

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2015**

**IVA VENTRUBOVÁ**

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

---



**Agronomická  
fakulta**

**Mendelova  
univerzita  
v Brně**



**Rtuť v uzených rybích výrobcích**  
Bakalářská práce

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

*Vypracovala:*  
Iva Ventrubová

---

Brno 2015

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## Čestné prohlášení

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

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

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

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Andrei Kleckerové, Ph.D za odborné vedení, konzultace, připomínky a cenné rady v průběhu zpracování mojí závěrečné práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Petře Vičarové za pomoc při měření.

V neposlední řadě chci poděkovat svým rodičům, sourozencům a příteli za jejich bezmeznou psychickou a finanční podporu při studiu.

## **ABSTRAKT**

Práce se zabývá stanovením celkových obsahů rtuti v uzených rybích výrobcích pomocí atomové absorpční spektrometrie. Teoretická část práce se zabývá rtutí, popisem analyzovaných druhů ryb, legislativními nařízeními a metodami stanovení rtuti. V praktické části byly stanoveny koncentrace celkových obsahů rtuti ve vzorcích uzených rybích výrobků. Vzorky byly zakoupeny v obchodních řetězcích ČR. Cílem bylo změřit obsahy rtuti v běžně dostupných produktech. K analýze byl použit jednoúčelový atomový absorpční spektrometr AMA 254. Většina naměřených hodnot nepřekročila limity stanovené legislativou (Nařízení komise EU č. 420/2011), avšak u všech vzorků uzeného marlína a tuňáka (firma Losica) a u jednoho vzorku uzeného tuňáka (firma Varmuža) byl limit překročen.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Rtuť, atomová absorpční spektrometrie, uzený marlín

## **ABSTRACT**

This work is focused on determination of total mercury content in smoked fish products by atomic absorption spectrometry. The theoretical part of the thesis deals with mercury, a description of the analyzed species of fish, laws and methods of mercury determination.

The concentration of total mercury in smoked fish products was measured in practical part of this work. The samples were bought in stores in Czech Republic. Measuring of mercury contents in fish products (commonly available) was the aim of this work. Atomic absorption spectrometer AMA 254 was used for analysis. Most of the measured values did not exceed the limits imposed by law (Commission Regulation EU No. 420/2011), but the limit was exceeded in all samples of smoked marlin and tuna (Losica company) and in one sample of smoked tuna (Varmuža company).

## **KEY WORDS**

Mercury, atomic absorption spectrometry, smoked marlin

## OBSAH

1	ÚVOD .....	8
2	CÍL PRÁCE .....	9
3	TEORETICKÁ ČÁST .....	10
3.1	Rtuť .....	10
3.1.1	Historie rtuti.....	10
3.1.2	Formy rtuti v přírodě .....	11
3.1.3	Zdroje kontaminace .....	11
3.1.4	Biogeochemický cyklus rtuti.....	12
3.1.5	Toxicita rtuti .....	13
3.1.6	Hodnocení zdravotního rizika .....	15
3.2	Legislativa .....	17
3.3	Rozdělení rybích výrobků .....	20
3.3.1	Zpracování sladkovodních ryb .....	20
3.3.2	Zpracování mořských ryb.....	20
3.3.3	Vlastní technologické zpracování.....	20
3.3.4	Uzení ryb .....	21
3.4	Charakteristika analyzovaných druhů .....	22
3.4.1	Makrela obecná ( <i>Scomber scombrus</i> ) .....	22
3.4.2	Šprot obecný ( <i>Sprattus sprattus</i> ).....	23
3.4.3	Sleď obecný ( <i>Clupea harengus</i> ).....	23
3.4.4	Tuňák obecný ( <i>Thunnus thynnus</i> ) .....	23
3.4.5	Tuňák žlutoploutvý ( <i>Thunnus albacares</i> ) .....	24
3.4.6	Losos obecný ( <i>Salmo salar</i> ) .....	24
3.4.7	Slávka zelená ( <i>Perna viridis</i> ) .....	24
3.4.8	Treska obecná ( <i>Gadus morhua</i> ) .....	25

3.4.9	Žralok modrý ( <i>Prionace glauca</i> ).....	25
3.4.10	Marlín indický ( <i>Macaira indica</i> ) .....	25
3.4.11	Pstruh duhový ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ).....	26
3.4.12	Kapr obecný ( <i>Cyprinus carpio</i> ) .....	26
3.4.13	Tolstolobik bílý ( <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> ) .....	26
3.5	Oblasti FAO .....	27
3.6	Metody stanovení rtuti .....	27
3.6.1	Atomová absorpční spektrometrie (AAS) .....	28
4	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	29
4.1	Materiál a metody .....	29
4.1.1	Odběr, popis a zpracování vzorků .....	29
4.1.2	Jednoučelový atomový absorpční spektrometr AMA 254 .....	39
4.1.3	Výpočet rizikových ukazatelů pro rtuť .....	41
4.2	Výsledky a diskuze .....	43
5	ZÁVĚR .....	53
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
7	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	60
8	SEZNAM TABULEK.....	61
9	SEZNAM ZKRATEK.....	62
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	64
	PŘÍLOHA 1 .....	65
	PŘÍLOHA 2 .....	66
	PŘÍLOHA 3 .....	67
	PŘÍLOHA 4 .....	68
	PŘÍLOHA 5 .....	69



# 1 ÚVOD

Ryby a rybí výrobky mají nezastupitelné místo ve správně vyváženém jídelníčku. Obsahují velké množství důležitých živin potřebných pro správné fungování lidského organismu. Z těch nejdůležitějších je možné uvést zejména vysoký obsah omega-3 nenasycených mastných kyselin, které pomáhají chránit před kardiovaskulárními onemocněními. Další důležitou látkou je jód, který je důležitý zejména v těhotenství pro správné fungování štítné žlázy. Vyšší obsah jódu mají zejména ryby mořské. Obecná doporučení říkají, že ryby je třeba zařadit do našeho jídelníčku alespoň dvakrát týdně.

Ryby ovšem nemusí obsahovat jen látky prospěšné, ale mohou se v nich kumulovat těžké kovy, zejména rtuť, kadmium a olovo. Dalšími kontaminanty mohou být organické látky, například polychlorované bifenyly. Škodlivé látky, jako jsou polyaromatické uhlovodíky, mohou vznikat i nesprávným uzením, čímž mohou být součástí konzumovaných rybích výrobků. Proto je velmi důležitá kontrola potravin, kterou zabezpečují kontrolní orgány.

Rtuť se řadí k vysoce toxickým látkám. Její toxicita závisí na formě, ve které se nachází. Nejtoxičtější formou je methylртуť. Těhotné ženy, ženy plánující početí a děti by se měly vyvarovat konzumaci dravých druhů ryb s ohledem na možné zvýšené množství rtuti.

## **2 CÍL PRÁCE**

1. Vypracování literární rešerše
2. Odběr vzorků uzených rybích výrobků
3. Stanovení obsahu rtuti metodou atomové absorpční spektrometrie na přístroji AMA 254.
4. Vyhodnocení výsledků a zpracování bakalářské práce

## 3 TEORETICKÁ ČÁST

### 3.1 Rtuť

#### 3.1.1 Historie rtuti

Rtuť je známa už z období starověku. V sedmém století před Kristem používali rtuť asyrští lékaři k léčení kožních nemocí. Kvůli terapeutickým účinkům používali sloučeniny rtuti i Arabové v šestém století před Kristem. Ve čtvrtém století před Kristem popsal Aristoteles sulfid rtuťnatý – rumělku jako barvivo. Rumělku neboli cinabarit, používali v Anglii v 19. století k barvení povrchu sýrů. Existují teorie, že sloučeninami rtuti byl otráven Ivan Hrozný, Napoleon Bonaparte a Karel II. (DABROWSKI a kol., 2005)

V roce 1991 Dánové analyzovali vzorky vlasů a vousů Tycha de Brahe a dle zjištěných výsledků tvrdili, že byl otráven rtutí. Mezi roky 2010 až 2012 proběhly další analýzy a bylo oznámeno, že nic nenasvědčuje otravě a Tycho de Brahe zemřel přirozenou smrtí. (ŠKRAŇKOVÁ, 2012)

Rtuť byla v posledních desetiletích příčinou hromadných otrav u lidí, kteří jedli kontaminované ryby nebo potraviny připravené z mořeného obilí. Nemoc Minamata je jednou z nejznámějších hromadných intoxikací způsobených methylrtutí. Nemoc byla pojmenována podle zálivu Minamata, kde byla poprvé popsána. První příznaky otrav se objevovaly u koček, které byly krmeny otrávenými rybami. Otrava methylrtutí se projevovala změnami chování koček následně psů a prasat, které vedlo až k šílenství zvířat a smrti. V roce 1956 se objevil první případ smrti člověka. Byla jím pětiletá holčička. Intoxikace se projevovala poškozením mozku, deliriem, poruchami mluvení a chůze. Příčina otrav (methylrtuť) byla identifikována až v roce 1960. Ryby z této oblasti obsahovaly 20 - 40 mg/kg rtuti. Do vodního ekosystému se dostala z odpadních vod, které do řeky vypouštěla místní továrna na acetaldehyd. (KOMÍNKOVÁ, 2008; MARŠÁLEK, 2014)

### 3.1.2 Formy rtuti v přírodě

Mezi nejvýznamnější chemické formy rtuti patří elementární rtuť, její anorganické rtuťnaté ( $\text{Hg}^{2+}$ ) a rtuťné ( $\text{Hg}_2^{2+}$ ) formy a organokovové sloučeniny. Elementární rtuť je za normální teploty stříbrná a kapalná, řadí se mezi těžké kovy. Její bod tání je  $-38,9\text{ }^\circ\text{C}$ . U jednomocné rtuti jsou nejčastějšími sloučeninami halogenidy. Kalomel ( $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ) byl používán v lékařství, ale hrozila kontaminace ve vodě rozpustnějším  $\text{HgCl}_2$ , který je silně jedovatý. Rtuť dvojmocná vytváří daleko větší množství sloučenin, například oxidy, sulfidy, soli silných oxokyselin, halogenidy a spoustu koordinačních sloučenin.

Organokovové sloučeniny rtuti obsahují na atomu kovu jeden nebo dva uhlovodíkové zbytky nejčastěji methyl, ethyl a fenyl. Jeden z uhlovodíkových zbytků může být nahrazen aniontem, kterým je nejčastěji halogenid, dusičnan, sulfid nebo síran.

Až 70 % Hg ve vodách je vázáno na organickou matici s rozdílnou rozpustností, transportem a transformací. (HOUSEROVÁ, 2006)

### 3.1.3 Zdroje kontaminace

Do vodního ekosystému se rtuť dostává ve formě roztoku nebo pevných částic z cinabaritu ( $\text{HgS}$ ) nebo z vulkanické činnosti jako plyn. Téměř 60 % úniku rtuti je způsobováno spalováním fosilních paliv, dalším zdrojem kontaminace je farmaceutický průmysl, zdravotnictví, těžba a zpracování rtuti a dalších kovů (zlato, měď, olovo), zemědělství, městské odpady, vyřazené baterie a výbojky. (JACKSON, 1997; ZHANG A WONG, 2007 cit. podle MARŠÁLEK, 2014)

Nejvíce rtuti v životním prostředí se nachází v mořských sedimentech (98,75 %), v oceánské vodě (1,24 %) a zbytek v půdě. Přibližně 7 tun rtuti je obsaženo v živých organismech. (EISLER, 2010 cit. podle MARŠÁLEK, 2014)

### 3.1.4 Biogeochemický cyklus rtuti

Kromě elektrochemické rovnováhy  $\text{Hg}^0/\text{Hg}^{\text{II}}$  se procesy v sedimentech odehrávají prostřednictvím anaerobních bakterií.

Součtem všech vstupních a výstupních sloučenin Hg v ekosystému je popsán biogeochemický cyklus rtuti. Zahrnuje jak uvolnění elementární rtuti, tak těžkých sloučenin rtuti (dimethylrtuť).

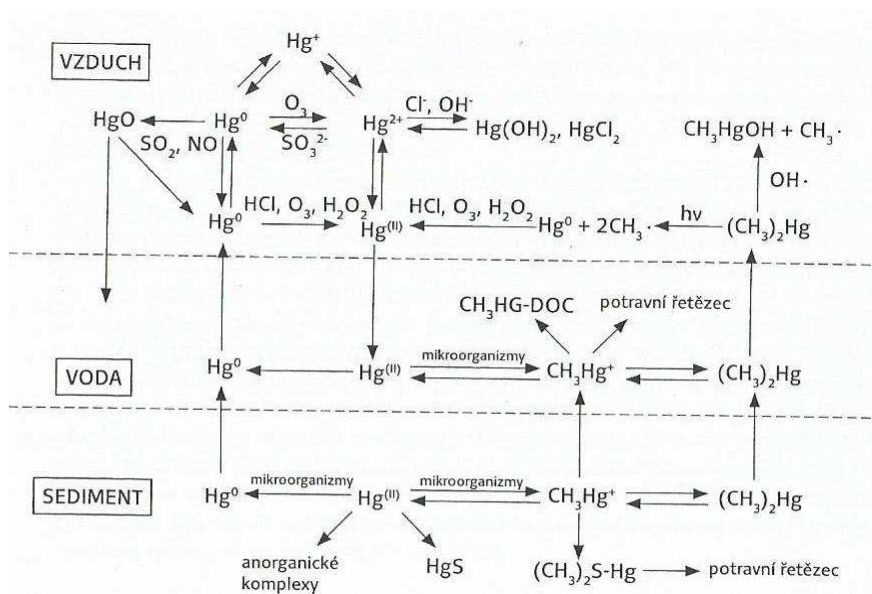
Koloběh sloučenin rtuti se stále opakuje, pouze část rtuti tvoří nerozpustné sloučeniny nebo se ukládá ve vodních potravních řetězcích, a proto nemůže být uvolněna zpět do atmosféry. Pro nevratné vázání rtuti v organismech jsou významné thiolové skupiny (-SH) přítomné v molekulách tvořících rozpuštěný organický uhlík. Tyto skupiny jsou obsaženy především v hydrofobní frakci rozpuštěné organické hmoty v podobě fulvových a huminových kyselin.

Transformace rtuti v životním prostředí může probíhat několika způsoby:

1. biotickou a abiotickou oxidací a redukcí
2. biologickými přeměnami mezi anorganickými a organickými formami rtuti
3. fotolýzou organických sloučenin rtuti

Na obr. 1 jsou tyto přeměny rtuti vyobrazeny schematicky ve všech složkách životního prostředí.

