřském mléce.

### **Elementární rtuť**

Elementární rtuť a organokovové sloučeniny jsou rozpustné v tucích (asi 5-50 mg/m<sup>3</sup>) a těkavé (VELIŠEK, 2002).

Toxicita elementární rtuti v kapalném stavu je nejmenší ze všech sloučenin. Jen výjimečně působí toxicky na organismus. Kovová rtuť se může odpařit do ovzduší a její páry se vdechnutím vstřebají krevním oběhem až k mozku nebo k cílovému orgánu. Mírnou expozicí elementární rtutí může být způsobeno poškození centrálního nervového systému, nespavost, únava a podráždění. Naopak až k smrtelným následkům může dojít při silném působení elementární rtuti. Nebezpečí může vzniknout přeměnou elementární formy na anorganickou (KAFKA, PUNČOCHÁŘOVÁ, 2002, REMY, 1962, LAZAREV, 1959).

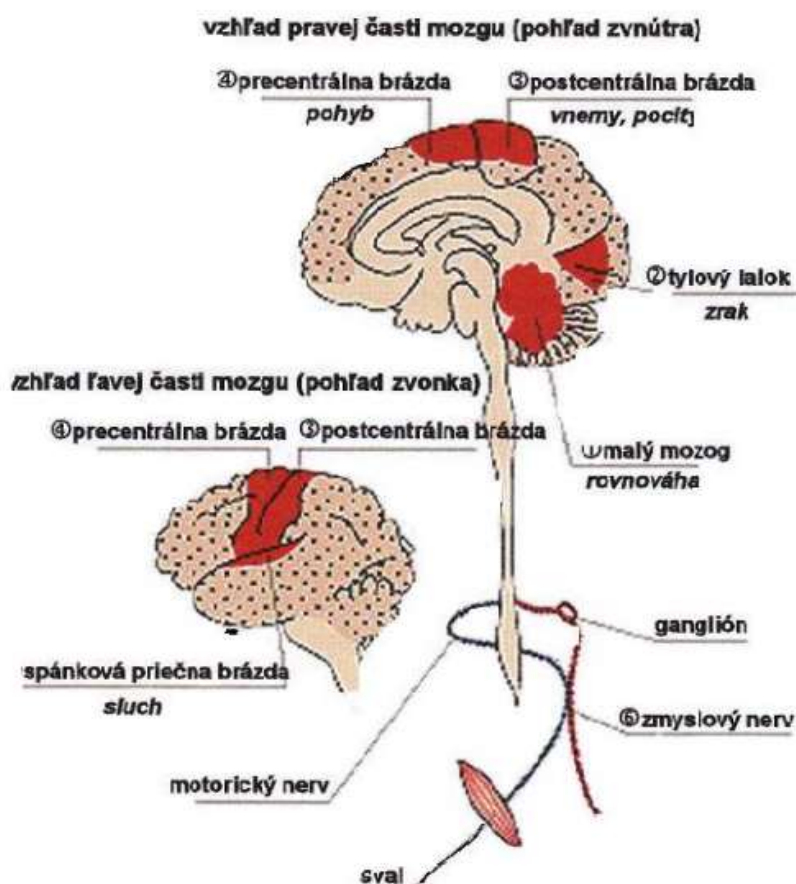
### Anorganická rtuť

Anorganické formy rtuti jsou méně toxické, protože jsou méně rozpustné v kyselém prostředí a rovněž i ve vodě. U dětí rtuťné sloučeniny mohou způsobovat růžovou nemoc, rohovatění a olupování pokožky, zduření mízních uzlin (KAFKA, PUNČOCHÁŘOVÁ, 2002). U dvojmocné rtuti se setkáme s více sloučeninami, např. halogenidy, sulfidy, oxidy, soli oxokyselin a koordinačními sloučeninami, které mají především sulfidické vazby. Jeden nebo dva uhlovodíkové zbytky obsahují organokovové sloučeniny rtuti, které ho mají vázány na atom kovu. Tyto sloučeniny se hlavně vyskytují v životním prostředí (CIBULKA, 1991).

### Methylrtuť

Sedimenty slaných a sladkých vod mohou vytvářet vlivem methanogenních bakterií z anorganických sloučenin methylrtuť, která patří mezi nejnebezpečnější sloučeniny rtuti. Její vlastností je lehká rozpustnost v tucích a ve vodě, způsobuje snadný vstup do rybího masa. V potravním řetězci se methylrtuť dostává z ryb až k člověku. Koncentrace se mění během přeměny a toxicita se určuje podle napadených míst v těle. Methylrtuť se řadí mezi mutagenní a embryotoxické látky. Ohrožuje plodovou placentu u žen. U dospělých toxicita methylrtuti způsobuje třes. U dětí může vyvolat poškození zraku, sluchu a chuti (KAFKA, PUNČOCHÁŘOVÁ, 2002).

Methylrtuť způsobuje nejnebezpečnější formy otrav. Dochází k porušení nervového systému. Porucha nervového systému u těhotné matky může způsobit poškození plodu (GOCHFELD, 2003). Hlavní příznaky otravy rtuťí propojené s intoxikací nervového systému jsou parestézie, zúžení zorného pole, mozková mrtvice, necitlivost rukou a nohou, deprese a demence (JARUP, 2003, HE a kol., 2004, MORRIS a kol, 2005).



**Obr. 1:** Nervový systém poškodený methylrtuťou, najrizikovejšie miesta poškodení nervového systému, u ktorých sa prejavujú patologické zmeny (FARGAŠOVÁ, 2008).

1. Poruchy reči, chůze, chybná výslovnosť, ztráta rovnováhy
  2. Porucha periférneho vidění v zorném poli
  3. Poškodení citlivosti
  4. Svalové křeče a svalová slabosť
  5. Hluchota
  6. Poškodení vnímání tepla, dotyků a bolesti
- (FARGAŠOVÁ, 2008)

### 3.2.4 Další formy rtuti

Mezi vysoce toxické sloučeniny patří také ethylrtuť z řady alkyl sloučenin. Rovněž způsobuje poruchy centrálního nervového systému. Má vliv na hluchotu a nekrózu renálních tubulů. Z řady aryl sloučenin se jako nebezpečná sloučenina projevila fenylrtuť. Působením fenyl rtuti může dojít k lehké proteinurii. Mezi další nebezpečnou sloučeninu patří dimethylrtuť. Je řazena mezi organokovové sloučeniny a je to hořlavá kapalina žádné barvy. Smrtné množství je pro člověka 0,1 ml. Je to jeden z nejsilnějších neurotoxinů, protože jsou na atom rtuti navázané dvě methylové skupiny (HERMANN, 1999).



### 3.2.5 Metabolismus rtuti a její toxické účinky

Rtuť se vstřebává inhalací, nebo požitím. Elementární rtuť ( $\text{Hg}^0$ ) vstupuje do organismu inhalací a poškozuje CNS. Anorganické soli se nízkou absorpcí z gastrointestinálního traktu dostávají do ledvin a organická rtuť ( $\text{R-Hg}^+$ ; metyl-, etylртуť) lehce absorbuje a poškozuje mozek (KOMPRDA, 2010).

Játra kumulují rtuť velmi rychle a přes žluč se vyloučí až do střeva. Asi 1/3 se přes žluč dostane do výkalů a vyloučí se. Další 2/3 rtuti se znovu ve formě methylrtuti vstřebávají do krve. Játra jsou hlavní biotransformační orgán, který dále uvolňuje methylртуť na anorganickou rtuť a ta se znovu vyloučí do střeva a váže na receptor. Ve střevě je reabsorpce nepatrná. Ve výkalech se tedy objevuje i anorganická rtuť a methylртуť je částečně zachycená na epitelech střevní výstelky. Degenerativní změny se mohou objevit 2–4 dny po akutní intoxikaci (TUČEK, 2006). Rtuť se shromažďuje v nehtech a ve vlasech. První příznaky otravy se objevují s vyšší koncentrací rtuti ve vlasech, která je vyšší než 30 mg/ kg. Neurotoxické poruchy se projevují při otravě methylrtutí, mezi které patří porucha polykání a řeči. Při vyšší koncentraci může dojít k mentální poruše. Velice často dochází ke změně psychiky (VELÍŠEK, 2002).

Anorganické sloučeniny rtuti se hůře absorbují oproti organokovovým sloučeninám, které se absorbují lehce a také se snadno rozpouští v tucích (ELHASSANI, 1983, EISLER, 2010).

### 3.3 Ryby

#### 3.3.1 Tuňák

##### *Tuňák obecný (Thunnus thynnus)*

Tuňák patří do čeledi makrelovitých. Žije v teplých mořích s teplotou kolem 10-12 °C. Dospělým tuňákem se stane ve věku 3-4 let, délka je 100–120 cm a váha 16-27 kg. Dosahuje věku 15 let a může dosáhnout rychlosti 100 km/hod. Na jejich čelisti nalezneme v jedné řadě malé zoubky. Korýše konzumují v mládí a v dospělosti sépie, sardele a jiné druhy ryb. Maso je velmi ceněno a nejvíce je využíváno k výrobě sushi a sashimi (HANEL, 2000).



**Obr. 2:** *Tuňák obecný* (ANONYM 16, 2006)

##### *Tuňák pruhovaný (Euthynnus pelamis)*

Řazen do stejné čeledi jako tuňák obecný. Může dosahovat délky až 1 m. Pobývá v subtropickém a tropickém pásu v moři s teplotou kolem 18–20°C. Tělo je oválného tvaru se šupinami na hrudi. Barva hřbetu je modročerná a břišní strana bílá. Pod postranní čarou je 4–7 tmavých podélných pruhů, což odvozuje jeho název. Tuňák žije v hejnech. Je využíván nejvíce k výrobě konzerv. Pohlavní dospělost nastává již v roce a půl (SAMPELS, 2014, ANONYM 1, 2008).



**Obr. 3:** *Tuňák pruhovaný* (ANONYM 17, 2008)

### ***Tuňák žlutoploutvý (Thunnus albacares)***

Vyskytuje se v Atlantickém, Indickém, Tichém oceánu. Tělo je vřetenovitého tvaru, což podporuje rychlý pohyb. Hmotnost ryby se pohybuje kolem 60 kg. Tělo je pokryto šupinami pouze na prsou a na hřbetě. Název žlutoploutvý značí jeho zbarvení hřbetních a břišních ploutví. Zbarvení zad je kovově modré a břicho je stříbřité (ANONYM 2, POSPÍŠIL, 2008).



**Obr. 4:** *Tuňák žlutoploutvý (POSPÍŠIL, 2008)*

Obsah tuku u těchto ryb je okolo 1-10 % s významným množstvím omega - 3 mastných kyselin (HUFA). Fosfor a draslík patří mezi nejvíce vyskytující se minerální látky (SAMPELS, 2014).

Tuňák je nejvíce konzumovaná a konzervovaná ryba. Díky dobrým nutričním vlastnostem je populární ve zdravé výživě člověka. Tuňák nebyl zahrnut mezi analyzované vzorky, jelikož analýze vzorků tuňáků je věnována dřívější diplomová práce: Obsah rtuti v konzervách mořských ryb z obchodních řetězců v ČR (NAJBRTOVÁ, 2013).

### **3.3.2 Makrela obecná (Scomber scombrus)**

Patří do čeledi makrelovitých, jak svědčí už její název. Makrela se vyskytuje v oblasti severního Atlantiku. Je jednou z nejvíce konzumovaných ryb na celém světě. V Tichém oceánu žijí další druhy makrel (např. *Scomber japonicus*, *Auxis*, *Sarda*). Roste do délky 50–60 cm. Živí se drobnými měkkýši, korýši a rybím potěrem. Tělo je nízké a dlouhé. Ústa jsou špičatá a oči kryjí tuková víčka. Malé šupiny pokrývají tělo a zbarvení hřbetu je v tmavé zelené nebo modré barvě. Hřbet a boky značí tmavé nepravidelné pruhy a břicho je zbarvené bílou barvou. Pohlavní dospělost je u ryb ve 2. – 3. roce života. Dožívají se věku kolem 20 let a žijí ve velkých hejnech. Makrela je

tučná ryba, ale obsah tuku závisí na ročním období. Nejméně tučná je na jaře a nejvíce tučná v zimním období. Pro zpracování je optimální obsah tuku 10 %. Biogenní aminy ohrožují čerstvé maso, proto se nejčastěji konzumují makrely absolutně čerstvé nebo konzervované (ANONYM 3, 2017, SAMPELS, 2014).



**Obr. 5:** *Makrela obecná* (ANONYM 18, 2004)

### 3.3.3 Sled' obecný

Sled' obecný (*Clupea harengus*) nazýván také jako Slaneček obecný, sled' atlantický, herinek, mates je zařazen do čeledi sled'ovitých. Sledí dosahují délky 30–40 cm. Vyskytují se v severovýchodním Atlantiku a dále od Severního ledového oceánu až ke kanálu La Mance po Balt. Tělo je oválného tvaru s břišním kýlem s velkými slabými šupinami. Horní čelist je kratší než spodní. Oči jsou pokryty tukovými víčky. Zbarvení ryby je na hřbetu zelené nebo tmavomodré a břicho zdobí barva stříbrná. Žije v hejnech stejně starých sled'ů (PUFA) (SAMPELS, 2014). Roční období, fáze pohlavního cyklu a stáří mají vliv na obsah tuku, který je v rozmezí 1–30 % (SAMPELS, 2014).



**Obr. 6:** *Sled' obecný* (ANONYM 19, 2017)

### 3.3.4 Sardel pravá

Nazývaná také jako ančovice (ančovička) (*Engraulis encrasiocolus*). Sled'ovitý druh malého drobného vzrůstu. Délka je okolo 20 cm. Živí se živočišným planktonem. Výskyt sardele je ve východním Atlantiku, kanálu La Manche a Severním moři. Také se s ní setkáme ve Středozezemním, Černém a Azovském moři. Tělo je zploštělé a štíhlé

s hladkou břišní stěnou. Vyznačuje se špičatou horní čelistí s modrozeleným hřbetem a stříbrnou břišní stranou. Na boku je modrošedý lesknoucí se pruh. Ve věku 2 let se stávají pohlavně dospělými. Ryba tvoří početná hejna, která se zdržují na volném moři. Z ryb se vyrábí sardelové pasty, očka v oleji atd. (INGR, 1994).



**Obr. 7:** *Sardel pravá* (ANONYM 20, 2010)

### 3.3.5 Sardinka obecná

(*Clupea/Sardina/pilchardus*) Sardinky patří mezi sled'ovité se hlavně používají k výrobě konzerv ve vlastní šťávě, v rajčatové omáčce a v oleji. Vyskytují se ve východním Atlantiku, jižním Irsku, části Severního moře, kanálu La Manche. Její podoba se přibližuje k sledi, ale je zavalitější a menší. Délka ryby je až 20 cm. Tělo je oválné a dlouhé. Na těle jsou velké slabé šupiny a oči jsou paprskovitě rýhované s tukovými víčky. Spodní čelist je delší než horní. Břišní strana sardinky je stříbrná a hřbet je hnědý nebo zelený. Rozmnožování je různé, dle místa výskytu. Jedna sardinka klade 50 až 60 tisíc jiker. Sardinky žijí v hejnech a ročně se uloví několik tisíc tun (SVOJTKA & Co, 2007).



**Obr. 8:** *Sardinka obecná* (ANONYM 21, 2017)

### 3.3.6 Šprot obecný (*Clupea/ Sprattus/ sprattus*)

Druh řazený mezi čeled' sled'ovitých. Vyrůstově je šprot menší než sardinka. Délka vyzrůstů je 12–13 cm. Šprot je menší než sardinka a je podobný sledi. Stejně jako sardinky žijí v hejnech a jsou zdrojem potravy pro dravé ryby. Žijí ve východním Atlantiku, Norsku, Gibraltar, kanálu La Manche, Severním moři. Potravou jsou pro ně planktonní živočichové. Jejich tělo je dlouhého oválného tvaru s břišním kýlem. Hlava je hladká a na očích jsou tuková víčka. Horní čelist je kratší než dolní a tělo se zbarvuje do modrých barev a břicho a boky jsou stříbřitě lesklé. Rozmnožování šprota probíhá v zimním období a za 2 roky od narození dospívá. V naší zemi se se šproty setkáme hlavně v podobě konzerv (FRANK, 1997, INGR, 1994).



