

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

Bc. VENDULA SMOLÍKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav chemie a biochemie



Vybrané těžké kovy v produktech mořských ryb

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Andrea Ridošková, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Vendula Smolíková

Brno 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Čestné prohlášení

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

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

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

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Andrei Ridoškové, Ph.D. za odborné vedení, rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování této práce a v neposlední řadě za cenné zkušenosti, které jsem díky ní získala. Děkuji také RNDr. Josefu Hedbávnému za odborné rady poskytnuté při zpracování mého experimentu.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce bylo stanovit celkový obsah rtuti, kadmia a olova ve vzorcích čerstvých a mražených mořských ryb z celkem 17 oblastí FAO, které byly zakoupeny v obchodní síti České republiky. Teoretická část práce se zabývá charakteristikou stanovovaných těžkých kovů a jejich vztahu k životnímu prostředí. Dále je zde popsáno všech 30 druhů ryb, které byly podrobeny analýze.

V praktické části byla pro stanovení koncentrací těžkých kovů použita metoda atomové absorpční spektrometrie. Povolené maximální limity pro obsah těžkých kovů v potravinách, stanovené Nařízením Komise (EU) č. 1881/2006 a předpisy v pozdějším znění, byly v případě dvanácti vzorků překročeny vzhledem k obsahu rtuti (limit 0,5 mg/kg nebo 1 mg/kg pro vybrané druhy ryb) a v případě tří vzorků byl zjištěn nadlimitní obsah kadmia (limit 0,05 mg/kg). Maximální přípustný limit pro obsah olova v potravinách (0,3 mg/kg) nebyl překročen v případě žádného vzorku. Výsledky této práce ukázaly, že svalovina marlína bělavého (*Tetrapturus albidus*) a mečouna obecného (*Xiphias gladius*) patří mezi nejvíce kontaminované vzorky a tyto ryby mohou při pravidelné konzumaci představovat riziko pro lidské zdraví. Protože obsah rtuti a kadmia v některých vzorcích překročil limit doporučený Světovou zdravotnickou organizací WHO a rovněž legislativou České republiky, vedl náš výzkum k podnětu na SZPI a následnému stažení některých šarží ryb z trhu České republiky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rtuť, kadmium, olovo, ryby, atomová absorpční spektrometrie.

ABSTRACT

The aim of this master's thesis was to determine the contents of cadmium, lead and mercury in sea fish. Fresh and frozen fish from 17 FAO localities were bought in Czech markets. The theoretical part of this work describes the determined heavy metals and their relation to the environment. All 30 analyzed fish species are also described here.

Atomic absorption spectrometry technique was used for determination of cadmium, lead and mercury concentration in the practical part of the work. Twelve samples exceeded the maximum levels for mercury (0.5 mg/kg or 1 mg/kg for selected fish species) and three fish samples exceeded the maximum level for cadmium (0.05 mg/kg) set by Commission Regulation (EU) No 1881/2006, as amended. The maximum level of lead concentration (0.3 mg/kg) was not exceeded in any fish sample. Results of this work show, that samples of marlin (*Tetrapturus albidus*) and swordfish (*Xiphias gladius*) are one of the most contaminated fish which can pose a great risk for human health after regular consumption. Because mercury and cadmium contents in some samples were higher than maximum levels recommended by World health organization WHO and Czech legislation, our research initiated an investigation of CAFIA, which led to withdraw some batches of the fish from the Czech markets.

KEYWORDS

Mercury, cadmium, lead, fish, atomic absorption spektrometry.

OBSAH

1	ÚVOD.....	12
2	CÍL PRÁCE.....	13
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	14
3.1	Těžké kovy	14
3.2	Těžké kovy ve vodním ekosystému	14
3.2.1	Kadmium.....	15
3.2.1.1	Historie.....	15
3.2.1.2	Fyzikální a chemické vlastnosti	15
3.2.1.3	Využití kadmia a zdroje kontaminace v životním prostředí	16
3.2.1.4	Kadmium v životním prostředí a jeho koloběh v přírodě	16
3.2.1.5	Toxicita kadmia.....	17
3.2.2	Olovo.....	17
3.2.2.1	Historie.....	17
3.2.2.2	Fyzikální a chemické vlastnosti	17
3.2.2.3	Využití olova a zdroje kontaminace v životním prostředí	18
3.2.2.4	Olovo v životním prostředí a jeho koloběh v přírodě	18
3.2.2.5	Toxicita olova	19
3.2.3	Rtuť	20
3.2.3.1	Historie rtuti	20
3.2.3.2	Fyzikální a chemické vlastnosti rtuti	20
3.2.3.3	Využití rtuti a zdroje kontaminace v životním prostředí	20
3.2.3.4	Rtuť v životním prostředí a její koloběh v přírodě	21
3.2.3.5	Toxicita rtuti.....	22
3.3	Těžké kovy v akvapotravinách.....	23
3.3.1	Hygienické limity těžkých kovů pro akvapotraviny	24
3.4	Hodnocení zdravotního rizika z konzumace ryb	25

3.5	Charakteristika analyzovaných druhů ryb	25
3.5.1	Cípal hlavatý (<i>Mugil cephalus</i>).....	26
3.5.2	Řas mořský (<i>Lophius piscatorius</i>)	26
3.5.3	Halibut grónský (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>).....	26
3.5.4	Kanic vroubený (<i>Epinephelus marginatus</i>)	27
3.5.5	Lates stříbřitý (<i>Lates calcarifer</i>)	27
3.5.6	Losos gorbuša (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>)	28
3.5.7	Losos obecný (<i>Salmo salar</i>).....	28
3.5.8	Makrela obecná (<i>Scomber scombrus</i>).....	29
3.5.9	Marlín bělavý (<i>Tetrapturus albidus</i>).....	29
3.5.10	Mečoun obecný (<i>Xiphias gladius</i>)	29
3.5.11	Mořan zlatý (<i>Sparus aurata</i>).....	30
3.5.12	Mořčák evropský (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	30
3.5.13	Okouník mořský (<i>Sebastes marinus</i>)	31
3.5.14	Pamakrela temná (<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>)	31
3.5.15	Parmice nachová (<i>Mullus barbatus</i>)	32
3.5.16	Plachetník širokoploutvý (<i>Istiophorus platypterus</i>).....	32
3.5.17	Platýs obecný (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>).....	33
3.5.18	Rejnok ostnatý (<i>Raja clavata</i>).....	33
3.5.19	Sardel obecná (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	34
3.5.20	Sardinka obecná (<i>Sardina pilchardus</i>).....	34
3.5.21	Sleď obecný (<i>Clupea harengus</i>)	34
3.5.22	Stříbrnice atlantská (<i>Argentina silus</i>).....	35
3.5.23	Štikozubec argentinský, Gayův, senegalský (<i>Merluccius hubbsi, gayi, senegalensis</i>).....	35
3.5.24	Štítník červený (<i>Triglia lucerna</i>)	36
3.5.25	Treska pestrá (<i>Gadus chalcogrammus</i>)	36

3.5.26	Tuňák žlutoploutvý (<i>Thunnus albacares</i>).....	37
3.5.27	Zubatice jadranská (<i>Boops boops</i>).....	37
3.5.28	Žralok modravý (<i>Prionace glauca</i>).....	38
3.6	Rybářské oblasti FAO	38
3.7	Stanovení těžkých kovů v biologickém materiálu	39
3.7.1	Odběr vzorků, skladování a příprava	39
3.7.2	Mineralizace vzorků.....	40
3.7.3	Metody stanovení celkového obsahu těžkých kovů v potravinách.....	40
3.7.3.1	Atomová absorpční spektrometrie	41
3.7.3.2	Atomový absorpční spektrometr AMA 254.....	42
4	MATERIÁL A METODIKA	44
4.1	Odběr, uchování a popis vzorků.....	44
4.2	Použité chemikálie	45
4.3	Mineralizace vzorků pro stanovení kadmia a olova.....	46
4.4	Stanovení obsahu kadmia a olova na přístroji Agilent 280Z AA	47
4.5	Stanovení celkového obsahu rtuti na přístroji AMA 254.....	48
4.6	Statistické zpracování dat.....	50
5	VÝSLEDKY A DISKUSE.....	51
5.1	Validace analytických metod (Agilent 280Z AA, AMA 254).....	51
5.2	Stanovení obsahu kadmia ve vzorcích ryb	52
5.3	Stanovení obsahu olova ve vzorcích ryb.....	54
5.4	Stanovení celkového obsahu rtuti ve vzorcích ryb.....	55
5.5	Analýza závislosti obsahu těžkých kovů.....	57
5.6	Vyhodnocení zdravotního rizika z konzumace mořských ryb dle WHO.....	59
5.7	Oznámení podaná na základě výsledků výzkumu.....	61
5.7.1	Nadlimitní obsahy těžkých kovů.....	61
5.7.2	Obchodní označení produktů rybolovu a akvakultury	62

6	ZÁVĚR.....	64
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	66
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
9	SEZNAM TABULEK	75
10	SEZNAM ZKRATEK	76
11	SEZNAM PŘÍLOH	77
11.1	PŘÍLOHA 1.....	78
11.2	PŘÍLOHA 2.....	79
11.3	PŘÍLOHA 3.....	89
11.4	PŘÍLOHA 4.....	91
11.5	PŘÍLOHA 5.....	93

1 ÚVOD

Z pohledu nutričního složení představují ryby nenahraditelnou složku zdravé a vyvážené stravy. Navzdory bohatému obsahu nenasycených mastných kyselin (zejména omega-3), esenciálních aminokyselin (leucin, lysin), minerálů a vitamínů, může konzumace ryb představovat riziko pro lidské zdraví z důvodu vysokého obsahu kontaminantů. Těžké kovy jako rtuť, kadmium a olovo pronikají do vodního ekosystému vlivem antropogenní činnosti – jako důsledek zemědělské, průmyslové a těžební činnosti. Těžké kovy jsou následně kumulovány v organismech mořských ryb a snižují tak hygienickou kvalitu akvapotravin.

Vzhledem k vzrůstajícímu zájmu obyvatel o zdravý životní styl a netradiční potraviny jsou v České republice na vzestupu specializované obchody zaměřené na prodej čerstvých mořských ryb. Díky tomu se do běžného spotřebního koše dostávají pro naši zeměpisnou oblast netypické druhy ryb a spotřebitel si často neuvědomuje rizika spojená s jejich konzumací. Je tedy více než aktuální provádět důkladný monitoring koncentrací těžkých kovů v rybách, které jsou přiváženy ze zahraničí a jsou běžně dostupné na českém trhu.

Rovněž je důležité vyhodnotit případná rizika plynoucí z pravidelné konzumace kontaminovaných ryb a edukovat o potenciálním riziku obyvatelstvo. Nejvíce ohroženou skupinou lidí z hlediska konzumace ryb kontaminovaných těžkými kovy jsou zejména těhotné ženy a malé děti. Ačkoli by těhotné ženy měly být upozorněny svým lékařem na případná rizika spojená s konzumací ryb, nedostatečná informovanost by mohla, obzvláště v dnešní době vzrůstajícího trendu zdravého stravování, vést naopak ke zvýšené konzumaci ryb v těhotenství kvůli jejich nutričně jinak velice příznivému složení.

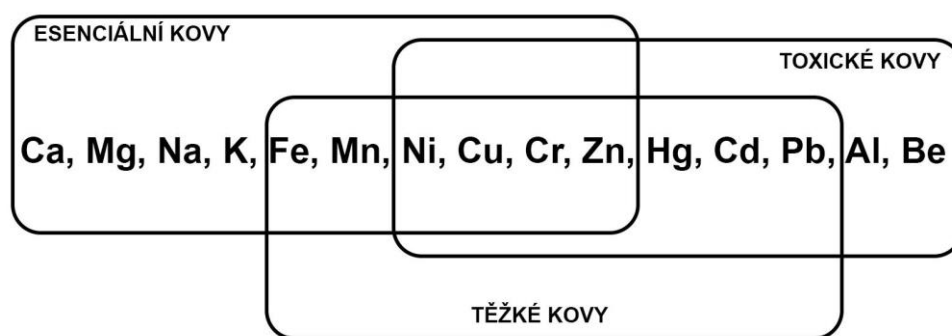
2 CÍL PRÁCE

1. Vypracování literární rešerše k tématu.
2. Odběr a zpracování vzorků mořských ryb, monitoring obchodní sítě ČR.
3. Zpracování odebraných vzorků.
4. Stanovení obsahu kadmia a olova v produktech z mořských ryb pomocí přístroje Agilent 280Z AA.
5. Stanovení obsahu rtuti v produktech mořských ryb pomocí přístroje AMA 254.
6. Vyhodnocení výsledků a případných rizik z konzumace ryb
7. Interpretace výsledků.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Těžké kovy

Obecně se mezi kovy řadí asi 80 prvků periodické soustavy, z nichž je přibližně 30 označováno jako kovy těžké. Termín těžké kovy je často zaměňován s termínem toxické kovy. Jako těžké kovy jsou označovány kovy, jejichž hustota je vyšší než 5 g/cm^3 (často se lze setkat s definicí, která uvádí $4\text{--}5 \text{ g/cm}^3$). Toxické kovy jsou takové, které při určitých koncentracích působí škodlivě na člověka a ostatní biotické složky ekosystémů. Z těchto definic vyplývá, že ne každý těžký kov je nutně kovem toxickým (KOMÍNKOVÁ, 2008). Některé těžké kovy, jako například zinek nebo železo, jsou dokonce pro biologické funkce nepostradatelné a jedná se tedy o prvky esenciální. Provázanost jednotlivých skupin znázorňuje obrázek č. 1 (NÁBĚLKOVÁ, 2012).



Obr. 1: Zařazení vybraných kovů do skupin (Převzato z NÁBĚLKOVÁ, 2012)

Kovy jako rtuť, kadmium a olovo jsou pro lidský organismus škodlivé i v nepatrném množství a řadí se tedy mezi toxické těžké kovy. Jejich toxický účinek spočívá v poškozování buněk, denaturaci enzymů, bílkovin a narušení funkce buněčných membrán (ADÁMEK, 2010). Odlišnost těžkých kovů od ostatních toxických látek spočívá v jejich perzistujícím charakteru – v lidském organismu nejsou zničeny, transformovány ani degradovány (MARŠÁLEK, 2014).

3.2 Těžké kovy ve vodním ekosystému

Těžké kovy vstupují do vodního ekosystému přirozenou cestou (erozí podloží nebo vulkanickou činností) a vytvářejí přirozené pozadí dané lokality. Jedná se o ustálenou

rovnováhu koncentrací těžkých kovů v povrchových a podzemních vodách (ADÁMEK, 2010). Vlivem antropogenní činnosti však došlo k narušení této přirozené rovnováhy a ke značnému nárůstu kontaminace vodního ekosystému těžkými kovy. Těžké kovy jsou značně využívány v průmyslu, zemědělství i dopravě, což často vede k mnohonásobnému převýšení přirozené pozadové koncentrace prostředí (MAULVAULT et al., 2011). Za nejrizikovější těžké kovy, které pronikají do vodního ekosystému, jsou díky své toxicitě a schopnosti kumulace v potravním řetězci považovány kadmium, olovo a rtuť (MARŠÁLEK, 2014).

3.2.1 Kadmium

3.2.1.1 Historie

Kadmium bylo objeveno v Německu v roce 1817 Friedrichem Stromeyerem jako nečistota v minerálu kalaminu ($ZnCO_3$, dnes známý rovněž jako smithsonit). Název prvku je odvozen z latinského *cadmia*, což je starověké označení právě pro minerál kalamín (ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2009; LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY, 2001). V historii bylo kadmium využíváno hlavně ve slitinách, při výrobě červených a žlutých pigmentů, přechodně i jako léčivo v medicíně (jodid kademnatý – na nemocné klouby a omrzliny). Tyto aplikace kadmia výrazně poklesly od roku 1980, kdy byl tento prvek definován jako toxický a karcinogenní pro člověka a další organismy (ARNIKA, 2011).