Nejvýznamnějším procesem z hlediska toxikologie je přeměna anorganické rtuti na methylrtuť. (HOUSEROVÁ, 2006)



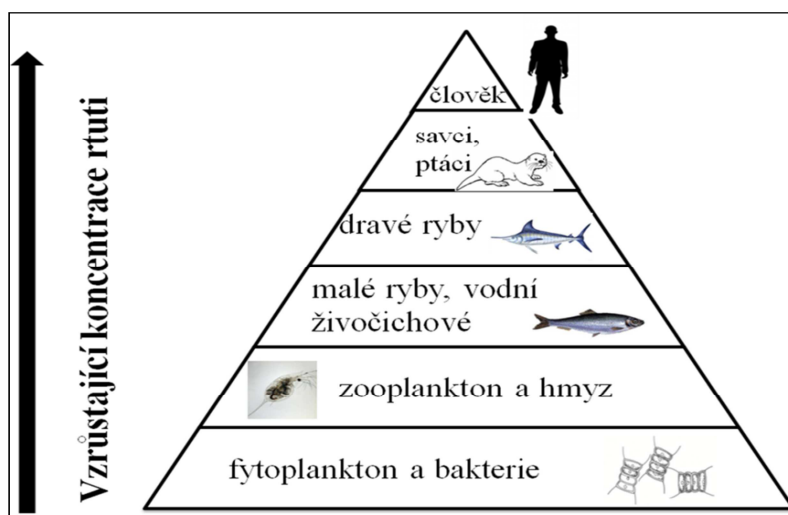
**Obr. 1:** Koloběh rtuti a její přeměny ve vodním ekosystému (převzato z: Maršálek, 2014)

### 3.1.4.1 Bioakumulace, biokoncentrace, biomagnifikace

**Bioakumulací** rozumíme obohacení organismu o neesenční cizorodé látky nezávisle na jejich zdroji. Mnoho organismů ať už mikroby, rostliny nebo živočichové mají schopnost akumulovat znečišťující látky do takové koncentrace, kdy může dojít k jejich poškození i smrti. Dalším aspektem je předání obsahu škodliviny potravním řetězcem až k člověku (viz. obr. 2). (ČABALA, 2006-2013; PROKEŠ, 2005)

**Biokoncentrace** je přímé obohacení organismu chemikálií z abiotického prostředí.

Vzrůstající akumulace škodlivin v organismech od nižších k vyšším úrovním potravního řetězce se nazývá **biomagnifikace**. (ČABALA, 2006-2013)



Obr. 2: Potravní pyramida

### 3.1.5 Toxicita rtuť

Rtuť se řadí mezi těžké kovy s nejvyšší toxicitou pro vodní organismy. Je karcinogenní, teratogenní a genotoxická. Veškeré formy rtuť jsou schopny procházet hematoencefalickou bariérou, ale biologické membrány jsou nejvíce propustné pro methylртуť, v porovnání s anorganickými formami rtuť. U méně zatížených lokalit se rtuť ukládá především do svaloviny, kde se váže na thiolové skupiny proteinů. U více zatížených lokalit se koncentrace celkové rtuť v játrech ve srovnání se svalovinou zvyšuje. (MARŠÁLEK, 2014)

### 3.1.5.1 *Elementární rtuť*

Po požití bývá elementární rtuť mnohdy vyloučena bez jakéhokoliv vlivu na organismus. Je to nejméně toxická forma rtuti. Hlavní nebezpečí se skrývá v převedení methanogenními bakteriemi na vysoce toxickou methylrtuť. Dalším nebezpečím je vypařování kovové rtuti do ovzduší. (KAFKA a kol., 2002)

### 3.1.5.2 *Páry rtuti*

Po inhalaci jsou páry Hg velmi rychle naadsorbovány na krev a putují až do mozku, kde způsobují poškození CNS, vyvolávají únavu, nespavost, podrážděnost, třes a poruchy paměti. Silné expozice mají za následek závažné poškození plic a smrt. (KAFKA a kol., 2002)

### 3.1.5.3 *Anorganické sloučeniny rtuti*

Sloučeniny jednomocné rtuti jsou méně toxické než sloučeniny dvojmocné rtuti. Příčinou je nižší rozpustnost ve vodě i v kyselém prostředí. Zvlášť citlivé jsou na rtuť děti, kdy rtuťnaté sloučeniny mohou být příčinou tzv. růžové nemoci. Anorganická rtuť může být příčinou poškození ledvin. (KAFKA a kol., 2002)

### 3.1.5.4 *Organické sloučeniny rtuti*

Organickými formami rtuti jsou methylrtuť, dimethylrtuť, fenylrtuť a ethylrtuť. Absorpce methylrtuti u ryb probíhá zejména trávicím traktem a žábami. Váže se na erythrocyty a dostává se tak do jednotlivých orgánů v organismu. V játrech tvoří methylrtuť rozpustné komplexy s glutathionem a cysteinem. Žlučí se mohou uvolňovat do trávicího traktu a mohou zde být částečně reabsorbovány.

Inhibice proteinové syntézy a dále interference s odstraňováním glutamátu z mezibuněčného prostoru je hlavním molekulárním mechanismem způsobujícím toxicitu methylrtuti. (MARŠÁLEK, 2014)

Z tabulky 1 můžeme vyčíst poločasy rozpadu methylrtuti u různých živočichů.

**Tab. 1:** *Poločas rozpadu methylrtuti ve dnech v tělech vybraných živočichů (PAVLÍKOVÁ, 2008)*

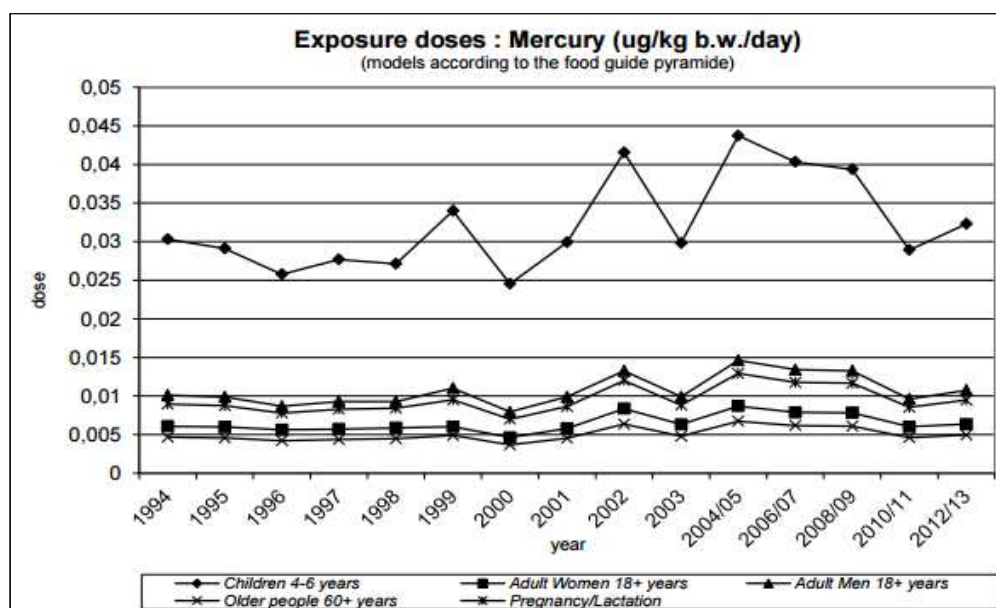
Živočich	Měkkýš	Člověk	Tuleň	Štika	Krab	Platýz	Úhoř
Poločas rozpadu (ve dnech)	25	65	70	400	700	700	1000

### 3.1.6 Hodnocení zdravotního rizika

Konzumace mořských a sladkovodních ryb je u člověka hlavním zdrojem kontaminace rtuť. Z pohledu hygienické kvality masa je nejvýznamnější methylrtuť. Ve svalovině ryb může činit i více jak 90 % z celkové rtuťi a představuje tak velké zdravotní riziko u vysoce kontaminovaných lokalit. (MARŠÁLEK, 2014)

CARL (2000) uvádí, že nepříznivé účinky expozice MeHg se mohou projevit u různých orgánových systémů v průběhu celého života. Nejvíce je však postižen mozek a ledviny.

Srovnání trendu expozičních dávek bylo uděláno dle modelu doporučených dávek potravin. Odhad zátěže populace má kolísavý trend. Expozice u dětí je vyšší. Dosahuje hodnoty 5.7 % TWI (tolerable weekly intake – tolerovatelný týdenní příjem) pro celkovou rtuť. Tato hodnota je ještě přijatelná. (ANONYM 1, 2012/2013)



**Obr. 3:** Trend expozičních dávek pro jednotlivé skupiny obyvatelstva (převzato z: ANONYM 1, 2012/2013)



### 3.1.6.1 Doporučení ohledně konzumace ryb

Doporučená množství konzumovaných ryb se liší dle různých organizací:

**Tab. 2:** Doporučení pro těhotné ženy, ženy plánující početí a děti. (SUKOVÁ, 2004)

Doporučené množství konzumované ryby	Instituce
350 -560 g	EFSA (EU)
350g ryb včetně tuňáka	FDA, EPA (USA)
560g tuňáka	COT (GB)

Úřad EFSA (European Food Safety Authority)

Úřad pro potraviny a léčiva (FDA)

Úřad pro ochranu životního prostředí (EPA)

Výbor pro toxicitu (COT)

Stanovisko EFSA a COT vychází z prozatímního tolerovatelného týdenního příjmu (PTWI) methylrtuti, jež bylo stanoveno FAO/WHO a činí na 1,6 µg/kg tělesné hmotnosti. (SUKOVÁ, 2004)

ADI (acceptable daily intake) neboli akceptovatelný denní příjem je 0,05 mg rtuti na den. (KOMPRDA, 2004)

**Tab. 3:** Druhy ryb s nízkým obsahem rtuti a rizikové druhy podle EFSA a WHO (SUKOVÁ, 2001)

Doporučené druhy pro nízký obsah Hg	Druhy ryb, kterým se vyhnout
chovaný pstruh nebo sumec, garnát, platýs ulovený v létě, pacifický losos, středoatlantický modrý krab, treska skvrnitá	žralok, mečoun, makrela královská, steaky z tuňáka, mořský okoun, ústřice z golfského pobřeží, platýs obrovský, štika

„Pracovní skupina pro životní prostředí“ (EWG) a „Skupina pro výzkum ve veřejném zájmu“ (U.S.PIRG) měřily rtuť v 65 000 vzorcích (asi 100 druhů ryb). Výsledkem průzkumu bylo, že asi 25 % žen, které ve své stravě během těhotenství konzumují podle doporučení FDA asi 240 g ryb týdně, vystavilo během jednoho měsíce těhotenství své nenarozené dítě dávkám methylrtuti, která je o 5,8 µg/kg vyšší než bezpečná dávka,

kteřou stanovila Národní akademie věd (USA). Vystavení plodu působení methylrtuti může mít za následek poškození vývoje mozku. (SUKOVÁ, 2001)

### 3.2 Legislativa

Požadavky na jakost mořských a sladkovodních ryb uvádí vyhláška Mze ČR č. 326/2001 Sb, v tzv. komoditní vyhlášce pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Další novelizace proběhly v roce 2003, 2009 a 2014.

Pozornost je věnována pouze úsekům zmiňujícím uzené ryby, či výrobky z nich. Uzené ryby se nesmějí uvádět do oběhu nekuchané vakuově balené.

**Tab. 4:** *Technologické požadavky a požadavky na jakost, balení a skladování (Převzato z: vyhlášky Mze ČR č. 326/2001 Sb.)*

Rybí výrobky	Uzené ryby
Úprava	<ul style="list-style-type: none"> <li>- celé, půlené nebo porcované</li> <li>- ryby celé (s hlavou a vnitřnostmi)</li> <li>- kuchařné (zbavené hlav a vnitřností, výstelky dutiny břišní a krevních sraženin)</li> <li>-částečně kuchařné (s hlavou zbavené vnitřností, ryby zbavené hlav a střívek)</li> <li>-ryby vykostěné filety (ryby kuchařné bez páteře a ploutví s výjimkou hřbetní ploutve)</li> <li>- ryby porcované</li> </ul>
Technologické zpracování	<p>Opracované ryby nebo porce ryb se nasolují v solné lázni nebo nasucho</p> <p>Vlastní uzení:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) uzení studeným kouřem</li> <li>b) uzení horkým kouřem</li> </ul> <p>rovnoměrné prohřátí svaloviny musí být vyšší než +65 °C. Po vyuzení musí být výrobky před balením bezprostředně zchlazeny na teplotu v balírně nebo nižší, po zabalení na teplotu, při které budou přepravovány a skladovány.</p>

Požadavky na jakost	Obsah vody ve svalovině nejvíce 80 %, ryby dokonale prouzené odpovídající svým vzhledem deklarovanému živočišnému druhu, bez cizích chutí a pachů
Skladování	Uzené výrobky z ryb se skladují při teplotě v rozmezí +1 °C až +8 °C
Doprava	V izotermických chlazených přepravnících při teplotě +1 °C až +8 °C

Novela z r. 2009 udává na rozdíl od předchozí vyhlášky, že tepelné opracování musí proběhnout tak, aby bylo dosaženo minimálně tepelného účinku + 70 °C po dobu 10 minut.

Novela z r. 2014 uvádí seznam obchodních označení produktů rybolovu a ostatních vodních živočichů. Pro obchodní účely se jako rybí výrobek označuje také rod žralok z třídy paryb.

Nařízení komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, udává limitní množství rtuti 0,5 mg/kg.

U vybraných druhů je limit 1 mg/kg.

3.3	<b>Rtuť</b>	
3.3.1	Produkty rybolovu <sup>(24)</sup> a svalovina ryb <sup>(24)</sup> , <sup>(25)</sup> kromě druhů uvedených v 3.3.2. Maximální limit se vztahuje na koryše kromě hnědého krabiho masa a kromě masa z hlavy a hrudi humra a podobných velkých koryšů ( <i>Nephropidae</i> a <i>Palinuridae</i> ).	0,50
3.3.2	Svalovina těchto ryb <sup>(24)</sup> , <sup>(25)</sup> : d'asi ( <i>Lophius</i> spp.) vlkouš obecný ( <i>Anarhichas lupus</i> ) pelamida obecná ( <i>Sarda sarda</i> ) úhoň ( <i>Anguilla</i> spp.) ryby druhu <i>Hoplostethus</i> 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.) štika obecná ( <i>Esox lucius</i> ) palometa jednobarevná ( <i>Orcynopsis unicolor</i> ) treska ( <i>Trisopterus minutus</i> ) světlohnědý ( <i>Centroscymnus coelolepis</i> ) rejnoci ( <i>Raja</i> spp.) okouníci ( <i>Sebastes marinus</i> , <i>S. mentella</i> , <i>S. viviparus</i> ) plachetník širokoplotvý ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) tkaničnice ( <i>Lepidopus caudatus</i> , <i>Aphanopus carbo</i> ) růžichy ( <i>Pagellus</i> spp.) žraloci (všechny druhy) makrelovitě ( <i>Lepidocybium flavobrunneum</i> , <i>Ruvettus pretiosus</i> , <i>Gempylus serpens</i> ) jeseteři ( <i>Acipenser</i> spp.) mečoun obecný ( <i>Xiphias gladius</i> ) tuňáci (rody <i>Thunnus</i> , <i>Euthynnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> )	1,0

Nařízení komise (ES) č. 629/2008, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, přidává další druhy do skupiny ryb (bod 3.3.2), u nichž je limit rtuti 1 mg/kg. Novým bodem nařízení je limit 0,1 mg/kg pro doplňky stravy.

3) V pododdíle 3.3 (Rtuť) se bod 3.3.2 nahrazuje následujícím zněním a doplňuje se nový bod 3.3.3:

„3.3.2	Svalovina těchto ryb <sup>(24)</sup> ( <sup>25</sup> ): <i>ďasi (Lophius spp.)</i> <i>vlkouš obecný (Anarhichas lupus)</i> <i>pelamida obecná (Sarda sarda)</i> <i>úhoři (Anguilla spp.)</i> <i>ryby druhu Hoplostethus</i> <i>hlavoun tuponosý (Coryphaenoides rupestris)</i> <i>platýz obecný (Hippoglossus hippoglossus)</i> <i>hruj kapská (Genypterus capensis)</i> <i>marlíni (Makaira spp.)</i> <i>pakambala (Lepidorhombus spp.)</i> <i>parmice (Mullus spp.)</i> <i>hruj černá (Genypterus blacodes)</i> <i>štika obecná (Esox lucius)</i> <i>palometa jednobarevná (Oryzopsis unicolor)</i> <i>treska (Trisopterus minutus)</i> <i>světlon bělooký (Centroscymnus coelolepis)</i> <i>rejnoci (Raja spp.)</i> <i>okouníci (Sebastes marinus, S. mentella, S. viviparus)</i> <i>plachetník širokoploutvý (Istiophorus platypterus)</i> <i>tkaničnice (Lepidopus caudatus, Aphanopus carbo)</i> <i>růžichy (Pagellus spp.)</i> <i>žralok (všechny druhy)</i> <i>makrelovité (Lepidocybium flavobrunneum, Ruvettus pretiosus, Gempylus serpens)</i> <i>jeseteři (Acipenser spp.)</i> <i>mečoun obecný (Xiphias gladius)</i> <i>tuňák (rodu Thunnus, Euthynnus, Katsuwonus pelamis)</i>	1,0
3.3.3	Doplňky stravy (*)	0,10

(\*) Maximální limit se vztahuje na příslušné doplňky stravy při prodeji.“

Nařízení komise (EU) č. 420/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, nahrazuje bod 3.3.1

3) V oddílu 3.3 o rtuti se bod 3.3.1 nahrazuje tímto:

Potraviný (*)	Maximální limity (mg/kg čerstvé hmotnosti)	
„3.3.1	Produkty rybolovu <sup>(26)</sup> a svalovina ryb <sup>(24)</sup> ( <sup>25</sup> ) kromě druhů uvedených v 3.3.2. V případě koryšů se maximální limit vztahuje na svalovinu z koncových částí a břicha <sup>(44)</sup> . V případě krabů a krabům příbuzných koryšů ( <i>Brachyura</i> a <i>Anomura</i> ) se limit vztahuje na svalovinu z koncových částí.	0,50*

### **3.3 Rozdělení rybích výrobků**

#### **3.3.1 Zpracování sladkovodních ryb**

Sladkovodní ryby se průmyslově zpracovávají a hotové výrobky můžeme rozdělit na:

1. ryby celé kuchané (bez vnitřních orgánů),
2. ryby púlené nebo porcované v čerstvém stavu
3. marinované ryby
4. hluboce zmrazené nebalené ryby
5. vakuově balené ryby
6. ryby tepelně opracované uzením teplým kouřem

(BUCHTOVÁ, 2013)

#### **3.3.2 Zpracování mořských ryb**

Mořské ryby se k nám dováží většinou hluboce zmrazené, určené k dalšímu technologickému zpracování. Lze je rozdělit na:

1. ryby celé nekuchané nebo kuchané, s hlavou nebo bez hlavy, s ploutvemi nebo bez nich
2. ryby porcované na části
3. filety – s kůží nebo bez

(BUCHTOVÁ, 2013)

#### **3.3.3 Vlastní technologické zpracování**

1. Filetování
2. Solení ryb
3. Sušení ryb
4. Marinování ryb
5. Uzení ryb
6. Strojně oddělené rybí maso
7. Rybí polokonzervy a konzervy

(BUCHTOVÁ, 2013)

### **3.3.4 Uzení ryb**

Ryby se uzením upravují kvůli zamezení množení mikroorganismů jako takovému, nebo aby bylo na delší dobu ztíženo jejich pomnožování. Nejlepší antimikrobiální účinky kouře, vyvíjeného nedokonalým spalováním dřeva, mají sloučeniny jako aceton, formaldehyd, kyselina mravenčí a octová, methanol, látky obsahující kresoly a fenoly, ketony, terpeny a dehty. K antimikrobiálnímu účinku slouží také snížení hodnoty vodní aktivity a pokrytí jejich povrchu vrstvou tuku a výše uvedených látek.