**Obr. 9:** *Šprot obecný* (ANONYM 22, 2008)

### 3.3.7 Kalamáry

Žijí hlavně ve Středozezemním moři ve velkých hejnech, které jsou podobné stěhovavým ptákům. Mohou vyrůst až do délky 30 až 50 cm a hmotnosti 2 kg. Tělo je torpédovitého tvaru s dlouhými chapadly, jejichž konce jsou širšího tvaru s přísavkami. Barva kůže je červená nebo hnědá až pískovitá. U kalamárů je skvěle rozvinutý zrak a vyspělý mozek. Kalamáry jsou s nízkou tučností okolo 0,3-0,4 kg/ ks. V obchodech můžeme najít kalamáry čerstvé, mražené a v konzervách (SVOJTKA & Co, 2007).



**Obr. 10:** *Kalamáry* (ANONYM 23, 2007)

### 3.3.8 Mušle – Slávka středomořská (*Mytilus galloprovincialis*)

Pro život slávek je podstatná kvalita vody. Chov slávek probíhá v částech, které jsou bohaté na plankton. Slávky se živí organickou hmotou a fytoplanktonem, který se získá filtrací mořské vody. Slávky se vyskytují na mnoha místech podle teploty a slanosti vod. Rozšíření slávek je zapříčiněno velkou plodností a pohyblivostí již v jejich stádiu larvy. Vývin slávek probíhá od března do října, protože larvy slávek odnáší proud, což má hlavní vliv na jejich rozmístění (ANONYM 4, 2017).



**Obr. 11:** *Mušle* (ANONYM 24, 2017)

### 3.3.9 Treska obecná (*Gadus morhua*, cod)

S treskou se setkáme nejvíce v severních vodách Atlantického oceánu. Řadí se mezi čeled' treskovitých. Tresky žijí v hejnech a každý rok putují v období února až dubna od Severního ledového oceánu k norským Lofotám, což je jejich místo ke kladení jiker. Treska je nízkotučná ryba o hmotnosti 2–10 kg/ks. Charakteristické rysy tresky jsou tři oddělené hřbetní ploutve, světlé břicho a hnědozelený tmavě skvrnitý hřbet. V Atlantickém oceánu mohou tresky výjimečně dosahovat 200 cm a 90 kg, obvykle rostou do délky 80 cm s hmotností 6 kg. Maso je šťavnaté, pevné a jemné za což vděčí ryba pohybu a zdravé stravě. V mase najdeme vitaminy B1, B2, B12 a minerální látky K, Na, Mg, Ca, F, P. Maso obsahuje málo kostí a je velmi libové (GÖLLNER, 2013, FRANK, 1997).



**Obr. 12:** *Treska obecná* (ANONYM 25, 2017)

### 3.3.10 Losos obecný (atlantský, *Salmon salar*)

Je zástupce čeledi lososovitých, což naznačuje jeho jméno. Dravá ryba, která může tvořit tažné i netažné formy populace. Tvar těla je štíhlý a dokonale tvarovaný s tukovou ploutvičkou nad kořenem ocasu a dalšími vyvinutými ploutvemi. Barva těla se liší dle výskytu. V moři má na těle stříbřité boky s tmavými tečkami a hřbet je modrošedý. V řekách barva tmavne. Klasickou barvou lososů v našich řekách je žlutohnědá s jemnými červenými a černými skvrnkami. Spodní čelist lososa je hákovitého tvaru. Dosahuje délky 70 až 90 cm a váží kolem 4–8 kg. V naší zemi se setkáváme s lososy rodu *Oncorhynchus*. Do tohoto rodu patří např. *O. kisutch*, *O. nerka*, *O. tshawytscha* (SCHWARTZ, 2000). Losos se řadí mezi tučné druhy ryb s obsahem tuku až 15 % a barvou masa červenooranžovou (ANONYM 5, 2017, SAMPELS, 2014).



**Obr. 13:** *Losos obecný* (ANONYM 26, 2017)

### 3.3.11 Losos gorbuša

Nejmenší a nejrozšířenější druh. Kůže je zeleno – modrá s tmavými skvrnami na hřbetě. Maso je velmi jemné, ale je považován za méně kvalitního lososa. Žije hlavně v chladných vodách na pobřeží Severního a Tichého oceánu. Průměrná délka je 40-50 cm. Tělo je zavalité s malou tukovou ploutvičkou. Šupiny jsou drobné. V moři vyskytující se losos má hřbet zbarvený modře se stříbřitými boky s červeným leskem. Ryby po vytření umírají (POSPÍŠIL, 2008, HANEL, 2013).



Obr. 14: *Losos gorbuša* (HANEL, 2013)

## 3.4 Zpracování ryb

Zásady při zpracování ryb zabráňují rozvoji autolytických a bakteriálních procesů. Tyto procesy nastávají okamžitě po usmrcení ryb, proto je nejvhodnější okamžitě po usmrcení rybu očistit, vyvrhnout, zbavit hlavy a zchladit. Správný postup zabrání vzniku nežádoucích mikrobiálních a enzymatických procesů. Nedílnou součástí zpracování je, aby ryby byly už přímo určené pro konzumenty dle jejich výběru. Při výrobě je podstatné vytvořit kvalitní výrobek s dlouhou čerstvostí (VÁCHA, 2000).

### *Požadavky zpracování ryb*

- Snížit odpad na minimální množství
- Tvořit vhodnou formu přepravy konečného výrobku
- Zdravotní nezávadnost výrobku
- Použít nejlepší metodu zpracování

### 3.4.1 Příprava před zpracováním ryb

Transport ryb a metody odlovu ovlivňují kvalitu výsledného produktu, proto je důležité dodržovat pravidla zpracování, aby nenastaly nežádoucí změny. Mezi



nepříznivé účinky působící na ryby patří mechanické poškození nebo vyvolaný stres (MERTEN, 2012)

### 3.4.2 Konzervace

Už v 19. století byla objevena konzervace potravin. Francouz Nicolas Appert vyhrál cenu v soutěži, když prokázal, že potraviny lze uchovat ve vzduchotěsných plechovkách bez chlazení. Tímto důkazem se otevřel trh s konzervovanými produkty, který si nikdo dříve nedokázal představit. Způsoby konzervace se upravovaly a zlepšovaly, avšak princip je stejný až dodnes. Konzervárenství se opírá o dodržení principů konzervace rybích výrobků. Ryby obsahují bakterie ve střevě i na kůži. Pokud by se nežádoucí bakterie neodstranily, může dojít k jejich růstu. Konzervací zamezíme růstu bakterií. Během přepravy a manipulace ke konzervaci přijdou ryby do styku s jinými bakteriemi. Bakterie mohou urychlovat kažení potraviny. Účelem konzervace je použití tepla v kombinaci s dalšími prostředky, které mohou zabít nebo deaktivovat všechny mikrobiální kontaminanty. Prevence kažení je základem všech konzervářských operací. Tepelný proces také vaří rybu a může tímto dojít ke změkčování kostí (WARNE, 1988).

#### Požadavky na konzervy

Z hlediska prevence mikrobiální kontaminace konečného produktu existují dva faktory, které je nutné brát v úvahu. Prvním pravidlem je dodržování bezpečnosti před vznikem botulismu a druhým rizikem je nepatogenní kažení (ANONYM 6, 2014).

**Tabulka 2** Mikroorganismy a jejich D hodnota (WARNE, 1988)

Mikroorganismus	Přibližné optimální růst temp. (°C)	hodnota D (min)
<i>B. stearothermophilus</i>	55	D <sub>121,1</sub> 4,0-5,0
<i>C. thermosaccharolyticum</i>	55	D <sub>121,1</sub> 3,0-4,0
<i>D. nigrificans</i>	55	D <sub>121,1</sub> 2,0-3,0

<i>C. botulinum</i> (typy A a B)	37	D <sub>121,1</sub> 0,1-0,23
<i>C. sporogenes</i> (PA 3679)	37	D <sub>121,1</sub> 0,1-1,5
<i>B. coagulans</i>	37	D <sub>121,1</sub> 0,01 až 0,07
<i>C. botulinum</i> typ E	30-35	D <sub>82,2</sub> 0,3-3,0

Tabulka zobrazuje druhy mikroorganismů, které mohou být patogeny. Tyto mikroorganismy jsou schopné vyvolat onemocnění ostatních organismů. Sterilizace je zničí. Výjimkou je *Clostridium botulinum* typu E, na kterou můžeme působit teplotou pro pasterizaci. D – hodnota je délka času, která je nutná k decimálnímu snížení počtu. Je to tedy usmrcení 90 % mikroorganismů za dané teploty a času. Např. D<sub>121,1</sub>4-5 – teplotou 121,1 °C po dobu 4-5 minut dojde ke zničení 90 % mikroorganismů (WARNE, 1988, ANONYM 7, 2017).

Při zpracování musí být dodržen tepelný proces, který dostatečně usmrtí spóry *Clostridium botulinum* a zamezí vzniku zdravotního rizika pro spotřebitele. Obchodně sterilní produkt je ten, u kterého se nevyvolá kažení při normální přepravě a skladování. V konzervárenství se používá Codex Alimentarius FAO/WHO (1983), který definuje komerční sterilitu. Sterilita v souvislosti s konzervovaným jídlem je definovaná jako stav, kterého je dosaženo buď samotným působením tepla, nebo v kombinaci s nějakým dalším procesem s cílem poskytnout jídlo bez mikroorganismů, těch které jsou schopné růst za podmínek mimo ledničku (pokojová teplota). Mikroorganismy se s největší pravděpodobností vyskytují při přepravě a distribuci (BUCHTOVÁ, 2013, WARNE, 1988).

### 3.4.3 Mrazení

Používání chladniček, které používají amoniak, jako chladivo vedlo k rozvoji mrazených výrobků. Mrazení je využíváno už více než 40 let a patří mezi ideální způsob konzervace. Teploty se snižují pod bod mrazu a tím dojde k zmrazení roztoků živin, které jsou obživou pro mikroorganismy. Mikrobiální aktivita přestává, když se dosáhne teploty -9 °C. Při rozmrazení se činnost mikroorganismů obnovuje (HEDGES, 2002).

### **Zmrazování dělíme na tři fáze:**

- 1) Zchlazení na bod mrazu. Podle chladicího média se určuje doba chlazení, průběh je velmi rychlý.
- 2) Tento krok zajišťuje přeměnu vody v led. Pásmo maximální tvorby ledových krystalků je rozmezí, ve kterém probíhá jejich tvorba. Překonání pásma je při teplotě  $-0,5-0,6^{\circ}\text{C}$ . V této části dojde ke změně pH, zvýšení koncentrace soli a vzniku krystalků. Osmotický tlak v mezibuněčných prostorech stoupá tvorbou krystalků a podle flexibility stěn dojde k jejich deformaci. Platí pravidlo, že produkt je tím kvalitnější, čím rychleji je výrobek zmrazen.
- 3) Zmrazení na žádanou teplotu. Fáze trvá stejnou dobu jako fáze ochlazení, rychlý proces. Rychlost zmrazení ovlivňuje kvalitu výrobku.  
(MATYÁŠ, 1990, VÁCHA, 2000)

### **3.4.4 Solení ryb**

Nejstarší metoda konzervace splňuje funkci snížení obsahu vody a vyvolává zrání v soli.

- a) **Snížený obsah vody** – snížení nastává ve tkáních rybiho masa, což způsobí trvanlivost a snížení aktivity mikroorganismů. Solný lák vzniká rozpuštěním soli povrchovou částí ryby. Osmotické pochody vyrovnávají hladinu solného láku s přirozeným obsahem vody až do nasycení vody stejným obsahem koncentrace solného láku. Stejný poměr snížené vody zadrží aktivitu mikroorganismů vyskytujících se ve výrobku a tím prodlouží jeho dobu trvanlivosti.
- b) **Zrání soli** – způsobuje, že je maso požitelné bez dalších úprav. Požitelnost masa se dosáhne tak, že zvyšující se obsah soli v rybí svalovině způsobuje změnu struktury bílkovin a smrštění buněčných stěn. Lepkavost a skelný charakter tímto vymizí a maso získává charakteristické aroma solených ryb. Aroma je příčinou enzymatických pochodů, které podporují autolýzu rybiho masa (BUCHTOVÁ, 2001).

### **3.4.5 Marinování**

Technologický proces, který změní syrovou rybu na stravitelnou formu. Tento proces zahrnuje působení soli spolu s kyselinou octovou. Některé země přidávají do

zrací lázně kyselinu mléčnou pro zjemnění chuti. Mezi marinované výrobky patří studené marinády, kde je rybí svalovina změněna pouze vlivem studené zrací lázně a teplé marinády. Teplé marinády obsahují maso tepelně opracované a sladko-kyselý nálev nebo rosol, což dodává požadovanou chuť výrobku (MERTEN 2012, VÁCHA, 2000).

Proces marinování zajišťuje, aby na surovinu co nejrychleji působila stejnoměrně zrací lázeň. Principem marinování je, že se obsah soli a kyseliny octové částečně dostane do rybí svaloviny až do vyrovnání koncentrace vodního podílu tkáně rybí svaloviny a zrací lázně. V průběhu procesu dojde k přechodu kyseliny octové do bílkovinné části rybiho masa, soli ne. Změny při běžném procesu probíhají 2 dny. Vlastní zrání probíhá déle, teplota prostředí nesmí být vyšší než 16°C. Vydrání marinované suroviny probíhá 4 až 7 dnů. Při špatném zpracování mohou vznikat červenavé skvrny (BUCHTOVÁ, 2013).

### 3.5 Rybí polokonzervy

Polokonzervy obsahují rybí maso a jejich trvanlivost prodloužíme pasterizací s teplotou kolem 80°-90° v časovém rozmezí od 20–50 minut. Teplota a doba pasterizace závisí na druhu výrobku. Výrobky s nízkou dobou a teplotou konzervace se nazývají polokonzervy. Je nutné tedy u těchto výrobků dávat pozor na jejich dobu skladování a trvanlivost (KAVKA, 2013).

#### **Rozdělení polokonzerv:**

- Rybí pasty (tuby)

K výrobě jsou používány solené nebo čerstvé ryby, které jsou očištěny, vykuchány a jsou bez hlavy, ocasu, šupin, ploutví a kostí. Ryba by měla být jemně pomleta. Z těchto výrobků se můžeme setkat v obchodech se sardelovou pastou a nebo pastou ze šprotů a slanečků.

- Pasterované rybí výrobky (plechovky)

Částečnou pasterací a marinováním dosáhneme konzervačního účinku. V obchodním řetězci se setkáme s pasterovanými ruskými sardinkami anebo pasterovanými řezy z ruských sardinek.

- Rybí polokonzervy v oleji (plechovky)

S těmito typy se setkáme hlavně v podobě sardelových řezů, slanečkových závitů a sardelových oček (VÁCHA, 2000).

### 3.6 Rybí konzervy

Sortiment rybích konzerv je velmi bohatý a je možné vybrat z několika typů. Konzervy z ryb se vyrábí termosterilací, tedy podobným postupem jako masné konzervy. Teplotní maximum při ohřívání dosahuje maxima, které zabrzdí mikroorganismům v jejich rozvoji. Další zvyšování teploty (záhřevu) dokáže, aby mikroorganismy uhynuly. U mikroorganismů se nejdříve zabijí vegetativní stadia a poté až uhynou spóry (INGR, 1994).