3.2.1.2 Fyzikální a chemické vlastnosti

Kadmium se s atomovým číslem 48 řadí do II. B skupiny v periodické soustavě prvků, stejně jako rtuť. Jeho relativní atomová hmotnost je 112,41, hustota $8,64 \text{ g/cm}^3$, má relativně nízký bod tání $321,1 \text{ °C}$ a bod varu 767 °C (MARŠÁLEK, 2014; E-CHEMBOOK, 2015). Kadmium je bílý, lesklý a velmi tažný kov, který se na vzduchu pokrývá vrstvou oxidu. V řadě organických i anorganických sloučenin se nejčastěji vyskytuje ve dvojmocné formě jako Cd^{+II} , a to v podobě oxidu, chloridu, síranu nebo sulfidu kademnatého (KOMÍNKOVÁ, 2008). Vzhledem k chemické podobnosti se zinkem, se v přírodě kadmium vyskytuje ve formě sulfidu v rudách a půdě společně se zinkem, případně s olovem (BENCKO et al., 1995).

3.2.1.3 Využití kadmia a zdroje kontaminace v životním prostředí

Kadmium je nejvíce využíváno ve Spojených státech, kde je získáváno zejména při výrobě jiných kovů, jako je zinek, olovo a měď. Díky nekorodujícímu charakteru kadmia se uplatňuje jako protikorozní ochrana železných a ocelových konstrukcí. I přes regulaci použití kadmia je hlavní složkou Ni-Cd baterií a akumulátorů (83 %), pigmentů (8 %), elektrolytických povlaků a povrchů (7 %), stabilizátorů plastů (1,2 %) a fotovoltaických zařízení (0,8 %) (ATSDR, 2012).

Znečištění životního prostředí kadmiiem je způsobeno zejména jeho použitím v průmyslu. Do půdy, vody i ovzduší proniká zejména v důsledku těžební činnosti a rafinace neželezných kovů, při výrobě a aplikaci fosfátových hnojiv, spalování fosilních paliv a spalování a likvidaci odpadu (ARNIKA, 2011; KOMÍNKOVÁ, 2008).

3.2.1.4 Kadmium v životním prostředí a jeho koloběh v přírodě

Antropogenní emise kadmia významně ovlivnily jeho globální biogeochemický cyklus, a to zejména na úrovni vstupů tohoto kovu do atmosféry. Průmyslovou činností je kadmium uvolňováno do atmosféry v elementární formě, jako oxid a z některých zdrojů jako sulfid nebo chlorid. Během spalování je kadmium uvolňováno do ovzduší v elementární podobě, přičemž po následném ochlazení se rychle váže na malé částice za vzniku aerosolu, který je větrem snadno rozptýlen a následně dochází k návratu kadmia mokrou i suchou depozicí zpět na zem. Kromě atmosférické depozice kadmia je zemědělská půda kontaminována mimo jiné přímým použitím fosfátových hnojiv nebo čistírenských kalů využívaných rovněž jako hnojiva (CULLEN & MALDONADO, 2013).

Atmosférou přenášené sírany a chloridy kademnaté jsou vysoce rozpustné ve vodě, zatímco elementární kadmium, oxid a sulfid kademnatý jsou ve vodě téměř nerozpustné. Tvorba sloučenin kadmia s chloridovými ionty je závislá na obsahu solí v prostředí. Z toho důvodu se v normální mořské vodě vyskytuje kadmium výhradně ve formě chloridových solí $CdCl^+$, $CdCl_2$ a $CdCl_3^-$. Nejvíce toxické je však kadmium v podobě dvojmocných iontů Cd^{2+} , jejichž zastoupení v mořských vodách je minoritní. Z toho důvodu má tvorba komplexů kadmia s chloridy významný vliv na jeho biologickou dostupnost a tím i toxicitu pro mořské živočichy (UNEP, 2010a).

3.2.1.5 Toxicita kadmia

Příjem kadmia potravou je spolu s profesní expozicí a inhalací cigaretového kouře hlavní příčinou intoxikace lidského organismu. Letální dávka při perorálním příjmu je pro člověka 350–8900 mg (KRIŠTOFOVÁ, 2005). Toxicita kadmia je dána jeho inhibičním účinkem vůči enzymům s thiolovou skupinou (-SH) a kompeticí se zinkem, mědí a železem.

Akutní otrava se projevuje zvracením, křečovitými bolestmi břicha, průjmy a závratěmi. V případě vysoké expozice jsou tyto symptomy následovány šokem ze ztráty tekutin, akutním selháním ledvin, srdce a plic, přičemž otrava končí smrtí.

Chronická otrava parami kadmia způsobuje poškození plic, expozice perorální cestou způsobuje poškození ledvin jakožto kritického orgánu. Narušením metabolismu vápníku dochází k rozvoji osteomalacie a osteoporózy (onemocnění v Japonsku nazývané itai-itai). Sloučeniny kadmia mají karcinogenní účinky, přičemž CdSO_4 a CdCl_2 mají současně účinky teratogenní (TREBICHA VSKÝ, BLOHBERGER & HAVRDOVÁ, 1998; BENCKO et al., 1995).

3.2.2 Olovo

3.2.2.1 Historie

Olovo je jedním z prvních kovů používaných lidmi, přičemž nejstarším nalezeným předmětem z olova je figurka pocházející z Egypta, jejíž původ je datován do doby 3000 let před naším letopočtem. Později bylo olovo díky své tvárnosti a odolnosti vůči korozi využíváno ve starověkém Římě pro vodovodní potrubí, nádrže, hrnce na vaření apod. Již ve starověkém Řecku věděli nejen jak získat surový kov, ale rovněž jak vyrobit olovnatou bělobu. Ta byla vzhledem ke své vysoké kryvosti používána jako základ barev a glazur pro keramiku po více než 2000 let, až do poloviny minulého století (ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2009; ARNIKA, 2005).

3.2.2.2 Fyzikální a chemické vlastnosti

Olovo je nejrozšířenější těžký kov přirozeně se vyskytující v přírodě. V periodické soustavě prvků patří do skupiny IV. A, jeho atomové číslo je 82, relativní atomová

hmotnost 207,2, hustota 11,34 g/cm³, bod tání 327,46 °C a bod varu 1749 °C (MARŠÁLEK, 2014; ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2009). Olovo je modrobílý, na čerstvém řezu lesklý, měkký kov. Vyskytuje se ve třech oxidačních stavech – Pb⁰, Pb^{+II} a Pb^{+IV}. Elementární olovo se v přírodě vyskytuje vzácně, nejčastěji se nachází ve dvojmocné formě ve sloučeninách s doprovodnými prvky. Tou nejběžnější je olověná ruda galenit (sulfid), dále anglesit (síran) a cerusit (uhličitan). U organokovových sloučenin naopak převažuje forma čtyřmocná (MARŠÁLEK, 2014; KOMÍNKOVÁ, 2008).

3.2.2.3 Využití olova a zdroje kontaminace v životním prostředí

V současnosti je olovo využíváno na výrobu olověných akumulátorů, zejména pro automobilový průmysl. Rovněž je hojně využíváno jeho odolnosti vůči rentgenovým a gama paprskům při výrobě ochranných štítů a dalších konstrukčních částí jaderných reaktorů. Dodnes je olovo stále využíváno při výrobě munice, některých nízkotavitelných pájek či přesných vah. Donedávna bylo v podobě tetraethylolova přidáváno do benzínu jako antidetonační přísada umožňující větší kompresi (ARNIKA, 2005; NAVRÁTIL & ROHOVEC, 2006). V roce 2001 však byla zavedena bezolovnatá paliva, čímž se jeho spotřeba významně snížila (emise olova v roce 1995 činily 203,7 tun, v roce 2003 jen 39,4 tun) (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2016).

3.2.2.4 Olovo v životním prostředí a jeho koloběh v přírodě

Olovo proniklo v důsledku antropogenní činnosti do životního prostředí v extrémním množství a navzdory své nízké geochemické mobilitě bylo distribuováno po celém světě (MORAIS, COSTA & PEREIRA, 2012). Olovo vstupuje do atmosféry v podobě anorganických sloučenin (nejčastěji PbSO₄ a PbCO₃), které jsou vázány na různě velké aerosolové částice, vznikající při vysokoteplotních procesech. Transport olova v atmosféře probíhá zejména na lokální až národní úrovni. Tento fakt je dán poměrně nízkou dobou setrvání v atmosféře, která se pohybuje v řádu dní nebo týdnů. Proto je životní prostředí nejvíce vystaveno expozicím olova v blízkosti samotných zdrojů kontaminace. Z atmosféry je olovo odstraněno mokrou depozicí (deštěm) nebo suchou depozicí (spadem částic) (UNEP, 2010b; ATSDR, 2007). Olovo vstupující do

půdy vykazuje malou mobilitu, je pevně vázáno v horních vrstvách půdy (v případě zemědělské půdy může pronikat hlouběji prostřednictvím technických zásahů) spolu s částicemi jílu, huminovými kyselinami nebo oxidy železa. Menší část olova může vstupovat do povrchových vod v důsledku eroze půdních částic obsahujících olovo (JAWORSKI, 1987 UNEP, 2010b).

Zastoupení sloučenin olova ve vodním ekosystému se značně liší v prostředí sladkovodním a mořském (JAWORSKI, 1987). Ve sladké vodě je olovo přítomno za kyselých podmínek ve formě dvojmocného kationtu Pb^{2+} a za alkalických podmínek ve formě $PbCO_3$ a $Pb(OH)_2$. Do oceánů vstupuje olovo převážně prostřednictvím atmosférické depozice, v menší míře prostřednictvím řek. V mořské vodě pak podobně jako v případě kadmia, dochází díky přítomným chloridovým iontům ke vzniku rozpustných solí, které jsou zastoupeny nejčastěji v tomto pořadí – $PbCl_3^-$, $PbCO_3$, $PbCl_2$, $PbCl^+$ a $Pb(OH)^+$ (UNEP, 2010b).

3.2.2.5 Toxicita olova

Průměrný obyvatel České republiky přijme denně 0,455 mg olova, přičemž 0,29 mg je přijato potravou, 0,075 mg vodou a 0,09 z ovzduší. U silných kuřáků je denní příjem ještě o 0,001–0,005 mg vyšší (TREBICHA VSKÝ, BLOHBERGER & HAVRDOVÁ, 1998). Toxicita olova spočívá v jeho antagonistickém působení vůči vápníku a v inhibici aktivity proteinů prostřednictvím vazby na thiolové (-SH) skupiny (MARŠÁLEK, 2014).

K akutní otravě olovem dochází zřídka, přičemž se projevuje zejména postižením trávicího traktu – anorexie, dyspepsie, zácpa. Vstřebané olovo je transportováno prostřednictvím krve do různých tkání a orgánů (játra, ledviny a kosti). Olovo navíc snadno proniká placentou a v krvi plodu je koncentrace olova téměř stejná jako v krvi matky (BENCKO et al., 1995).

Olovo je klasickým kumulativním chronickým toxinem. Zatímco zvýšená koncentrace olova v krvi poukazuje na nedávnou expozici, vyšší koncentrace olova v kostech (až 95 %) indikuje chronickou expozici. Chronická expozice se projevuje hematologickými účinky jako je anémie, neurologické poruchy, bolesti hlavy, svalové křeče a slabost (WORLD HEALTH ORGANISATION, 2010; YUSÀ et al., 2008).

3.2.3 Rtut'

3.2.3.1 Historie rtuti

Rtut' znali pod názvy "tekuté stříbro" nebo "stříbrná voda" již starověcí Féničané, Řekové, Římané a Kartaginci. Tyto názvy byly rtuti přisuzovány na základě jejich typických vlastností. Latinské pojmenování hydrargyrum, které je užíváno dodnes, vzniklo z řeckých slov hydros – voda a argyros – stříbro (REMY, 1962; PAVELKA & SCHÜTZ, 1979). Rtut' byla izolována z rumělky (HgS), která byla již před 3300 lety používána jako barvivo ve starověkém Egyptě, Indii a Číně. S rozsáhlejším využitím rtuti docházelo rovněž k rozvoji otrav. První zmínky pocházejí z doby počátku římského císařství, kdy byli otravou postiženi zejména otroci pracující v hispánských dolech (ARNIKA, 2011).

3.2.3.2 Fyzikální a chemické vlastnosti rtuti

Rtut' je v přírodě přirozeně se vyskytující kov patřící v periodické soustavě prvků do skupiny II. B. Má atomové číslo 80, relativní atomovou hmotnost 200,59, hustotu 13,6 g/cm³, bod tání -38,9 °C a bod varu 356,6 °C. Při laboratorní teplotě a tlaku je elementární rtut' stříbřitá kapalina s kovovým leskem. Anorganická rtut' se vyskytuje ve třech oxidačních stavech – kovová rtut' Hg⁰, rtuťné Hg₂^{+II} a rtuťnaté Hg^{+II} ionty. Na vzduchu se čistá rtut' neoxiduje, při zahřátí k teplotě varu se pokrývá vrstvičkou oxidu rtuťnatého (BENCKO et al., 1995; PAVELKA & SCHÜTZ, 1979). Rtut' kromě své elementární podoby vytváří anorganické (chlorid rtuťnatý HgCl₂, dusičnan rtuťnatý Hg(NO₃)₂, kyanid rtuťnatý Hg(CN)₂ a oxykyanid rtuťnatý Hg(CN)₂HgO) a organické sloučeniny (methylrtuť CH₃Hg⁺, dimethylrtuť (CH₃)₂Hg, ethylrtuť C₂H₅Hg⁺ a arylsloučeniny) (BENCKO et al., 1995). Rtut' na rozdíl od ostatních kovů má tendenci vytvářet kovalentní vazbu, díky čemuž se ve vodním ekosystému vyskytuje ve formě organokovových sloučenin s vazbou C-Hg (ATSDR, 1999).

3.2.3.3 Využití rtuti a zdroje kontaminace v životním prostředí

Z celkové roční produkce rtuti se většina využije na výrobu elektrod pro průmyslovou elektrochemii, dále na výrobu barviv, měřicích a kontrolních zařízení,

v zemědělství, v zubním lékařství a v laboratořích (KOMÍNKOVA, 2008). Zvláštní využití rtuti je pro tvorbu slitin, tzv. amalgámů, s mnohými kovy. Ty mají rozsáhlé využití při výrobě plomb v zubním lékařství, galvanických článků, v minulosti k pozlacování a postříbřování v ohni – dnes je však tento postup kvůli zdravotnímu riziku zakázán (PAVELKA & SCHÜTZ, 1979).

Největším antropogenním zdrojem rtuti je spalování fosilních paliv (35 %), dále těžba a zpracování rtuti a některých dalších kovů (32 %), produkce cementu (10 %), nakládání s odpady (8 %), produkce louhů (7 %), výroba surové oceli (2 %) a požáry uhelných slojí (1 %) (PIRRONE et al., 2010).

3.2.3.4 Rtuť v životním prostředí a její koloběh v přírodě

V životním prostředí je rtuť přítomna ve všech ekosystémech. Přirozená rovnováha rtuti však byla narušena intenzivní antropogenní činností, čímž se zvýšila její koncentrace v rámci celého geochemického cyklu, který zahrnuje veškeré vstupy a výstupy sloučenin rtuti (HOUSEROVÁ et al., 2006).