Uzení se dále rozlišuje dle teploty udícího kouře na uzení studeným a teplým kouřem. (INGR, 2010)

#### ***3.3.4.1 Uzení studeným kouřem***

K uzení se používá suchý kouř o teplotě 17 až 25 °C. Ryby musí být solené, vyzrálé tak, že jsou dobře stravitelné. Procesem uzení, který trvá přibližně 70 hodin lze dosáhnout požadované chuti, vůně, barvy a trvanlivosti. Aktivita vody se snižuje, ryby ztrácí hmotnost a zvyšuje se tím obsah soli na 6-12 %. Trvanlivost těchto výrobků je podle druhu 14 dnů až 3 měsíce. Výrobky se používají jako polotovary pro další zpracování, protože jsou hodně slané a tudíž se většinou přímo nekonzumují. (INGR, 2010)

#### ***3.3.4.2 Uzení horkým kouřem***

Ryby se před samotným uzením vloží do solného nálevu. Když se udí solená surovina, musí se částečně soli zbavit.

Proces uzení má tři fáze. Za prvé se ryby předsušují při teplotě kouře 45 °C. Za druhé se pečou při teplotě 85 až 100 °C, potom se aromatizují a získávají typickou barvu prostřednictvím hustého kouře. Maso při pečení ztrácí syrovou chuť, je měkké a lehce oddělitelné od kostí. Za třetí se sníží teplota a dokončí se proces uzení. V souhrnu trvá tato tepelná úprava zhruba 5 hodin.

Po vyuzení jsou ryby přiměřeně slané a mohou se konzumovat bez dalších úprav. Balení uzenejších ryb probíhá až po pečlivém vychlazení. Mají velmi nízkou trvanlivost, zhruba 3 až 4 dny. Pokud jsou zabalené ryby ještě teplé, dochází k jejich rychlé zkáze hnilobou či zaplesnivěním. Tučnější ryby jsou pro tento typ úpravy vhodnější. (INGR, 2010)

### 3.3.4.3 Udící zařízení

K uzení se využívají tzv. altonské pece s přímým spalováním dřeva a hoblin, komorové udírny nebo kontinuální udírenské tunely. Komorové udírny zkracují dobu uzení a umožňují rovnoměrné uzení ryb. Mají oddělený vyvíječ kouře a snadno se tak obsluhují. Kontinuální udírenské tunely se užívají k uzení drobných ryb, ze kterých se následně vyrábí rybí konzervy. (INGR, 2010)

## 3.4 Charakteristika analyzovaných druhů

V této kapitole jsou popsány analyzované druhy ryb z hlediska jejich základní charakteristiky, původu či rozšíření a způsobu života.

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

Makrela obecná má dlouhé vřetenovité tělo se širokými ústy. V čelistech se nachází drobné zuby. Tělo má pokryté hladkými a velmi malými šupinami. Nemá dokonale vyvinutý plynový měchýř, proto musí být v neustálém pohybu. Dorůstá délky 50 cm, ale pohlavně dospívá ve 2 až 3 letech v délce 30 cm. Nejvyšším věkem je 20 let.

Zbarvení hřbetu je duhově modré nebo zelené a břišní strana je bílá. Na bocích a na hřbetě má nepravidelné tmavé příčné pruhy. Živí se drobnými korýši, měkkýši a rybím potěrem. Žije od Severního Atlantiku, na východě od Norska a Islandu po Azory a západní Afriku. Obývá také Severní, Černé, Baltské a Středozemní moře. Ve velikých hejnech vykonávají často daleké cesty, během zimy se stahují do hloubky, zůstávají u dna a nepřijímají potravu. (TEROFAL, 1996)

Maso makrely je tučné. Obsah tuku se pohybuje kolem 16 %. Konzumace má příznivý vliv na srdce a cévy, protože obsahuje velké množství polynenasycených mastných kyselin.

(KONEČNÝ, 1997)

U nás je makrela oblíbená zejména uzená, buď celá, nebo jako fileť.

### 3.4.2 Šprot obecný (*Sprattus sprattus*)

Tělo šprota obecného má na průřezu oválný tvar s břišním kýlem. Nemá postranní čáru a dolní čelist přesahuje horní. Patří do čeledi Sledřovitých. Tělo má pokryté snadno opadavými šupinkami. Zbarvení hřbetu je modré, na boku a břicho se stříbrným leskem, uprostřed se žlutým podélným pruhem. Dorůstá délky 16,5 centimetru ve věku 5-6 let. Pohlavně dospívá už ve 2 letech, kdy měří 12 až 13 centimetrů. Živí se planktonními živočichy.

Žije ve východním Atlantiku od Norska po Gibraltar. Dále se nachází v Severním moři, kanálu La Manche, v Baltském moři a v severní části Středozemního a Černého moře. V létě přebývá v hloubce 10 až 50 metrů a v zimě se stahuje až do hloubky 150 metrů. Hlavní zpracování je do konzerv a k uzení. Maso má světlou barvu, je tučné a chutné. (TEROFAL,1996; KONEČNÝ, 1997)

### 3.4.3 Sledř obecný (*Clupea harengus*)

Má dlouhé tělo na průřezu oválné s břišním kýlem. Nemá postranní čáru. Tělo má pokryté snadno opadavými šupinami. Na hřbetu je tmavošedý nebo zelenavý a na břichu stříbrný. Může se dožívat věku až 20 – 25 let a délky 40 cm. Pohlavně dospívá ve věku 2-3 let v Baltu a v Atlantiku v 5. až 8. roce. Obývá severovýchodní Atlantik od Severního ledového oceánu po La Manche a Balt. Ve dne se zdržuje při dně a v noci vyplouvá na hladinu. Žije až v hloubce 250 metrů. Živí se planktonem včetně potěru. (TEROFAL,1996)

Sledř má tučné, jemné maso s krémovou barvou. Může se udit, marinovat nebo solit. Koupit se dá čerstvý či zmrazený, případně filety. (KONEČNÝ, 1997)

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

Tuňák obecný má vysoké tělo vřetenovitého tvaru s krátkým špičatým rypcem a dlouhou hlavou. Má hnědočerný hřbet se stříbřitě bílým břichem. Ploutve jsou tmavé. Dožívá se 15 let v délce 2,6 metrů o hmotnosti 300 kg, ale pohlavně dospívá mezi 3. a 4. rokem v délce 1 až 1,2 metru a váží 16 až 27 kg. Žije v severním Atlantiku, na východě od Norska po jižní Afriku a ve Středozemním moři. Po tření táhnou tuňáci za potravou ze Středozemního do Severního moře. Mladí tuňáci se živí koryši, dospělci loví sépie, jehlice, sledě, makrely, aj. (TEROFAL,1996)



Maso tuňáka obecného se zpracovává buď uzením, nebo do konzerv. Je tučné a má tmavou barvu. (KONEČNÝ, 1997)

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

Pojmenování žlutoploutvý získal kvůli žlutému zbarvení hřbetních a břišních ploutví. Tuňák žlutoploutvý se řadí mezi větší tuňáky s hmotností okolo 50-60 kg. (ANONYM 2, 2014)

Stejně jako u tuňáka obecného se maso zpracovává do konzerv, je jemné a hodně ceněné. Dále se může opracovávat uzením. (KONEČNÝ, 1997)

#### **3.4.6 Losos obecný (*Salmo salar*)**

Losos obecný má šedavě nahnědlý hřbet se světle šedými boky a stříbřitým břichem. Žije ve slané vodě a do vody sladké mívá kvůli rozmnožování. Tento způsob migrace se označuje jako anadromní. Je rozšířen při pobřeží severního Atlantiku, Severního a Baltského moře. V mládí se živí larvami hmyzu a jinými bezobratlými, od délky 10 cm se živí rybami. (JANITZKI, 2008)

Losos má maso růžové až červené barvy. Je jemné a hodně ceněné. Lze ho koupit zmrazené, čerstvé, uzené nebo konzervované. Specialitou, která bývá často vyhledávána, je maso lososa uzené studeným kouřem. (KONEČNÝ, 1997)

#### **3.4.7 Slávka zelená (*Perna viridis*)**

Periostracum (povrch mušle) může být zbarven od svěží zelené až tmavě hnědavě zelené u vnějšího okraje a olivově zelené v blízkosti vazu. Uvnitř je povrch lesklý a světle modravě zelený. Tento druh je rozšířen v oblasti Indo-Pacifiku, Japonska a Nové Guiney, může se vyskytovat až v Perském zálivu a u ostrovů jižního Pacifiku. Dosahuje velikosti až 15 cm.

Může být přenašečem chorob a parazitů škodlivých pro původní druhy *P. viridis*. Byl také zaznamenán výskyt slávek s vysokými hladinami nahromaděných toxinů a těžkých kovů a jsou tudíž spojeny s otravou měkkýši u lidí. (ANONYM 3)

### **3.4.8 Treska obecná (*Gadus morhua*)**

Treska má dlouhé vřetenovité tělo s mohutnou hlavou. Zbarvení těla se liší podle prostředí. Může být od zelenavé, světle šedé po hnědou až červenavou. Mladé tresky (5 – 10 cm) jsou zbarvené černobíle se skvrnami v podobě šachovnice. Žijí v Atlantiku a Baltu. V Atlantickém oceánu dorůstají délky až 2 metry při stáří 6 – 10 let (95 kg). Některé ryby žijí trvale ve fjordech či při pobřeží. Velké tresky táhnou ke tření a za potravou. Živí se živočichy žijícími u dna a dospělci se živí rybami. (TEROFAL, 1996)

Tresčí maso má bílou barvu a je suché. Játra jsou bohatá na vitamín A a D, proto se upravují do konzerv. (KONEČNÝ, 1997)

### **3.4.9 Žralok modrý (*Prionace glauca*)**

Žralok modrý má dlouhé štíhlé tělo s dlouhým a špičatým rypcem. Má pět malých žaberních štěrbin a téměř hladkou kůži porostlou malými zuby. Zbarvení hřbetu je tmavě modré se světlejšími boky a bílou spodní stranou. Dorůstá do délky až 4 metrů. Mláďata měří 50 až 60 centimetrů. V délce těla 2,5 metrů samice dospívají. Žralok žije ve všech tropických až mírných pásmech moří. Obývá severovýchodní Atlantik od Velké Británie až po Senegal, Azory, Madeira, Kanárské a Kapverdské ostrovy. Občas se objeví i ve Středozemním i Severním moři. Aktivní je převážně v noci, často se vydává na daleké cesty. Živí se makrelami, sledi, treskami menšími žraloky a sépiemi. (TEROFAL, 1996)

### **3.4.10 Marlín indický (*Macaira indica*)**

Jeho tělo je hustě pokryto silnými, podlouhlými, zkostnatělými šupinami, každá má ostrý hrot. Barva těla je na hřbetní straně tmavě modrá a stříbřitě bílá na straně břišní. Dospělci obvykle nemají na těle žádné skvrny nebo tmavé pruhy. První hřbetní ploutev je zbarvena od černé do tmavě modré; ostatní ploutve jsou obvykle tmavě hnědé, někdy s nádechem tmavě modré. Má protáhlou horní čelist v mečovité výběžek dlouhý asi 1/3 těla. Marlín dokáže při lovu vyvinout rychlost až 100 km/hod.

Marlín indický obývá vody v tropickém a subtropickém Pacifiku a Indickém oceánu. V mírných vodách se vyskytuje zřídka. Žije až v hloubce do 800 metrů. Jedná se o stěhovavou rybu, která v létě pluje za studenější vodou a na podzim zase zpět za teplejší. Je dravý, jeho potravou je tuňák žlutoploutvý, pruhovaný a další druhy tuňáků,

makrely a další. Běžná velikost je až 4 metry a váha 700 kg. Pohlavně dospívá mezi 5 a 6 rokem.

Velikost ryb lovených pro obchod je 150 - 310 cm (většinou 170 až 210 cm), to je délka těla v západní části Indického oceánu a 170 - 310 centimetrů (většinou 185 - 240 cm) v Korálovém moři. (ANONYM 4)

#### **3.4.11 Pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*)**

Pstruh duhový je pro evropské vody nepůvodním druhem. Koncem 19. století byl dovezen z USA. Dokáže se lépe přizpůsobit k horším životním podmínkám, než u nás původní pstruh obecný. Zbarvení hřbetu je zeleno až modrošedé na bocích s růžovým pásem. Po těle jsou černé skvrny. Dorůstá délky 35 cm a hmotnosti 1 kg, v USA může dosáhnout hmotnosti až 14 kg. Pro zpracování je obvykle žádaná hmotnost mezi 200 až 250 gramy.

V mládí se pstruzi živí planktonem, hmyzem, či drobnými rybkami, dospělci se živí rybkami a při umělém chovu jsou ochotni přijímat i granulované krmivo. (ČIHAŘ, 1993)

#### **3.4.12 Kapr obecný (*Cyprinus carpio*)**

U kapra obecného existuje několik forem. Kromě divoké formy existuje i jeho vyšlechtěná forma. Ta se liší v množství šupin. Od „šupináčů“, kteří mají pokryté celé tělo po rasy, které jsou téměř bez šupin. Kapr je rozšířen po celé Evropě. Živí se fytoplanktonem.

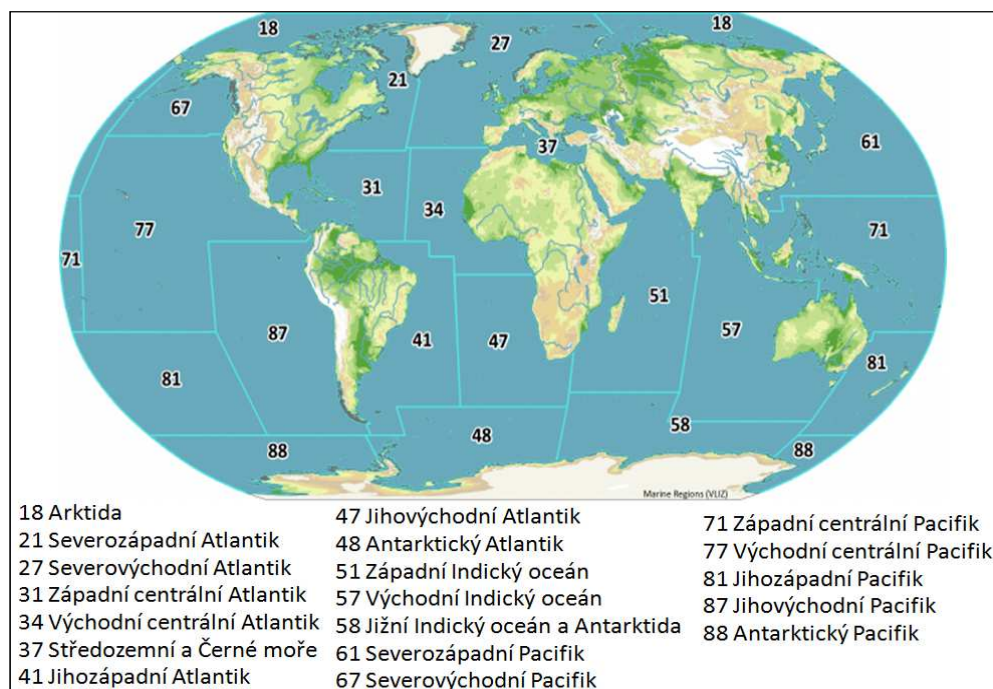
(ČIHAŘ, 1993)

#### **3.4.13 Tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*)**

Tolstolobik bílý je dalším nepůvodním druhem. Původně obýval vody východní Asie. Dorůstá délky 1 metru a živí se rostlinným planktonem. Má tělo pokryté velmi malými šupinkami, ústa jsou postavena nápadně vzhůru a oči jsou umístěny až dolní polovině hlavy. (GERSTMEIER, 2003)

### 3.5 Oblasti FAO

Organizace Food and agriculture organization (FAO) rozdělila mapu světa na jednotlivé oblasti odlovu, dle kterých se dá zjistit, ze které oblasti ryba pochází. Údaj je uveden na obalu výrobku.