Pokud je ohříváním potraviny dosaženo inaktivace všech forem, nemohou vegetovat, je potravina sterilovaná. Tato potravina je skladovatelná, trvalá a pokud zamezíme nové kontaminaci, je produkt sterilovaný. Doba, teplota a další faktory jsou ve vzájemném vztahu, což může způsobit inaktivaci mikroorganismů.

Senzibilní mikroorganismy, sporulující bakterie a více odolné druhy se nejraději pohybují v nekyselém prostředí, proto je rybí maso ideální potravinou. Clostridium botulinum je odolný sporotvorný, toxinogenní, anaerobní mikroorganismus. Jeho obrovská odolnost k teplotě určila tento mikroorganismus za testovací pro nekyselé potraviny (pH > 4,0). Z letální smrtící čáry mikroba určíme sterilací režim rybích konzerv. Průběh sterilace se provádí s teplotou 121 °C a dobou působení 20 minut v autoklávech (ANONYM 6, 2017, INGR, 1994).

Při sterilaci je důležité odstranit přebytek vody nasolením, sušením ryb v horkém vzduchu, uzením, smažením ryb v oleji. Sterilace musí probíhat velmi šetrně, abychom neponičili soudržnost a texturu rybího masa. Výrobek se balí do malých nízkých plechových konzerv, kvůli rychlému přestupu tepla do středu konzervy (BUCHTOVÁ, 2013).

### **Druhy nejčastějších konzerv:**

- Konzervy ve vlastní šťávě – čisté kousky ryb, osolené, lze přidat malé množství oleje.
- Konzervy v oleji – horkem uzené nebo předvařené ryby, které jsou zalité olejem a sterilované (šproty, sardinky, tuňák, tresčí játra, makrelové řezy).
- Konzervy v tomatové omáčce – předvařená nebo smažená ryba zalitá kořeněným tomatovým nálevem, poté dojde ke sterilaci (řezy makrel a sledů v tomatové omáčce).
- Hotová jídla s rybím masem – hlavní obsah je rybí maso, dále se přidává vejce, zelenina aj.
- Rybí výrobky po italském způsobu.

Zásady a označování rybích konzerv jsou srovnatelné s konzervami z masa. Nejdůležitějším faktorem při zpracování je čerstvost ryb (INGR, 1994).

### **Zavináče**

Ryby stejné velikosti, s kůží, zpevněné párátky, vyplněné zeleninou a vložené do obalu. Jsou uskladněny v odpovídajícím nálevu. Zavináče musí mít maso vláčné, středně tuhé a vyzrálé. Nálev je tekutý s křehkou zeleninou. Chuť výrobku je sladko–kyselá a vyrovnaná. Aroma je po octu a zelenině a vůně je příznačná pro marinované maso (SAMPELS, 2014).

### **Sled'ové filety v oleji**

Kusy stejné velikosti s typickým vzhledem vyzrálé ryby. Filety jsou dobře vyčištěny a bez kůže. Jsou zalité olejem s kořeněnou cibulí a dobře poskládané. Znakem je jemná chuť a vůně marinovaného masa se zeleninou s náznakem slané a sladké chutě (VÁCHA, 2002).

### 3.7 Zásady správné výživy

Ryba je zařazena do zdravé výživy z hlediska jejího chemického složení a využitelnosti složek masa lidským organismem (RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ, 2015).

Jednotlivé kultury mají jiné požadavky na výživu a jiné kulturní zvyklosti. S rozdílnými názory v oblasti výživy se setkáváme každý den v tisku a médiích. Zvýšená možnost civilizačních nemocí je důvodem nadbytku příjmu potravy a snížení fyzické zátěže. Dle Světové zdravotnické organizace (WHO) jsou dána doporučení zdravé výživy. Rybí výrobky a ryby hrají důležitou roli při dodržování těchto doporučení (SAMPELS, 2014). Poptávka a spotřeba se neustále zvyšuje. V celosvětovém měřítku je spotřeba kolem 16 kg ročně, ale v ČR je to pouhých 5 kg i při dlouhodobé tradici. Správný výběr zásob je důležitý z důvodu kvalitního zdraví a správné udržitelnosti. Výživová hodnota ryby je vyšší čím čerstvější a zdravější ryba je. Rybí maso poskytuje nenasycené mastné kyseliny, které jsou pro nás cenné a také bílkoviny, minerální látky a vitaminy (ANONYM 8, 2017, INGR, 1994).

#### **Chemické složení rybího těla:**

Voda: 50–80 %

Bílkoviny: 15–20 %

Tuk: 1–30%

Bílkoviny ryb obsahují všechny esenciální aminokyseliny, jsou tedy biologicky plnohodnotné. K životu lidí jsou nezbytné nenasycené mastné kyseliny omega-3 a omega-6, jež obsahují mořské ryby. Mezi významné omega 3 – mastné kyseliny patří kyselina dokosaheptaenová (DHA) a kyselina eikosapentaenová (EPA) s dlouhým uhlíkovým řetězcem. Doporučená denní dávka je 250 mg kombinace EPA a DHA, nebo každé kyseliny jednotlivě. Dvě porce týdně odpovídají 250 mg (ANONYM 8, 2017, FELIX, 1998).

Při výběru ryby s vyšším obsahem bílkovin vybíráme méně tučnou, naopak pokud chceme rybu s vyšším zdrojem omega – 3 mastných kyselin vybíráme tučnou rybu. Tučnost ryb ovlivňuje druh, klimatické pásmo, pohlavní zralost, věk.

Ryby dle tučnosti dělíme na libové ryby, které mají obsah tuku do 2 % (štika, candát, treska), středně tučné ryby s obsahem 2–10 % (kapr, pstruh, tolstolobik) a ryby tučné s obsahem nad 10 % - úhoř, losos, makrela, sled'. Tuk se ukládá ve svalovině nebo v játrech (ANONYM 9, 2017).

Ryba je nedocenitelným zdrojem minerálních látek a vitaminů. Sladkovodní i mořské ryby obsahují vápník, draslík, fosfor. Mořské ryby jsou příznivým zdrojem jódu, který je důležitý při řízení životních funkcí štítné žlázy. Mezi vitaminy, které obsahují ryby, patří vitamin A, D a E rozpustné v tucích, dále pak B komplex (B1, B2, B6 a B12). Dalším zdrojem vitamínu rozpustných ve vodě jsou vitamin C, niacin, kyselina pantotenová, listová, cholin a selen (RYBÁŘSKÉ SDRUŽENÍ, 2015).

Všechny zdroje musí být přijímány ve stravě, protože tělo si je nedokáže vyprodukovat samo. Z výživového hlediska jsou ryby a mořské plody výborným zdrojem (DOBROTOVÁ, 2011).

### **3.8 Oblasti FAO**

Česká republika je členem organizace spojených národů pro výživu a zemědělství (FAO – Food and Agriculture Organization) a Světového potravinového programu (WFP – World Food Programme). Tyto organizace mají sídlo v Římě a jsou specializovanými institucemi (ANONYM 10, 2017).

Organice FAO byla založena v letech 1945–1946. Česká republika, v té době ještě Československo, byla jednou ze 42 zakladatelských zemí. Rok 1948 znamenal ukončení členství v organizaci a až v roce 1968 došlo k jejímu obnovení. Po rozpadu Československa se Česká republika stala členem organizace roku 1993. Členství v OSN navazuje členstvím vyššího správního orgánu Výkonné rady WFP (ANONYM 10, 2015).

FAO (Food and Agriculture Organization) organizace pro potraviny a zemědělství při OSN. Organizace se věnuje podpoře a rozvoji ekologického a šetrného rybolovu



a akvakultury. Podporuje ochranu biologické rozmanitosti a životního prostředí vodních ekosystémů. Organizace zlepšuje také stav v rozvojových a chudých zemí (ŠPÁNÍK, 2016).

FAO organizace pro výživu a zemědělství se diferencuje na rybolovné oblasti s mezinárodně platným názvem a číslem. Oblastí je mnoho a rozdělují se na podoblasti, protože každá oblast má více populací stejného druhu, jinou kvalitu vody, teplotu a proudění. Ukázka FAO oblastí je znázorněna na obrázku 15 (ANONYM 11, 2017, ANONYM 12, 2003).



Obr. 15: Oblasti FAO (ANONYM 27, 2017)

**Tabulka 3:** oblasti odlovu dle FAO (ANONYM 27, 2017)

Arktické moře	oblast 18
Severozápadní Atlantik	oblast 21
Severovýchodní Atlantik	oblast 27
Středozápadní Atlantik	oblast 37
Středovýchodní Atlantik	oblast 34
Středozevní moře a Černé moře	oblast 37
Jihozápadní Atlantik	oblast 41
Jihovýchodní Atlantik	oblast 47
Antarktický Atlantik	oblast 48
Západní Indický oceán	oblast 51
Východní Indický oceán	oblast 57

Antarktický a jižní Indický oceán	oblast 58
Severozápadní Tichý oceán	oblast 61
Severovýchodní Tichý oceán	oblast 67
Středozápadní Tichý oceán	oblast 71
Středovýchodní Tichý oceán	oblast 77
Jihozápadní Tichý oceán	oblast 81
Jihovýchodní Tichý oceán	oblast 87
Antarktický Tichý oceán	oblast 88

### 3.9 Legislativa

V potravinách se objevuje mnoho sloučenin rtuti. Svalovina ryb obsahuje z 85 % rtuť v podobě methylrtuti a dalších 80-90 % rtuti se nachází v tkáních ryb. Chemická forma rtuti má největší vliv na organismus, kdy dochází k absorpci, eliminaci a distribuci z organismů. Z důvodu poškození organismů stanovilo mnoho Zemí limity na obsah rtuti v potravinách. Limit je stanoven jednotně pro celkovou rtuť. V EU dle nařízení 466/2001 je stanoveno 0,5 mg/kg pro rybí výrobky s výjimkou vybraných druhů ryb, kde se akceptuje 1mg/kg (RUPRICH, 2004).

Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, ve znění pozdějších předpisů, stanovuje maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách zejména na ochranu zdraví těch nejcitlivějších skupin obyvatelstva, tj. dětí, starších osob a těhotných žen. Potraviny s vyššími limity kontaminujících látek, než jsou limity specifikované v příloze tohoto právního předpisu, se nesmí prodávat. Tyto limity se vztahují na jedlou část potravin a uplatní se i na vícesložkové nebo zpracované, sušené nebo naředěné potraviny. Nařízení stanovuje i nejnižší maximální limity kontaminujících látek, kterých je možné rozumně dosáhnout při dodržování správných výrobních postupů a správných zemědělských postupů.

V rámci směrnice 93/5/EHS byl v roce 2004 proveden úkol vědecké spolupráce 3.2.11 nazvaný „Posouzení dietární expozice arzenu, kadmia, olova a rtuti v členských státech EU“ (Zprávy o úkolech vědecké spolupráce, úkol 3.2.11 „Posouzení dietární expozice arzenu, kadmia, olova a rtuti v členských státech EU“). S ohledem na toto

posouzení a na stanovisko Vědeckého výboru pro potraviny je vhodné přijmout opatření k co největšímu snížení přítomnosti rtuti v potravinách.

Pokud jde o rtuť, Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) přijal dne 24. února 2004 stanovisko k obsahu rtuti a methylrtuti v potravinách. Stanovisko Vědeckého výboru pro kontaminující látky v potravinovém řetězci Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) vydané na žádost Komise a týkající se rtuti a methylrtuti v potravinách (přijaté dne 24. února 2004), a schválil prozatímní tolerovatelný týdenní příjem 1,6 µg/kg tělesné hmotnosti. Methylrtuť je chemická forma, jež působí z hlediska zdraví největší obavy a může tvořit více než 90 % celkového množství rtuti obsažené v rybách a produktech rybolovu. S ohledem na výsledek úkolu vědecké spolupráce 3.2.11 dospěl Evropský úřad pro bezpečnost potravin k závěru, že obsah rtuti v jiných potravinách, než jsou ryby a produkty rybolovu, působí z hlediska zdraví menší obavy. V potravinách s výjimkou ryb a produktů rybolovu se rtuť vyskytuje především v jiných formách než methylrtuť, přičemž tyto jiné formy rtuti jsou považovány za méně rizikové.

Vedle stanovení maximálních limitů je vhodným prostředkem ochrany ohrožených skupin obyvatelstva před methylrtutí cílená informovanost spotřebitele. Na internetových stránkách Generálního ředitelství Evropské komise pro zdraví a ochranu spotřebitele bylo proto umístěno informační sdělení týkající se methylrtuti obsažené v rybách a produktech rybolovu (ANONYM 13, 2017).

V případech, kdy požadavky na jakost nestanoví přímo použitelné předpisy Evropské unie upravující produkty rybolovu a akvakultury, platí požadavky uvedené v legislativních ustanovení ČR. Požadavky na jakost upravuje v české legislativě vyhláška Ministerstva zemědělství č. 69/2016Sb, o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, v platném znění. Vyhláška stanovuje, že čerstvé produkty rybolovu a akvakultury a ostatní vodní živočichové musí vykazovat konzistenci s vlastnostmi charakteristickými pro strukturu svaloviny. Zpracované produkty rybolovu a akvakultury, s výjimkou zpracovaných produktů rybolovu a akvakultury uzených studeným kouřem, se tepelně opracovávají tak, aby bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut, a organoleptickými vlastnostmi odpovídají v obchodním názvu deklarovanému

živočišnému rodu a druhu, bez cizích chutí a pachů. Solené produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich se vyrábějí pouze z čerstvých nebo zmrazených produktů rybolovu a akvakultury, jiker a mlíčí. Obsah soli v silně solených produktech rybolovu a akvakultury a výrobcích z nich je více než 14 %, ve středně nasolených 10 až 14 %, ve slabě nasolených 4 až 10 %. Sardelová pasta může obsahovat maximálně 25 % soli. Sušené produkty rybolovu a akvakultury mohou být solené a nesolené, obsah vody v nich musí být nižší než 18 % a skladují se při relativní vlhkosti vzduchu 65 až 70 % (ANONYM 13, 2017).

### **3.10 Metody stanovení rtuti**

Metody ke stanovení rtuti můžeme rozdělit na postupy, kterými stanovíme rtuť s ostatním kovy a na postupy použitelné jen ke stanovení konkrétního kovu (rtuti).

#### **3.10.1 AAS – Atomová absorpční spektrometrie**

AAS se řadí mezi optické spektrální metody. Principem je specifická absorpce monochromatického záření volnými atomy, které jsou v plynném stavu. Atomy absorbují záření o dané vlnové délce (určité energii), která koresponduje s rozdílem základního a některého excitovaného stavu. Část záření, která se bude absorbovat, odpovídá svými vlnovými délkami rezonančním čarám. K měření se využije čára, u které je nejvyšší absorpce záření. Dle Lambert-Beerova zákona je podstatná hodnota naměřené absorbance. Absorbance závisí na koncentraci atomů ve vzorku (KLOUDA, 2003).

V AAS se jako zdroj záření se stanovením Hg používají výbojky s dutou katodou. Stanovovaný prvek je nutné použít také jako zdroj záření, kterým bude možno poskytnout záření o požadované vlnové délce. U rtuti je vlnová délka 253,6 a 185 nm. Dle použití atomizačních a prekoncentračních technik se určují limity detekce, které se pohybují od jednotek ng do desetin  $\mu\text{g}$  (STUŽKA, 2000, KLOUDA, 2003).



proudí z plynných produktů rozloženého vzorku, se zachytí na amalgamátoru (ALTEC, 2002).

Proud kyslíku vede plynné produkty přes amalgamátor, který zachytí páry rtuť. V poslední fázi je zachycená rtuť ve vypuzovací peci krátkým ohřevem uvolněna, aby prošla přes měřící celu. Výsledná data jsou předána do řídicí jednotky.

Délky kyvet se liší v poměru 10:1. Mezi kyvety je připojena zpožďovací nádobka, která leží mimo vizuální osu přístroje. Clona může bránit funkci nízkotlaké rtuťové výbojky, která je zdrojem záření. Kyveta nesmí přesahovat hodnot větších než objem zpožďovací nádoby. Interferenční filtr, který je složkou detektoru, odděluje spektrální čáru rtuti na 253,6 nm (ALTEC, 2002).