Průmyslovými činnostmi probíhajícími za vysokých teplot (spalování, rafinace atd.) se rtuť díky své těkavosti dostává do atmosféry nejčastěji v podobě par elementární rtuti (tvoří 90 % z celkového obsahu). V této podobě může být rtuť pomocí větru transportována na značné vzdálenosti (v rámci celé polokoule). Elementární rtuť je následně oxidována pomocí ozonu, přičemž vznikající oxidované formy rtuti (např. Hg^{2+}) jsou prostřednictvím mokré depozice navraceny na zem. Zbývající část emisí rtuti do ovzduší je ve formě plynných dvojmocných sloučenin (např. HgCl_2) nebo vázaná na částice přítomné v emisích. V této podobě není rtuť transportována na tak velké vzdálenosti (asi 100–1000 km) a je tedy kyselými dešti deponována na zem rychleji (UNEP, 2013).

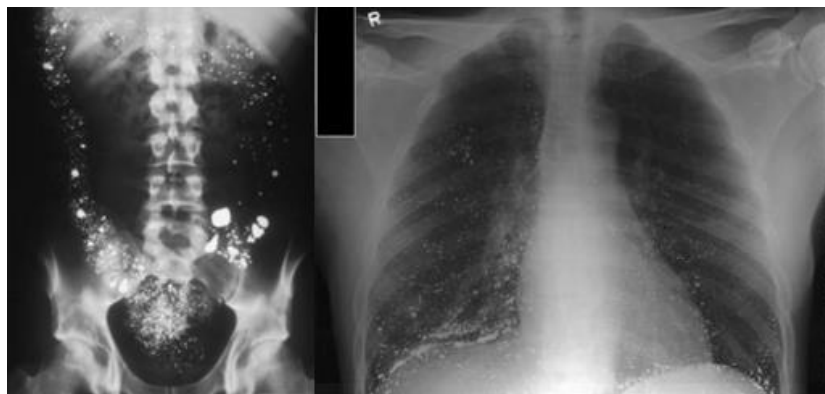
Rtuť pronikající do vodního ekosystému se v povrchových vodách a sedimentu vyskytuje především v oxidačním stavu +II, kdy je v podobě Hg^{2+} iontů vázána především na ligandy obsahující thiolové skupiny (-SH) (HOUSEROVÁ et al., 2006). Pro vodní ekosystém je však zdaleka nejvýznamnější organická methylrtuť a to i přesto, že její podíl na obsahu celkové rtuti je minoritní. Její význam spočívá v její schopnosti kumulace a vysoké toxicitě (MARŠÁLEK, 2014). Methylrtuť vzniká v procesu biotické nebo abiotické methylace. Abiotická methylace je vzácnějším typem biotransformace probíhající v důsledku působení methyl derivátů olova nebo cínu a také přítomností

vysoké koncentrace huminových látek. Biotická methylace je zprostředkována metabolismem mikroorganismů žijících v sedimentech (zejména anaerobní bakterie rodu *Bifidobacterium*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Methanobacterium*, *Pseudomonas*) (HOUSEROVÁ et al., 2006; MARŠÁLEK, 2006). Vznikající methylrtuť vstupuje díky své lipofilní povaze velmi snadno do potravního řetězce, přičemž její podíl na celkovém obsahu rtuti v tkáních ryb je více než 95 %. Z toho důvodu je konverze anorganické rtuti na methylrtuť nejvýznamnějším článkem v procesu bioakumulace rtuti v rybách (KAFKA & PUNČOCHÁŘOVÁ, 2002; MARŠÁLEK, 2006).

3.2.3.5 Toxicita rtuti

Mechanismus toxického účinku rtuti vůči živému organismu spočívá ve vazbě na SH-skupiny biomolekul, čímž dochází k narušení permeability membrán a ovlivnění aktivity intracelulárních enzymů (KRIŠTOFOVÁ, 2005). Existují však významné rozdíly v metabolismu a toxickém působení elementární rtuti a jejích anorganických a organických sloučenin. Jednotlivé formy rtuti mohou být navíc v organismu transformovány (BENCKO et al., 1995; KOMÍNKOVÁ, 2008).

Elementární rtuť se nevstřebává v trávicím ústrojí (viz. Obr. 2 – požitá rtuť je na rentgenovém snímku viditelná pouze ve střevech), a proto je po požití často vyloučena bez dopadu na organismus. Hrozbu však představují páry elementární rtuti, které jsou významně vstřebávány plicemi (Obr. 2). Akutní expozicí vysokými koncentracemi proto dochází ke vzniku erozivní bronchitidy. Při chronické expozici parám elementární rtuti je kritickým orgánem mozek – intoxikace se projeví později poškozenou jemnou motorikou, třesem případně změnou chování.



Obr. 2: Rentgenový snímek břicha po požití elementární rtuti a plic po inhalaci par elementární rtuti (Převzato z OLSON et al., 2016)

Toxicita anorganických sloučenin rtuti závisí na jejich rozpustnosti ve vodě, přičemž sloučeniny jednomocné (rtuťné) jsou výrazně méně škodlivé než sloučeniny dvojmocné (rtuťnaté). Rozpustné dvojmocné sloučeniny se snadněji vstřebávají v gastrointestinálním traktu poškozením střevní bariéry. Při akutní intoxikaci jsou kritickým orgánem ledviny a trávicí ústrojí, zatímco chronické otravy jsou méně pravděpodobné. U malých dětí se otrava projevuje vznikem akrodynie (tzv. růžové nemoci) projevující se vyrážkou na celém těle (BERNHOF, 2012).

Rtuť je ve všech svých formách schopna prostupovat přes hematoencefalickou bariéru, nicméně veškeré biologické membrány jsou mnohem více propustné pro organické sloučeniny, jako je methylrtuť a rozpuštěné páry rtuti, než pro její anorganické formy (MARŠÁLEK, 2014). Methylrtuť, na rozdíl od předešlých forem rtuti, současně prostupuje přes plodovou placentu a může tak dojít již k prenatální intoxikaci. Z důvodu hromadění methylrtuti v mozku se intoxikace projevuje zejména neurotoxickým účinkem (BENCKO et al., 1995).

3.3 Těžké kovy v akvapotravinách

Potraviny obsahují širokou škálu kovových prvků jako je sodík, draslík, železo, vápník, hořčík, selen, měď a zinek. Tyto prvky jsou ve stopovém množství nezbytné pro zachování buněčných procesů v lidském organismu. Těžké kovy však nemají v lidském těle žádné funkční účinky, a proto pokud jsou potraviny je obsahující pravidelně zařazeny do jídelníčku, může mít jejich konzumace negativní vliv na zdraví člověka (FSAI, 2009).

Ryby představují konečný článek potravního řetězce ve vodním ekosystému a jsou proto významnými indikátory stavu zatížení vodního prostředí kovy. Těžké kovy jsou v organismech ryb značně kumulovány. V případě rtuti navíc dochází k biomagnifikaci – tedy vzrůstající akumulaci škodliviny v organizmech v rámci potravního řetězce od nižších k vyšším trofickým úrovním (KOMÍNKOVÁ, 2008; SPURNÝ et al., 2002). Kadmium je sice v organismu vodních živočichů kumulováno, ale na rozdíl od rtuti nedochází k jeho bioakumulaci a biomagnifikaci prostřednictvím potravního řetězce. Stejný jev lze pozorovat v případě olova (MARŠÁLEK, 2014).

Z toho důvodu představují v případě rtuti největší riziko velké dravé ryby na vrcholu potravního řetězce. Co se týče mořských ryb, je toto riziko o to větší, že druhy jako mečouni, marlíni nebo žraloci dorůstají značnějších velikostí ve srovnání se

sladkovodními druhy ryb a hromadí tak v sobě signifikantnější koncentrace rtuti (FSAI, 2009).

Konzumace ryb a mořských plodů nepředstavuje, zejména ve srovnání se rtutí, tak vysoké riziko intoxikace kadmíem a olovem. Vzhledem k neprobíhající biomagnifikaci těchto těžkých kovů, je zvýšená koncentrace v rybách dána zejména lokálním znečištěním oblastí rybolovu. Obecně lze vyšší koncentrace kadmia a olova nalézt v měkkýších a koryších než v rybách, což se odráží v příslušné legislativě týkající se obsahu kontaminantů (MARŠÁLEK, 2014; YUSÀ et al., 2008).

3.3.1 Hygienické limity těžkých kovů pro akvapotraviny

Maximální přípustné limity těžkých kovů obsažených v potravinách jsou stanoveny Nařízením Komise (EU) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Body týkající se maximálních limitů těžkých kovů jsou upraveny ve znění pozdějších předpisů – Nařízení Komise (EU) č. 629/2008, Nařízení Komise (EU) č. 420/2011, Nařízení Komise (EU) č. 488/2014 a Nařízení Komise (EU) 2015/1005, kterými se mění nařízení (ES) č. 1881/2006. Všechna tato nařízení jsou společná pro všechny členské státy Evropské unie.

Dle příslušné legislativy jsou stanoveny dva přípustné limity pro obsah rtuti týkající se produktů rybolovu. Produkty rybolovu a svalovina ryb mohou obsahovat maximálně 0,50 mg/kg. Konkrétně specifikované druhy uvedené v tabulce mohou obsahovat až 1,0 mg/kg.

V případě nového nařízení pro limity obsaženého kadmia jsou akvapotraviny rozděleny do celkem sedmi skupin, přičemž samotné ryby představují skupiny čtyři. Zbývající jsou stanoveny pro koryše, mlže a hlavonožce. Podobně jako v případě rtuti je základní skupina stanovena pro produkty rybolovu a svalovinu ryb, a to s limitem 0,05 mg/kg. Pro konkrétně specifikované druhy je stanoven limit 0,10 mg/kg. Samostatný limit je navíc stanoven pro tuňáky rodu *Auxis* (0,15 mg/kg) a další pro sardele, mečouna obecného a sardinku obecnou (0,25 mg/kg).

Maximální stanovené limity pro obsah olova jsou pro akvapotraviny rozděleny do čtyř skupin, přičemž pouze jedna je relevantní pro ryby. Uvedený limit 0,30 mg/kg je stanoven pro všechny druhy ryb bez výjimky.

Zmiňované konkrétně specifikované druhy ryb, pro něž jsou stanoveny zvláštní limity pro obsah kadmia a rtuti, jsou uvedeny v příloze 1 (NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1881/2006; NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 629/2008; NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 420/2011; NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 488/2014; NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 2015/1005).

3.4 Hodnocení zdravotního rizika z konzumace ryb

Pro hodnocení potenciálního zdravotního rizika vyplývajícího z konzumace ryb kontaminovaných těžkými kovy se používá metoda dle Světové zdravotnické organizace WHO. Pomocí této metody lze stanovit maximální počet porcí ryb, které mohou být týdně zkonzumovány spotřebitelem a které nepředstavují žádné riziko pro lidské zdraví. Pro výpočet je třeba využít hodnot PTWI (prozatímní tolerovaný týdenní příjem) stanovených Světovou zdravotnickou organizací WHO. Ta určila hodnoty PTWI na 1 kg tělesné hmotnosti pro kadmium (2,5 µg), pro olovo (25 µg) a pro rtuť (1,6 µg).

$D = EL * W$	D maximální denní tolerované množství těžkého kovu (mg/kg)
$NTL = \frac{D}{c}$	EL expoziční limit – PTWI, RfD,... (µg/kg)
$PP = \frac{NTL}{P}$	W průměrná hmotnost konzumenta (kg)
	NTL hmotnost rybí svaloviny pro naplnění toxikologického limitu (g)
	c obsah polutantu ve svalovině ryb (mg/kg čerstvé hmotnosti)
	P hmotnost jedné porce (g)
	PP počet porcí za týden

(KRUŽÍKOVÁ et al., 2008; SEDLÁČKOVÁ, KRUŽÍKOVÁ & SVOBODOVÁ, 2014)

3.5 Charakteristika analyzovaných druhů ryb

V následující kapitole jsou, vzhledem k vysokému počtu druhů, stručně popsány druhy ryb, které byly následně podrobeny analýze.

3.5.1 Cípal hlavatý (*Mugil cephalus*)

Tato ryba má dlouhé vřetenovité tělo se dvěma krátkými hřbetními ploutvemi a shora zploštělou hlavou. Hřbet je tmavě šedozelený, boky světlejší, s tmavými úzkými podélnými pruhy, zatímco břicho je stříbřité (TEROFAL & MILITZ, 1996). Od ostatních druhů cípala se odlišuje nápadným tukovým víčkem oka. Živí se především kroužkovci, korýši, měkkýši a dalšími bezobratlými, které filtruje ze dna. V menší míře se živí řasami. Vyskytuje se především v pobřežních vodách světových oceánů, často je loven u jižní Evropy (Biskajský záliv, Středozemní a Černé moře). Maso cípala je suché, ale chutné, často se prodává uzené. Velmi ceněné jsou solené jikry. (HANEL & ANDRESKA, 2013; KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.2 Ďas mořský (*Lophius piscatorius*)

Mořský ďas má shora zploštělé tělo s obrovskou a širokou hlavou. Tlama je velká s nápadnými zuby, přičemž dolní čelist je vysunuta více dopředu. Barva hřbetu je hnědavá, na bocích jsou výrazné skvrny, břicho je bílé. Kůže je bez šupin, hladká a kluzká, ale s mnoha výrůstky (POSPÍŠIL, 1998). Zbarvení umožňuje výborné krytí, navíc se tato ryba často zahrabává v písčitém či bahnitém dně a nenápadně číhá na kořist. Jedná se o pomalého dravce, který má na hlavě tři tvrdé ostny, z nichž první svým tvarem připomíná návnadu, která láká kořist přímo před tlamu. Pomocí této vějičky loví ďas především ryby, příležitostně však dokáže ulovit i mořské ptáky. Je nacházen jak nedaleko břehu, tak i v hloubkách do 1000 m. Vyskytuje se kolem Evropy, v šelfových vodách Atlantického oceánu a ve Středozemním moři. V Evropských státech je maso mořského ďasa oblíbené, protože obsahuje málo kostí, je bílé a mírně nasládlé. Někdy je mořský ďas označován jako tzv. langusta chudých (HANEL & ANDRESKA, 2013; KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.3 Halibut grónský (*Reinhardtius hippoglossoides*)

Rovněž známý pod názvem platýs černý, ale název halibut je častěji používán při uvádění na trh (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Jedná se o příbuzného platýse obecného, halibut grónský je však z platýsovitých ryb největší. Tělo má typicky zploštělé, podlouhlého tvaru se zašpičatělou hlavou. Stavba jeho těla je více symetrická než u ostatních platýsů. Vrchní strana těla je šedohnědá až černá, slepá strana těla je bílá.

Levé oko přechází jen na vrchol hlavy, protože tento druh plave ve vzpřímené poloze. Vyskytuje se v Severoatlantickém oceánu při norském, islandském a grónském pobřeží v hloubce 200–2000 m. Jedná se o dravou rybu živící se krevetami, olihněmi a menšími rybami (TEROFAL & MILITZ, 1996; FISHBASE, 2006). Maso platýse černého je považováno za delikatesu – má bílou barvu a je velmi jemné. Jedná se o poměrně mastnou rybu, která je obvykle využita za horka a nabízena v kouscích (NORDSEE, 2010).