**Obr. 4:** Oblasti FAO (Upraveno podle: <http://www.marineregions.org/sources.php>)

### 3.6 Metody stanovení rtuti

Nejčastější metodou stanovení celkové rtuti je atomová absorpční spektrometrie (AAS). Dalšími metodami, které lze použít při určení množství rtuti je atomová emisní spektrometrie (AES), atomová fluorescenční spektrometrie (AFS), indukčně vázané plasma s detekcí pomocí hmotnostní spektrometrie (ICP-MS) nebo optické emisní spektrometrie (ICP-OES). Méně často se používají metody, jakými jsou anodická rozpouštěcí voltametrie (ASV) a neutronová aktivační analýza (NAA). Lze použít i některé nedestruktivní metody zejména rentgenfluorescenční spektrometrii (XRF) a laserovou ablaci (PIXE) ve spojení s hmotnostní spektrometrií. (HOUSEROVÁ, 2006)

Pro stanovení rtuti, zejména jejích forem, se používá vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC), kapilární elektroforéza nebo plynová chromatografie (GC). (HOUSEROVÁ, 2006)

Zlaté nebo platinové pasti se při technice generování studených par používají ke zvýšení citlivosti a prekoncentraci par rtuti a k následnému vydání tepelnou desorpcí. (ČERVENKA, 2011)

### **3.6.1 Atomová absorpční spektrometrie (AAS)**

AAS je analytická metoda, která slouží k určení obsahu jednak stopových, ale i významných koncentrací jednotlivých prvků ve vzorku. Lze analyzovat přes 60 prvků periodické tabulky s citlivostí od setin do stovek ppm. V 60. až 80. letech minulého století zaznamenala tato technika největší rozvoj, protože patřila k nejcitlivějším metodám v analytické chemii. (KOMÁREK, 2000)

Tato analytická metoda je založena na absorpci vhodného UV-VIS záření volnými atomy v plynné fázi.

Atomový absorpční spektrometr se skládá z:

- 1) Zdroje záření – výbojka s dutou katodou, bezelektrodová výbojka, zdroj kontinuálního záření
- 2) Atomizátoru – plamen, elektrotermická pec
- 3) Monochromátoru – mřížka
- 4) Detektoru – fotonásobič, detektor, CCD detektor
- 5) Vyhodnocovacího zařízení

(NIELSEN, 2010)

## 4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 4.1 Materiál a metody


#### 4.1.1 Odběr, popis a zpracování vzorků

Vzorky byly zakoupeny během roku 2013 a 2014 v obchodních řetězcích v České republice. Vzorky byly po zakoupení zpracovány a zamražené na -20 °C. Pro stanovení celkového obsahu rtuti na přístroji AMA 254 bylo použito 0,05 - 0,1 g vzorku. Všechny vzorky byly měřeny ve třech opakováních. Z naměřených dat byl vypočítán průměr a směrodatná výběrová odchylka. Data byla zpracována pomocí programu MS Excel 2007. Odběr vzorků probíhal vždy ze zadních případně ocasních částí ryb nebo filet. U vzorků tresčích jater a uzených mušlí byl vzorek homogenizován. U vzorků uzených rybích výrobků ve tvaru podkovy byl vzorek odebrán ze střední části podkovy.


V níže uvedených tabulkách jsou popsány analyzované vzorky.

Vzorek 1	Uzená tresčí játra AQ	
	Český název:	Treska obecná
	Latinský název:	<i>Gadus morhua</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	konzerva
	Hmotnost:	110 g
	Datum spotřeby:	31. 12. 2014
	Distributor:	Nekton – Vrňata s.r.o.
	Země původu:	Island
	Zakoupeno v:	Albert Brno- Lesná

Vzorek 2	Uzené šproty Sokra	
	Český název:	Šprot obecný
	Latinský název:	<i>Sprattus sprattus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	konzerva
	Hmotnost:	240 g
	Datum spotřeby:	20. 2. 2015
	Výrobce:	BALTAXIA a.s.
	Země původu:	Estonsko
	Zakoupeno v:	Tesco Brno -centrum

Vzorek 3	Uzený pstruh Líšno	
	Český název:	Pstruh duhový
	Latinský název:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -ES
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	186 g
	Datum spotřeby:	23. 2. 2014
	Výrobce:	Líšno a.s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Globus Brno

Vzorek 4	Uzený losos Nekton – kousky	
	Český název:	Losos obecný
	Latinský název:	<i>Salmo salar</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -NO
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	100 g
	Datum spotřeby:	15. 12. 2013
	Distributor:	Nekton – Vrňata s.r.o.
	Země původu:	Polsko
	Zakoupeno v:	Tesco Brno


Vzorek 5	Uzené mušle v oleji Franz Josef	
	Český název:	Slávka zelená
	Latinský název:	<i>Perna viridis</i>
	Oblast odlovu:	FAO 71
	Balení:	Konzerva
	Hmotnost:	103 g
	Datum spotřeby:	9. 7. 2015
	Dovozce:	Gaston, spol. s.r.o.
	Země původu:	Thajsko
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 6	Uzený losos Almar	
	Český název:	Losos obecný
	Latinský název:	<i>Salmo salar</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -NO
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	50 g
	Datum spotřeby:	13. 12. 2013
	Výrobce:	Almar Sp. z.o.o.
	Země původu:	Polsko
	Zakoupeno v:	Interspar Brno

Vzorek 7	Losos irský uzený Almar	
	Český název:	Losos obecný
	Latinský název:	<i>Salmo salar</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -IE
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	95 g
	Datum spotřeby:	3. 10. 2014
	Výrobce:	Almar Sp. z.o.o.
	Země původu:	Polsko
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 8	Uzený losos Varmuža	
	Český název:	Losos obecný
	Latinský název:	<i>Salmo salar</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -NO
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	100 g
	Datum spotřeby:	20. 10. 2014
	Prodávající:	Delimax, a.s.
	Země původu:	Německo
	Zakoupeno v:	Tesco Brno



Vzorek 9	Uzený pstruh s dresingem STARFISH	
	Český název:	Pstruh duhový
	Latinský název:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -DK
	Balení:	v ochranné atmosféře
	Hmotnost:	125 g
	Datum spotřeby:	12. 9. 2014
	Výrobce:	Losica s.r.o.
	Země původu:	Dánsko
	Zakoupeno v:	Lidl Brno - Lesná

Vzorek 10	Uzený tolstolobik Klatovy	
 	Český název:	Tolstolobik bílý
	Latinský název:	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>
	Oblast odlovu:	chov ČR
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	258 g
	Datum spotřeby:	23. 3. 2014
	Výrobce:	Zpracovna ryb Klatovy a.s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Tesco Brno


Vzorek 11	Tresčí játra jemně uzená Nekton	
	Český název:	Treska obecná
	Latinský název:	<i>Gadus morhua</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	Konzerva
	Hmotnost:	115 g
	Datum spotřeby:	31. 12. 2015
	Distributor:	Nekton – Vrňata s.r.o.
	Země původu:	Island
	Zakoupeno v:	Lidl Brno- Lesná

Vzorek 12	Losos norský uzený za studena Tesco	
	Český název:	Losos obecný
	Latinský název:	<i>Salmo salar</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -NO
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	100 g
	Datum spotřeby:	3. 10. 2014
	Výrobce:	Almar Sp. z.o.o.
	Země původu:	Polsko
	Zakoupeno v:	Tesco Brno


Vzorek 13	Uzené šproty Nekton	
	Český název:	Šprot obecný
	Latinský název:	<i>Sprattus sprattus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	Konzerva
	Hmotnost:	160 g
	Datum spotřeby:	30. 12. 2015
	Distributor:	Nekton – Vrňata s.r.o.
	Země původu:	Lotyšsko
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 14	Uzený kapr Klatovy	
	Český název:	Kapr obecný
	Latinský název:	<i>Cyprinus carpio</i>
	Oblast odlovu:	chov ČR
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	198 g
	Datum spotřeby:	14. 3. 2014
	Výrobce:	Zpracovna ryb Klatovy a.s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 15	Uzené šproty Spar	
	Český název:	Šprot obecný
	Latinský název:	<i>Sprattus sprattus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	Konzerva
	Hmotnost:	160 g
	Datum spotřeby:	15. 12. 2014
	Vyrobena pro:	Spar Česká obchodní spol s.r.o.
	Země původu:	Estonsko
	Zakoupeno v:	Interspar -Brno

Vzorek 16	Uzená makrela Mermaid Bay	
	Český název:	Makrela obecná
	Latinský název:	<i>Scomber scombus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	193 g
	Datum spotřeby:	19. 12. 2013
	Distributor:	Tesco Stores ČR a.s.
	Zakoupeno v:	Tesco Brno



Vzorek 17	Norský uzený losos za studena	
	Český název:	Losos obecný
	Latinský název:	<i>Salmo salar</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -NO
	Balení:	Baleno v ochranné atmosféře.
	Hmotnost:	100 g
	Datum spotřeby:	1. 10. 2014
	Výrobce:	Limito s.a.
	Zakoupeno v:	Tesco Brno


Vzorek 18	Filet z uzeného pstruha Nautica	
	Český název:	Pstruh duhový
	Latinský název:	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
	Oblast odlovu:	Farm. chov -ES
	Balení:	v ochranné atmosféře
	Hmotnost:	70 g
	Datum spotřeby:	7. 12. 2013
	Výrobce:	TRP Sp. z.o.o.
	Země původu:	Polsko
	Zakoupeno v:	Lidl Brno - Lesná


Vzorek 19	Uzená makrela Laguna	
	Český název:	Makrela obecná
	Latinský název:	<i>Scomber scombus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	vakuové
	Hmotnost:	193 g
	Datum spotřeby:	19. 12. 2013
	Distributor:	Procházka a.s.
	Země původu:	Polsko
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 20	Uzený sled' Petri	
	Český název:	Sled' obecný
	Latinský název:	<i>Clupea harengus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	konzerva
	Hmotnost:	200 g
	Datum spotřeby:	31. 12. 2018
	Výrobce:	Norda Fisch Feinkost GmbH
	Země původu:	Německo
	Zakoupeno v:	Tesco Brno-centrum


Vzorek 21	Uzené šproty Líšno	
	Český název:	Šprot obecný
	Latinský název:	<i>Sprattus sprattus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	vakuové
	Hmotnost:	160 g
	Datum spotřeby:	15. 12. 2013
	Výrobce:	Líšno a.s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Albert Brno- Lesná


Vzorek 22	Uzená makrela Albert duality	
 	Český název:	Makrela obecná
	Latinský název:	<i>Scomber scombus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	254 g
	Datum spotřeby:	11. 12. 2013
	Výrobce:	Zpracovna ryb Klatovy a.s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Albert Brno-Lesná

Vzorek 23	Uzené sled'ové filety Líšno	
	Český název:	Sled' obecný
	Latinský název:	<i>Clupea harengus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	vakuové
	Hmotnost:	176 g
	Datum spotřeby:	2. 3. 2014
	Výrobce:	Líšno a. s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Globus Brno


Vzorek 24	Uzené makrelové filety Varmuža	
	Český název:	Makrela obecná
	Latinský název:	<i>Scomber scombus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	vakuové
	Hmotnost:	154 g
	Datum spotřeby:	17. 11. 2013
	Výrobce:	Delimax a. s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 25	Uzené sled'ové filety Petri	
	Český název:	Sled' obecný
	Latinský název:	<i>Clupea harengus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	konzerva
	Hmotnost:	190 g
	Datum spotřeby:	31. 12. 2017
	Výrobce:	Norda Fisch Feinkost GmbH
	Země původu:	Německo
Zakoupeno v:	Tesco Brno-centrum	

Vzorek 26	Uzená makrela VARMUŽA	
	Český název:	Makrela obecná
	Latinský název:	<i>Scomber scombus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	vakuové
	Hmotnost:	254 g
	Datum spotřeby:	11. 12. 2013
	Výrobce:	Delimax, a.s.
	Země původu:	Česká republika
Zakoupeno v:	Penny market Žďár nad Sázavou	

Vzorek 27, 28, 29, 31, 32, 34	Uzený tuňák Varmuža	
	Český název:	Tuňák obecný
	Latinský název:	<i>Thunnus thynnus</i>
	Oblast odlovu:	FAO 71
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	92g, 108g, 96g, 98g, 100g, 94g
	Datum spotřeby:	21. 3. 2014
	Výrobce:	Delimax a.s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Interspar Brno

Vzorek 30	Žralok uzený steak Klatovy	
	Český název:	Žralok modravý
	Latinský název:	<i>Prionace glauca</i>
	Oblast odlovu:	FAO 27
	Balení:	vakuové
	Hmotnost:	162 g
	Datum spotřeby:	18. 3. 2014
	Výrobce:	Zpracovna ryb Klatovy a.s.
	Země původu:	Česká republika
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 33, 36, 37	Uzený tuňák Principesca	
	Český název:	Tuňák žlutoploutvý
	Latinský název:	<i>Thunnus albacares</i>
	Oblast odlovu:	FAO 71
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	100g
	Datum spotřeby:	8. 11. 2014
	Prodávající:	Losica s.r.o.
	Země původu:	Itálie
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

Vzorek 35, 37, 38, 39, 40, 41	Uzený marlín Principesca	
	Český název:	Malín indický
	Latinský název:	<i>Macaira indica</i>
	Oblast odlovu:	FAO 57
	Balení:	Vakuové
	Hmotnost:	100g
	Datum spotřeby:	16. 10. 2014, 27. 10. 2014
	Prodávající:	Losica s.r.o.
	Země původu:	Itálie
	Zakoupeno v:	Tesco Brno

## 4.1.2 Jednoučelový atomový absorpční spektrometr AMA 254

### 4.1.2.1 Popis spektrometru AMA 254

AMA (Advanced Mercury Analyser) 254, na obrázku č. 5, je jednoučelový atomový absorpční spektrometr pro stanovení rtuti. Principem je generování par kovové rtuti s následným zachycením a obohacením na zlatém amalgamátoru. Spektrometr umožňuje stanovení celkového obsahu rtuti v kapalných a pevných vzorcích bez nutnosti chemické úpravy.

Dávkovací zařízení a dávkovací lodička slouží k zavedení vzorku do přístroje. Ve vstupní části spalovací trubice probíhá termický rozklad vzorku pomocí spalovací pece. Druhou část spalovací trubice vyplňuje katalyzátor, který je katalytickou pecí vyhříván na konstantní teplotu cca 550 °C.

Amalgamátor slouží pro zachycení par rtuti z proudu plynných produktů rozkladu vzorku. Zachycená rtuť se uvolňuje ohřevem pomocí vypuzovací pece. Blok měřících kyvet obsahuje dvě sériově uspořádané kyvety a současně je vyhříván topným elementem na teplotu 120 °C. Délka první a druhé kyvety je v poměru 10:1. Mezi ně je zapojena zpoždovací nádobka umístěná mimo optickou osu přístroje. Objem zpoždovací nádoby musí být delší než měřící kyveta. Zdrojem záření je nízkotlaká rtuťová výbojka, která může být zastíněna clonou. Součástí detektoru je interferenční filtr, který izoluje spektrální čáru rtuti na 253,6 nm. (ALTEC, 2002)





**Obr. 5:** Spektrometr AMA 254 (foto vlastní)

#### 4.1.2.2 Měření na přístroji AMA 254

Před samotným měřením je třeba vyčistit přístroj a dávkovací lodičky od rtuti po předchozím měření. K tomu slouží program CLEAN. Přístroj je vyčištěn, pokud je hodnota absorbance menší či rovna 0,0030. Parametry měření jsou uvedeny v tabulce 5.

**Tab. 5:** 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 (obr. 6)
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)

Měření přístrojem AMA 254 probíhalo v následujících krocích:

- 1) Vzorek byl řízeným ohřevem spalovací pece vysušen a poté spálen v proudě kyslíku při teplotě 850 – 900 °C.
- 2) Rozkladné produkty procházely přes katalyzátor, kde byla dokončena jejich oxidace.
- 3) Na katalyzátoru se zachytily látky kyselé povahy.