Kyslík je nosným plynem. Vzorek, který je dávkovaný na niklovou lodičku se většinou pohybuje kolem 500  $\mu$ l anebo asi okolo 200 mg. Limity pro pevné a kapalné vzorky se liší. Pro kapalné vzorky je detekční limit cca 0,1 ng/ml (ppb) a pro pevné vzorky je limit 1 ng/g (ppb) (ANONYM 14, 2017).

## 4 PRAKTICKÁ ČÁST

### 4.1 Analyzované vzorky

Pro stanovení rtuti byly analyzované vzorky ryb zakoupeny v obchodních řetězcích Tesco, Kaufland, Albert, Penny market, Lidl, Ocean 48 v České republice a v obchodě s potravinami v Anglii. Vzorky byly vždy po vyjmutí vzorku z konzervy ihned analyzovány. Výrobky byly produkty firem Varmuža, Franz Josef, ISABEL, K-classic, Blue bay, Basic, Giana, Rio mare, John West, Sea food, Lorea gourmet, Nautica, Nekton, Sun and sea, Princes. Celkový obsah rtuti byl stanoven na přístroji AMA 254 (Altec, ČR). K analýze byly použity jednotlivé vzorky čisté svaloviny s navázkou 0,1 g. Vzorky byly měřeny ve třech opakováních, ze kterých byl poté vypočítán průměr. Zpracování dat proběhlo v programu MS Excel a SSS Statistical. K testování dat byl použit Kolmogorovův- Smirnovův a Kruskal- Wallisův test.

#### 4.1.1 Měření na přístroji AMA 254

Na začátku práce je nutné zkontrolovat, zda je přístroj čistý. Bylo nutné vyčistit dávkovací lodičky a přístroj pomocí programu CLEAN. Absorbance menší nebo rovna 0,0030 ukazovala, že přístroj byl čistý.

##### 4.1.1.1 Postup měření:

- a) Vložený vzorek do lodičky byl ve spalovací peci ohřevem vysušen a spálen proudem kyslíku s teplotou 850–500°C.
- b) Katalyzátorem prošly rozkladné produkty, u kterých se dokončila oxidace
- c) Látky kyselého charakteru se zachytily na katalyzátoru.
- d) Výsledné produkty spalování se proudem kyslíku přenášely přes amalgamátor, který na sebe nahromadil rtuť.
- e) Páry rtuti byly plynem přeneseny přes delší měřicí kyvetu. Po ukončeném rozkladu vzorku a ustálení teploty jsme určili množství pár.
- f) Rtuť se seskupila ve zpoždovací nádobce a poté se přesunula na krátkou měřicí kyvetu, zde se ještě množství přeměřilo dvakrát.

g) Řídicí počítač přijal všechny data a ovládací program je zpracoval na data, která jsou přístupné pro uživatele (ALTEC 2002).

**Parametry měření :**

Kalibrace	Kontrolní standard o koncentraci 0,2 mg/l (Připraven ze standardního roztoku Hg 1 mg/ml, Astasol = Hg, Analytika Praha, ČR)
Navážka vzorku	100 mg rybí svaloviny nebo jater
Časový program (sušení – rozklad – čekání)	60s – 150s – 45s
Vlnová délka	253,6 nm
Zdroj záření	Nízkotlaká rtuťová výbojka
Uložení dat	V databázi MSDE (Microsoft Data Engine)



**Obr. 18:** AMA 254 (vlastní foto)



#### 4.1.2 Hazard index výpočet dle Kannana (1998)

Index rizika neboli hazard index (H) jsme použili ke zhodnocení zdravotního rizika konzumace ryb, které obsahují celkovou rtuť. K výpočtu byla vybrána průměrná hmotnost konzumenta (W) 70 kg. Pokud při konzumaci ryb je index rizika větší, než 1 hrozí zdravotní riziko, ale při indexu rizika menším než 1 nepředstavuje žádné nebezpečí.

$$D = C * \frac{I}{W * 1000}$$

$$H = \frac{D}{RfD}$$

Kde:

D – maximální denní tolerovatelné množství rtuti (g/kg)

C – obsah Hg ve vzorku rybích výrobků (mg/kg)

I - průměrná spotřeba ryb 14,52 g/den pro normálního konzumenta (k výpočtu hodnoty I jsem využila průměrné množství zkonsumovaných ryb na osobu/rok v ČR vydělenou počtem dní v kalendářním roce. V roce 2015 bylo průměrné množství zkonsumovaných ryb na osobu 5,3kg.

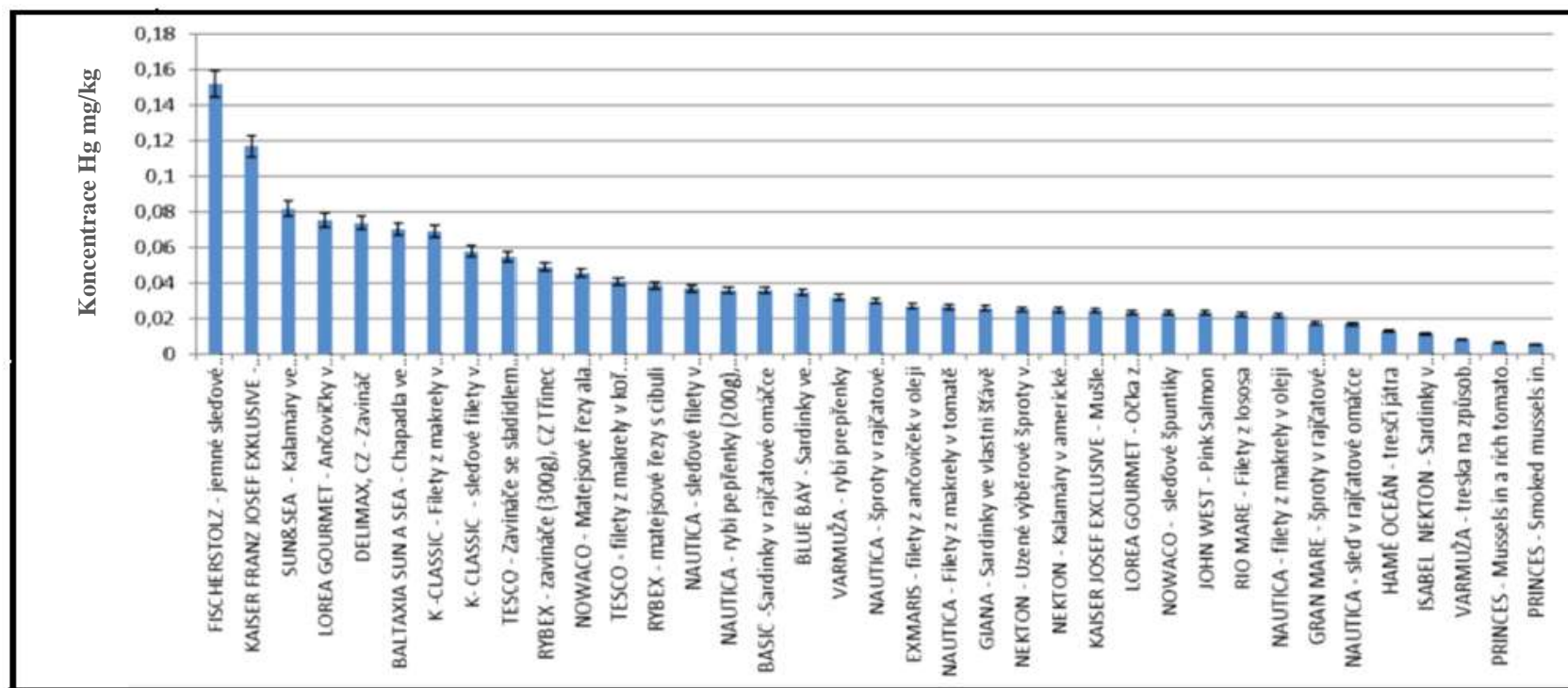
C - průměrný obsah celkové rtuti

W - zvolená hmotnost konzumenta 70 kg

RfD – referenční dávka pro rtuť (0,0003 mg/kg tělesné hmotnosti za den). RfD znamená odhadovaný denní příjem rtuti, což při příjmu rtuti nepředstavuje riziko po celý život.

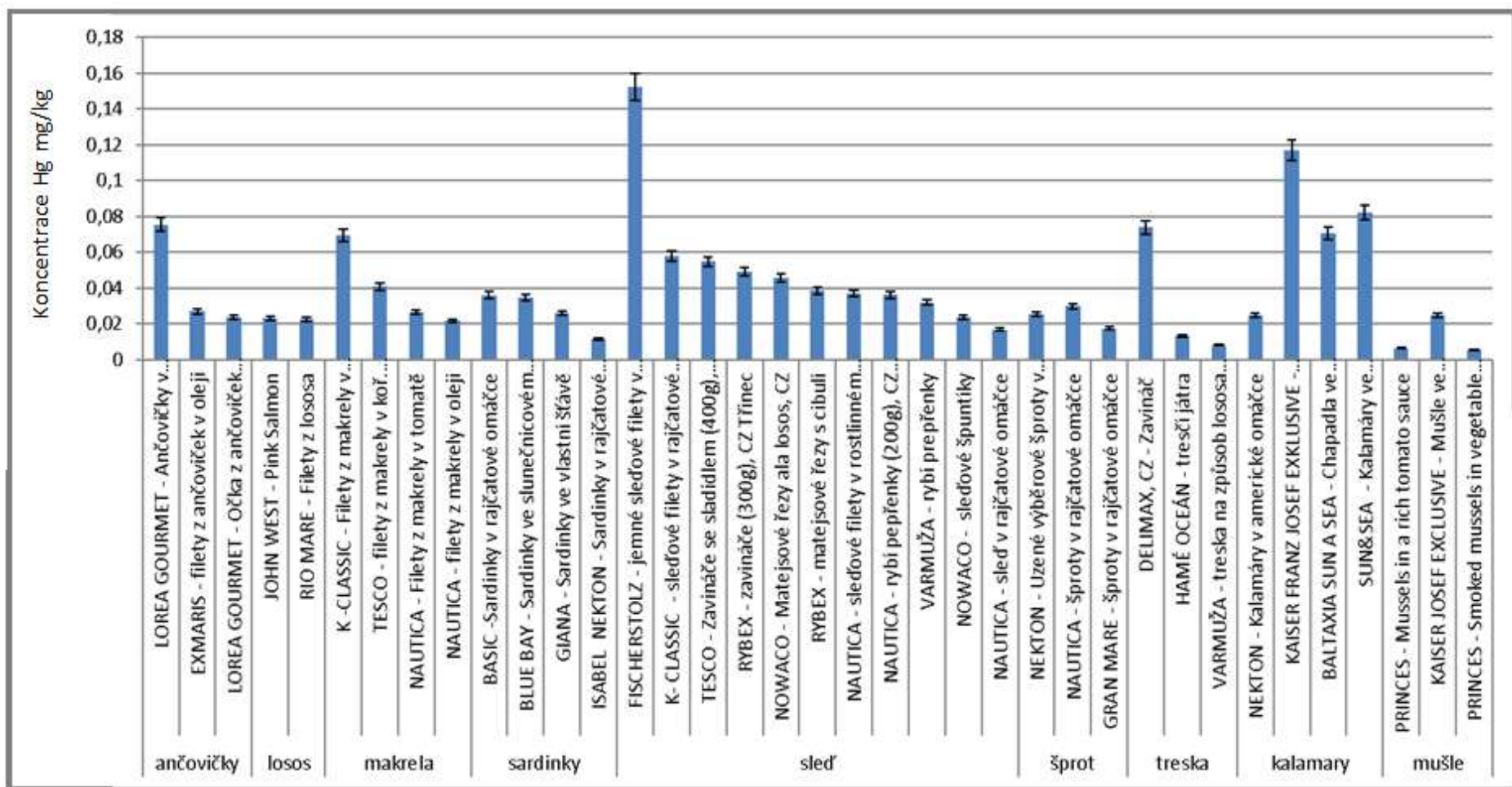
## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Analýza celkového obsahu rtuti v rybích výrobcích



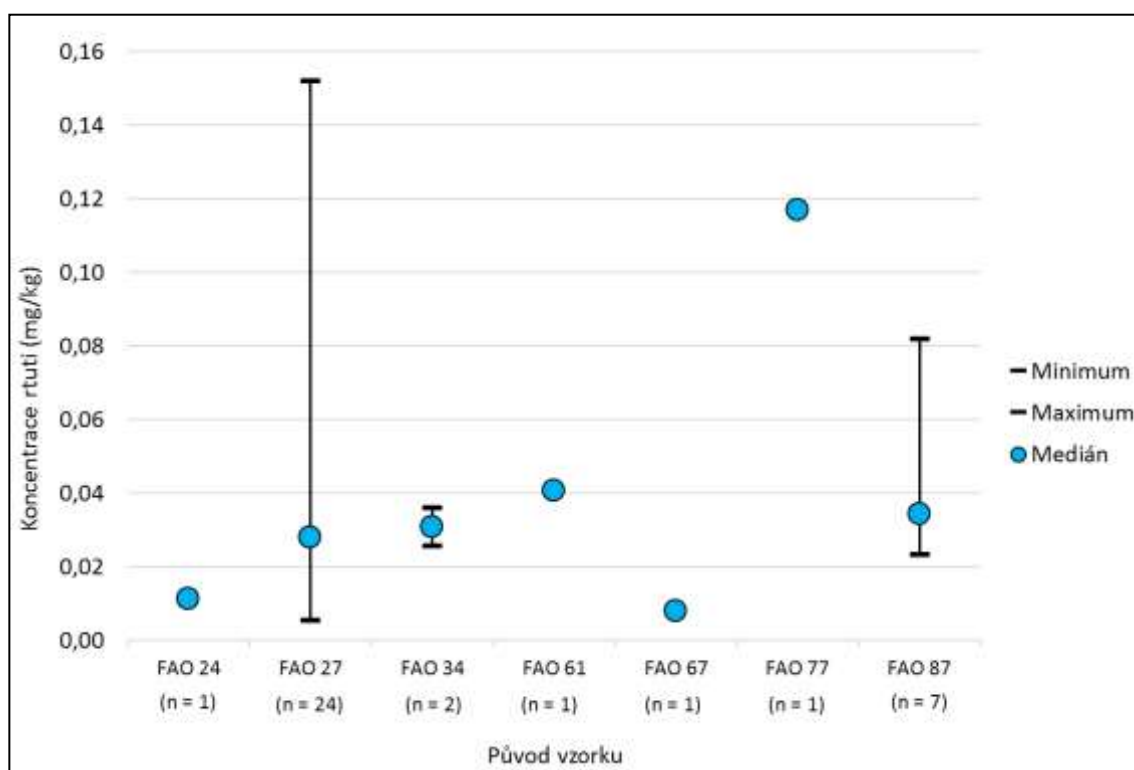
Obr. 19: Koncentrace rtuti v analyzovaných vzorcích

Na obrázku 19 je znázorněná koncentrace rtuti všech měřených vzorků ryb uspořádaných sestupně. Celkově byla stanovena koncentrace rtuti u 37 vzorků. Všechny vzorky splňují požadavky EU a ani jeden z nich nepřekročil limitní hodnoty 0,5 ani 1 mg/kg pro vybrané druhy ryb. Naměřené hodnoty u sledů a kalamárů jsou odlišné, ale rozdíl mezi nimi není statisticky významný ( $p > 0,05$ ). Nejvyšší množství rtuti v přípustné hodnotě bylo u vzorku Fischerstolze – jemné sled'ové filety v rajčatové omáčce, kde byla naměřena koncentrace rtuti  $0,1521 \pm 0,0112$  mg/kg. Ostatní vzorky sledů měly podstatně nižší koncentraci. Oproti tomu, nejnižší koncentrace rtuti byla ve vzorku PRINCES-Smoked mussels in vegetable oil, kde byla hodnota koncentrace rtuti ve vzorku stanovena  $0,005 \pm 0,002$  mg/kg. Průměrná hodnota koncentrace rtuti ve všech 37 vzorcích je  $0,0399 \pm 0,0307$  mg/kg a medián koncentrace rtuti ve všech vzorcích je  $0,298 \pm 0,0307$  mg/kg.