3.5.4 Kaníc vroubený (*Epinephelus marginatus*)

Tělo je mohutné, dlouze oválné, ze stran zploštělé, s jedinou hřbetní ploutví s oranžovým lemem (ostatní ploutve mají lem namodralý). V obou čelistech má dlouhé špičaté zuby, jež jsou na základně opatřeny klouby a mohou být sklopeny dozadu. Jedná se o protogynní hermafrodity, což znamená, že každá ryba nejdříve dospívá jako samice a po dosažení délky 40-80 cm se promění v samce. Kanícové žijí na východ od Biskajského zálivu až po Azory a Madeiru a rovněž ve Středozezemním a Černém moři. Velmi zřídka se objeví v blízkosti Anglie a Irska. Žijí osamoceně v mělkých vodách pobřežních útesů. Zdržují se především u dna, poblíž svého úkrytu. Dožívají se až 50 let přičemž mohou dosáhnout až šedesátikilové hmotnosti (HANEL & ANDRESKA, 2013; 1000 RYB, 2008). Protože se kanícové živí kraby a měkkýši, je jejich maso výjimečně kvalitní. Po uvaření je bílé a pevné a má jemnou nasládlou chuť (NORDSEE, 2010).

3.5.5 Lates stříbřitý (*Lates calcarifer*)

Známý rovněž pod názvem barramundi, pod kterým je většinou nabízený na trh (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Patří do čeledi okounů. Charakteristickými znaky jsou červené oči, šedivý hřbet a stříbřité břicho. Okouni barramundi jsou hermafrodité, přičemž v prvních letech života se jedná o samce, kteří pohlavně dospívají ve věku tři až čtyř let. O rok až dva později pak proběhne změna pohlaví. Živí se korýši měkkýši a menšími rybami (včetně vlastního druhu). Malé ryby se živí zooplanktonem. V průběhu svého života žije okoun barramundi ve slané i sladké vodě. Přirozeně se vyskytuje v severní Austrálii a v Indo-Pacifické oblasti. Většinou se pohybuje poblíž pobřeží a může se objevit v ústí řek během období tření. Lates je chutná ryba, jejíž bílé

libové maso se po tepelné úpravě stává šťavnatým a jemným a zároveň si zachovává pevnost. (NORDSEE, 2010; FISHBASE, 2011).

3.5.6 Losos gorbuša (*Oncorhynchus gorbuscha*)

Tělo má z boků stlačené, vysoké a se štíhlým násadcem ocasní ploutve. Barva hřbetu je tmavomodrá, zatímco boky jsou načervenalé se stříbřitým leskem, břicho je bílé. V období před třením se samci zbarvují do růžova až červena – jsou proto označováni jako růžoví lososi. Živí se bezobratlými a rybami. Přirozeně žijí hlavně v Tichém oceánu od Tajwanu po Kamčatku a od Kalifornie po Beringovo moře. Vyskytují se i v řekách Sibíře ústících do Severního ledového oceánu. Uměle vysazen byl losos gorbuša v oblasti Bílého moře a v evropských vodách se tak jedná o nepůvodní druh. Jedná se o anadromní tažné ryby – pohlavně dospívají v moři a táhnou za třením do řek. Maso této ryby je růžové, jemné chuti i textury, všestranně využitelné (HANEL & ANDRESKA, 2013; KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.7 Losos obecný (*Salmo salar*)

Typické je podlouhlé tělo se štíhlou ocasní částí a kryté drobnými šupinami. Má relativně malou špičatou hlavu s širokou tlamou dosahující až za oči. Mladí jedinci mají na bocích tmavé a červené skvrny. V moři žijící dospělí jedinci mají na hlavě tečky a boky těla jsou zbarvené stříbrně, v období tření se tělo zbarví dočervena. Mladí jedinci se živí především měkkýši, korýši a larvami hmyzu, zatímco u dospělých převažují v potravě ryby. Lososi žijí v pobřežních vodách Evropy od Bílého moře přes Island, Severní a Baltské moře až po severní Portugalsko. Jedná se o chladnomilný druh, který je typický svým anadromním způsobem života. K vytření se vydává do vnitrozemských vod v Rusku, Finsku, Švédsku a Norsku. V minulosti táhl ve velkých hejnech rovněž do Labe. V současnosti pochází většina lososů na trhu z umělého chovu (převážně z Norska, Skotska, Kanady a Faerských ostrovů). Maso lososů je obecně tučnější (až 15 % tuku), má sytě červenooranžovou barvu a jemnou chuť (HANEL & ANDRESKA, 2013; BUCHTOVÁ, 2013; SAMPELS, 2014).

3.5.8 Makrela obecná (*Scomber scombrus*)

Tělo je dlouhé vřetenovité se špičatým rypcem a širokými ústy, ve kterých jsou drobné zuby. Na hřbetě jsou dvě daleko od sebe umístěné ploutve, ocasní ploutev je hluboce vykrojená. Na hřbetě má makrela typické ocelově modré příčné pruhy, které tvoří mramorování. Typické pro makrely je, že postrádají plynový měchýř, díky čemuž jsou extrémně rychlími plavci. Makrely se vyskytují kolem celého evropského pobřeží (od Severního moře přes Středozemní a Černé moře až po Azory). Zdržují se u hladiny ve velkých hejnech, ale během zimních měsíců se stahují do větších hloubek, kde se zdržují u dna a nepřijímají potravu. Makrely loví drobné korýše, měkkýše a menší ryby. Maso makrel má obsah tuku až 10 %, a proto podléhá snadno zkáze, zejména v důsledku rozvoje biogenních aminů. Proto jsou makrely konzumovány nejčastěji absolutně čerstvé nebo naopak konzervované (TEROFAL & MILITZ, 1996; NORDSEE, 2010; SAMPELS, 2014).

3.5.9 Marlín bělavý (*Tetrapturus albidus*)

Má dlouhé torpédovité tělo, dorůstající do délky až 3 m, což z něj činí menší druh marlína (marlín modrý dorůstá délky až 5 m). Marlín je druh vzhledově podobný mečounům díky svému typickému mečovitému výběžku na hlavě. Má vysokou a spíše zaoblenou přední část hřbetní ploutve, která se směrem k ocasu snižuje a na rozdíl od mečounů se táhne po celém hřbetě. Na tmavém hřbetě se nachází asi 15 bělavých pruhů. Živí se rybami a hlavonožci. Žije v subtropických vodách, od hladiny až po hloubku kolem 100 m. Vyskytuje se ve Středozemním moři, jeho hlavní oblast rozšíření je ale v Atlantiku od Kapského města po Biskajský záliv a od Brazílie po mys Cod. Patří tedy k druhům migrujícím na velké vzdálenosti. Maso marlínů má tmavší barvu, je poměrně chutné a velice často se udí nebo konzervuje (TEROFAL & MILITZ, 1996; HANEL & ANDRESKA, 2013).

3.5.10 Mečoun obecný (*Xiphias gladius*)

Mečouni mají dlouze protažené tělo, které jim umožňuje hbitý pohyb. Dorůstají délky až 4,5 m. Horní čelist je typicky protáhlá v plochý mečovitý výrůstek, který dosahuje u dospělých ryb až 1/3 délky těla. První hřbetní ploutev je krátká, vysoká a má srpovitý tvar. Podle tvaru hřbetní ploutve od sebe lze vzhledově podobné mečouny,

marlíny a plachetníky odlišit. Všechny druhy často plují těsně pod hladinou, přičemž z vody vyčnívá právě hřbetní ploutev, která je pro každý druh specifická. Za účelem lovu hlubinných ryb se mečouni potápějí až do hloubky 800 m. Při lovu ryb (nejčastěji v hejnu žijících sardinek a sledů) využívají svůj mečovitý výběžek, kterým se prudce ohánějí a následně polykají mrtvou a poraněnou kořist (TEROFAL & MILITZ, 1996; HANEL & ANDRESKA, 2013). Mečouni jsou kosmopolitně rozšířeni ve všech teplých a mírných mořích od severovýchodního Atlantiku až po kanál La Manche, Severní moře a západní část Baltu. Hojně se vyskytují rovněž ve Středozezemním a Černém moři (FRANK, 1997). Maso mečouna chutná podobně jako telecí a má pevnou strukturu, což z něj tvoří jednu z nejlahodnějších ryb (NORDSEE, 2010).

3.5.11 Mořan zlatý (*Sparus aurata*)

Mořan nebo též pražman zlatý je na trh nejčastěji uváděn pod obchodním názvem pražma královská (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Jedná se o rybu s oválným, mírně ze stran zploštělým tělem, která má vysoký hřbet. Má nízko položená ústa s výraznými masitými rty a zuby. Živí se částečně rostlinami, z větší části pak korýši a měkkýši, které drtí právě svými silnými zuby. Kolem očí mají živí jedinci nápadný zlatý pruh, který však po smrti rychle mizí. Tato ryba žije nad skalnatým i měkkým dnem s vodními rostlinami, nejčastěji v blízkosti pobřeží a do hloubky 150 m. Mořani jsou velmi citliví na chlad a mohou při náhlém ochlazení vody snadno uhynout. Vyskytují se proto nejčastěji v teplých vodách Středního moře a v okolí Pyrenejského poloostrova. Areál přirozeného výskytu však zasahuje až k Britským ostrovům. Maso pražmana má velmi málo kostí, je pevné, bílé a velmi chutné. (HANEL & ANDRESKA, 2013; SAMPELS, 2014).

3.5.12 Mořčák evropský (*Dicentrarchus labrax*)

Známý rovněž pod obchodním názvem mořský vlk, pod kterým je obvykle prodáván (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Mořčák patří do velké skupiny mořských okounů, má mohutně stavěné tělo s velkou špičatou hlavou. Barva hřbetu je šedohnědá, boky přecházejí ze světle šedivé až ve žlutobílé břicho (POSPÍŠIL, 1998). Na hřbetě jsou dvě ploutve, z nichž první je tvořena ostny. Jedná se o dravou rybu lovcí často v hejnech na otevřeném moři. Toleruje však i vody brakické – smíšená slaná a sladká

voda při ústí řek vtékajících do moře. Mořčák se vyskytuje v hloubce do 100 m, nejčastěji u evropských břehů v oblastech od Biskajského zálivu kolem Pyrenejského poloostrova po Středozevní moře. Živí se sépiemi a drobnými rybami, menší jedinci loví korýše a mnohoštětinatce (HANEL & ANDRESKA, 2013; 1000 RYB, 2008). Maso mořčáka obsahuje 2–9 % tuku v závislosti na prostředí (pochází-li z chovu nebo akvakultury). Ryby pocházející z chovu navíc vykazují o něco vyšší obsah proteinů a to až 21 % (SAMPELS, 2014).

3.5.13 Okouník mořský (*Sebastes marinus*)

Okouník má ze stran zploštělé tělo, které je zbarvené sytě červenou barvou, včetně ústní dutiny, ve které jsou drobné kartáčovité zuby. Má velké oči a na skřelových kostech jsou dozadu směřující trny (POSPÍŠIL, 1998). Přední část dlouhé hřbetní ploutve je tvořena tvrdými paprsky a od zadní měkčí části je oddělena výřezem. Živí se planktonními živočichy, v dospělosti hlavně rybami. Žije jak při pobřeží u dna (zejména nad skalnatým podkladem), tak v hloubce do 200 m na širém moři. Jedná se o vejcoživorodé hejnové ryby. Okouníci se vyskytují v subarktických chladných vodách v Severním Atlantiku na východě od Bílého moře, zejména v okolí Norska, Islandu, Britských a Faerských ostrovů. Dožívají se až 60 let. Maso okouníka je bílé, pevné a šťavnaté, obsahuje relativně málo tuku. Prodává se čerstvé nebo zmrazené, nejčastěji v podobě filetů s kůží (HANEL & ANDRESKA, 2013; 1000 RYB, 2008; KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.14 Pamakrela temná (*Lepidocybium flavobrunneum*)

Známa především pod obchodním názvem máslová ryba, často však dochází k záměně s jinými druhy (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Má podlouhlé vřetenovité tělo a velkou tlamu s vyčnívající spodní čelistí. Vzhledově podobná tuňákům nebo makrelám, má však protáhlejší tělo a postrádá vodorovné kýly na bocích ocasního násadce. Má velké pevné zuby usazené v čelistech i v patrové kosti. Mladé ryby jsou světle hnědé, v dospělosti až černé. Pamakrely jsou hlubinné ryby, vyskytující se především v severní části Atlantského oceánu a v severní i jižní části Pacifiku. O jejich životě se toho však ví velmi málo. (FRANK, 1997; DALAMA, VIEITES & ESPIÑEIRA, 2015). Konzumace pamakrely může v nadměrném množství způsobit

zažívací obtíže (zejména průjmy). Z toho důvody je v některých zemích světa prodej této ryby zakázán (např. v Itálii a Japonsku). V Evropské Unii je prodej povolen, je však spojen s informační povinností prodejce. Údaje o maximálním možném doporučeném množství konzumované ryby neupravuje žádný závazný předpis. Nejčastěji se uvádí jako bezpečné množství 130 až 150 gramů ryby (NAŠE VODA, 2016).

3.5.15 Parmice nachová (*Mullus barbatus*)

Parmice má protáhlé tělo zploštělé ze stran, kryté velkými šupinami (rybáři tyto šupiny odstraňují, aby měly ryby prodávané na trhu výraznější červené zbarvení). Hlava je z profilu značně vyklenutá, na bradě jsou dva dlouhé vousky. Hřbet a boky jsou zbarvené červeně, břicho je stříbřité. Na rozdíl od příbuzné parmice pruhované (*Mullus surmuletus*) postrádá typické podélné pruhy po stranách. Žije v kontinentálních šelfech nad písčítým, kamenitým i bahnitým dnem v hloubce do 300 m. Vyskytuje se od jihu Britských ostrovů přes Biskajský záliv, okolo Pyrenejského poloostrova po Středozemní a Černé moře. Živí se malými bezobratlými živočichy, které vyhledává ve dně pomocí hmatových vousů (HANEL & ANDRESKA, 2013; FRANK, 1997). Maso obsahuje velké množství kostí, které se ale dají snadno odstranit, má výraznou chuť po moři a po tepelné úpravě má narůžovělou až bílou barvu (KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.16 Plachetník širokoploutvý (*Istiophorus platypterus*)

Tvar těla je protáhlý a zploštělý ze stran. Stejně jako u marlína a mečouna je horní čelist mečovitě protáhlá. První hřbetní ploutev je plachtovitého tvaru a vysoká po celé délce hřbetu – na rozdíl od již zmíněných podobných druhů. Hřbetní ploutev je navíc poseta černými skvrnami. Dorůstá hmotnosti až 100 kg. Jedná se o indopacifický druh obývající vody s teplotou 22 až 30 °C, který pronikl do Středozemního moře Suezským průplavem. Plachetníci někdy vytvářejí až stohlavá hejna a loví společně ryby, přičemž jedinci spolu během lovu komunikují prostřednictvím změny zbarvení. Tímto chováním rovněž matou lovenou kořist. Živí se korýši, hlavonožci a rybami. Jde o hospodářsky významný druh, jehož maso je s oblibou uzeno či grilováno (HANEL & ANDRESKA, 2013; POSPÍŠIL, 1998).