- 4) Proudem kyslíku byly unášeny produkty spalování přes amalgamátor, ve kterém se zachytila rtuť.
- 5) Rtuťové páry byly nosným plynem vedeny přes delší měřicí kyvetu po dokončení rozkladu vzorku a stabilizaci teploty a bylo tak určeno jejich množství.
- 6) Ve zpoždovací nádobce se veškerá rtuť nashromáždila a přešla do kratší měřicí kyvety, kde bylo toto množství ještě dvakrát přeměřeno.
- 7) Všechna data byla přenesena do řídicího počítače a ovládacím programem převedena do formy přístupné uživateli.

(ALTEC, 2002)



**Obr. 6:** Lodičky s naváženými vzorky (foto vlastní)

### 4.1.3 Výpočet rizikových ukazatelů pro rtuť

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

Hazard index (H) neboli index rizika byl použit pro zhodnocení zdravotního rizika, které plyne z konzumace ryb, jež obsahují celkovou rtuť. Pro výpočet byla zvolena průměrná hmotnost konzumenta (W) 70 kg. Pokud je index rizika menší než 1, nehrozí žádné riziko z konzumace ryb. Konzumace ryb, u kterých je index rizika větší než 1, již zdravotní riziko představuje.

$$D = c \cdot \frac{I}{W \cdot 1000}$$

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

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

Pro výpočet hodnoty I byla použita hodnota průměrného množství zkonsumovaných ryb v České republice na osobu a rok, která v roce 2013 byla 5,3 kg (HNÍDKOVÁ, 2014). Za hodnotu c byl vždy dosazen průměrný obsah celkové rtuti obsažené v jednotlivých vzorcích.

W .... zvolená hmotnost konzumenta 70 kg

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

#### 4.1.3.2 NTL výpočet dle WHO

Výpočet NTL představuje hmotnost rybí svaloviny, která pokud je zkonsumována, dojde k naplnění toxikologického limitu.

$$D = PTWI \cdot W$$

$$NTL = \frac{D}{c}$$

D.... přijatelný týdenní příjem Hg

PTWI .... Provisional tolerable weekly intake – provizorní tolerovatelný týdenní příjem byl stanoven na 1,6  $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  za týden.

W .... zvolená hmotnost konzumenta 70 kg

c .... obsah rtuti ve vzorku

NTL .... hmotnost rybí svaloviny pro naplnění toxikologického limitu v gramech

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 6 a byly dále přepočteny na porci 100 g.

## 4.2 Výsledky a diskuze

Celkový počet vzorků byl čtyřicet jedna. Výsledky stanovení celkového množství rtuti jsou uvedeny v příloze 1. Z obr. 7 vyplývá, že celkem osm vzorků překročilo limit stanovený legislativou, který činí 1 mg/kg. Bylo to pět vzorků uzeného marlína (obsah Hg 2,1 - 5,5 mg/kg; různé šarže a data spotřeby) a dva vzorky uzeného tuňáka (obsah Hg 2,0 - 2,1 mg/kg) firmy Losica zakoupeného v Tesco v Brně. Posledním nevyhovujícím vzorkem byl uzený tuňák firmy Varmuža s obsahem rtuti 1,3 mg/kg.

U ostatních vzorků limit nebyl překročen. Z naměřených hodnot vyplývá, že celkově vyšší množství rtuti se nacházelo ve vzorcích dravých ryb. Na obr. 8 je vidět, že kontaminované vzorky pocházely ze dvou oblastí. Byla to oblast FAO 57 východní indický oceán a oblast FAO 71 západní centrální Pacifik.

Z hlediska zařazení mezi sladkovodní a mořské druhy obsahují výrazně menší množství rtuti vzorky sladkovodních ryb (obr. 7).

JINADASA a kol. (2014) se ve své práci Total mercury, cadmium and lead levels in main export fish of Sri Lanka zabývají stanovením celkových obsahů rtuti, kadmia a olova ve vzorcích tuňáka žlutoploutvého, mečouna, marlína indického a kanice červeného. Ve srovnání s našimi naměřenými hodnotami obsah rtuti u těchto vzorků byl u tuňáka žlutoploutvého 0,30 mg/kg, což je více jak 7krát menší údaj, než jsou naše naměřené hodnoty (2,2 mg/kg). Obsah rtuti u marlína byl 0,49 mg/kg, je 11krát menší než obsah rtuti u našeho vzorku (5,5 mg/kg).

MOL (2011) ve své práci s názvem Determination of trace metals in canned anchovies and canned rainbow trouts uvádí obsah rtuti ve vzorcích pstruha duhového. Průměrný obsah celkové rtuti ve vzorku pstruha byl 0,026 mg/kg, což řádově odpovídá námi naměřeným hodnotám (0,012 - 0,037 mg/kg).

V článku Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America) IKEM a kol. (2005) uvádí naměřená data tuňáka (0,053 – 0,740 mg/kg), makrely (0,019 - 0,048 mg/kg) a sledě (0,022 – 0,079 mg/kg). U tuňáků byly námi naměřené obsahy rtuti vyšší (0,197 – 2,187 mg/kg) celkem u čtyř z devíti vzorků. U sledů se naše hodnoty pohybovaly v podobném rozmezí (0,046 - 0,068 mg/kg). Naše vzorky makrel obsahovaly ve třech z pěti vzorků vyšší množství rtuti, než uvádí ve své práci IKEM a kol.

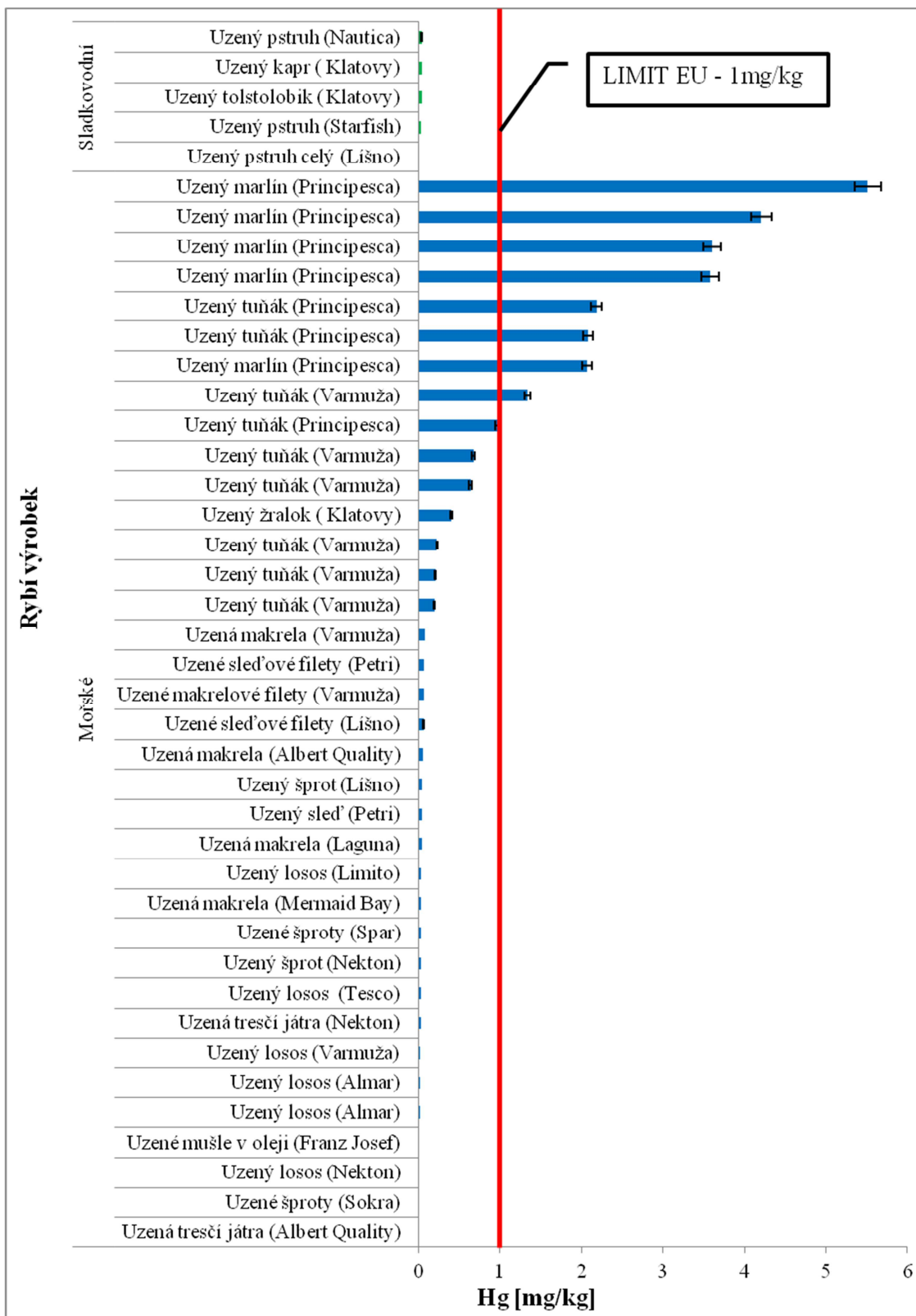
PANICHEV a kol.(2015) ve svém článku Determination of total mercury in fish and sea products by direct thermal decomposition atomic absorption spektrometry uvádí naměřené hodnoty obsahu rtuti v rybách a rybích produktech. Obsahy celkové rtuti ve vzorcích uzeneho lososa se u námi naměřených výsledku pohybovaly v rozmezí 0,01 až 0,03 mg/kg PANICHEV a kol. udává u vzorků norského lososa hodnoty 0,009 až 0,016 mg/kg. U vzorků pstruha naměřil hodnoty celkových obsahů rtuti od 0,052 do 0,055 mg/kg, což je 1,6 až 5krát více než u námi naměřených hodnot.

AUGELLI a kol. (2007) stanovili ve své práci nejvyšší obsahy rtuti u žraloka modravého (1,9 mg/kg) což odpovídá přibližně pětinasobnému obsahu rtuti proti našemu stanovení (0,4 mg/kg). Zaměřili se také na stanovení koncentrací u dalších druhů, kterými jsou *Xiphopenaeus kroyeri*, smuha královská, *Hoplias malabaricus*, sardinka oblá, okounovec nilský, pražman obecný, *Bagre marinus* a sardel obecná.

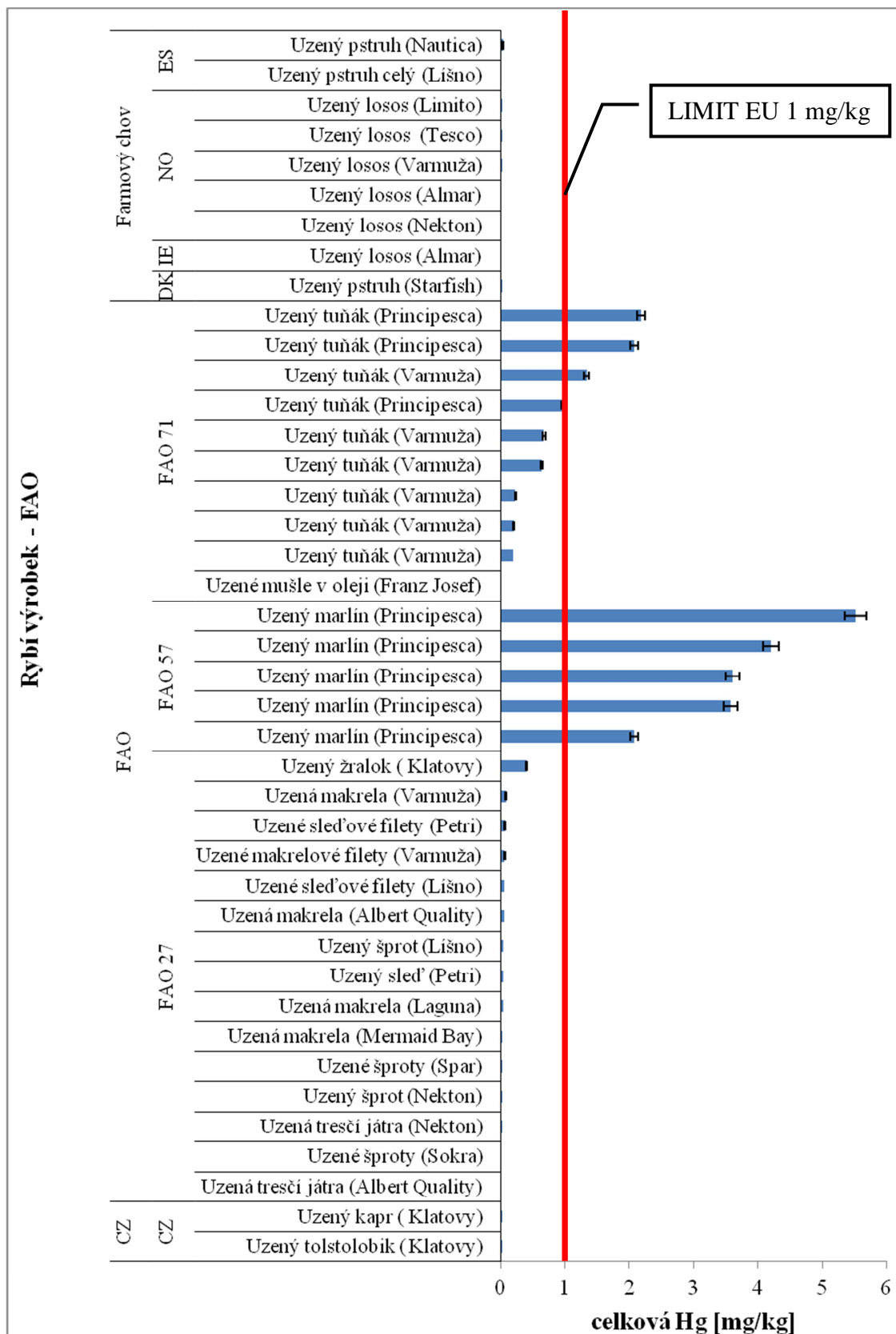
SHIBER (2011) ve svém článku s názvem Arsenic, cadmium, lead and mercury in canned sardines commercially available in eastern Kentucky, USA stanovil obsahy rtuti a dalších kovů ve sledích, sardinkách a šprotech. Všechny výsledky byly buď nedetekovány nebo pod limitem detekce (<0.09 mg/kg). Tyto údaje odpovídají námi naměřeným hodnotám.

Většina nalezených prací se zabývá stanovením obsahu těžkých kovů především v tuňácích, a to jak v čerstvé svalovině tak v konzervovaných či jinak zpracovaných výrobcích. MOL (2011) ve své práci Levels of selected trace metals in canned tuna fish produced in Turkey uvádí průměrný obsah Hg ve vzorcích tuňáka, který činí 0,198 mg/kg. Ve srovnání s našimi hodnotami je tato hodnota nižší pouze u jednoho z devíti analyzovaných vzorků.

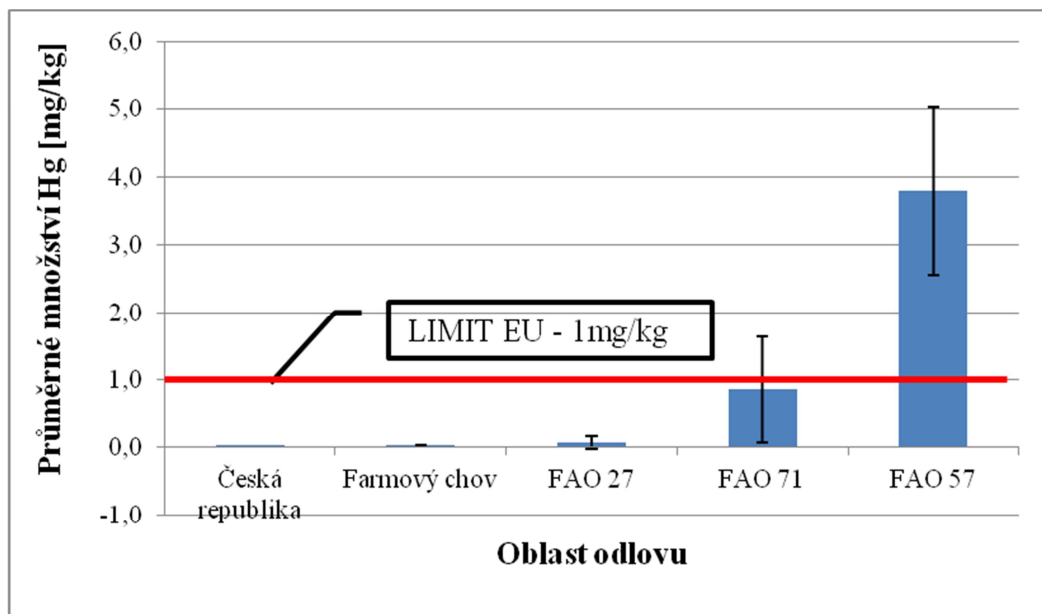
Dalšími autory jsou BURGER a kol. (2004), kteří stanovili obsah Hg v konzervovaném tuňákovi 0,43 mg/kg, EMAMI KHANSARI a kol. (2005) změřili průměrný obsah rtuti v konzervovaném tuňákovi 0,117 mg/kg, VOEGBORLO a kol. (1999) uvádí průměrný obsah Hg v tuňákovi 0,29 mg/kg. RUELAS-INZUNZA a kol. (2011) zjistil obsah Hg 0,362 mg/kg u tuňáka žlutoploutvého.