Obr. 20: Koncentrace rtuti dle analyzovaných skupin

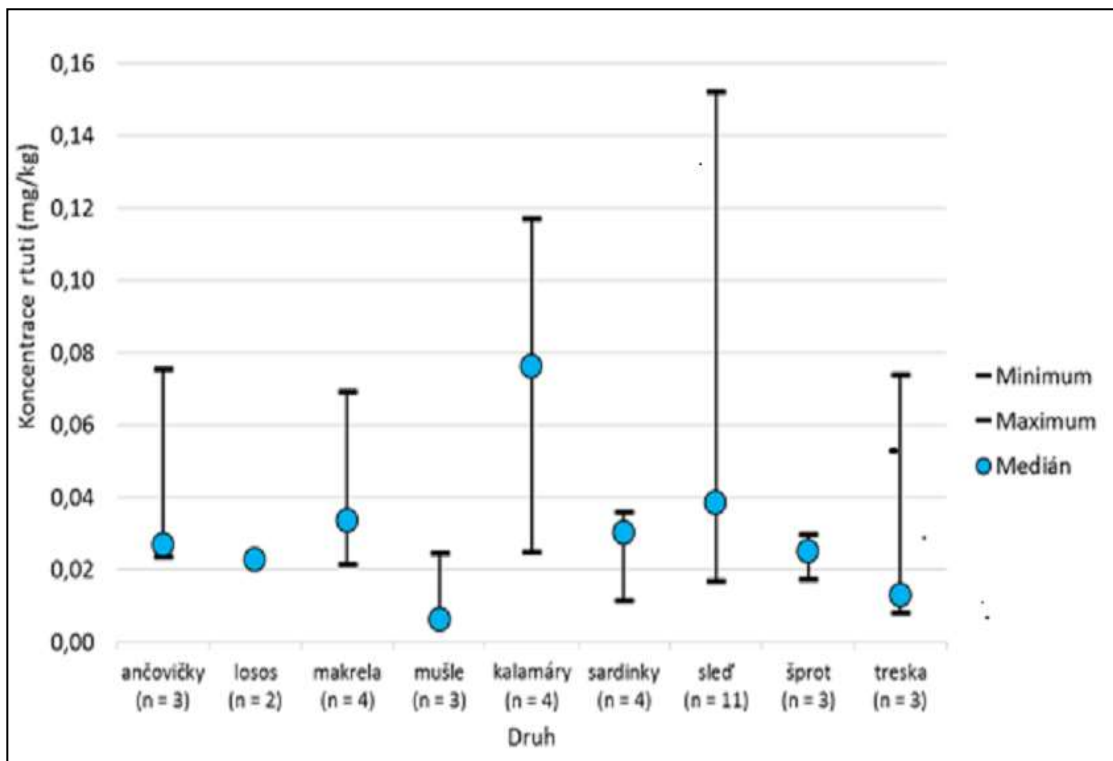
Obrázek 20 znázorňuje naměřené koncentrace rtuti dle druhu ryb. Nejvyšší koncentrace rtuti se vyskytují u druhu kalamáry, a naopak nejnižší u skupiny mušle. Skupina sled' obsahovala jeden vzorek s vyšší koncentrací rtuti než ostatní, avšak dalších deset zkoumaných vzorků sled'ů vykazovalo výsledky měřených koncentrací rtuti s minimálním rozdílem. Skupiny ančovičky, šproty, losos, makrela, sardinky se ve vyšší hodnoty koncentrace rtuti statisticky nelišily a koncentrace rtuti měřených vzorků se pohybovaly v rozmezí hodnot od 0,02-0,04 mg/kg.



Obr. 21: Srovnání obsahu rtuti podle oblastí původu vzorku

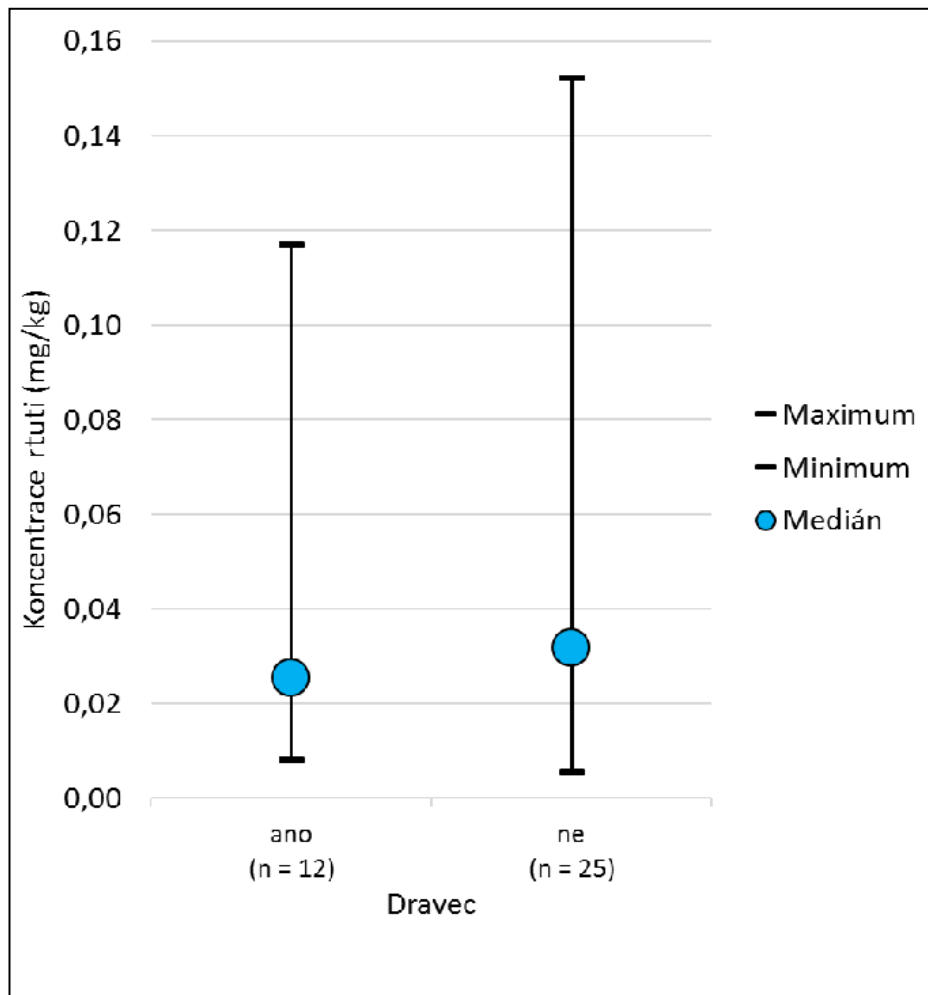
Obrázek 21 ukazuje, že nejvíce měřených vzorků pocházelo z oblasti severovýchodního Atlantského oceánu, což je FAO 27. Dle výsledků měření se jednalo o nejfrekventovanější oblast odlovu, ze které pocházelo 24 vzorků. Výrobky z oblasti FAO 27 jsou nejvíce dováženy do naší republiky, proto se v mém měření objevovaly nejčastěji. Medián koncentrace rtuti v této oblasti je  $0,0281 \pm 0,0304$  mg/kg. V této oblasti FAO 27 byla naměřena nejvyšší hodnota koncentrace rtuti  $0,152 \pm 0,012$  mg/kg,

ale rovněž i nejnižší hodnota koncentrace rtuti  $0,0053 \pm 0,002$  mg/kg. Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vzorky z oblasti FAO 67 a FAO 24, kde byly naměřeny obdobně nízké koncentrace rtuti. Druhou skupinou, kde bylo měřeno více vzorků ryb, byla oblast FAO 87. V této skupině bylo měřeno 7 vzorků, medián koncentrace rtuti u těchto vzorků je  $0,0345 \pm 0,0264$  mg/kg. Vzorky z oblasti FAO 87 se statisticky významně neliší od vzorků z oblasti FAO 27.



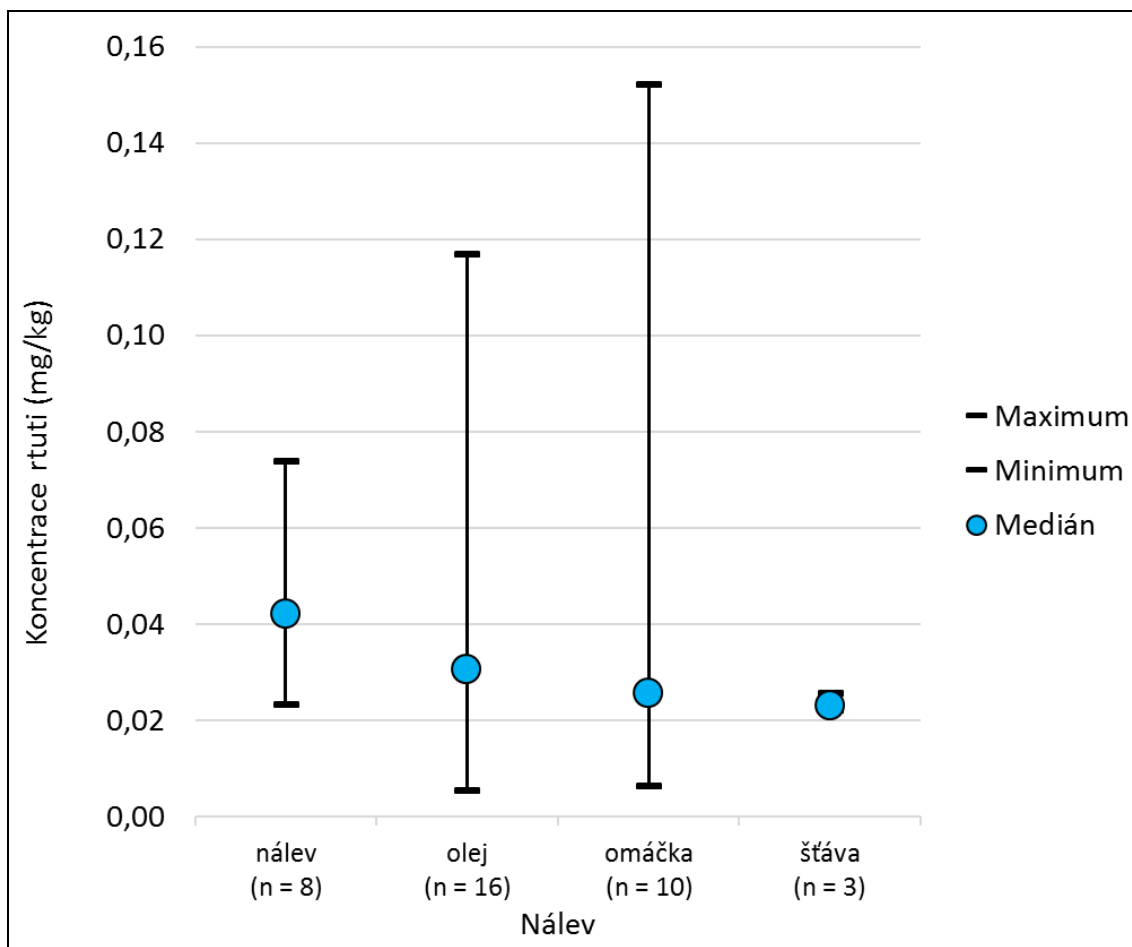
Obr. 22: Srovnání obsahu rtuti podle druhu ryb

Obrázek 22 zobrazuje srovnání mediánu koncentrace rtuti mezi různými druhy ryb. Nejvyšší medián obsahu rtuti byl naměřen u skupiny kalamáry, a to  $0,076$  mg/kg  $\pm 0,0465$  mg/kg, a nejnižší medián obsahu rtuti u skupiny mušle –  $0,006 \pm 0,01$  mg/kg. Medián koncentrace rtuti u makrely ( $0,0336$  mg/kg  $\pm 0,0204$ ), sardinky ( $0,0301$  mg/kg  $\pm 0,0113$ ) a sledě ( $0,0384$  mg/kg  $\pm 0,0363$ ) byl velmi podobný – nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Koncentrace rtuti u ančoviček a šprotů se ve svém mediánu nelišily.



Obr. 23: Srovnání obsahu rtuti podle typu ryby

Obrázek 23 vyjadřuje, že výsledné vzorky neovlivnilo, zda byli dravci či nedravci. Medián koncentrace rtuti u dravců ( $0,0255 \pm 0,0339$  mg/kg) a nedravců ( $0,0318 \pm 0,0297$  mg/kg) se statisticky významně neliší. Výsledné hodnoty jsou obdobné a rozdíl je minimální. Z grafu vyplývá, že z hlediska obsahu rtuti v rybách není tedy podstatné, zda se jedná o dravce či nedravce v této vybrané skupině analyzovaných vzorků. Ovšem z celkového pohledu v rozdílném příjmu potravy u ryb je rozdíl v obsahu rtuti ve svalovině ryb mezi dravci a nedravci značný, a to zejména díky bioakumulaci a biomagnifikaci rtuti v rybách.



Obr. 24: Srovnání obsahu rtuti podle nálevu

Obrázek 24 znázorňuje mediány koncentrace rtuti dle druhu konzervovaného výrobku. Koncentrace rtuti v nálevu a oleji byla velmi obdobná, nižší medián obsahu rtuti byl naměřen při konzervaci ve vlastní šťávě (medián  $0,0230 \pm 0,0019$  mg/kg) a v omáčce (medián  $0,0255 \pm 0,0427$  mg/kg). Nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými druhy konzervace.