3.5.17 Platýs obecný (*Hippoglossus hippoglossus*)

Platýs je rovněž znám pod názvem halibut bílý, pod kterým může být uváděn na trh (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Pro ryby z čeledi platýsovití je typické, že se pohybují jednou stranou těla směrem k mořskému dnu. V případě platýsů stranou levou – hlava i s očima je orientována na pravém boku. Ústa dosahují až pod střed očí. Živí se převážně rybami, ale také sépiemi a korýši. Žije nad písčítým, kamenitým nebo skalnatým dnem v hloubce 50 až 2000 m. Dává přednost chladnějším vodám s teplotou do 8 °C, a proto se vyskytuje v Barentsově moři, kolem Skandinávie v Severním moři, u Islandu a Britských ostrovů až po Biskajský záliv. Ačkoli se jedná o rybu žijící u dna, za účelem lovu se vydává na volné moře. (HANEL & ANDRESKA, 2013). Vzhledem k pomalému růstu a pozdnímu dospívání, je na pobřeží Norska chráněn (zákonná míra nad 50 cm), aby nedošlo ke snižování početního stavu (FRANK, 1997). Maso platýsů je velmi oblíbené, na trhu je dostupné buď čerstvé, mražené nebo uzené. Má bílou barvu a jemnou chuť, obsah tuku je okolo 5 %. Játra navíc obsahují asi desetkrát více vitamínu A než u tresky (HANEL & ANDRESKA, 2013; KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.18 Rejnok ostnatý (*Raja clavata*)

Pro rejnoky je typický kosočtverečný tvar těla se špičatými ploutvemi (tzv. křídly). Horní i spodní strana těla tohoto rejnoka je ostnitá, jak je patrné z jeho druhového jména. Hřbet může být různě zbarvený, nejčastěji však hnědošedý se skvrnami, aby splýval s mořským dnem, břicho je bílé. Žije převážně na písčitém a bahnitěm dně, v mělčinách i hloubkách do 500 m. Rejnoci jsou aktivní převážně v noci, kdy vyrážejí na lov. Živí se živočichy žijícími u dna, preferují zejména korýše. Jedná se o vejcorodé paryby, kladoucí schránky s vejci do mělkých pobřežních vod, odkud mohou být vyplavovány na pobřeží. Vyskytují se ve východním Atlantiku od severního Norska a jižního Islandu až po jižní Afriku. Rovněž jsou často loveni ve Středozemním a Černém moři. Maso rejnoka je bílé, s nízkým obsahem tuku a výbornou stravitelností, je prodáváno čerstvé nebo mražené (HANEL & ANDRESKA, 2013; TEROFAL & MILITZ, 1996).

3.5.19 Sardel obecná (*Engraulis encrasicolus*)

V případě sardele je rovněž možné užívat obchodní označení ančovička (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Jedná se o ryby dorůstající až 15 cm, mající velmi štíhlé, ze stran zploštělé tělo. Na rozdíl od sardinky nemá pilovitou břišní stranu těla a oči jsou bez tukových víček. Hřbet je modrozelený, břišní strana stříbřitá (TEROFAL & MILITZ, 1996). Je to hejnová ryba volných vod, pronikající příležitostně do vod brakických. Vyskytuje se kolem celého pobřeží Evropy, včetně Středozemního, Černého a Azovského moře. Velká hejna sardelí táhnou koncem jara za potravou podél pobřeží k severu a na podzim zpět na jih, kde v hloubkách až 400 m přezimují. Jejich potrava je tvořena převážně živočišným planktonem (HANEL & ANDRESKA, 2013; FRANK, 1997). Maso ulovených sardelí musí být několik měsíců naloženo, aby ztratilo hořkou příchut' (1000 RYB, 2008).

3.5.20 Sardinka obecná (*Sardina pilchardus*)

Sardinky mají dlouhé, na průřezu oválné tělo s pilovitou břišní stranou. Oči jsou kryté tukovými víčky. Barva hřbetu je hnědavá až zelenavá, na bocích je zřetelný modravý podélný pruh, břicho stříbřité. Běžně prodávané nedospělé sardinky mají okolo 10–15 cm, dorůstají však mohou až 26 cm. Sardinka je anadromní ryba, která se za třením vydává do toků řek (1000 RYB, 2008). Jedná se o druh litorální, tedy žijící v pobřežních vodách. Ve dne se pohybuje v hloubkách až 100 m, v noci připlouvá blíže k hladině a břehům. Sardinky žijí v hejnech, zejména pak v době lovu, kdy se vydávají směrem k severu za potravou – zooplanktonem. Vyskytují se takřka kolem celé Evropy včetně Středozemního a Černého moře (HANEL & ANDRESKA, 2013; TEROFAL & MILITZ, 1996). Maso sardinek je jemné s mnoha drobnými kostmi, které však změknou v průběhu technologického procesu konzervování (KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.21 Sled' obecný (*Clupea harengus*)

Sled' obecný má dlouhé oválné tělo s velkými snadno opadavými šupinami. Oči jsou kryty průhledným tukovým víčkem. Jedná se o hejnovou rybu žijící ve volných vodách, která se za dne vyskytuje převážně u dna do hloubky 400 m, zatímco v noci se pohybuje blíže hladině. Vyskytuje se zejména v severních částech Atlantského oceánu

a v severských mořích. Místy proniká i do brakických vod (HANEL & ANDRESKA, 2013). Živí se převážně zooplanktonem, krevetami a larvami jiných ryb. Sami jsou pak důležitou potravou dravých ryb a žraloků (FRANK, 1997). Maso sledů je tučné (až 30 %) a stejně jako v případě makrel podléhá poměrně rychle zkáze. Využívá se proto zejména na výrobu rybích výrobků zpracovaných uzením, marinováním či solením. Prodává se však i čerstvé nebo zmrazené v podobě filetů (KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997; SAMPELS, 2014). Ze zdravotního hlediska patří sled (spolu se sardinkami a sardelemi) mezi druhy ryb představující riziko pro konzumenta vzhledem ke zvýšené tvorbě biogenního aminu histaminu a rovněž z důvodu potenciálního výskytu larev hlístice *Anisakis simplex*. Proto se ryby před dalším zpracováním zmrazují, aby došlo k eliminaci výskytu případných parazitů (BUCHTOVÁ, 2013).

3.5.22 Stříbrnice atlantská (*Argentina silus*)

Stříbrnice je na trh velice často uváděna pod názvem pstruh holandský – jedná se však o nesprávné označení. Stříbrnice není příbuzná s pstruhy, nejedná se ani o lososovitou rybu (MACH & ZUBER, 2003). Jedná se o rybu z čeledi stříbrnicovití kam patří spolu se stříbrnicí evropskou (*Argentina sphyraena*). Stříbrnice má dlouhé štíhlé tělo kryté šupinami. Na špičaté hlavě má typicky nápadně velké oči. Živí se planktonními koryši, ploutvenkami, žebernatkami a malými rybami. Má pomalý růst a dožívá se až 35 let s délkou až 80 cm. Vyskytuje se u severozápadních břehů Evropy, kde v hloubkách v rozmezí 150–550 m vytváří větší hejna. (HANEL & ANDRESKA, 2013; FISHBASE, 2009). Maso je velmi jemné, chutné, podává se čerstvé, ale často se i udí nebo konzervuje (KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.23 Štikozubec argentinský, Gayův, senegalský (*Merluccius hubbsi, gayi, senegalensis*)

Štikozubec je často prodáván pod jinými obchodními označeními jako mořská štika, hejk nebo merlúza (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Štikozubci mají dlouhé štíhlé tělo s hlavou podobnou hlavě štiky. Široká ústa, která jsou uvnitř černá, jsou nápadná výrazným ozubením, spodní čelist přesahuje horní, na bradě chybí vousek. Štikozubci mají zpravidla šedočerné zbarvení a stříbřitě bílé břicho. Jedná se o hejnové ryby, které přes den žijí ve větších hloubkách a v noci loví na otevřeném moři blíže k hladině. Živí

se hlavně sledí, šproty, sardinkami, sardelemi, makrelami a na volném moři žijícími druhy hlavonožců. Dorůstají délky 50 cm a hmotnosti až 15 kg (HANEL & ANDRESKA, 2013; TEROFAL & MILITZ, 1996; 1000 RYB, 2008). Štikozubců existuje velké množství druhů, druhy relevantní pro tuto práci jsou štikozubec argentinský, Gayův a senegalský. Jak je patrné z jejich druhových jmen liší se zejména oblastí výskytu. Štikozubec argentinský se vyskytuje v šelfových vodách okolo Brazílie, Argentiny, Uruguaye a Falklandských ostrovů. Štikozubec Gayův (rovněž nazývaný chilský nebo peruánský) se vyskytuje v pobřežních vodách Tichého oceánu od Ekvádoru po Chile. Štikozubec senegalský žije ve východním Atlantiku podél pobřeží Afriky – zejména Senegalu a Maroka (LLORIS, MATAALLANAS & OLIVER, 2005). Maso štikozubce je bílé, jemné, s nízkým obsahem tuku. Na trh je dodáváno nejčastěji mražené nebo čerstvé v podobě filetů, zpracovává se však i do konzerv nebo uzením (KONEČNÝ & PAVLÍČEK, 1997).

3.5.24 Štítník červený (*Triglia lucerna*)

Štítníci mají dlouhé kuželovité tělo s opancéřovanou hlavou, která je nahoře mírně prohnutá. Na hřbetě jsou dvě ploutve, z nichž první je tvořena tvrdými a druhá měkkými paprsky. Má mimořádně velké prsní ploutve, jejichž první tři paprsky jsou volné a pohyblivé – umožňují pohyb po dně (TEROFAL & MILITZ, 1996). Barevně bývá velice proměnlivý v závislosti na prostředí, jak je však patrné z jeho druhového názvu, převládá červené až červenooranžové zbarvení s bílým břichem. Živí se korýši, měkkýši a rybami. Ze všech štítníků dorůstá největší velikosti – až 75 cm (POSPÍŠIL, 1998). Žije převážně u dna, je však dobrým plavcem a občas vyskakuje vysoko nad hladinu. Vyskytuje se v Severním moři, Biskajském zálivu a kolem Pyrenejského poloostrova do Středozemního a Černého moře. Maso štítníků má intenzivní chuť, bílou barvu a pevnou konzistenci. Štítníci se prodávají zpravidla jako celé ryby (HANEL & ANDRESKA, 2013).

3.5.25 Treska pestrá (*Gadus chalcogrammus*)

Známá rovněž pod názvem aljašská treska, pod kterým je obvykle uváděna na trh (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Vzhledově velice podobná tresce obecné, s podlouhlým tělem a charakteristickými vousy na bradě. Odlišným znakem tresky pestré je její

zahnutá boční linie. Jedná se rovněž o menší druh dorůstající do délky maximálně 80 cm. (NORDSEE, 2010). Treska pestrá dává přednost životu u dna v hloubce do 400 m a živí se rovněž živočichy, kteří se u dna vyskytují – mladými sledi a lososy. Vyskytuje se především v severním Pacifiku, zejména pak v Beringově moři (COHEN et al., 1990). Treska je známá jako netučná ryba s bílým masem bohatým na proteiny. Významná jsou rovněž tresčí játra, která jsou na rozdíl od svaloviny velmi tučná a obsahují vysoké koncentrace vitamínů A a D, stejně jako omega-3 nenasycených mastných kyselin (SAMPELS, 2014). Maso tresky pestré se mimo jiné využívá pro výrobu napodobeniny krabího masa – surimi (BUCHTOVÁ, 2013).

3.5.26 Tuňák žlutoploutvý (*Thunnus albacares*)

Tuňák žlutoploutvý má mohutné tělo s malými šupinami. První paprsky první hřbetní ploutve jsou prodlouženy a směrem k ocasu se postupně zkracují. Druhá hřbetní a řitní ploutev vyrůstají proti sobě na úzké bázi a jsou dlouze protažené do špičky. Má tmavomodrý hřbet, bílé břicho, boky a špičky ploutví zlatožluté (POSPÍŠIL, 1998). Je citlivý k množství kyslíku obsaženého ve vodě, a proto se nenoří do hloubek větších než 250 m. Živí se převážně většími rybami (5–40 kg), korýši a hlavonožci. Dorůstá do hmotnosti až 200 kg. Žije v tropických a subtropických vodách všech světových oceánů, ve Středozezemním moři se ale nevyskytuje. Maso tuňáků je považováno za jedno z nejchutnějších, má tmavě červenou barvu podobnou hovězímu masu. Konzumuje se syrové (v podobě tradičního japonského sushi), rovněž se ale tepelně upravuje a velmi často se konzervuje (HANEL & ANDRESKA, 2013). Vysoká poptávka a kvalita masa tuňáků zapříčinila, že některé druhy tuňáků jsou reálně ohroženy vyhynutím a jejich lov je regulován (SAMPELS, 2014).

3.5.27 Zubatice jadranská (*Boops boops*)

Na trh je dodávána rovněž pod obchodním názvem očnatec štíhlý (VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb.). Tělo zubatice je štíhlé, dlouhé až 30 cm, hlava má plochý profil. Oči jsou velké, ústa postavena šikmo nahoru. Zbarvení je modrozelené nebo modrošedé se žlutým leskem. Postranní čára je tmavá a prohnutá směrem vzhůru. Tato hejnová ryba žije obvykle ve středních hloubkách (do 150–350 m) a rovněž u pobřeží nad různými typy dna. Mladé ryby se živí planktonem, dospělé jsou všežravé. Jedná se

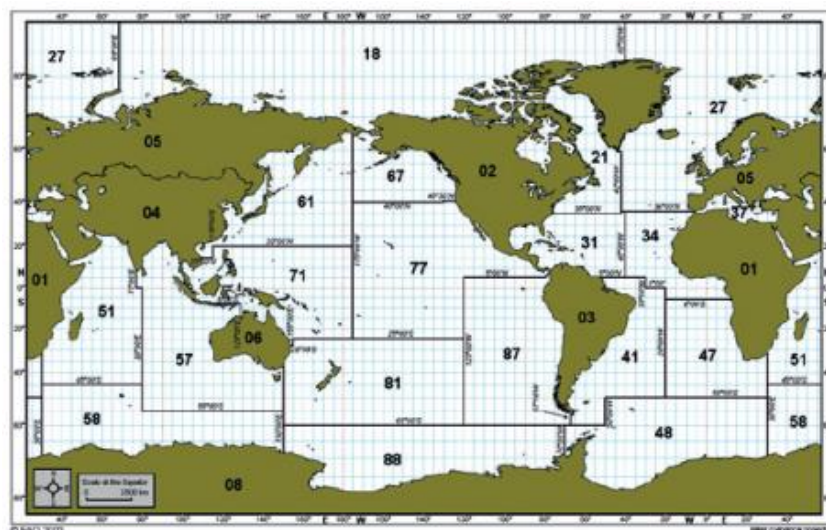
o hermafroditický druh, jemuž nejdříve dozrávají samičí pohlavní žlázy. Vyskytuje se od Skotska a Norska přes Biskajský záliv až do Středozemního a Černého moře (HANEL & ANDRESKA, 2013; TEROFAL & MILITZ, 1996; 1000 RYB, 2008).

3.5.28 Žralok modravý (*Prionace glauca*)

Má dlouhé torpédovité tělo jako většina žraloků, kteří jsou rychlími a vytrvalými plavci. Hlava je zašpičatělá, v tlamě se nachází několik řad plochých pilovitých a velmi ostrých zubů. Oči jsou opatřeny mžurkou. Za hlavou se nachází 5 žaberních oblouků. Barva hřbetu je tmavě modrošedá, boky jsou tmavě modré a břicho bílé. Po usmrcení velice rychle bledne (POSPÍŠIL, 1998; FRANK, 1997). Patří k živorodým druhům, jejichž mláďata jsou v matčině těle vyživována přes placentu (1000 RYB, 2008). V noci se vydává do blízkosti břehů, je nebezpečný pro lidi koupající se ve vodě nebo v menších člunech. Živí se rybami, hlavonožci, kytovci i ptáky. Jedná se o nejrozšířenější druh žraloka žijící ve všech světových mořích (výjimku představují pouze nejchladnější moře), který migruje na velké vzdálenosti. U Evropy jeho výskyt zasahuje až do oblasti Středozemního moře. Patří mezi téměř ohrožené druhy z důvodu komerčního lovu. Žralok patří mezi paryby, a proto je i jeho maso od toho rybího zcela odlišné. Je bílé barvy, jemné vodnatější struktury. (HANEL & ANDRESKA, 2013).