**Obr. 7:** Zobrazení výsledků měření, srovnání mořských a sladkovodních vzorků

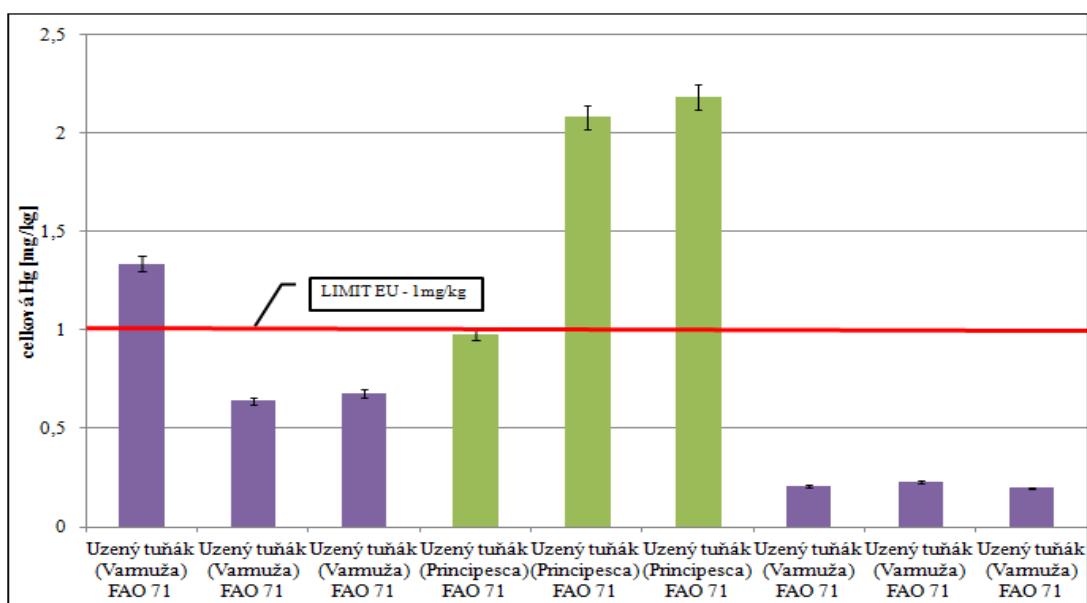


**Obr. 8:** Porovnání celkového množství Hg ve vzorcích dle jednotlivých oblastí odlovu (CZ – Česká republika, DK – Dánsko, IE – Irsko, NO – Norsko, ES – Španělsko)



**Obr. 9:** Srovnání obsahu rtuti ve vzorcích podle jednotlivých oblastí odlovu

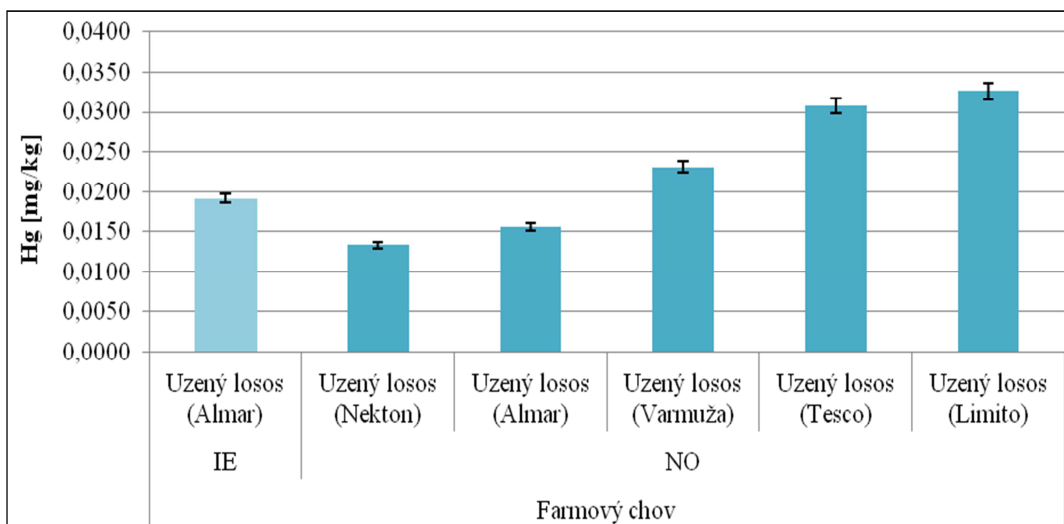
Z České republiky pocházely dva výrobky, uzený kapr a uzený tolstolobik (oba Klatovy). Obsah rtuti v těchto výrobcích byl 0,031 mg/kg v případě uzeného kapra a 0,029 mg/kg v případě uzeného tolstolobika. Z farmového chovu bylo devět vzorků a jednalo se o uzené pstruhy a uzené lososy. Koncentrace celkové rtuti se pohybovaly v rozmezí od 0,01 do 0,04 mg/kg. Z oblasti severovýchodního Atlantiku (FAO 27) bylo nejvíce vzorků (celkem patnáct vzorků). Z toho vyplývá, že přibližně 63 % výrobků bylo z oblastí (Česká republika, farmové chovy, FAO 27), kde byla naměřena koncentrace rtuti ve vzorcích ryb pod legislativním limitem 1 mg/kg.



**Obr. 10:** Srovnání jednotlivých vzorků tuňáků dle obsahu rtuti a výrobce

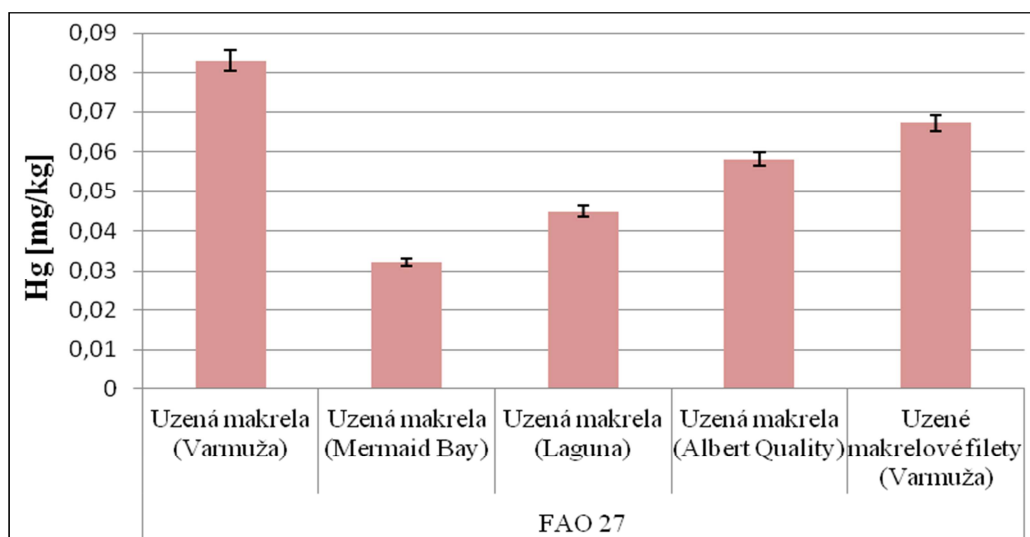


Z obrázku 10 vyplývá, že dva ze tří vzorků uzeného tuňáka značky Principesca (Výrobce Losica) překračovaly limit stanovený legislativou více jak dvakrát. Jeden vzorek ze šesti uzených tuňáků firmy Varmuža také překročil limit stanovený legislativou.



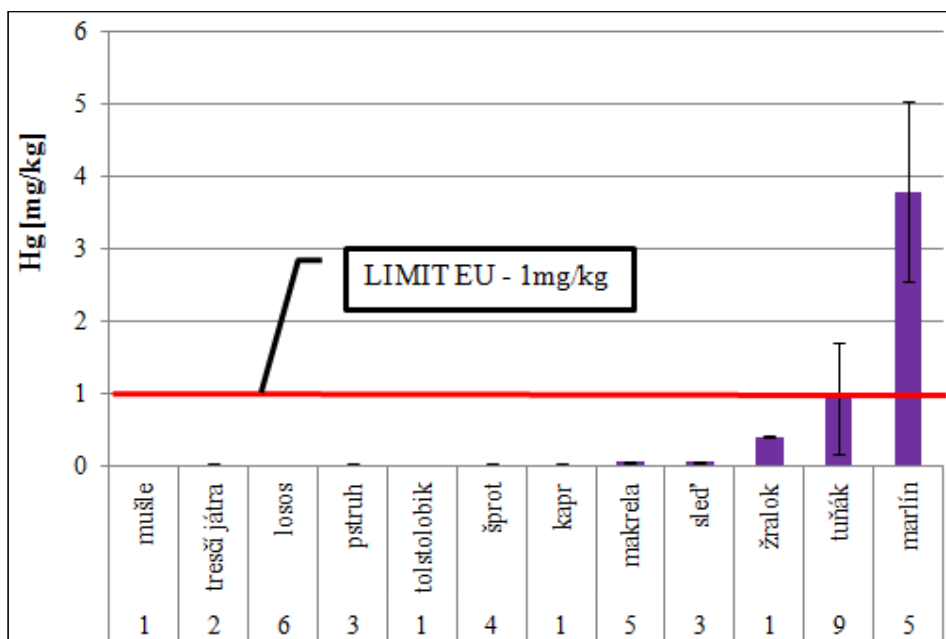
**Obr. 11:** *Vzájemné srovnání jednotlivých vzorků lososa z hlediska obsahu celkové Hg*

Na obrázku 11 jsou srovnány vzorky uzených lososů. Uzený losos díky farmovému chovu nepřekročil ani v jednom případě limity EU.



**Obr. 12:** *Vzájemné srovnání jednotlivých vzorků makrel z hlediska obsahu celkové Hg*

Z grafu 12 vyplývá, že ani jeden ze vzorků uzené makrely nepřekročil limit stanovený legislativou (1 mg/kg).



**Obr. 13:** Porovnání jednotlivých vzorků uzených rybích výrobků z hlediska průměrného množství rtuti (čísla pod názvy ryb znamenají počty vzorků jednotlivých druhů)

Z grafu 13 je jasně vidět, kterým druhům mořských ryb se vyvarovat s ohledem na možné riziko vyššího množství rtuti. Jsou jimi uzený marlín a uzený tuňák. Riziko představuje i konzumace uzeného žraloka.

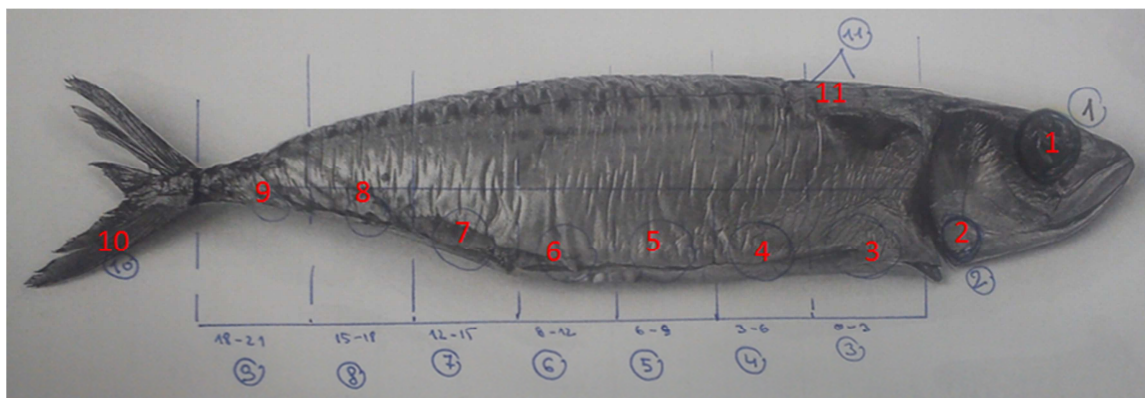
**Tab. 6:** Vypočítané hodnoty Hazard indexu a NTL

Číslo vzorku	Výrobek	Průměrný obsah rtuti v mg/kg	D - maximální denní tolerovatelné množství [Hg v g/kg konzumenta]	H - Hazard index (čím více se blíží 1, tím je riziko větší)	NTL - hmotnost rybí svaloviny [g]	Přepočet na porci 100g
1	Uzená tresčí játra (Albert Quality)	0,0094	$1,94 \cdot 10^{-6}$	0,0065	11914,8	119,15
2	Uzené šproty (Sokra)	0,0111	$2,30 \cdot 10^{-6}$	0,0077	10090,1	100,90
3	Uzený pstruh celý (Líšno)	0,0121	$2,50 \cdot 10^{-6}$	0,0084	9256,2	92,56
4	Uzený losos (Nekton)	0,0133	$2,75 \cdot 10^{-6}$	0,0092	8421,1	84,21
5	Uzené mušle v oleji (Franz Josef)	0,0140	$2,90 \cdot 10^{-6}$	0,0097	8000,0	80,00
6	Uzený losos (Almar)	0,0156	$3,23 \cdot 10^{-6}$	0,0108	7179,5	71,79
7	Uzený losos (Almar)	0,0191	$3,97 \cdot 10^{-6}$	0,0132	5849,6	58,50
8	Uzený losos (Varmuža)	0,0231	$4,78 \cdot 10^{-6}$	0,0160	4851,3	48,51
9	Uzený pstruh (Starfish)	0,0251	$5,20 \cdot 10^{-6}$	0,0173	4466,3	44,66
10	Uzený tolstolobik (Klatovy)	0,0297	$6,16 \cdot 10^{-6}$	0,0205	3771,0	37,71
11	Uzená tresčí játra (Nekton)	0,0307	$6,36 \cdot 10^{-6}$	0,0212	3648,2	36,48
12	Uzený losos (Tesco)	0,0308	$6,38 \cdot 10^{-6}$	0,0213	3640,7	36,41
13	Uzený šprot (Nekton)	0,0312	$6,47 \cdot 10^{-6}$	0,0216	3589,7	35,90
14	Uzený kapr (Klatovy)	0,0314	$6,51 \cdot 10^{-6}$	0,0217	3566,9	35,67
15	Uzené šproty (Spar)	0,0320	$6,63 \cdot 10^{-6}$	0,0221	3500,0	35,00
16	Uzená makrela (Mermaid Bay)	0,0323	$6,69 \cdot 10^{-6}$	0,0223	3467,5	34,67
17	Uzený losos (Limito)	0,0326	$6,76 \cdot 10^{-6}$	0,0226	3431,7	34,32
18	Uzený pstruh (Nautica)	0,0377	$7,82 \cdot 10^{-6}$	0,0261	2970,8	29,71
19	Uzená makrela (Laguna)	0,0450	$9,33 \cdot 10^{-6}$	0,0311	2488,9	24,89
20	Uzený sled' (Petri)	0,0461	$9,56 \cdot 10^{-6}$	0,0319	2429,5	24,30
21	Uzený šprot (Líšno)	0,0480	$9,95 \cdot 10^{-6}$	0,0332	2333,3	23,33

22	Uzená makrela (Albert Quality)	0,0582	$1,20 \cdot 10^{-5}$	0,0402	1924,4	19,24
23	Uzené sledřové filety (Lišno)	0,0632	$1,31 \cdot 10^{-5}$	0,0437	1772,2	17,72
24	Uzené makrelové filety (Varmuža)	0,0672	$1,39 \cdot 10^{-5}$	0,0465	1666,7	16,67
25	Uzené sledřové filety (Petri)	0,0682	$1,41 \cdot 10^{-5}$	0,0472	1642,2	16,42
26	Uzená makrela (Varmuža)	0,0831	$1,72 \cdot 10^{-5}$	0,0575	1347,8	13,48
27	Uzený tuňák (Varmuža)	0,1973	$4,09 \cdot 10^{-5}$	0,1364	567,7	5,68
28	Uzený tuňák (Varmuža)	0,2071	$4,29 \cdot 10^{-5}$	0,1432	540,9	5,41
29	Uzený tuňák (Varmuža)	0,2306	$4,78 \cdot 10^{-5}$	0,1594	485,8	4,86
30	Uzený žralok (Klatovy)	0,4058	$8,41 \cdot 10^{-5}$	0,2806	275,9	2,76
31	Uzený tuňák (Varmuža)	0,6412	$1,33 \cdot 10^{-4}$	0,4433	174,7	1,75
32	Uzený tuňák (Varmuža)	0,6763	$1,40 \cdot 10^{-4}$	0,4676	165,6	1,66
33	Uzený tuňák (Principesca)	0,9767	$2,02 \cdot 10^{-4}$	0,6753	114,7	1,15
34	Uzený tuňák (Varmuža)	1,3377	$2,77 \cdot 10^{-4}$	0,9249	83,7	0,84
35	Uzený marlín (Principesca)	2,0725	$4,29 \cdot 10^{-4}$	1,4330	54,0	0,54
36	Uzený tuňák (Principesca)	2,0823	$4,31 \cdot 10^{-4}$	1,4398	53,8	0,54
37	Uzený tuňák (Principesca)	2,1869	$4,53 \cdot 10^{-4}$	1,5121	51,2	0,51
38	Uzený marlín (Principesca)	3,5839	$7,43 \cdot 10^{-4}$	2,4780	31,3	0,31
39	Uzený marlín (Principesca)	3,6022	$7,47 \cdot 10^{-4}$	2,4906	31,1	0,31
40	Uzený marlín (Principesca)	4,2075	$8,72 \cdot 10^{-4}$	2,9092	26,6	0,27
41	Uzený marlín (Principesca)	5,5145	$1,14 \cdot 10^{-3}$	3,8129	20,3	0,20

Tak jak je patrné již z grafického zpracování dat i výpočet hazard indexu a NTL ukazují na riziko z konzumace uzeného marlína a uzeného tuňáka firmy Losica s.r.o. U těchto výrobků by došlo k naplnění toxikologického limitu po zkonzumování méně než jedné 100g porce. Nejnižší riziko představuje konzumace tresčích jater. Marlín, žralok a tuňák patří mezi druhy, které světové organizace (WHO, EFSA a další) doporučují omezit nebo z jídelníčku úplně vynechat.