## 5.1 5.2 Hodnocení rizika z konzumace rybích výrobků

Tabulka 3: Tabulka s výpočty indexů

POPIS VZORKU	koncentrace Hg [mg/kg]	D-maximální denní tolerované množství Hg [g/kg]	H-hazard index
FISCHERSTOLZ - jemné sledřové filety v rajčatové omáčce	0,1521	$31,55 * 10^{-6}$	0,1052
KAISER FRANZ JOSEF EXKLUSIVE - Kalamáry	0,1169	$24,25 * 10^{-6}$	0,0808
LOREA GOURMET - Ančovičky v olivovém oleji	0,0753	$15,63 * 10^{-6}$	0,0521
DELIMAX, CZ - Zavináč	0,0738	$15,31 * 10^{-6}$	0,0510
BALTAXIA SUN A SEA - Chapadla ve slunečnicovém oleji	0,0702	$14,57 * 10^{-6}$	0,0486
K -CLASSIC - Filety z makrely v řepkovém oleji	0,0691	$14,33 * 10^{-6}$	0,0478
K- CLASSIC - sledřové filety v rajčatové omáčce s pivem	0,0578	$12,00 * 10^{-6}$	0,0400
TESCO - Zavináče se sladidlem (400g), CZ Hodonín	0,0546	$11,33 * 10^{-6}$	0,0378
RYBEX - zavináče (300g), CZ Třinec	0,0490	$10,16 * 10^{-6}$	0,0339
NOWACO - Matejsové řezy ala losos, CZ	0,0457	$9,48 * 10^{-6}$	0,0316
TESCO - filety z makrely v koř. rostlinném oleji	0,0408	$8,46 * 10^{-6}$	0,0282
RYBEX - matejsové řezy s cibulí	0,0384	$7,97 * 10^{-6}$	0,0266
NAUTICA - sledřové filety v rostlinném oleji	0,0367	$7,61 * 10^{-6}$	0,0254
NAUTICA - rybí pepřenky (200g), CZ Hodonín	0,0360	$7,47 * 10^{-6}$	0,0249
BASIC - Sardinky v rajčatové omáčce	0,0359	$7,45 * 10^{-6}$	0,0248
BLUE BAY - Sardinky ve slunečnicovém oleji	0,0344	$7,15 * 10^{-6}$	0,0238
VARMUŽA - rybí prepřenky	0,0318	$6,60 * 10^{-6}$	0,0220
NAUTICA - šproty v rajčatové omáčce	0,0298	$6,18 * 10^{-6}$	0,0206
EXMARIS - filety z ančoviček v oleji	0,0268	$5,56 * 10^{-6}$	0,0185

NAUTICA - Filety z makrely v tomatě	0,0264	5,48* 10 <sup>-6</sup>	0,0183
GIANA - Sardinky ve vlastní šťávě	0,0257	5,34* 10 <sup>-6</sup>	0,0178
KAISER JOSEF EXCLUSIVE - Mušle ve slunečnicovém oleji s uzenou příchutí	0,0244	5,07* 10 <sup>-6</sup>	0,0169
LOREA GOURMET - Očka z ančoviček plněné kapari	0,0234	4,86* 10 <sup>-6</sup>	0,0162
NOWACO - sled'ové špuntíky	0,0234	4,85* 10 <sup>-6</sup>	0,0162
JOHN WEST - Pink Salmon	0,0230	4,78* 10 <sup>-6</sup>	0,0159
RIO MARE - Filety z lososa	0,0221	4,59* 10 <sup>-6</sup>	0,0153
NAUTICA - filety z makrely v oleji	0,0215	4,46* 10 <sup>-6</sup>	0,0149
GRAN MARE - šproty v rajčatové omáčce	0,0172	3,57* 10 <sup>-6</sup>	0,0119
NAUTICA - sled' v rajčatové omáčce	0,0168	3,48* 10 <sup>-6</sup>	0,0116
HAMÉ OCEÁN - tresčí játra	0,0130	2,70* 10 <sup>-6</sup>	0,0090
ISABELNEKTON - Sardinky v rajčatové omáčce	0,0113	2,35* 10 <sup>-6</sup>	0,0078
VARMUŽA - treska na způsob lososa drcená	0,0080	1,66* 10 <sup>-6</sup>	0,0055
NEKTON - Kalamáry v americké omáčce	0,0246	5,12* 10 <sup>-6</sup>	0,0171
SUN&SEA- Kalamáry ve slunečnicovém oleji	0,0818	16,98* 10 <sup>-6</sup>	0,0566
PRINCES - Mussels in a richtomatosauce	0,0062	1,3* 10 <sup>-6</sup>	0,0043
PRINCES - Smokedmussels in vegetableoil	0,0053	1,12* 10 <sup>-6</sup>	0,0037
NEKTON - Uzené výběrové šproty v rostlinném oleji	0,0250	5,20* 10 <sup>-6</sup>	0,0173

*Poznámka: K hodnocení rizika toxicity byl použit hazard index. Čím více se hazard index blíží 1, tím je vyšší riziko toxicity. Měření této práce neprokázalo žádnou hodnotu, která by měla hazard index rovno nebo větší než 1 a tím by tedy hrozilo riziko toxicity. Naopak hodnoty hazard indexu jednotlivých měřených vzorků jsou nízké, proto jejich dlouhodobá konzumace nevyvolá riziko toxicity.*

## 6 DISKUZE

KRÁL a kol. (2017) v článku Mercury in canned fish from local markets in the Czech Republic analyzovali 110 vzorků konzervovaných ryb. Jejich cílem bylo porovnat celkovou rtuť z hlediska oblasti odlovu a druhu. Nejnižší průměrná hodnota koncentrace rtuti byla u druhu šprot  $0,02 \pm 0,006$  mg/kg, což je srovnatelné s analyzovanou hodnotou u šprotů z našeho měření. Měření této diplomové práce obsahovalo 37 vzorků a nebyla prokázána žádná nadlimitní hodnota. Uvedená studie uvedla nadlimitní hodnotu u druhu Pamakrela temná 1,05-1,37 mg/kg. Nadlimitní hodnoty představují riziko pro lidské zdraví. Stejně tak jako ve studii byly vzorky analyzované v rámci druhu a oblasti. Studie i tato diplomová práce analyzovala druh sled' ze stejné oblasti FAO 27. Výsledná analýza v této práci neprokázala statisticky významný rozdíl obsahu rtuti v žádné zkoumané skupině. Naopak Král a kol. prokázal statistický významný rozdíl v měření mezi druhy výrobků.

FRANTZEN a kol. (2015) se věnují ve své studii A baseline study of metals in herring (*Clupeaharengus*) from the Norwegian sea, with focus on mercury, cadmium, arsenic and lead sledováním koncentrace kontaminujících látek u sledě obecného v Norském moři. Během studie bylo zkoumáno 800 sled'ů. Koncentrace rtuti ve vzorcích sled'ů se pohybovala v rozmezí od 0,01 do 0,40 mg/kg s výslednou průměrnou hodnotou 0,039 mg/kg. Tato hodnota průměrné koncentrace u sled'ů je srovnatelná s průměrnou hodnotou uvedenou v této diplomové práci s koncentrací  $0,049 \pm 0,036$  mg/kg.

IKEM a kol. (2005) v článku „Assessment of trace elements in cannedfishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama“ (United States of America), zaměřeném na vyhodnocení stopových prvků konzervovaných ryb, uvádí naměřené hodnoty koncentrace Hg pro makrely od 0,019 do 0,048 mg/kg. Výsledky koncentrací v této diplomové práci u makrely byly naměřeny v rozmezí hodnot 0,0215 mg/kg – 0,0690 mg/kg. Výsledky amerického průzkumu u sled'ů byly v rozmezí od 0,022 – do 0,079 mg/kg. V porovnání s mými hodnotami koncentrace rtuti v rozhraní 0,0168 mg/kg – 0,1521 mg/kg, lze konstatovat, že výsledky obou dvou studií jsou velmi podobné.

Naměřené výsledky průměrné koncentrace rtuti v konzervovaných ančovičkách  $0,041 \pm 0,029$  mg/kg byly srovnatelné se studií dle MOL (2010), která se zabývala posouzením bezpečnosti konzervovaných ančoviček s ohledem na lidské zdraví.

OKYERE a kol. (2015) stanovili průměrnou koncentraci rtuti ve studii Human exposure to mercury, lead and cadmium throat. Zkoumali množství rtuti v rybích konzervách na Ghanském trhu. Celková koncentrace rtuti se pohybovala v rozmezí od 0,01 do 0,20 mg/kg s průměrnou hodnotou 0,03 mg/kg, což odpovídá výsledkům v této diplomové práci, kde byla průměrná koncentrací rtuti ze všech analyzovaných vzorků  $0,039 \pm 0,031$  mg/kg. Okyere a kol. uvádí koncentraci rtuti u makrely v rozmezí od 0,01 do 0,08 mg/kg s průměrnou koncentrací 0,02 mg/kg, načež výsledky měření této práce byly v podobném rozhraní hodnot 0,022-0,069 mg/kg s průměrnou koncentrací  $0,0394 \pm 0,022$  mg/kg. Měřené konzervy sardinek měly koncentraci rtuti od 0,01- 0,04 mg/kg s průměrnou koncentrací rtuti  $0,02 \pm 0,011$  mg/kg, stejně tak jako výsledky diplomové práce, které byly v rozmezí 0,0113-0,0359 mg/kg s průměrnou koncentrací  $0,026 \pm 0,012$  mg/kg. Všechny výsledky se pohybovaly v podobném rozmezí.

VIEIRA a kol. (2011) v článku Mercury, and, lead and arsenic levels in three pelagic fish species from the Atlantic Ocean: Intra- and inter- specific variability and human health risks for consumption zaměřující se na stanovení množství těžkých kovů v sardinkách, naměřila průměrnou koncentraci celkové rtuti 0,1715 mg/kg. Naměřená hodnota průměrné koncentrace rtuti mého měření je  $0,039 \pm 0,031$  mg/kg, hodnoty se nepatrně lišily. Průměrná koncentrace u sardinek  $0,0269 \pm 0,012$  mg/kg v diplomové práci a koncentrace uvedená ve studii 0,0182 mg/kg se podobala.

MIKLAVČIČ a kol. (2011) v článku Mercury, selenium, PCBs and fatty acids in fresh and canned fish available on the Slovenian market stanovovali celkovou rtuť ve snaze k obecnému pochopení rizik a přínosu konzumace ryb. Uvedené hodnoty pro celkovou rtuť v konzervovaných rybách byly 0,0130 mg/kg, což je menší hodnota než v této diplomové práci, kde byla hodnota průměrné koncentrace  $0,039 \pm 0,031$  mg/kg. Jednotlivé vzorky obsahovaly koncentraci rtuti v různém poměru: konzervované ančovičky v rostlinném oleji  $0,0753 \pm 0,001$  mg/kg oproti rozdílu konzervovaných ančoviček ve studii, kde byla hodnota 0,022 mg/kg celkové rtuti. Opačný poměr měření byl u sardinek v rostlinném oleji, kde hodnoty rtuti v diplomové práci uvádí koncentraci

u sardinky od firmy Blue bay  $0,0344 \pm 0,002$  mg/kg a Miklavčič a kol. uvádí v jejich měření konzervovaných sardinek 0,094 mg/kg. V diplomové práci je koncentrace rtuti u konzervovaných makrel v rozmezí 0,02-0,06 mg/kg, uvedená studie uvádí nižší rozhraní hodnot 0,04-0,06 mg/kg. Stejně tak jako konzervovaný losos mého měření byl shodný s naměřenou průměrnou hodnotou koncentrace rtuti studie 0,02 mg/kg.

## 7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo v první řadě vytvořit literární přehled o rtuti, rybách a jejich zpracování, dále se seznámit s oblastmi odlovu a legislativou, podle které se řídí Česká republika. Praktická část byla zaměřena na stanovení obsahu rtuti v rybích výrobcích metodou AAS pomocí přístroje AMA 254.

Vzorky rybích výrobků byly zakoupeny v supermarketech v ČR a v Anglii během roku 2016. Celkem bylo zpracováno 37 druhů rybích výrobků. Analyzovány byly tyto druhy ryb: ančovičky, sledi, losos, treska, sardinky, mušle a kalamáry. Jednotlivé vzorky byly porovnány dle druhu, oblastí původu, a způsobu obživy. Významnost rozdílů mezi vzorky a mezi jednotlivými druhy ryb byla statisticky vyhodnocena. Nejvyšší koncentrace rtuti byla naměřena v rybím výrobku Fischerstolze sled'ové filety  $0,0152 \pm 0,011$  mg/kg. Naopak nejnižší koncentrace rtuti byla u rybiho výrobku PRINCES Smoked mussels in vegetable oil  $0,0053 \pm 0,002$ mg/kg.

U vzorků Ančoviček Lorea gourmet ( $0,0753 \pm 0,036$  mg/kg), SUN and SEA Chapadla ve slunečnicovém oleji ( $0,0702$  mg/kg) a Varmuža Delimax zavináč ( $0,0738 \pm 0,001$  mg/kg) byly stanovené koncentrace srovnatelné, nebyl tedy prokázán statisticky významný rozdíl. Ostatní naměřené vzorky se pohybovaly v rozmezí koncentrace rtuti od  $0,02$  až  $0,06$  mg/kg. Z pohledu oblasti lovu byly nejvyšší naměřené koncentrace rtuti zjištěny v oblasti FAO 77 ( $0,0117$  mg/kg) a nejnižší v oblasti FAO 24 ( $0,0113$  mg/kg). Nejpočetnější analyzovaná skupina ryb pocházela z oblasti FAO 27, kde byla průměrná koncentrace rtuti  $0,0375 \pm 0,0304$  mg/kg. Tato oblast je také nejvíce četná v našich supermarketech, proto tedy nejvíce vzorků pocházelo z této oblasti.

V žádném z analyzovaných rybích výrobků nebyl překročen limit  $0,5$  mg/kg pro obsah rtuti ve vybraných druzích ryb, který udává Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, avšak je nutné rybí výrobky pravidelně kontrolovat, neboť z mnoha studií vyplývá, že rtuť obsažená v rybích výrobcích může být po konzumaci nebezpečná pro lidské zdraví a vést k intoxikaci organismu.

## 8 ZDROJE

ANONYM 1: Tuňák pruhovaný. *Zivazeme* [online] 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://zivazeme.cz/atlas-ryb/tunak-pruhovany>

ANONYM 2: Tuňák žlutoploutvý. *Fishao*[online]. 2017 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://www.fishao.cz/ryba/tunak-zlutoploutvy>

ANONYM 3: Makrela obecná. *Zivazeme*[online]. [cit. 2017-01-02]. Dostupné z: <http://zivazeme.cz/atlas-ryb/makrela-obecna>

ANONYM 4: Slávky. Rybolov a chov ryb v Evropě[online]. 2012, č. 59 [cit. 2017-01-23]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/mussels\\_cs.pdf](https://ec.europa.eu/fisheries/sites/fisheries/files/docs/body/mussels_cs.pdf)

ANONYM 5: Losos obecný: Rybolov. *Evropská komise: Rybolov* [online]. [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/fisheries/marine\\_species/farmed\\_fish\\_and\\_shellfish/salmon\\_cs](https://ec.europa.eu/fisheries/marine_species/farmed_fish_and_shellfish/salmon_cs)

ANONYM 6: *Konzervace*. VFU - IVA, 2014. 48 s. Dostupné z: <https://www.vfu.cz/vyzkum-vyvoj/strategie-a-rozvoj/iva-vfu-brno/iva-2014/konzervace.pdf>

ANONYM 7: Význam a klasifikace jednotlivých druhů. *Biomikro. VSCHT* [online]. 2017 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: [http://biomikro.vscht.cz/vyuka/mzp/Vyznam\\_a\\_klasifikace\\_jednotlivych\\_druhu.pdf](http://biomikro.vscht.cz/vyuka/mzp/Vyznam_a_klasifikace_jednotlivych_druhu.pdf)

ANONYM 8: EUFIC: The importance of omega-3 and omega-6 fatty acids. *EUFIC* [online]. 2008 [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <http://www.eufic.org/en/food-today/article/the-importance-of-omega-3-and-omega-6-fatty-acids>.

ANONYM 9: Ryby a zdraví. *Makro* [online]. 2017 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <http://www.makro.cz/o-makro/ryby-a-morske-plody/ryby-a-zdravi>

ANONYM 10: Základní informace k aktivitám ČR ve FAO. *Velvyslanectví České republiky v Římě* [online]. 2008 [cit. 2017-01-15]. Dostupné z: [http://www.mzv.cz/rome/cz/o\\_velvyslanectvi/mezinarodni\\_organizace\\_fao/zakladni\\_informace\\_k\\_aktivitam\\_cr\\_ve\\_fao.html](http://www.mzv.cz/rome/cz/o_velvyslanectvi/mezinarodni_organizace_fao/zakladni_informace_k_aktivitam_cr_ve_fao.html)

ANONYM 11: Lov a chov ryb. *Makro* [online]. [cit. 2017-01-03]. Dostupné z: <http://www.makro.cz/o-produktech/ryby-a-morske-plody/lov-a-chov-ryb>

ANONYM 12: GREENPEACE. *Není ryba jako ryba, Průvodce šetrným nakupováním ryb*. 2. vyd., 2003. Dostupné z: <http://www.greenpeace.org/czech/Global/czech/P3/dokumenty/Ryby/neni-ryba-jako-ryba-pruvodce-2-2013.pdf>

ANONYM 13: *EUROPA* [online]. 2017 [cit. 2017- 04-18]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/food/safety/chemical\\_safety/contaminants/catalogue\\_en](http://ec.europa.eu/food/safety/chemical_safety/contaminants/catalogue_en)

ANONYM 14: *Analyzátor rtuti AMA 254*. Univerzita Karlova [online] 2002. [cit. 2017-01- 01]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/geologie/laboratore/laboratore-a-metody/analyzator-rtuti-ama-254>

ALTEC, s.r.o. *Pracovní návod pro obsluhu AMA 254*. Praha, 2004. 125 s.