3.6 Rybářské oblasti FAO

Organizace FAO (Food and Agriculture organisation) pro statistické účely rozdělila hlavní rybolovné oblasti do 27 částí s přiřazenými dvoumístnými kódy. Osm z nich jsou vnitrozemské rybářské oblasti, mořských oblastí je devatenáct. Jejich kódová označení lze nalézt na etiketách mražených ryb, rybích výrobků a konzerv. Rovněž v případě prodeje nebalených čerstvých ryb je tato informace zpravidla zpřístupněna zákazníkovi (na štítku nebo na účtence). Oblast původu ryb je důležitá nejen pro spotřebitele, ale zejména pro orgány veterinárního dozoru (FAO, 2015).



- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 18 Arktida | 57 Východní Indický oceán |
| 21 Severozápadní Atlantik | 58 Jižní Indický oceán a Antarktida |
| 27 Severovýchodní Atlantik | 61 Severozápadní Pacifik |
| 31 Západní centrální Atlantik | 67 Severovýchodní Pacifik |
| 34 Východní centrální Atlantik | 71 Západní centrální Pacifik |
| 37 Středozemní a Černé moře | 77 Východní centrální Pacifik |
| 41 Jihozápadní Atlantik | 81 Jihozápadní Pacifik |
| 47 Jihovýchodní Atlantik | 87 Jihovýchodní Pacifik |
| 48 Antarktický Atlantik | 88 Antarktický Pacifik |
| 51 Západní Indický oceán | |

Obr. 3: *Rybářské oblasti FAO* (Převzato z GREENPEACE, 2013)

3.7 Stanovení těžkých kovů v biologickém materiálu

3.7.1 Odběr vzorků, skladování a příprava

Měření stopových koncentrací prvků v biologickém materiálu pomocí citlivých metod nespočívá pouze ve vlastním analytickém stanovení, ale jedná se o proces zahrnující rovněž fáze odběru, skladování a přípravy vzorků. Chyby vzniklé v těchto počátečních fázích snižují kvalitu dalšího analytického stanovení, protože již nelze dosáhnout spolehlivých výsledků. Navíc jsou zpravidla chyby vzniklé nesprávnou manipulací se vzorky podstatně větší než chyby vznikající během vlastní analýzy vzorků. Z toho důvodu je nutné dodržovat hygienické podmínky laboratoře a veškerého laboratorního vybavení, včetně chemikálií. Vzorky musí být odpovídajícím způsobem uchovávány – v případě ryb, uskladněny v hluboce zmrazeném stavu (CIBULKA et al., 1991; SPĚVÁČKOVÁ & KNOTKOVÁ, 1998).

3.7.2 Mineralizace vzorků

Cílem úplného rozkladu vzorků neboli mineralizace je oxidativní rozrušení organické hmoty, sloužící k izolaci kovových iontů z biologické matrice. Mineralizace je zpravidla prováděna na mokré (vzorek oxidován směsí koncentrovaných kyselin) nebo na suché cestě (vzorek spálen při vysoké teplotě). Nejčastěji využívaný je pak mikrovlnný rozklad (MWE) s použitím směsi kyselin a oxidačních činidel v tlakových nádobkách. Tlak vznikající v důsledku vývoje plynů umožňuje dosáhnout vyšších teplot, než je bod varu rozpouštědla, což významně snižuje dobu extrakce. Podmínky mineralizace se volí dle typu matrice a stanovovaného analytu (STAŇKOVÁ & KURKA, 2014; BARANOWSKA, 2015).

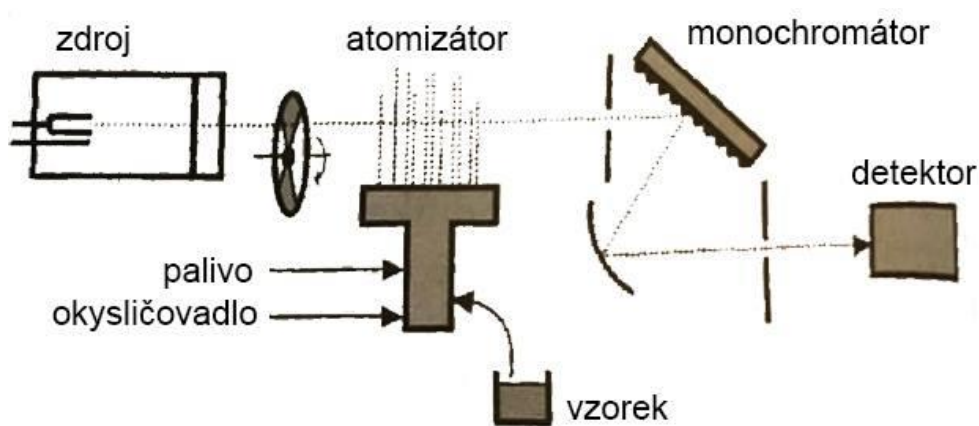
3.7.3 Metody stanovení celkového obsahu těžkých kovů v potravinách

Pro stanovení celkového obsahu těžkých kovů v potravinách je používáno široké spektrum analytických metod. Nejčastěji využívané jsou spektrální metody, mezi které se řadí atomová absorpční spektrometrie s plamenovou (F-AAS) nebo elektrotermickou atomizací (ETA-AAS), hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS) a optická emisní spektrometrie (ICP-OES) (HOUSEROVÁ et al., 2006). Kromě spektrálních metod se prosazují metody elektrochemické, např. anodická rozpouštěcí voltametrie (ASV), které jsou velmi citlivé, rychlé a levné. Méně využívané jsou metody jako neutronová aktivační analýza (NAA), rentgenová fluorescenční spektrometrie (XRF) nebo metoda využívající částicemi indukované záření X (PIXE) (BIBUDHENDRA, 2002).

Specifický problém představuje analýza obsahu rtuti v potravinách, protože během rozkladné fáze vzorku může docházet ke ztrátám analytu v důsledku jeho těkavosti. Z toho důvodu je v praxi nejčastěji využíván jednoúčelový analyzátor AMA 254 (výrobce Altec Praha), který umožňuje přímé stanovení koncentrace celkové rtuti bez předchozí úpravy vzorku (SPĚVÁČKOVÁ & KNOTKOVÁ, 1998). Velmi dobré výsledky poskytuje také atomová absorpční spektrometrie s technikou generace studených par (CV-AAS) a atomová fluorescenční spektrometrie s technikou generace studených par (CV-AFS) (HOUSEROVÁ et al., 2006).

3.7.3.1 Atomová absorpční spektrometrie

Atomová absorpční spektrometrie je nejčastěji využívanou technikou pro kvantitativní analýzu kovových prvků při nízkých koncentracích. Jedná se o jednoduchou metodu založenou na absorpci elektromagnetického záření určité vlnové délky volnými atomy měřeného prvku v plynném stavu. Záření ze zdroje prochází absorpčním prostředím (atomizátorem), kde dojde k zeslabení intenzity (absorpci) příslušné vlnové délky. Dále záření prochází optickou soustavou a dopadá na detektor, kde se měří a vyhodnocuje signál. Stanovení využívá metody kalibrační křivky nebo standardního přídatku (BIBUDHENDRA, 2002; KLOUDA, 2016).



Obr. 4: Schéma atomového absorpčního spektrometru (Převzato z KLOUDA, 2016)

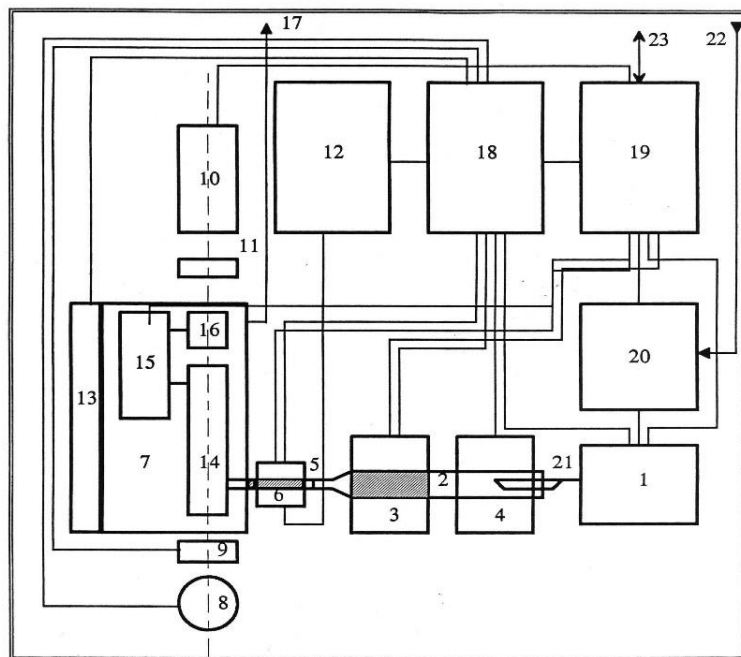
Zdrojem záření je výbojka s dutou katodou, která je tvořena stejným kovem, jenž je stanovován. Vznikající záření o příslušné vlnové délce je vedeno do atomizátoru – slouží k převedení vzorku do stavu volných atomů. Teplota v atomizátoru musí být dostatečná k atomizaci (2000 až 3000 °C), ale současně nižší, než je třeba k excitaci atomů. Atomizátor může být buď plamenový (pro stanovení vyšších koncentrací – až desítky mg/l) nebo elektrotermický (pro stanovení stopových koncentrací – desítky µg/l). Plamenový atomizátor pracuje na principu zmlžování roztoku vzorku, smíšení vzniklého aerosolu s topným plynem a oxidovadlem a jeho převedení do plamene, kde dochází k atomizaci. Nejčastěji dochází k atomizaci v plameni acetylen–vzduch nebo acetylen–oxid dusný. Elektrotermický atomizátor je v dnešní době tvořen především grafitovou trubicí vyhřívanou elektrickým proudem. Vzorek je na vnitřní stěnu květy dávkován mikropipetou a následně je pomocí teplotního programu tvořeného třemi kroky (sušení, žihání, atomizace) převeden do podoby volných atomů. Atomizace vzorku probíhá v ochranné atmosféře tvořené proudem argonu. Záření prostupující

atomizátorem je dále vedeno na monochromátor (mřížka), který izoluje příslušnou spektrální čáru prvku. Ta je poté vedena na detektor (fotonásobič), kde je detekováno zeslabení toku původního záření (KLOUDA, 2016; KOMÁREK, 2000; DOLNÍČEK & SULOVSÝ, 2013)

3.7.3.2 Atomový absorpční spektrometr AMA 254

Analyzátor AMA 254 (Altec, ČR) je jednoúčelový atomový absorpční spektrometr, využívaný pro stanovení celkového obsahu rtuti v pevných i kapalných vzorcích bez potřeby předchozí úpravy vzorku (rozkladu, separace). Spektrometr využívá principu generování par kovové rtuti tepelným rozkladem vzorku ve spalovací trubici s následným zachycením a zakoncentrováním na zlatém amalgamátoru, opětovným tepelným vypuzením a detekcí. Tímto je dosaženo vysoké citlivosti bez závislosti na matrici. Nosným plynem je kyslík.

Při vlastním stanovení je vzorek o známé navážce vložen do spalovací lodičky a je zaveden do spalovací trubice, kde je vysušen a spálen v proudu kyslíku. Rozkladné produkty pak postupují přes katalyzátor, kde se dokončí oxidace a zachytí se některé produkty spalování, a dále přes amalgamátor, kde se selektivně zachytí rtuť. Rtuť z amalgamátoru je uvolněna krátkodobým ohřevem a je nosným plynem vedena nejprve do delší měřicí kyvety a poté přes zpoždovací nádobku do kratší měřicí kyvety. Stejně množství rtuti se tedy měří dvakrát s odlišnou citlivostí (ALTEC, 2002).



Obr. 5: Schéma přístroje AMA 254 (Převzato z ALTEC, 2002)

1 dávkovací zařízení	9 clonka	17 výstup kyslíku
2 spalovací trubice	10 detektor	18 analogová elektronika
3 katalytická pec	11 interferenční filtr	19 mikropočítač
4 spalovací pec	12 chladičí čerpadlo	20 regulátor průtoku kyslíku
5 amalgamátor	13 topení bloku měř. kyvet	21 dávkovací lodička
6 vypuzovací pec	14 delší měřicí kyveta	22 vstup kyslíku
7 blok měřících kyvet	15 zpožďovací nádobka	23 komunikace s PC
8 rtuťová výbojka	16 kratší měřicí kyveta	(ALTEC, 2002)

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Odběr, uchování a popis vzorků

V období od září 2015 do června 2016 bylo v obchodní síti České republiky (Brno, Praha) zakoupeno 30 druhů ryb z celkem 17 rybářských oblastí FAO. Z každé šarže byly zakoupeny minimálně 3 vzorky ryb. Některé druhy ryb byly na základě obdržených výsledků opětovně zakoupeny z jiné šarže, případně navíc od jiného výrobce, kvůli prováděnému monitoringu (Tab. 1). V celkovém součtu bylo analyzováno 150 vzorků ryb pro každý stanovovaný kov. Vzorky byly po zakoupení skladovány v laboratorních podmínkách při teplotě -20 °C.

Veškeré zakoupené vzorky mořských ryb, které byly podrobeny analýze, jsou s podrobnějším popisem uvedeny v příloze 2.

Tab. 1: *Přehled analyzovaných vzorků mořských ryb*

Číslo vzorku	Název vzorku
1	Aljašská treska, filé 600 g (Kimbex)
2	Barramundi (Ocean 48)
3	Black marlin steak, 350 g (Kimbex)
4	Cípal hlavatý (Ocean 48)
5	Řas mořský (Seefish)
6	Filé, s kůží 500 g (Kimbex)
7	Filety ze štikozubce chilského, 900 g (Frigoservis CZ)
8	Halibut (Ocean 48)
9	Halibut steak, 350 g (Kimbex)
10	Kanic (Blue fjord)
11	Losos gorbuša, filety s kůží 500 g (Bidvest CZ)
12	Losos obecný, 312 g (Marine harvest)
13	Makrela obecná (Ocean 48)
14	Máslová ryba (Ocean 48)
15	Mečoun (Blue fjord)
16	Mečoun (Fishway)
17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	Mečoun (Ocean 48)
24	Mečoun (Seefish)
25	Mečoun (Seefood)
26	Mořská štika – hejk, 500 g (Kimbex)
27	Mořská štika, filety 300 g (Nowaco)
28	Mořský vlk, filet (Ocean 48)
29	Okáč, 500 g (Kimbex)
30	Okouník mořský (Ocean 48)

31	Parmice nachová (Ocean 48)
32, 33	Plachetník, filet (Ocean 48)
34	Platýz (Ocean 48)
35	Pražma (Ocean 48)
36	Pstruh holandský – stříbrnice, 800 g (Kimbex)
37, 38	Rejnok, ploutev (Ocean 48)
39	Sardel (Ocean 48)
40	Sardinka (Ocean 48)
41	Sled' (Ocean 48)
42, 43, 44	Štítník červený (Ocean 48)
45, 46	Tuňák, steak 350 g (Kimbex)
47	Tuňák sashimi (Ocean 48)
48, 49	Žralok, steak 350 g (Kimbex)
50	Žralok, steak (Ocean 48)

4.2 Použité chemikálie

- Základní kalibrační standard o koncentraci 1000 ± 4 mg/l Cd v 2% (v/v) HNO₃ (Sigma-Aldrich, USA)
- Základní kalibrační standard o koncentraci 1000 ± 4 mg/l Pb v 2% (v/v) HNO₃ (Sigma-Aldrich, USA)
- Základní kalibrační standard o koncentraci 1000 ± 2 mg/l Hg v 2% (v/v) HNO₃ (Český Metrologický Institut Praha, ČR)
- Kyselina dusičná, p.a. 65% (Penta, Česká republika)
- modifikátor matrice pro ETA-AAS dusičnan paladnatý konc. (Analytika spol. s.r.o., Česká republika)
- modifikátor matrice pro ETA-AAS dusičnan hořečnatý konc. (Analytika spol. s.r.o., Česká republika)
- Standardní referenční materiál DORM-4 (Institut pro mezinárodní standardy, Kanada): Cd = $0,299 \pm 0,018$ mg/kg, Pb = $0,404 \pm 0,062$ mg/kg, T-Hg = $0,410 \pm 0,055$ mg/kg

Kalibrační roztoky pro stanovení T-Hg byly připraveny v 0,1% (m/v) K₂Cr₂O₇ a 0,6% HNO₃. Kalibrační roztoky pro stanovení Cd a Pb byly připraveny v 1% HNO₃. Pro přípravu vodných roztoků byla použita deionizovaná voda Milli Q (Merck-Millipore, Německo).