Do experimentu stanovení obsahu rtuti v rybích výrobcích bylo také zařazeno stanovení Hg v jednotlivých částech ryby. Jako vhodný vzorek byla vybrána celá makrela a rtuť byla stanovena v jednotlivých částech (obr. 14).



**Obr. 14:** Uzená makrela celá (Varmuža)

Výsledky jsou zobrazeny v tabulce 7.

**Tab. 7:** Výsledky měření obsahu rtuti v jednotlivých částech vzorku celé makrely

Makrela celá		délka 36 cm	Průměrný obsah rtuti v mg/kg ± SD
Úsek	Odběr vzorku		
1	oko		0,0340 ± 0,0010
2	skřele		0,0562 ± 0,0017
3	maso od hlavy	0 - 3 cm	0,0847 ± 0,0025
4		3 - 6 cm	0,0815 ± 0,0025
5		6 - 9 cm	0,0902 ± 0,0027
6		9 - 12 cm	0,0841 ± 0,0025
7		12 -15 cm	0,0911 ± 0,0027
8		15 -18 cm	0,0833 ± 0,0025
9		18 - 21 cm	0,0828 ± 0,0025
10	ocas		0,0329 ± 0,0010
11	kůže		0,0465 ± 0,0014
12	šťáva		0,0041 ± 0,0001

Na základě těchto zjištěných dat byl pro měření ostatních vzorků vybrán úsek 8 až 9 (ocasní část ryby), protože se nacházel u většiny výrobků. Z tabulky 7 vyplývá, že místo odběru vzorku (úsek 3 - 9) nemá zásadní vliv na koncentraci rtuti. Nejnižší nalezená koncentrace rtuti 0,0041 mg/kg byla ve šťávě a nejvyšší stanovená koncentrace 0,0911 mg/kg byla v úseku 7 (maso od hlavy 12-15 cm).

## 5 ZÁVĚR

Nejnižší množství rtuti bylo naměřeno u vzorku uzených tresčích jater ( $0,0094 \pm 0,0002$  mg/kg) firmy Nekton. Museli bychom zkonzumovat 119 porcí o hmotnosti 100 g, aby došlo k naplnění toxikologického limitu. Nejvyšší množství rtuti bylo zjištěno u vzorku uzeného marlína firmy Losica s.r.o, které činilo  $5,5145 \pm 0,1544$  mg/kg, pro naplnění toxikologického limitu by stačilo sníst 20 g tohoto výrobku. Množství zjištěné rtuti více jak pětkrát překračovalo limit 1 mg/kg stanovený v Nařízení komise (ES) č. 1881/2006 ve znění pozdějších předpisů. Tato zjištění byla předána k prošetření na Státní zemědělskou a potravinářskou inspekci, která výsledky potvrdila (viz. příloha 2, Zpráva o výsledku kontroly SZPI). Výrobky se po ohlášení SZPI dostaly také do systému rychlého varování pro potraviny a krmiva RASFF. Prodávajícímu Tesco Stores ČR a.s. bylo nařízeno celorepublikové opatření a nevyhovující šarže výrobků byly staženy z trhu. V příloze 4 se nachází výsledek kontroly Státní veterinární správy ve firmě Losica s.r.o., která distribuovala výrobky Uzený tuňák a marlín Principesca. V příloze 5 lze nalézt další odkazy v médiích upozorňující na nebezpečné výrobky firmy Losica.

Z toho vyplývá, že je dobré sledovat informační portály [potravinynapranyri.cz](http://potravinynapranyri.cz) či [eagri.cz](http://eagri.cz), kde se pravidelně objevují zprávy o zdravotně závadných potravinách (viz. příloha 3 a 4).

V této práci bylo zjištěno překročení limitu stanoveného legislativou u osmi výrobků (tři druhů uzených rybích výrobků v různých šaržích s různými daty spotřeby). Většina (63 %) změřených výrobků pocházela z lokalit FAO 27, ČR nebo z farmového chovu. Jednalo se především o nejběžněji konzumované rybí výrobky v ČR (uzené makrely, šproty, sledě, lososy a pstruhy) a maximální koncentrace rtuti v této skupině výrobků byla 0,41 mg/kg, což je stále méně než poloviční hodnota limitu daného nařízením EU. Z těchto výsledků vyplývá, že pokud čeští spotřebitelé budou konzumovat ryby a rybí výrobky z lokalit blízkých ČR, nehrozí jim téměř žádné riziko kontaminace rtutí, avšak monitoring obsahů rtuti v rybách a rybích výrobcích dozorovými orgány v EU je stále velmi důležitý.

V rámci ochrany zdraví člověka je vhodné dodržovat doporučené pokyny dle WHO a EFSA týkající se konzumace ryb především pro těhotné ženy, kojící matky a děti z hlediska rizika obsahu rtuti.

## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTEC s.r.o., 2002: *Pracovní návod pro obsluhu AMA 254*, Praha, 125 s.

ANONYM 1. *Rtut'*. In: czvp.szu.cz [online]. 2012/2013 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://czvp.szu.cz/monitor/tds13c/77%20Rtut.pdf>

ANONYM 2. *Tuňák žlutoploutvý*. In: cs.wikipedia.org [online]. 16. 4. 2014 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Tu%C5%88%C3%A1k\\_%C5%BElutoploutv%C3%BD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tu%C5%88%C3%A1k_%C5%BElutoploutv%C3%BD)

ANONYM 3. *Perna viridis*. In: fao.org [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.fao.org/fishery/species/2691/en>

ANONYM 4. *Macaira indica*. In: fao.org [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/ac480e/AC480E06.pdf>

AUGELLI, M.A., R.A.A. MUNOZ, E.M. RICHTER, M.I. CANTAGALLO a L. ANGNES. *Analytical procedure for total mercury determination in fishes and shrimps by chronopotentiometric stripping analysis at gold film electrodes after microwave digestion*. Food Chemistry. 2007, vol. 101, issue 2, s. 579-584. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.02.017.

BUCHTOVÁ, Hana. *Hygiena a technologie produktů rybolovu*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2013, 117 s. ISBN 978-80-7305-660-5.

BURGER, Joanna a Michael GOCHFELD. *Mercury in canned tuna: white versus light and temporal variation*. Environmental Research. 2004, vol. 96, issue 3, s. 239-249. DOI: 10.1016/j.envres.2003.12.001.

CARL, W. *Toxicological effects of methylmercury*. USA: National Academy Press, 2000. 344 s. ISBN 0-309-07140-2.

ČABALA, Radomír, *Ekotoxikologie*. In: natur.cuni.cz [online]. 2006-2013 [vid. 2015-04-07]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/chemie/analchem/cabala/ke-stazeni/ekotoxikologie/soubor-prednasek-z-ekotoxikologie-zs2013/prednaska-6/>

ČERVENKA, Rostislav, Antonín BEDNAŘÍK, Josef KOMÁREK, Markéta ONDRAČKOVÁ, Pavel JURAJDA, Tomáš VÍTEK a Petr SPURNÝ. *The relationship between the mercury concentration in fish muscles and scales/fins and its significance*. Central European Journal of Chemistry. 2011, vol. 9, issue 6, s. 1109-1116. DOI: 10.2478/s11532-011-0105-8.

ČIHAŘ, Jiří, Jaromír KNOTEK a Libuše KNOTKOVÁ. *Ryby sladkých vod*. 1. české vyd. Praha: Aventinum, 2001, 184 s. ISBN 80-7151-146-3.

DĄBROWSKI, Waldemar a Zdzisław Edmund SIKORSKI. *Toxins in food*. Boca Raton, FL: CRC Press, c2005, xi, 355 s. ISBN 0-8493-1904-8.

EMAMI KHANSARI, F., M. GHAZI-KHANSARI a M. ABDOLLAHI. Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry*. 2005, vol. 93, issue 2, s. 293-296. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.09.025.

GERSTMEIER, Roland a Thomas ROMING. *Sladkovodní ryby Evropy: pro přátele přírody a sportovní rybáře*. Praha: Víkend, 2003, 366 s. ISBN 80-7222-307-0.

HNÍDKOVÁ, Drahomíra a Zdeněk KOBES, *Spotřeba potravin 2013*, Český statistický úřad. 2014, [online] Dostupné z: [http://www.apic-ak.cz/data\\_ak/14/k/Stat/SpotrebaPotravin2013.pdf](http://www.apic-ak.cz/data_ak/14/k/Stat/SpotrebaPotravin2013.pdf)

HOUSEROVÁ, P., JANÁK, K., KUBÁŇ, P., PAVLÍČKOVÁ, J., KUBÁŇ, V. Chemické formy rtuti ve vodních ekosystémech -- vlastnosti, úrovně, koloběh a stanovení. *Chemické listy*. 2006. sv. 100, č. 10, s. 862 - 876. ISSN 0009-2770.

IKEM, Abua a Nosa O. EGIEBOR. 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, issue 8, s. 771-787.

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

JANITZKI, Andreas. *Velký atlas ryb: nejoblíbenější lovené ryby od A do Z*. 2. české vyd. Praha: Svojtka & Co., 2008, 128 s. ISBN 978-80-256-0120-4.

JINADASA, B.K.K.K., E.M.R.K.B. EDIRISINGHE a I. WICKRAMASINGHE. Total mercury, cadmium and lead levels in main export fish of Sri Lanka. *Food Additives*. 2014, vol. 7, issue 4, s. 309-314.

KAFKA, Z., PUNČOCHÁŘOVÁ, J.: Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita, *Chemické listy* 96, 611–617, 2002.

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, 34, pp. 109-118.

KOMÁREK, Josef. *Atomová absorpční spektrometrie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2000, 85 s. ISBN 80-210-2500-x.

KOMÍNKOVÁ, Dana. *Ekotoxikologie*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 156 s. ISBN 978-80-01-04058-4.

KOMPRDA, Tomáš. *Obecná hygiena potravin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 145 s. ISBN 80-7157-757-x.

KONEČNÝ, Stanislav a Josef PAVLÍČEK. *Mořské ryby: Názvosloví a charakteristika druhů využitelných v potravinářství*. Ostrava: SELF, 1997, 105 s. ISBN 80-902335-0-3.

MARŠÁLEK, Petr. *Těžké kovy* In: VELÍŠEK, Josef, a kol. *Vodní toxikologie pro rybáře*. Vyd. 1. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2014, s. 467 - 499. ISBN 978-80-87437-89-6.

MOL, Suhendan. Determination of trace metals in canned anchovies and canned rainbow trouts. *Food and Chemical Toxicology*. 2011, vol. 49, issue 2, s. 348-351.

MOL, Suhendan. Levels of selected trace metals in canned tuna fish produced in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011, vol. 24, issue 1, s. 66-69. DOI: 10.1016/j.jfca.2010.04.009.

Nařízení ES 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, [online]. 20. 12. 2006, [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: WWW: < <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:CS:PDF>>.

Nařízení ES 629/2008, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, [online]. 2. 7. 2008, [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: WWW: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0629&qid=1429006143871&from=CS>>.

Nařízení EU 420/2011, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách [online]. 29. 4. 2011, [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1429619567897&uri=CELEX:32011R0420>

NIELSEN, S. *Food analysis*. 4th ed. New York: Springer, 2010, xiv, 602 s.

PANICHEV, N.A. a S.E. PANICHEVA. Determination of total mercury in fish and sea products by direct thermal decomposition atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*. 2015, vol. 166, s. 432-441.

PAVLÍKOVÁ, Daniela. *Ekotoxikologie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, 2008, 171 s. ISBN 978-80-213-1843-4.

PROKEŠ, Jaroslav. *Základy toxikologie: obecná toxikologie a ekotoxikologie*. 1. vyd. Praha: Galén, c2005, 248 s. ISBN 80-7262-301-x.

RUELAS-INZUNZA, Jorge, Carlos PATIÑO-MEJÍA, Martín SOTO-JIMÉNEZ, Guillermo BARBA-QUINTERO a Milton SPANOPOULOS-HERNÁNDEZ. Total mercury in canned yellowfin tuna *Thunnus albacares* marketed in northwest Mexico. *Food and Chemical Toxicology*. 2011, vol. 49, issue 12, s. 3070-3073. DOI: 10.1016/j.fct.2011.07.030.

SHIBER, John G. *Arsenic, cadmium, lead and mercury in canned sardines commercially available in eastern Kentucky, USA*. *Marine Pollution Bulletin*. 2011, vol. 62, issue 1, s. 66-72. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2010.09.008.

SUKOVÁ, Irena. *Velké rozdíly v doporučeních ohledně konzumace ryb*. In: agronavigator.cz [online]. 8. 5. 2004 [cit. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=0&ch=13&typ=1&val=25988>

SUKOVÁ, Irena. *Rozlišení ryb podle obsahu rtuti*. In: agronavigator.cz [online]. 22. 7. 2001 [vid. 2015-04-08]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=149&ch=13&typ=1&val=2149>

ŠKRAŇKOVÁ, Petra. *Ve vousech Tycha Braha z pražské hrobky byla rtuť, astronoma nezabila*. In: idnes.cz [online]. 15. 11. 2012 [cit. 2015-04-07]. 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)

TEROFAL, Fritz a Claus MILITZ. *Mořské ryby v evropských vodách*. Vyd. 1. Praha: Ikar, 1996, 287 s. ISBN 80-7202-009-9.

VOEGBORLO, R.B., A.M. EL-METHNANI a M.Z. ABEDIN. Mercury, cadmium and lead content of canned tuna fish. *Food Chemistry*. 1999, vol. 67, issue 4, s. 341-345. DOI: 10.1016/s0308-8146(98)00008-9.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 326/2001, kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. [online]. 12. 9. 2001, [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-326>

WHO 1990. In *Environmental Health Criteria*. World Health Organization, Geneva.