BARTH, D. S. BLOCH, S. C. HAMMERLE, J. R.: *Chemical Agents in Air*. Handbook of Physiology, Maryland, 1977: 157-166

BENEŠ, A. *Technické kovy: jejich výroba, vlastnosti a zkoušení : vysokoškolská učebnice*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1958. Řada hutnické literatury.

BUCHTOVÁ, H. *Hygiena a technologie produktů rybolovu*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2013. ISBN 978-80-7305-660-5.

BUCHTOVÁ, H. *Hygiena a technologie zpracování ryb a ostatních vodních živočichů: Alimentární onemocnění z ryb ; Mrazírenství*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2001. ISBN 80-7305-401-9.

CIBULKA, J. *Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře*. Praha: Academia, 1991. ISBN 80-200-0401-7.

DABROWSKI, W., SIKORSKI, Z. E. *Toxins in food*. BocaRatton, FL: CRC Press, 2005, p. 355. ISBN 0-8493-1904-8

DEFLORA, S., BENNICELLI, C., BAGNASCO, M. Genotoxicity of mercury-compounds - a review. *Mutation Research*, 1994, 317: 57-79

DOBROTOVÁ, Z. *Stanovení obsahu rtuti v rybách řeky Dřevnice a jejích přítoků*. Zlín: UTB, 2011. Diplomová práce. Dostupné z: [http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/17194/dobrotov%C3%A1\\_2011\\_dp.pdf?sequence=1](http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/17194/dobrotov%C3%A1_2011_dp.pdf?sequence=1)

EISLER, R: *Mercury Hazard to Living Organism*. Taylor& Francis, London, 2010



- ELHASSANI, S. B., The many faces of methylmercury poisoning. *Journal of Toxicology – Clinical Toxicology*, 1983. no. 19, p. 875 - 906
- FARA, M. *Specifika emisí rtuti ze zdrojů znečišťování ovzduší vzhledem k potřebám modelů rozptylu znečištění v ovzduší a posuzování potenciálních rizik v životním prostředí*. Praha, 2004.
- FARGAŠOVÁ, A. *Enviromentálna toxikológia a všeobecná ekotoxikológia*. Bratislava: Orman 2008., ISBN 789-80-969675-6-8 30
- FELIX, C. *O tucích typu omega-3*. Hodkovičky Praha: Pragma, 2013. ISBN 978-80-7349-423-0.
- FRANK, S. *Mořské ryby*. Praha: Aventinum, 1997. Krystal. ISBN 80-85277-89-1
- GAUTHIER, J. M., DUBEAU, H., RASSART, E., Mercury induced micronuclei in skin fibroblasts of beluga whales. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 1988. n.17, p.4737 – 4742
- GOCHFELD, M.: Cases of mercury exposure, bioavailability, and absorption. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2003, vol. 56, p. 174–179.
- GÖLLNER, A. *Rybaření pro začátečníky*. 3. přeprac. vyd. Líbeznice: Víkend, 2013. ISBN 978-80-7433-063-6
- HANEL, L. *Ryby 2, Kostnatí, paryby, sliznatky, mihule, kopinatci, sumky, salpy, vršanky*. 1. vyd. Praha: Albatros, 2000. Svět zvířat. ISBN 80-00-00830-0
- HADEČ, E. *Ekologické katastrofy*. Praha: Nakladatelství socialistické akademie ČSSR 1987.
- HANEL, L.; ANDRESKA, J. *Ryby evropských vod v ilustracích Květoslava Híška*. 1. vyd. Praha: Aventinum, 2013. 352 s. ISBN 978-80-7442-038-2
- HAMMERSCHMIDT, C.R., LAMBORG, C.H., FITGERALD, W.F. Aqueous phase methylation as a potential source of methylmercury in wet deposition. *Atmospheric Environment*. 2007. 41: 1663- 1668. No. 41, p. 1663 – 1668.
- HARRISON, R. M., LAXEN, D.P.H. *Lead pollution: causes and control*. Chapman and Hall, New York, USA, 1981, p. 168

HE, K., et. all. Fish consumption and incidence of stroke – A meta – analysis of kohort studies. *Stroke*. 2004. 35: 1538-1542 no. 35, p. 1538 – 1542.

HERMANN, W. *Synthetic Methods of Organometallic and Inorganic Chemistry: Copper, Silver, Gold, Zinc, Cadmium and Mercury* [online]. New York: Thieme, 1999 [cit. 2017-04-09]. ISBN: 0856776628. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=QTdCrzwkMJUC&pg=PA213&lpg=PA213&dq=\(CH3\)2Hg&source=bl&ots=ZmUp\\_7RHwl&sig=PDmM6LXMXNCY8wpNWhQmRMwpc2g&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwj24Mr9ttHMAhVJXhoKHdm8BsMQ6AEIOjAE#v=onepage&q=\(CH3\)2Hg&f=false](https://books.google.cz/books?id=QTdCrzwkMJUC&pg=PA213&lpg=PA213&dq=(CH3)2Hg&source=bl&ots=ZmUp_7RHwl&sig=PDmM6LXMXNCY8wpNWhQmRMwpc2g&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwj24Mr9ttHMAhVJXhoKHdm8BsMQ6AEIOjAE#v=onepage&q=(CH3)2Hg&f=false)

HORVAT M., et. all. Total mercury, methylmercury and selenium in mercury polluted areas in the province Guizhou, China. *Science of the Total Environment*, 2003. No. 304, p. 231-256.

HOUSERKOVA, P a kol. Chemické formy rtuti ve vodních ekosystémech - vlastnosti, úrovně, koloběh a stanovení, *Chemické listy*, [online], 2006, č. 100, s. 862 - 876. [cit. 2011-03-27]. Dostupné z : [www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006\\_10\\_862-876.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006_10_862-876.pdf)

IKEM, A., EGIEBOR, N. O. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *Journal of Food Composition and Analysis*. 2005, vol. 18, p. 771 - 787.

INGR, I. *Hodnocení a zpracování ryb: Určeno pro posl. AF*. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1994. ISBN 80-7157-115-6.

ITOW, T., LOVELAND, R. E., BOTTON, M. L. Developmental abnormalities in horseshoe crab embryos caused by exposure to heavy metals. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 1998, no. 35, p. 33 – 40.

JACKSON, T. A. Long – range atmospheric transport of mercury to ecosystems, and the importance of anthropogenic emissions a critical review and evaluation of the Publisher evidence. *Environmental Reviews*. 1997. No. 5, p. 99-120.

JARUP, L. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*. 2003. No. 68, p. 167-182.

KANNAN, K, et al. Distribution of Total Mercury and Methyl Mercury in Water, sediment, and Fish from South Florida Estuaries. *Archives Environmental Contamination and Toxicology*. 1998, no. 34, p. 109-118.

KAFKA, Z., PUNČOCHÁŘOVÁ, J. Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. *Chemické listy*, [online], 2002. [cit. 2017- 02-05]. Dostupné z:[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2002\\_07\\_05.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2002_07_05.pdf)

KAVKA, M. *Ryby, ostatní vodní živočichové a výrobky z nich. Jak poznáme kvalitu ?*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů pro Českou technologickou platformu pro potraviny, 2013. ISBN 978-80-87719-05-3

KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*. Ostrava: 2003. ISBN 80-86369-07-2.

KROUPOVÁ, K. Stanovení rtuti v rybách a v rybích produktech. Diplomová práce. Brno: VUT, 2011. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=38120](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=38120)

KLASSEN, C. Casarett., *A Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons* McGraw – Hill Professional, USA. 2007, p. 1280.

KOMÍNKOVÁ, D. *Ekotoxikologie*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2008. 156 s. ISBN 978-80-01-04058-4

KOMÍNKOVÁ, J. *Atomová absorpční spektrometrie - stanovení rtuti pomocí analyzátoru AMA 254*. Praha: VŠCHT, 2010. Dostupné z: [http://old.vscht.cz/anl/josef/LabAtom/Navod\\_AMA\\_2010.pdf](http://old.vscht.cz/anl/josef/LabAtom/Navod_AMA_2010.pdf) - ANALYZÁTOR RTUTI AMA 254

KOMPRDA, T. *Toxikologie potravin: cyklus přednášek*. Brno: Mendelova univerzita, 2010. ISBN 978-80-7375-401-3.

KRAL, T. et al. Mercury in canned fish from local markets in the Czech Republic. *Food additives & Contaminants: Part B*. 2017.

LAZAREV, N. *Chemické jedy v průmyslu: Anorganické a organické sloučeniny prvků (II. díl)*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1959.

MARGHOLDOVA, E. *Stanovení rtuti v multivitaminových přípravcích s využitím AMA 254*. Bakalářská práce. Pardubice: UPa, 2009. 27.

MARŠÁLEK, P. *Methylrtuť ve vodních ekosystémech*. Bulletin VÚRH, 2006. 124 s. ISSN 0007-389X.

MATYÁŠ, Z.; HOLEC, J. ; PAVLÍČEK, J. *Hygiena a technologie mrazírenských a rybích výrobků*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. ISBN 80-85114-73-9. Dostupné z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:86019b30-67c4-11e3-8561-005056827e52>

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

MIKLAVČIČ, A. et al. *Mercury, selenium, PCBs and fatty acids in fresh and canned fish available on the Slovenian market*. Food Chemistry. 2011, vol. 124, p. 711 – 720.

MORRIS, M. et al., Fish consumption and cognitive decline with age in a large community study. *Archives of Neurology*. 2005. 62:1849-1853 no. 62, p. 1849 – 1853.

NABI, S. *Toxic Effects of Mercury*. 2014. ISBN 978-81-322-1921-7

*Naše rybářství*. České Budějovice: Rybářské sdružení České republiky, 2015. ISBN 978-80-87699-05-8

Nařízení ES 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1881&from=CS>

NAVRÁTIL T., ROHOVEC J. Rtuť minulost a současnost tekutého kovu. *Časopis akademické obce Vesmír*. 2014.

OKYERE, H., VOEGBORLO, R. B., AGORKU, S. E. Human exposure to mercury, lead and cadmium through consumption of canned mackerel, tuna, pilchard and sardine. *Food Chemistry*. 2015, vol. 179, p. 331 - 335.

OZUAH, P. Mercury poisoning. *Current Problems in Pediatrics*. 2000, vol. 30, p. 91-99.

PAŘÍZEK, J. Rtuť – tekuté stříbro. *Svět kamenů* [online]. [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://www.svet-kamenu.cz/gallery/images/pdf/Rtut.pdf>

PAVELKA V. a SCHUTZ A. *Anorganická chemie pro pedagogické fakulty*. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1979. ISBN 14-160-79

POSPÍŠIL, O. *Svět ryb: průvodce mořským a sladkovodním rybolovem*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7360-781-4. Dostupné také z: <http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:4ad3acc0-73fb-11e5-9690-005056827e51>

PROKOPOVÁ, Z. *Obsah těžkých kovů v rybím mase*. Diplomová práce. Zlín: UTB, 2010.

PITTER, P. *Hydrochemie*. 5. aktualizované a doplněné vydání. Praha: VŠCHT, 2015. ISBN 978-80-7080-928-0

PAL, B. P., ARIYA, P. A. Gas-Phase, Initiated Reactions of Elemental Mercury: Kinetics, Product Studies, and Atmospheric Implications. *International journal of Environmental Science and Technology*. 2004. p. 5555 – 5566. ISSN 1735-1472

PERRY, D. M. ; WEIS, J. S.; WEIS, P. Cytogenetic effects of methylmercury in embryos of the killifish, *Fundulus heteroclitus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1988, no.17, p. 569 – 574.

RAM, R. N., SATHYANESAN, A., G., Effect of mercuric chloride on the productive cycle of the teleostean fish (*Channa punctatus*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 1983, p. 24 – 27. ISSN 1432-0800

REMY, H. *Anorganická chemie II díl*. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1962. 806 s.

RISHER, J., DEWOSKIN, R. *Toxicological Profile for Mercury*. Atlanta: ATSDR, 1997. Dostupné z: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf>

RUPRICH a kol. *Methylrtuť v rybách a rybích výrobcích*. Brno: Státní zdravotní ústav, 2004. Dostupné z: [http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova/MeHg\\_1.pdf](http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova/MeHg_1.pdf)

SALLSTEN, G., et al., Long-term use of nicotine chewing gum and mercury exposure from dental amalgam fillings. *Journal of Dental Research*. 1996, no. 75, p. 594 – 598.

SAMPELS, S. *Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků*. Vodňany: JČU, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2014. ISBN 978-80-87437-85-8

SUHENDAN, M., Determination of trace metals in canned anchovies and canned rainbow trouts. *Food and Chemical Toxicology*. 2011, vol. 49, p. 348 - 351.

SVOJTKA & CO ., *Ryby a mořské plody*. Praha, 2007. ISBN 978-80-7352-804-1

ŠKRAŇKOVÁ, P. Ve vousech Tycha de Brahe pražské hrobky byla rtuť, astronoma nezabila [online]. 2012. *idnes* [cit. 2017 - 01-17]. Dostupné z: [http://zpravy.idnes.cz/zkoumani-smrti-tycha-de-brahe-djy-/zahranicni.aspx?c=A121115\\_110930\\_zahranicni\\_skr](http://zpravy.idnes.cz/zkoumani-smrti-tycha-de-brahe-djy-/zahranicni.aspx?c=A121115_110930_zahranicni_skr)

STUŽKA, V. Analytická atomová optická spektrometrie. Olomouc: Univerzita Palackého, 2000. ISBN 80-244-0206-8.

TUČEK, M. Současná zdravotní rizika expozice rtuti a jejím sloučeninám. *České pracovní lékařství*. 2006,. Č. 1, 27 s.

URBAN, P. Aktuální problémy neurotoxicity rtuti. Praha: *Neurologie pro praxi*, 2006. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2006/05/05.pdf>

VELEBIL D. Jedová hora (Dědova hora) u Neřežína. Bulletin mineralogicko-petrologického oddělení. Národního muzea v Praze. 2003, č. 11, 89 – 99 s.

VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 2. uprav. vyd. Tábor: Osis, 2002. 303 s. ISBN 80-86659-01-1

VELÍŠEK, J. *Vodní toxikologie pro rybáře*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2014. ISBN 978-80-87437-89-6

VIEIRA, C. et al. Mercury, cadmium, lead and arsenic levels in three pelagic fish species from the Atlantic Ocean: Intra- and inter-specific variability and human health risks for consumption. *Food and Chemical Toxicology*. 2011, vol. 49, p. 923 - 932.

VRZAL, R. *Základy toxikologie*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2014. Skripta. ISBN 978-80-244-4103-0.