4.3 Mineralizace vzorků pro stanovení kadmia a olova

Před stanovením obsahu kadmia a olova byla nejprve provedena mineralizace vzorku na mokré cestě pomocí přístroje MW ETHOS ONE, (Milestone Itálie) (Obr. 6). Vzorek čerstvé rybí svaloviny o navážce $600 \pm 0,1$ mg byl vložen do teflonové nádoby a následně bylo přidáno 5 ml 65% kyseliny dusičné (HNO_3) suprapure a 5 ml deionizované vody. Vzorek byl poté v teflonové nádobce uzavřen a rozložen mikrovlnnou extrakcí při teplotním programu, jehož parametry jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2). Stejným způsobem jako vzorky ryb byl rovněž mineralizován vzorek referenčního materiálu DORM-4, jehož navážka činila $200 \pm 0,1$ mg.



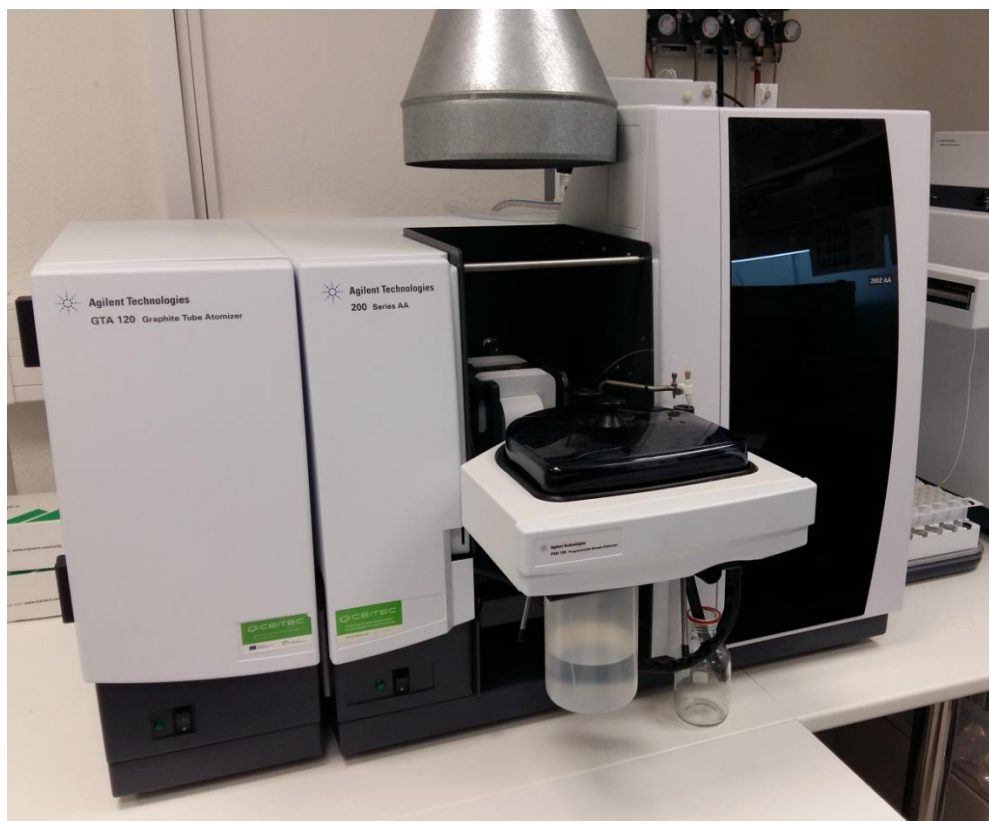
Obr. 6: Přístroj MW ETHOS ONE (foto vlastní)

Tab. 2: Teplotní program mikrovlnného rozkladu vzorků

Teplota (°C)	Čas (min)
0 – 210	15
210	15
210 – 45	45

4.4 Stanovení obsahu kadmia a olova na přístroji Agilent 280Z AA

Pro stanovení obsahu kadmia a olova byl použit atomový absorpční spektrometr s elektrotermickou atomizací – Agilent 280Z AA (Agilent Technologies, USA) se Zeemanovou korekcí, řízený SpectrAA softwarem (Obr. 7). Pro kalibraci přístroje byly použity standardní roztoky kadmia a olova (Sigma-Aldrich, USA) o koncentraci 1000 ± 4 mg/l. Mineralizované vzorky ryb (včetně mineralizovaného vzorku referenčního materiálu DORM-4) byly převedeny do teflonových vialek a vloženy do autosampleru přístroje. Do autosampleru byl rovněž vložen standardní roztok stanovovaného prvku (Cd/Pb), ze kterého pomocí deionizované vody přístroj automaticky vytvořil kalibrační řadu. Následně byly do grafitové kyvety automaticky pipetovány jednotlivé vzorky spolu s modifikátorem $\text{Pd/Mg(NO}_3)_2$, který byl dávkován v objemu 5 μl . Vzorek byl v grafitové kyvetě atomizován v několika krocích optimalizovaného teplotního programu, jehož parametry pro oba prvky jsou uvedeny v tabulkách č. 3 a 4. Atomizace probíhala v ochranné atmosféře argonu. Koncentrace kadmia byly měřeny při vlnové délce 228,8 nm, koncentrace olova při 283,3 m. Každý vzorek byl automaticky analyzován třikrát.



Obr. 7: Přístroj Agilent 280Z AA (foto vlastní)

Tab. 3: Teplotní program ETA-AAS pro stanovení kadmia

Krok	Teplota (°C)	Čas (s)	Tok inertního plynu (L/min)
1	85	0,1	0,3
2	85	5,0	0,3
3	95	40,0	0,3
4	120	10,0	0,3
5	250	5,0	0,3
6	500	15,0	0,3
7	500	1,0	0,0
8	1800	0,8	0,0
9	1800	2,0	0,0
10	2000	2,0	0,3

Tab. 4: Teplotní program ETA-AAS pro stanovení olova

Krok	Teplota (°C)	Čas (s)	Tok inertního plynu (L/min)
1	85	5,0	0,3
2	95	40,0	0,3
3	120	10,0	0,3
4	1000	5,0	0,3
5	1000	2,1	0,3
6	1000	2,1	0,0
7	2100	0,9	0,0
8	2100	2,0	0,0
9	2300	2,0	0,3

4.5 Stanovení celkového obsahu rtuti na přístroji AMA 254

Pro stanovení celkového obsahu rtuti ve vzorcích byl použit jednoúčelový atomový absorpční spektrometr AMA 254 (Altec s.r.o., Praha) řízený WinAMA softwarem (Obr. 8), který nevyžaduje předchozí úpravu vzorku. Pro kalibraci přístroje byl použit standardní roztok rtuti (Český Metrologický Institut Praha, ČR) o koncentraci 1000 ± 2 mg/l. Vzorky čerstvé rybí svaloviny byly navažovány na analytických vahách

přímo do předčištěných, vypálených niklových lodiček a manuálně vkládány do analyzátoru. Navážka vzorku byla 100 mg s přesností na 0,1 mg. Stejným způsobem jako vzorky ryb byly do niklových lodiček naváženy vzorky referenčního materiálu DORM-4, které byly rovněž podrobeny analýze. V analyzátoru byly vzorky nejprve vysušeny při 120 °C, následně při 550 °C spáleny v proudu kyslíku (200 ml/min). Samotné měření probíhalo opět při teplotě 120 °C. Selektivně zachycená rtuť byla z amalgamátoru uvolněna krátkodobým ohřevem. Absorpce Hg⁰ byla měřena při 253,65 nm. Doba a teplota sušení a rozkladu patřily mezi optimalizované parametry stanovení (Tab. 5). Každý vzorek byl analyzován třikrát.



Obr. 8: *Přístroj AMA 254 (foto vlastní)*

Tab. 5: *Optimalizované parametry pro stanovení rtuti na přístroji AMA 254*

Krok	Teplota (°C)	Čas (s)
Sušení	120	90
Rozklad	550	180
Měření	120	60

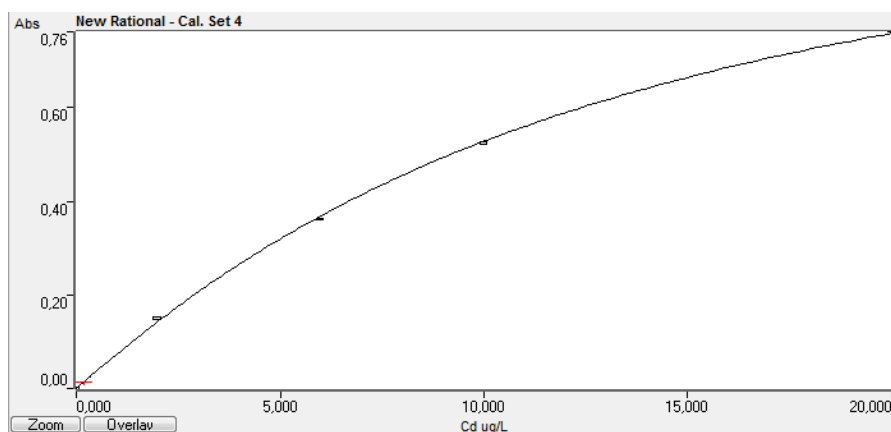
4.6 Statistické zpracování dat

Výsledky analýz byly nejprve připraveny ke zpracování v programu Microsoft Excel, jejich statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu Statistica 12 (Statsoft, Česká republika). Nejprve byly pro každý soubor výsledků (kadmium, olovo a rtuť) provedeny testy normality pomocí Shapiro-Willkova testu. Koncentrace jednotlivých kovů ve vzorcích neodpovídaly normálnímu rozdělení ($p < 0,05$). Statistická významnost rozdílů mezi průměry hodnot v jednotlivých vzorcích ryb byla testována Kruskal-Wallisovým testem s hladinou významnosti $\alpha = 0,05$. Pro analýzu závislosti byl pak použit Spearmanův korelační koeficient r_s . Výsledné hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr z 9 hodnot (z měření tří vzorků jedné šarže ve třech opakováních) se směrodatnou odchylkou.

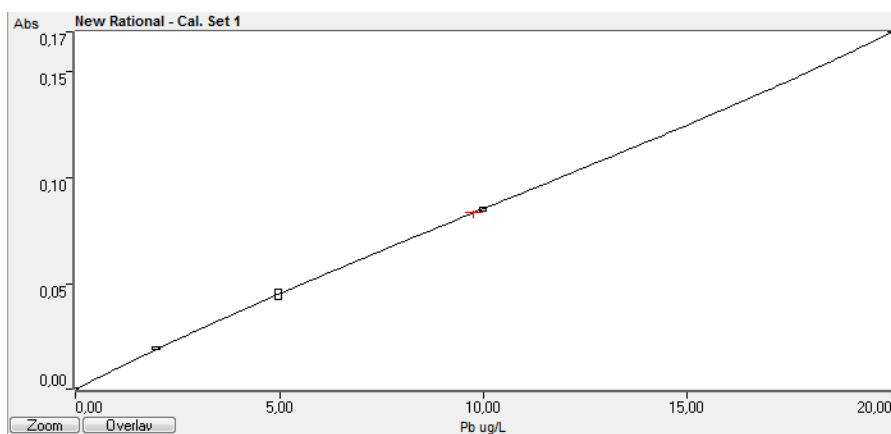
5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Validace analytických metod (Agilent 280Z AA, AMA 254)

Pro stanovení obsahu kadmia a olova byly použity již zoptimalizované metody. Přístroj Agilent 280Z AA byl před každou analýzou kalibrován pomocí standardního roztoku Cd/Pb o koncentraci 20 µg/l, který byl připraven v prostředí 1% HNO₃ suprapure. Kalibrační řadu vytvářel přístroj automaticky, na základě zvolených parametrů. Výsledné kalibrační křivky pro kadmium a olovo nebyly lineární (Obr. 9 a 10).



Obr. 9: Kalibrační křivka kadmia Agilent 280Z AA



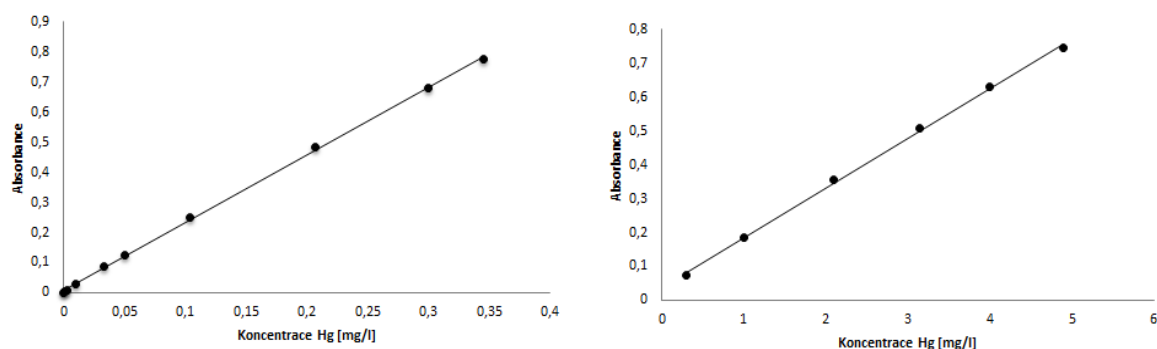
Obr. 10: Kalibrační křivka olova, Agilent 280Z AA

Správnost stanovení byla ověřena analýzou certifikovaného referenčního materiálu DORM-4 (rybí protein) s certifikovaným obsahem kadmia $Cd = 0,299 \pm 0,018$ mg/kg a olova $Pb = 0,404 \pm 0,062$ mg/kg. V referenčním materiálu bylo stanoveno v případě

kadmia $0,296 \pm 0,022$ mg/kg a v případě olova $0,400 \pm 0,019$ mg/kg. Získané hodnoty prokázaly, že metoda poskytuje správné výsledky.

Přesnost analýzy byla stanovena na základě hodnoty RSD. Ta v případě kadmia odpovídala 7,43 % (při 0,296 mg/kg, $n = 10$), v případě olova pak 4,75 % (při 0,400 mg/kg, $n = 10$). Limit detekce ($3s_{bl}$) pro stanovení kadmia byl 0,12 $\mu\text{g/kg}$, pro stanovení olova 3,11 $\mu\text{g/kg}$.

Pro stanovení celkového obsahu rtuti byla použita již zoptimalizovaná metoda. Přístroj AMA 254 byl pravidelně kalibrován pomocí dvou sad standardních roztoků o koncentraci 0,05–0,4 mg/l a 1–5 mg/l Hg^{2+} a před každým stanovením byla provedena kontrola kalibrace pomocí standardního roztoku rtuti. Kalibrační roztoky byly připraveny v prostředí 0,1% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ a 0,6% HNO_3 . Výsledné kalibrační křivky byly lineární (Obr. 11).