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: <i>Koloběh rtuti a její přeměny ve vodním ekosystému</i> .....	12
Obr. 2: <i>Potravní pyramida</i> .....	13
Obr. 3: <i>Trend expozičních dávek pro jednotlivé skupiny obyvatelstva</i> .....	15
Obr. 4: <i>Oblasti FAO</i> .....	27
Obr. 5: <i>Spektrometr AMA 254</i> .....	40
Obr. 6: <i>Lodičky s naváženými vzorky</i> .....	41
Obr. 7: <i>Zobrazení výsledků měření, srovnání mořských a sladkovodních vzorků</i> .....	45
Obr. 8: <i>Porovnání celkového množství Hg ve vzorcích dle jednotlivých oblastí odlovu</i>	46
Obr. 9: <i>Srovnání obsahu rtuti ve vzorcích podle jednotlivých oblastí odlovu</i> .....	47
Obr. 10: <i>Srovnání jednotlivých vzorků tuňáků dle obsahu rtuti a výrobce</i> .....	47
Obr. 11: <i>Vzájemné srovnání jednotlivých vzorků lososa z hlediska obsahu celkové Hg</i>	48
Obr. 12: <i>Vzájemné srovnání jednotlivých vzorků makrel z hlediska obsahu celkové Hg</i>	48
Obr. 13: <i>Porovnání jednotlivých vzorků uzených rybích výrobků z hlediska průměrného množství rtuti</i> .....	49
Obr. 14: <i>Uzená makrela celá (Varmuža)</i> .....	52

## 8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: <i>Poločas rozpadu methylrtuti ve dnech v tělech vybraných živočichů</i> .....	14
Tab. 2: <i>Doporučení pro těhotné ženy, ženy plánující početí a děti</i> .....	16
Tab. 3: <i>Druhy ryb s nízkým obsahem rtuti a rizikové druhy podle EFSA a WHO</i> .....	16
Tab. 4: <i>Technologické požadavky a požadavky na jakost, balení a skladování</i> .....	17
Tab. 5: <i>Parametry měření</i> .....	40
Tab. 6: <i>Vypočítané hodnoty Hazard indexu a NTL</i> .....	50
Tab. 7: <i>Výsledky měření obsahu rtuti v jednotlivých částech vzorku celé makrely</i> .....	52

## 9 SEZNAM ZKRATEK

<b>AAS</b>	atomová absorpční spektrometrie
<b>ADI</b>	acceptable daily intake – akceptovatelný denní příjem
<b>AES</b>	atomová emisní spektrometrie
<b>AFS</b>	atomová fluorescenční spektrometrie
<b>AMA</b>	Advanced Mercury Analyser
<b>ASV</b>	anodická rozpouštěcí volumetrie
<b>COT</b>	Výbor pro toxicitu
<b>CZ, ČR</b>	Česká republika
<b>DK</b>	Dánsko
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority-Evropský úřad pro bezpečnost potravin
<b>EPA</b>	Úřad pro ochranu životního prostředí
<b>ES</b>	Španělsko (v grafech)
<b>ES</b>	Evropské společenství
<b>EU</b>	Evropská unie
<b>EWG</b>	„Pracovní skupina pro životní prostředí“
<b>FAO</b>	Food and agriculture organization of United Nations
<b>FDA</b>	Úřad pro potraviny a léčiva
<b>GB</b>	Velká Británie
<b>GC</b>	plynová chromatografie
<b>H</b>	Hazard index
<b>Hg</b>	rtuť
<b>HPLC</b>	vysokoúčinná kapalinová chromatografie
<b>ICP – MS</b>	indukčně vázané plasma s detekcí pomocí hmotnostní spektrometrie
<b>ICP – OES</b>	indukčně vázané plasma s detekcí pomocí optické emisní spektrometrie
<b>IE</b>	Irsko
<b>MeHg</b>	methyrtuť
<b>MSDE</b>	Microsoft Data Engine
<b>NAA</b>	neutronová aktivační analýza
<b>NO</b>	Norsko
<b>NTL</b>	hmotnost rybí svaloviny pro naplnění toxikologického limitu
<b>PIXE</b>	laserová ablace
<b>PTWI</b>	provisional tolerable weekly intake – provizorní tolerovatelný týdenní příjem

<b>RfD</b>	referenční dávka pro rtuť
<b>RASFF</b>	Rapid Alert System for Food and Feed – Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva
<b>SD</b>	Standardní odchylka
<b>SVS</b>	Státní veterinární správa
<b>SZPI</b>	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
<b>TWI</b>	tolerable weekly intake – tolerovatelný týdenní příjem
<b>U.S.PIRG</b>	„Skupina pro výzkum ve veřejném zájmu“
<b>USA</b>	Spojené státy americké
<b>WHO</b>	World health organization – Světová zdravotnická organizace
<b>XRF</b>	rentgenfluorescenční spektrometrie



## 10 SEZNAM PŘÍLOH


PŘÍLOHA 1.....	65
Tab. 1: Naměřené hodnoty obsahu rtuti ve vzorcích uzených rybích výrobků	
PŘÍLOHA 2.....	66
Obr. 1: Zpráva o výsledku kontroly SZPI	
PŘÍLOHA 3.....	67
Obr. 2: Upozornění na nebezpečné potraviny na webu potravinyapranryri.cz	
PŘÍLOHA 4.....	68
Obr. 3: Tisková zpráva SVS o výsledku kontroly ve firmě Losica s.r.o.	
PŘÍLOHA 5.....	69
Obr. 4: Další www stránky, které upozorňovaly na výrobky firmy Losica	


## PŘÍLOHA 1

Tab. 1: Naměřené hodnoty obsahu rtuti ve vzorcích uzených rybích výrobků

Číslo vzorku	Výrobek	Průměrný obsah rtuti v mg/kg $\pm$ SD
1	Uzená tresčí játra (Albert Quality)	0,0094 $\pm$ 0,0002
2	Uzené šproty (Sokra)	0,0111 $\pm$ 0,0003
3	Uzený pstruh celý (Líšno)	0,0121 $\pm$ 0,0004
4	Uzený losos (Nekton)	0,0133 $\pm$ 0,0004
5	Uzené mušle v oleji (Franz Josef)	0,0140 $\pm$ 0,0006
6	Uzený losos (Almar)	0,0156 $\pm$ 0,0005
7	Uzený losos (Almar)	0,0191 $\pm$ 0,0007
8	Uzený losos (Varmuža)	0,0231 $\pm$ 0,0007
9	Uzený pstruh (Starfish)	0,0251 $\pm$ 0,0008
10	Uzený tolstolobik (Klatovy)	0,0297 $\pm$ 0,0009
11	Uzená tresčí játra (Nekton)	0,0307 $\pm$ 0,0009
12	Uzený losos (Tesco)	0,0308 $\pm$ 0,0009
13	Uzený šprot (Nekton)	0,0312 $\pm$ 0,0009
14	Uzený kapr (Klatovy)	0,0314 $\pm$ 0,0008
15	Uzené šproty (Spar)	0,0320 $\pm$ 0,0010
16	Uzená makrela (Mermaid Bay)	0,0323 $\pm$ 0,0010
17	Uzený losos (Limito)	0,0326 $\pm$ 0,0010
18	Uzený pstruh (Nautica)	0,0377 $\pm$ 0,0011
19	Uzená makrela (Laguna)	0,0450 $\pm$ 0,0015
20	Uzený sled' (Petri)	0,0461 $\pm$ 0,0014
21	Uzený šprot (Líšno)	0,0480 $\pm$ 0,0014
22	Uzená makrela (Albert Quality)	0,0582 $\pm$ 0,0018
23	Uzené sled'ové filety (Líšno)	0,0632 $\pm$ 0,0019
24	Uzené makrelové filety (Varmuža)	0,0672 $\pm$ 0,0020
25	Uzené sled'ové filety (Petri)	0,0682 $\pm$ 0,0021
26	Uzená makrela (Varmuža)	0,0831 $\pm$ 0,0025
27	Uzený tuňák (Varmuža)	0,1973 $\pm$ 0,0059
28	Uzený tuňák (Varmuža)	0,2071 $\pm$ 0,0062
29	Uzený tuňák (Varmuža)	0,2306 $\pm$ 0,0069
30	Uzený žralok (Klatovy)	0,4058 $\pm$ 0,0142
31	Uzený tuňák (Varmuža)	0,6412 $\pm$ 0,0192
32	Uzený tuňák (Varmuža)	0,6763 $\pm$ 0,0203
33	Uzený tuňák (Principesca)	0,9767 $\pm$ 0,0293
34	Uzený tuňák (Varmuža)	1,3377 $\pm$ 0,0401
35	Uzený marlín (Principesca)	2,0725 $\pm$ 0,0622
36	Uzený tuňák (Principesca)	2,0823 $\pm$ 0,0625
37	Uzený tuňák (Principesca)	2,1869 $\pm$ 0,0678
38	Uzený marlín (Principesca)	3,5839 $\pm$ 0,1075
39	Uzený marlín (Principesca)	3,6022 $\pm$ 0,1081
40	Uzený marlín (Principesca)	4,2075 $\pm$ 0,1262
41	Uzený marlín (Principesca)	5,5145 $\pm$ 0,1544

## PŘÍLOHA 2

	<b>STÁTNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A POTRAVINÁŘSKÁ INSPEKCE</b> INSPEKTORÁT V BRNĚ Běhounská 10, 601 26 Brno tel.: 542 426 611, fax: 542 426 717 e-mail: epodatelna@szpi.gov.cz, ID datové schránky: avrai9q	
<hr/>		
Vyřizuje: Mgr. Petra Hoferková	Linka: 542 426 738	E-mail: bmo@szpi.gov.cz
Č. j.: SZPI/AJ740 - 4/2014	Datum: 23. října 2014	
e-mail: Andrea.klr@seznam.cz		
Vážená paní		
Ing. Andrea Kleckerová, Ph.D. Mendelova univerzita v Brně Zemědělská 1 613 00 Brno		
<u>Zpráva o výsledku kontroly</u>		
V návaznosti na dopis ze dne 26.09.2014 o odběru vzorků k Vašemu podnětu, č. j. AJ740 – 2/2014, Vám sdělujeme následující.		
Na základě výsledků laboratorních rozborů nevyhověly odebrané vzorky výrobků UZENÝ MARLÍN - filety Principesca 100 g, DP: 27 10 14 a UZENÝ TUNÁK - filety Principesca 100 g, DP: 08 11 14, v obsahu rtuti požadavkům nařízení (ES) č. 1881/2006, v platném znění.		
Výrobek UZENÝ MARLÍN - filety Principesca 100 g, DP: 16 10 14, nevyhověl v obsahu rtuti a kadmia požadavkům nařízení (ES) č. 1881/2006, v platném znění.		
Společnosti Tesco Stores ČR a.s. bylo uloženo celorepublikové opatření ke stažení nevyhovujících šarží výrobků z uvádění na trh.		
Dále bude SZPI postupovat vůči kontrolovanému subjektu ve smyslu zákona č. 146/2002 Sb., o SZPI a zákona č. 500/2004 Sb., Správní řád, ve znění pozdějších předpisů.		
Informace zjištěné kontrolou našeho úřadu byly předány Městské veterinární správě v Praze Státní veterinární správě, která je kompetentní ke kontrole společnosti LOSICA s.r.o., Strojírenská 259, Praha.		
S pozdravem		
Ing. Vít Obenrauch ředitel inspektorátu		



Obr. 1: Zpráva o výsledku kontroly SZPI

## PŘÍLOHA 3

The screenshot shows the website 'potraviny na pranýři' with a search bar containing 'LOSICA'. The search results are displayed in a grid format. The first two items are 'Uzený Marlín- filety Principesca 100g' and 'Uzený Tuňák- filety Principesca 100g', both from Tesco Stores ČR a.s. The third item is 'Uzený Marlín- filety Principesca 100g' from Tesco Stores ČR a.s. The search results are filtered by 'nebezpečné' (dangerous) and 'falšované' (falsified). The text indicates that mercury levels in the products exceeded the permitted limit.

Nenalezli jste požadované výsledky?  
Zkuste použít [rozšířené hledání](#) nebo přejděte na [hledání v archivu](#).

**Obr. 2:** Upozornění na nebezpečné potraviny na webu [potravinynapranryri.cz](http://www.potravinynapranryri.cz)

(Dostupné z:

<http://www.potravinynapranryri.cz/Search.aspx?ext=y&simporter=Prod%C3%A1vaj%C3%ADc%3AD%3A+LOSICA+s.r.o.%2C+Stroj%C3%ADrensk%C3%A1+259%2C+155+00+Praha+5&lang=cs&design=default&archive=actual&listtype=tiles>)

## PŘÍLOHA 4

### Výsledek kontroly Státní veterinární správy: Rtuť v uzených rybách

14.11.2014

**Tisková zpráva – Společnost Losica s.r.o. uvedla na trh prostřednictvím řetězců Tesco a Globus uzené ryby původem z Itálie, ve kterých bylo laboratorně prokázáno nadlimitní množství rtuti. Ta patří do skupiny tzv. „kumulativních jedů“, které mohou způsobovat celou řadu komplikací. V závislosti na množství nahromaděného jedu v těle se objevují zažívací problémy, potíže s ledvinami, příp. neurologické změny. Ve výjimečných případech dochází k trvalému poškození zdraví, popř. k úmrtí. Množství detekované rtuti v tomto případě nepředstavuje akutní nebezpečí, jedná se však o výrobek, který neodpovídá stanoveným požadavkům na zdravotní nezávadnost.**

Státní veterinární správa provedla šetření ve skladu výše uvedené společnosti, nicméně v době kontroly již byly veškeré výrobky distribuovány do tržní sítě. Společnost Losica s.r.o. informovala jak Tesco, tak Globus o nutnosti okamžitého stažení výrobku z oběhu.

Identifikace výrobku:

*Uzený tuňák - filety Principesca 100g, IT 544 CE, datum spotřeby 5. 12. 2014*

*Uzený Marlín - filety Principesca 100g, IT 544 CE, datum spotřeby 5. 12. 2014*

*Uzený tuňák - filety Principesca 100g, IT 544 CE, datum spotřeby 13. 12. 2014*

*Uzený Marlín - filety Principesca 100g, IT 544 CE, datum spotřeby 13. 12. 2014*

Státní veterinární správa připomíná, že výrobky zakoupené v řetězcích Tesco a Globus lze kdykoliv vrátit zpět prodejci.

Mgr. Petr Pejchal  
Tiskové oddělení ÚVS SVS

**Obr. 3:** Tisková zpráva SVS o výsledku kontroly ve firmě Losica s.r.o. (Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/svs/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2014\\_vysledek-kontroly-svs-uzene-ryby.html](http://eagri.cz/public/web/svs/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2014_vysledek-kontroly-svs-uzene-ryby.html))

## PŘÍLOHA 5

[Výsledek kontroly Státní veterinární správy: Rtut' v uzených ...](#)  
[eagri.cz/public/web/.../x2014\\_vysledek-kontroly-svs-uzene-ryby.html](#) ▼

14. 11. 2014 - Společnost **Losica** s.r.o. uvedla na trh prostřednictvím řetězců Tesco a ... Množství detekované **rtuti** v tomto případě nepředstavuje akutní ...

[Uzené ryby v Tesku a Globusu obsahují moc rtuti, odhalila ...](#)

[ekonomika.idnes.cz/rtut-v-uzenych-rybach...-/ekonomika.aspx?...](#) ▼

14. 11. 2014 - Do Česka je dovezla společnost **Losica**. Množství **rtuti** nepředstavuje akutní nebezpečí, neodpovídá však limitům na zdravotní nezávadnost.

[Pozor! Ryby z Tesca a Globusu byly napěchované rtutí! - tn.cz](#)

[tn.nova.cz/.../pozor-uzene-ryby-z-hypermarketu-obsahuji-prilis-rtuti.htm...](#) ▼

14. 11. 2014 - Společnost **Losica** podle něj informovala oba obchodníky o nutnosti okamžitého stažení ... **Rtut'** patří do skupiny takzvaných kumulativních jedů.

[Uzené ryby prodávané v Globusu a Tesku obsahovaly moc ...](#)

[www.ceskenoviny.cz/zpravy/uzene-ryby-prodavane...rtuti/1147386](#) ▼

14. 11. 2014 - Množství **rtuti** ve výrobcích nepředstavuje akutní nebezpečí, neodpovídá ... **Losica** a následně je prodávaly obchodní řetězce Tesco a Globus.

[Globus a Tesco stahují z prodeje ryby, byly plné rtuti ...](#)

[domaci.eurozpravy.cz/.../106759-globus-a-tesco-stahuji-z-prodeje-ryby-...](#) ▼

14. 11. 2014 - Společnost **Losica** podle něj informovala oba obchodníky o nutnosti ... **Rtut'** je vysoce toxická a pro svou schopnost ničení či poškozování ...

[Tesco stahuje z pultů ryby s příměsí rtuti - Šumperský Rej](#)

[sumpersky.rej.cz/clanky/tesco-stahuje-z-pultu-ryby-s-primesi-rtuti/](#) ▼

17. 11. 2014 - „Množství detekované **rtuti** v tomto případě nepředstavuje akutní ... Inspektoři provedli kontroly u společnosti **Losica**, která rybí výrobky na český ...

[Prodávající: LOSICA s.r.o., Strojírenská 259, 155 00 Praha 5](#)

[www.potravinynapranyri.cz/Search.aspx?...LOSICA...](#) ▼

Ve výrobku byla zjištěna přítomnost **rtuti** v množství, které téměř čtyřikrát překračovalo povolený limit pro tuto kontaminující látku. Uzený Tuňák- filety Principesca ...

[Výsledek kontroly Státní veterinární správy: Rtut' v uzených ...](#)

[www.mojecelebrity.cz/.../vysledek-kontroly-statni-veterinari-spravy-rtu...](#) ▼

**Obr. 4:** Další *www* stránky, které upozorňovaly na výrobky firmy *Losica* (Dostupné z: <https://www.google.cz/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=losica%20rtu%C5%A5>)