WARNE, D. *Manual on fishcanning*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1988. ISBN 9251027269

ZHANG L., WONG M. H. Enviromental mercury contamination in China: Sources and impacts. *Environment International*. 2007. p. 108 – 121. ISSN 0160-4120

## CITACE OBRÁZKŮ :

ANONYM 16: Tuňák obecný. *Wikipedia*. [online] 2017 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Tu%C5%88%C3%A1k\\_obecn%C3%BD#/media/File:Blu-efin-big.jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Tu%C5%88%C3%A1k_obecn%C3%BD#/media/File:Blu-efin-big.jpg)

ANONYM 17: Tuňák pruhovaný. *Zivazeme*. [online] 2017 [cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://zivazeme.cz/atlas-ryb/tunak-pruhovany>

ANONYM 18: Makrela obecná. *Guh*. [online] 2017 [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: [http://www.guh.cz/edu/bi/biologie\\_obratlovci/html01/foto\\_042.htm](http://www.guh.cz/edu/bi/biologie_obratlovci/html01/foto_042.htm)

ANONYM 19: Sled obecný. *Receptyonline*. [online] 2017 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.receptyonline.cz/sled-obecny--2221.html>

ANONYM 20: Sardel obecná. *Zivazeme* [online]. [cit. 2017-01-03]. Dostupné z: <http://zivazeme.cz/atlas-ryb/sardel-obecna>

ANONYM 21: Sardinka obecná. *International.nordsee*. [online] 2017 [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <http://www.international.nordsee.com/cz/themen/200/Sardine>

ANONYM 22: Šprot obecný. *Zivazeme*. [online] 2017 [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://zivazeme.cz/atlas-ryb/sprot-obecny>

ANONYM 23: Kalamáry. *Receptyonline*. [online] 2017 [cit. 2017-01-21]. Dostupné z: <http://www.receptyonline.cz/kalamar--2270.html>

ANONYM 24: Slávka jedlá. *Labužník*. [online] 2017 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://www.labuznik.cz/ingredience/slavka-jedla/>

ANONYM 25: Treska obecná. *MSC*. [online] 2017 [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://www.msc.org/cook-eat-enjoy/fish-to-eat/cod>

ANONYM 26: Losos obecný. *EC. Europa*. [online] 2017 [cit. 2017-02-27]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/fisheries/marine\\_species/farmed\\_fish\\_and\\_shellfish/salmon\\_cs](https://ec.europa.eu/fisheries/marine_species/farmed_fish_and_shellfish/salmon_cs)

ANONYM 27: Rybolovné oblasti FAO. *Mare* [online]. 2015 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: [http://mare.istc.cnr.it:7001/mare/demo/fishingareas.xhtml;jsessionid=z125T1vptnSuTBA2q\\_ZaiHBGkW2IUWg-1RJE0JZgwCIadB654h8A!-475754843?lang=cs](http://mare.istc.cnr.it:7001/mare/demo/fishingareas.xhtml;jsessionid=z125T1vptnSuTBA2q_ZaiHBGkW2IUWg-1RJE0JZgwCIadB654h8A!-475754843?lang=cs)

ANONYM 28: Analyzátor rtuti AMA 254. *Univerzita Karlova* [online] 2002. [cit. 2017-01-01]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/geologie/laboratore/laboratore-a-metody/analyzator-rtuti-ama-254>

## 9 SEZNAM ZKRATEK

AAS	atomová absorpční spektrometrie
AMA	Advanced Mercury Anylyser
C. botulinum	Clostridium botulinum
CNS	Centrální nervová soustava
EFSA	European Food Safety Authority
EU	Evropská unie
FAO	Food and agricultureoragnization
HgO	oxid rtuťnatý
WHO	Worldhealthorganization (Světová zdravotnická organizace)
WTF	World Food Programme (Světový potravinový program)



## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obr. 1:</b> <i>Nervový systém poškozený methylrtutí, nejrizikovější místa poškození nervového systému, u kterých se projevují patologické změny</i> .....	23
<b>Obr. 2:</b> <i>Tuňák obecný</i> .....	24
<b>Obr. 3:</b> <i>Tuňák pruhovaný</i> .....	25
<b>Obr. 4</b> <i>Tuňák žlutoploutvý</i> .....	26
<b>Obr. 5:</b> <i>Makrela obecná</i> .....	27
<b>Obr. 6:</b> <i>Sled' obecný</i> .....	27
<b>Obr. č. 7:</b> <i>Sardel pravá</i> .....	28
<b>Obr. 8:</b> <i>Sardinka obecná</i> .....	28
<b>Obr. 9:</b> <i>Šprot obecný</i> .....	29
<b>Obr. 10:</b> <i>Kalamáry</i> .....	29
<b>Obr. 11:</b> <i>Mušle</i> .....	30
<b>Obr. 12:</b> <i>Treska obecná</i> .....	31
<b>Obr. 13:</b> <i>Losos obecný</i> .....	31
<b>Obr. 14:</b> <i>Losos gorbuša</i> .....	32
<b>Obr. 15:</b> <i>Oblasti FAO</i> .....	42
<b>Obr. 16:</b> <i>Analyzátor AMA 254</i> .....	46
<b>Obr. 18:</b> <i>AMA 254</i> .....	49
<b>Obr. 19:</b> <i>Koncentrace rtuti v analyzovaných vzorcích</i> .....	53
<b>Obr. 20:</b> <i>Koncentrace rtuti dle analyzovaných skupin</i> .....	55

<b>Obr. 21:</b> <i>Srovnání obsahu rtuti podle oblastí původu vzorku</i> .....	<b>56</b>
<b>Obr. 22:</b> <i>Srovnání obsahu rtuti podle druhu</i> .....	<b>57</b>
<b>Obr. 23:</b> <i>Srovnání obsahu rtuti podle druhu ryby</i> .....	<b>58</b>
<b>Obr. 24:</b> <i>Srovnání obsahu rtuti podle nálevu</i> .....	<b>59</b>

## 11 SEZNAM TABULEK

<b>Tab. 1:</b> <i>Tři hlavní formy rtuti</i> .....	14
<b>Tab. 2:</b> <i>Mikroorganismy a jejich D hodnota</i> .....	26
<b>Tab. 3:</b> <i>Tabulka s výpočty indexů</i> .....	51-52
<b>Tab. 4:</b> <i>Maximální limity kontaminujících látek v potravinách uvedených v Nařízení komise (ES) č. 1881/2006</i> .....	76-77

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

### 12.1 PŘÍLOHA 1 - Limity látek v potravinách

**Tab. 4:** Maximální limity kontaminujících látek v potravinách uvedených v Nařízení komise (ES) č. 1881/2006

	<b>Potraviny</b>	<b>Maximální limity</b> (mg/kg čerstvé hmotnosti)
.3	<b>Rtuť</b>	
.3.1	Produkty rybolovu a svalovina ryb, kromě druhů uvedených v 3.3.2. Maximální limit se vztahuje na korýše kromě hnědého krabího masa a kromě masa z hlavy a hrudi humra a podobných velkých korýšů ( <i>Nephropidae a Palinuridae</i> ).	0,50
.3.2	Svalovina těchto ryb: dřasi ( <i>Lophius</i> spp.) vlkouš obecný ( <i>Anarhichas lupus</i> ) pelamida obecná ( <i>Sarda sarda</i> ) úhoři ( <i>Anguilla</i> spp.) ryby druhu Hoplostethus hlavoun tuponosý ( <i>Coryphaenoides rupestris</i> ) platýz obecný ( <i>Hippoglossus hippoglossus</i> ) marlíni ( <i>Makaira</i> spp.) pakambala ( <i>Lepidorhombus</i> spp.) parmice ( <i>Mullus</i> spp.)	1,0

<p>štika obecná (<i>Esox lucius</i>)</p> <p>palometa jednobarevná (<i>Orcynopsis unicolor</i>)</p> <p>treska (<i>Trisopterus minutus</i>)</p> <p>světlobělooký (<i>Centroscymnus coelolepis</i>)</p> <p>rejnoci (<i>Raja</i> spp.)</p> <p>okouníci (<i>Sebastes marinus</i>, <i>S. mentella</i>, <i>S. viviparus</i>)</p> <p>plachetník širokoploutvý (<i>Istiophorus platypterus</i>)</p> <p>tkaničnice (<i>Lepidopus caudatus</i>, <i>Aphanopus carbo</i>)</p> <p>růžichy (<i>Pagellus</i> spp.)</p> <p>žraloci (všechny druhy)</p> <p>makrelovité (<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>, <i>Ruvettus pretiosus</i>, <i>Gempylus serpens</i>)</p> <p>jeseteři (<i>Acipenser</i> spp.)</p> <p>mečoun obecný (<i>Xiphias gladius</i>)</p> <p>tuňáci (rody <i>Thunnus</i>, <i>Euthynnus</i>, <i>Katsuwonus pelamis</i>)</p>	
---	--

## 12.2 PŘÍLOHA 2 - Analyzované vzorky

### Kalamáry v americké omáčce - Nekton

Oblast odlovu : FAO 87

Hmotnost: 111 g

Značka: Nekton

Koncentrace Hg (mg/kg): 0,0246

Země původu: Španělsko

Zakoupeno v: Albert



### Squids in sunfloweroil – Sun and Sea

Oblast odlovu FAO 87

Český název: Kalamáry ve slunečnicovém oleji

Hmotnost: 111 g

Značka: Sun and Sea

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0818

Země původu: Španělsko

Zakoupeno v: Tesco



### **Mussels in a rich tomato sauce - PRINCES**

Oblast odlovu: FAO 27

Český název : Mušle v husté rajčatové omáčce

Hmotnost: 90 g

Značka: Princes

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0063

Země původu: Německo

Zakoupeno v : Anglie



### **Mussels in vegetable oil - PRINCES**

Oblast odlovu : FAO 27

Český název: Mušle v rostlinném oleji

Hmotnost: 90 g

Značka: PRINCES

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0053

Země původu: Německo

Zakoupeno v : Anglie



### **Výběrové uzené šproty v rostlinném oleji-NEKTON**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 160 g

Značka: Nekton

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0250

Země původu : Lotyšsko

Zakoupeno v : Tesco



### **Mussels in sunflower oil with smoked flavour –FRANZ JOSEF EXCLUSIVE**

Oblast odlovu : FAO 27

Český název: Mušle ve slunečnicovém oleji s uzenou příchutí

Hmotnost: 80 g

Značka: Franz Josef

Koncentrace Hgmg/kg: 0,0245

Země původu : Španělsko

Zakoupeno v : Tesco





### **Kalamáry ve slunečnicovém oleji –FRANZ JOSEF**

Oblast odlovu : FAO 77

Hmotnost: 80 g

Značka: Franz Josef

Koncentrace Hg mg/kg: 0,1168

Země původu . Španělsko

Zakoupeno v: Tesco



### **Herring Fillets - BEER – K-CLASSIC**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 200 g

Český název: Sled'ové filety v rajčatové omáčce s pivem

Značka: K- classic

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0578

Země původu : Německo

Zakoupeno v: Kaufland



### **Mackerel- Fillets in rape oil – K-CLASSIC**

Oblast odlovu: FAO 27

Český název: Filety z makrely v řepkovém oleji

Hmotnost: 170 g

Značka: K - classic

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0690

Země původu: Polsko

Zakoupeno v: Kaufland



### **Sardines in sunflower oil – BLUE BAY**

Oblast odlovu: FAO 87

Český název: Sardinky ve slunečnicovém oleji

Hmotnost: 125 g

Značka : Blue bay

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0345

Země původu: Peru

Zakoupeno v: Kaufland



### **Sardinky ve vlastní šťávě - GIANA**

Oblast odlovu : FAO 34

Hmotnost: 125 g

Značka: Giana

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0257

Země původu : Maroko

Zakoupeno v: Tesco



### **Sardines in tomato sauce -BASIC**

Oblast odlovu: FAO 34

Český název: Sardinky v rajčatové omáčce

Hmotnost: 125 g

Značka: Basic

Koncentrace Hg mg/kg 0,0359

Země původu : Maroko

Zakoupeno v: Albert



## Očka z ančoviček plněné kapary – LOREA GOURMET

Oblast odlovu: FAO 87

Hmotnost: 50 g

Značka: Lorea gourmet

Koncentrace Hg: mg/kg 0,0234

Země původu : Španělsko

Zakoupeno v: Tesco



## Filets de Anchoa en aceite de oliva – LOREA GOURMET

Oblast odlovu: FAO 87

Český název: Ančovičky v olivovém oleji

Hmotnost: 114 g

Značka: Lorea gourmet

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0753

Země původu : Španělsko

Zakoupeno v: Ocean 48



## Rybí pepřenky - VARMUŽA

Oblast odlovu : FAO 27

Hmotnost: 200 g

Značka: Varmuža- Delimax a. s

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0318

Zakoupeno v: Albert



## Fiilety z lososa – RIO MARE

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 150 g

Značka: Rio mare

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0221

Země původu: Itálie

Zakoupeno v: Tesco



### **Tentacles in sunflower oil – SUN A SEA**

Oblast odlovu: FAO 87

Český název: Chapadla ve slunečnicovém oleji

Hmotnost: 111 g

Značka: Sun and Sea

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0702

Země původu: Španělsko

Zakoupeno v: Tesco



### **Matejsové řezy ala losos - NOWACO**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 150 g

Značka: Nowaco

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0457

Země původu: Česká republika

Zakoupeno v: Tesco



### **Matejsové řezy s cibulí - RYBEX**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 140 g

Značka: Rybex

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0384

Zakoupeno v: Tesco



### **Zavináče - RYBEX**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 300 g

Značka: Rybex

Koncentrace Hg mg/kg: 0,049

Zakoupeno v: Tesco



### **Zavináče – Varmuža – Delimax a.s.**

Oblast odlovu: FAO

Hmotnost: 1 kg

Značka: Varmuža – Delimax a.s.

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0738

Zakoupeno v: Tesco



### **Treska na způsob lososa drcená - VARMUŽA**

Oblast odlovu: FAO 67

Hmotnost: 125 g

Značka: Varmuža – Delimax a.s.

Koncentrace Hg mg/kg: 0,008

Zakoupeno v: Tesco



### **Pink Salmon – JOHN WEST**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 105 g

Značka: John West

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0230

Zakoupeno v: Tesco



### **Filety z makrely v tomatě - NAUTICA**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 170 g

Značka: Nautica

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0264

Zakoupeno v: Lidl





### **Tresčí játra - HAMÉ OCEÁN**

Oblast odlovu FAO: 27

Hmotnost: 115 g

Značka: Hamé s.r.o.

Koncentrace Hg mg/kg: 0,013

Země původu: Island

Zakoupeno v: Tesco



### **Zavináče se sladidlem - TESCO**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 220 g

Značka: Tesco

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0546

Zakoupeno v: Tesco



### **Sprats in tomato sauce - GRAN MARE**

Oblast odlovu: FAO 27

Český název: Šproty v rajčatové omáčce

Hmotnost: 170 g

Značka: Gran mare

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0172

Zakoupeno v: PENNY market



### **Sled' v rajčatové omáče - NAUTICA**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 170 g

Značka: Nautica

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0168

Zakoupeno v: Lidl



### **Šprotky v rajčatové omáče - NAUTICA**

Oblast odlovu : FAO 27

Hmotnost: 170 g

Značka: Nautica

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0298

Země původu: Polsko

Zakoupeno v: Lidl



### **Rybí pepřenky - NAUTICA**

Oblast odlovu : FAO 27

Hmotnost: 200 g

Značka: Nautica

Koncentrace Hg mg/kg: 0,036

Zakoupeno v: Lidl



### **Sled'ové filety v rostlinném oleji - NAUTICA**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 170 g

Značka: Nautica

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0367

Zakoupeno v: Lidl



### **Mackerel Fillets in oil - TESCO**

Oblast odlovu FAO 61

Český název: Filety z makrely v koř. rostlinném oleji

Hmotnost: 170 g

Značka: Tesco

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0408

Zakoupeno v : Tesco



### **Sled'ové špuntíky - NOWACO**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 200 g

Značka: Nowaco

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0234

Země původu: Polsko

Zakoupeno v: Tesco



### **Fillets of anchovies - EXMARIS**

Oblast odlovu: FAO 87

Český název: Filety z ančoviček v oleji

Hmotnost: 170 g

Značka: Exmaris

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0268

Zakoupeno v: Penny market



### **Filety z makrely v oleji - NAUTICA**

Oblast odlovu: FAO 27

Hmotnost: 170 g

Značka: Nautica

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0215

Zakoupeno v: Lidl



### **Sardinky v rajčatové omáče - ISABEL**

Oblast odlovu: FAO 24

Hmotnost: 125 g

Značka: Isabel

Koncentrace Hg mg/kg: 0,0113

Zakoupeno v: Kaufland



## **Zarte Heringsfilets in tomaten sauce - FISCHERSTOLZ**

Oblast odlovu: FAO 27

Český název: Jemné sled'ové filety v rajčatové omáče

Hmotnos: 170 g

Značka: Fischerstolz

Koncentrace Hg mg/kg: 0,1521

Zakoupeno v: Lidl