Obr. 11: Kalibrační křivky rtuti, AMA 254

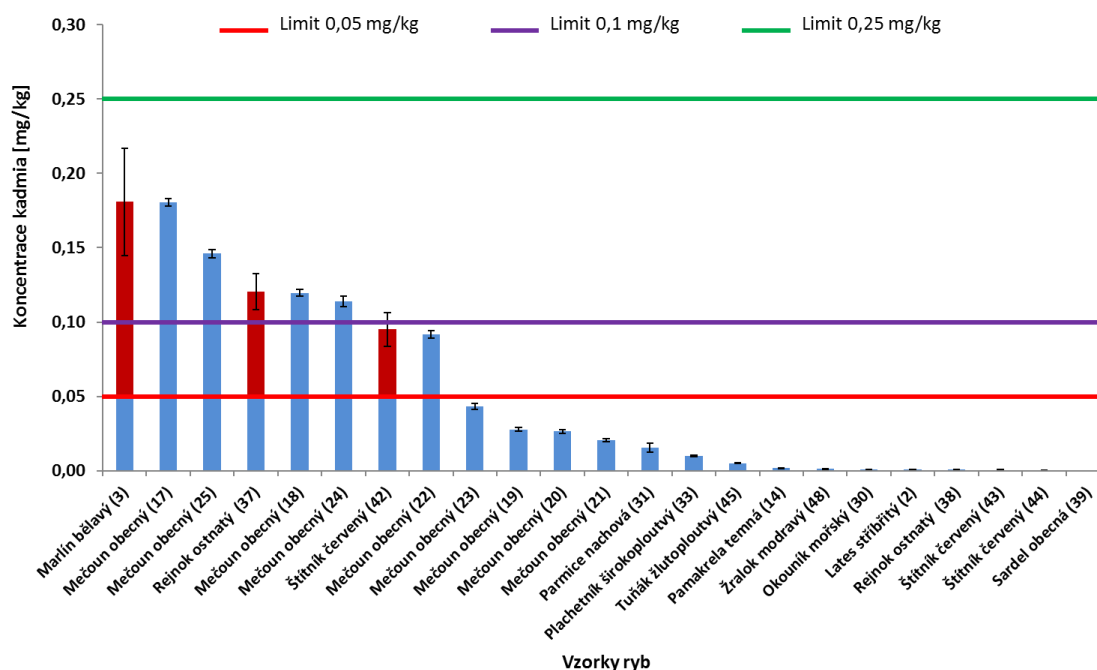
Správnost stanovení byla ověřena analýzou certifikovaného referenčního materiálu DORM-4 (rybí protein) s certifikovaným obsahem celkové rtuti $\text{T-Hg} = 0,410 \pm 0,055$ mg/kg. V referenčním materiálu bylo stanoveno $0,409 \pm 0,010$ mg/kg T-Hg. Získaná hodnota prokázala, že metoda poskytuje správné výsledky.

Přesnost stanovení byla stanovena na základě RSD, která odpovídala 2,44 % (při 0,409 mg/kg, $n = 10$). Mez detekce stanovení ($3s_{bl}$) celkové rtuti byla 0,10 $\mu\text{g/kg}$ (pro navážku 100 mg $\pm 0,1$ mg).

5.2 Stanovení obsahu kadmia ve vzorcích ryb

Koncentrace kadmia v analyzované svalové tkáni ryb a legislativní limity (dle Nařízení Komise (ES) č. 488/2014) pro obsah kadmia v rybách jsou znázorněny v následujícím grafu (Obr. 12). V obrázku znázorněný limit 0,25 mg/kg je dle legislativy stanoven pro mečouna obecného, sardele a sardinku obecnou. Limit

0,10 mg/kg je pro 3 konkrétně specifikované druhy (viz. Příloha 1) a limit 0,05 mg/kg je stanoven pro zbývající nespecifikované druhy ryb. Zvětšený graf pro lepší přehlednost spolu s tabulkou všech výsledků jsou v příloze 3 a 4.



Obr. 12: Obsah kadmia ve vzorcích ryb

Kadmium bylo detekováno pouze ve vzorcích uvedených v grafu. U ostatních vzorků, byla koncentrace kadmia pod limitem detekce, tedy nižší než 0,12 $\mu\text{g/kg}$. Legislativní limit byl překročen v případě pouhých tří vzorků – štítníka červeného ($0,0950 \pm 0,0047 \text{ mg/kg}$), rejnoka ostnatého ($0,1203 \pm 0,0060 \text{ mg/kg}$) a marlína bělavého ($0,1809 \pm 0,0362 \text{ mg/kg}$). Poslední jmenovaný vzorek byl současně vzorkem s nejvyšší naměřenou koncentrací kadmia ze všech analyzovaných vzorků. Jak je patrné z grafu, po opakovaném zakoupení ryb (štítníka červeného a rejnoka ostnatého), u nichž byl stanoven nadlimitní obsah kadmia, již nebyl zjištěn zvýšený obsah tohoto kovu.

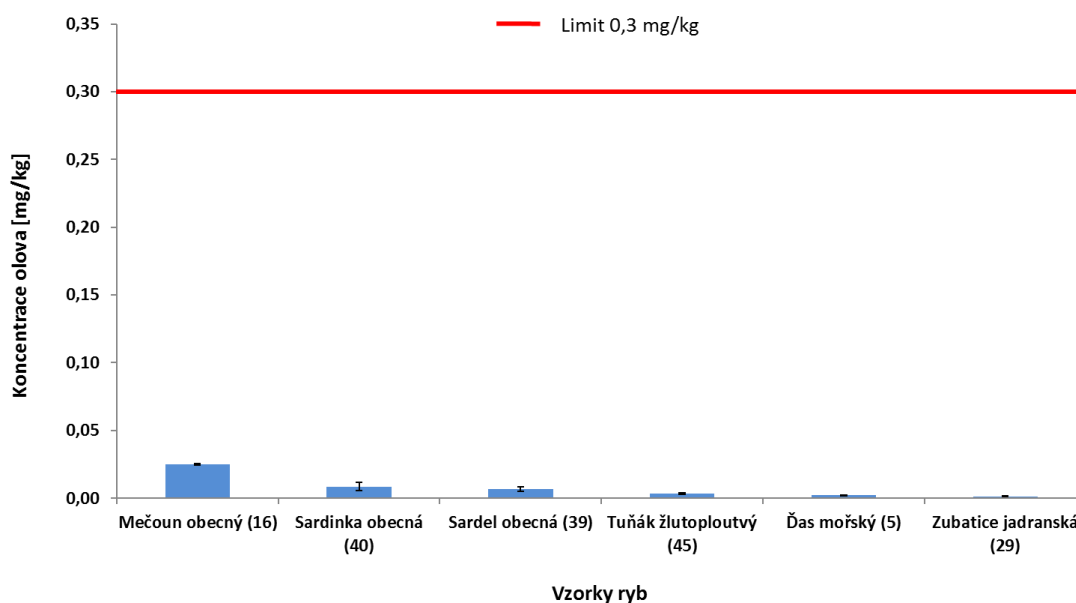
Vzorky, u nichž byl nalezen statisticky významný rozdíl, byly přiřazeny do jednotlivých skupin (A–C). Vzorky spadající do jedné skupiny se tedy statisticky významně neliší ($p < 0,05$). Vzorky marlína bělavého (tvořící samostatnou skupinu A) se statisticky významně lišily od vzorků mečouna obecného, rejnoka ostnatého a štítníka červeného (skupina B) a od zbývajících 34 vzorků mořských ryb (skupina C). Protože při opakovaném zakoupení rejnoka ostnatého a štítníka obecného byl obsah kadmia velice nízký, spadají tyto vzorky jak do skupiny B, tak díky odlehlým hodnotám současně do skupiny C.

Ve studii autorů Jinadasa et al. (2014), zabývající se rovněž analýzou obsahů těžkých kovů v rybách, byly nejvyšší koncentrace kadmia (0,087 mg/kg) stanoveny ve vzorcích mečouna obecného (*Xiphias gladius*). Naše vzorky mečouna obecného obsahovaly kadmium v rozmezí 0,1805–0,0206 mg/kg a v případě nejvíce kontaminovaného vzorku byl tedy obsah kadmia dvakrát vyšší než ve zmíněné studii.

Mečouni patří (společně s marlíný a plachetníky) do skupiny ryb, které jsou označovány anglickým výrazem billfish¹ (RODRIGUES & AMORIM, 2016). Ačkoli plachetník širokoploutvý (*Istiophorus platypterus*) patří rovněž do této skupiny ryb, v našich vzorcích této ryby nebyl stanoven nadlimitní obsah kadmia. Stejný jev byl pozorován i v případě obsahu rtuti ve vzorcích tohoto druhu (viz. kapitola 5.4).

5.3 Stanovení obsahu olova ve vzorcích ryb

Stanovené koncentrace olova ve vzorcích ryb spolu s legislativním limitem (dle Nařízení Komise (ES) č. 2015/1005) jsou uvedeny v následujícím grafu (Obr. 13).



Obr. 13: Obsah olova ve vzorcích ryb

Koncentrace olova byla ve všech analyzovaných vzorcích velmi nízká. Kromě šesti vzorků uvedených v grafu, byl obsah olova pod limitem detekce, tedy nižší než 3,11 µg/kg. Nejvyšší koncentrace byla stanovena ve svalové tkáni mečouna obecného (0,0250 ± 0,0013 mg/kg). Jak je patrné z grafu, ani nejvyšší naměřená koncentrace

¹ Billfish – anglické označení skupiny dravých druhů ryb, pro něž je charakteristický mečovitý výběžek na horní čelisti (v anglickém jazyce označovaný jako „bill“)

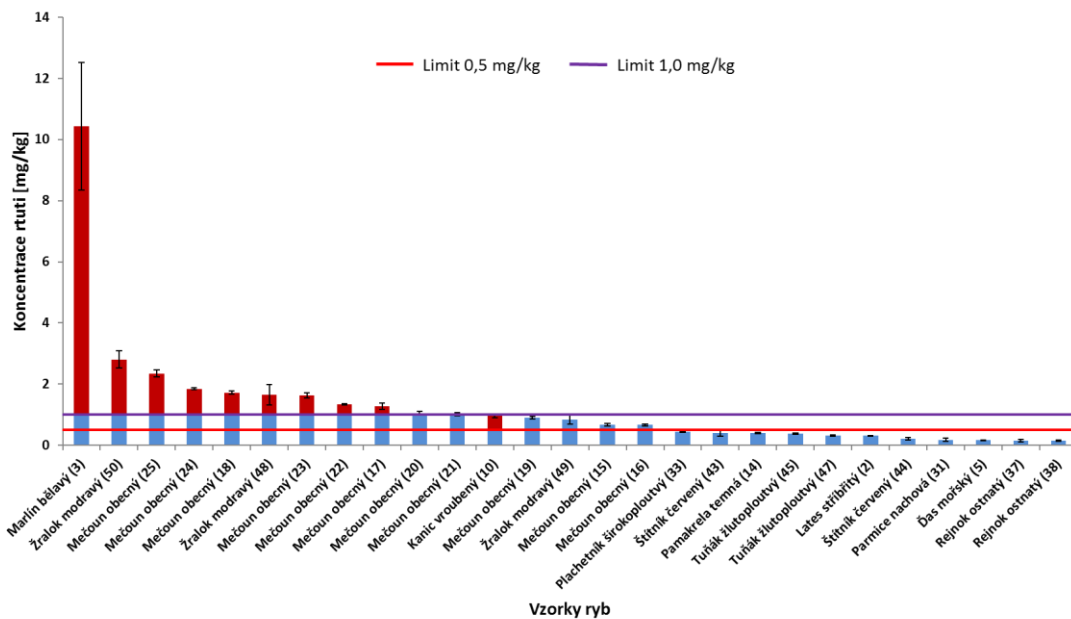
olova, která byla stanovena ve svalové tkáni mečouna obecného ($0,0250 \pm 0,0013$ mg/kg), zdaleka nedosahovala na maximální legislativní limit pro obsah tohoto těžkého kovu.

Vzorky, u nichž byl nalezen statisticky významný rozdíl, byly přiřazeny do jednotlivých skupin (A–B). Vzorky spadající do jedné skupiny se tedy statisticky významně neliší ($p < 0,05$). Vzorky sardinky obecné a sardele obecné (tvořící samostatnou skupinu A) byly statisticky významně odlišné od zbývajících 48 vzorků mořských ryb (skupina B) mezi nimiž nebyl statisticky významný rozdíl. Ve vzorku mečouna obecného č. 16 sice byly naměřeny nejvyšší koncentrace olova, ale protože byl v opakovaně zakoupených vzorcích obsah olova pod limitem detekce, tak nebyl prokázán statisticky významný rozdíl celého druhu.

Všechny druhy ryb obecně vykazují nižší obsah olova ve svých tkáních ve srovnání s obsahem kadmia a rtuti. Zaza et al. (2015) ve svém článku s názvem Human exposure in Italy to lead, cadmium and mercury through fish and seafood product consumption from Eastern Central Atlantic Fishing Area uvádí, že zvýšený obsah olova lze nalézt ve svalovině morčáka evropského (*Dicentrarchus labrax*) a to až $0,1670 \pm 0,0580$ mg/kg. V našich vzorcích této ryby byl však obsah olova pod limitem detekce. Squadrone et al. (2016) ve své studii Presence of trace metals in aquaculture marine ecosystems of the northwestern Mediterranean Sea (Italy) uvádí v případě této ryby stejné výsledky, jakých bylo dosaženo v této práci, tedy nedetekovatelné koncentrace olova.

5.4 Stanovení celkového obsahu rtuti ve vzorcích ryb

V následujícím grafu (Obr. 14) jsou uvedeny stanovené celkové koncentrace rtuti ve svalové tkáni analyzovaných vzorků ryb spolu s legislativními limity (dle Nařízení Komise (ES) č. 629/2008). V obrázku znázorněný limit 1,0 mg/kg je dle legislativy stanoven pro 26 konkrétně specifikovaných druhů (Příloha 1), zatímco limit 0,5 mg/kg je stanoven pro zbývajících nspecifikované druhy ryb.



Obr. 14: Obsah rtuti ve vzorcích ryb

Z toho důvodu, že rtuť byla detekována ve všech analyzovaných vzorcích ryb, jsou v grafu uvedeny pouze vzorky s obsahem rtuti vyšším než 0,15 mg/kg. Zvětšený graf a tabulka s výsledky všech vzorků jsou v příloze 3 a 4. Nejvyšší koncentrace celkové rtuti byla stanovena ve vzorku marlína bělavého ($10,4245 \pm 2,0849$ mg/kg), zatímco nejnižší koncentrace byla stanovena ve vzorku tresky pestré ($0,0077 \pm 0,0007$ mg/kg). Legislativní limit pro maximální povolený obsah rtuti v rybách byl překročen celkem ve dvanácti případech, z nichž v jedenácti případech se jednalo o druhy ryb, pro které je stanoven vyšší limit pro obsah rtuti 1,0 mg/kg. Konkrétně šlo o vzorky marlína bělavého, mečouna obecného a žraloka modravého. Nižší limit 0,50 mg/kg byl překročen pouze vzorkem kanice vroubeného.

Vzorky, u nichž byl nalezen statisticky významný rozdíl, byly přiřazeny do jednotlivých skupin (A–C). Vzorky spadající do jedné skupiny se tedy statisticky významně neliší ($p < 0,05$). Obdobně jako u obsahů kadmia byly vzorky marlína bělavého (tvořící samostatnou skupinu A) statisticky významně odlišné od vzorků mečouna obecného, kanice vroubeného a žraloka modravého (skupina B) a od zbývajících 34 vzorků mořských ryb (skupina C).

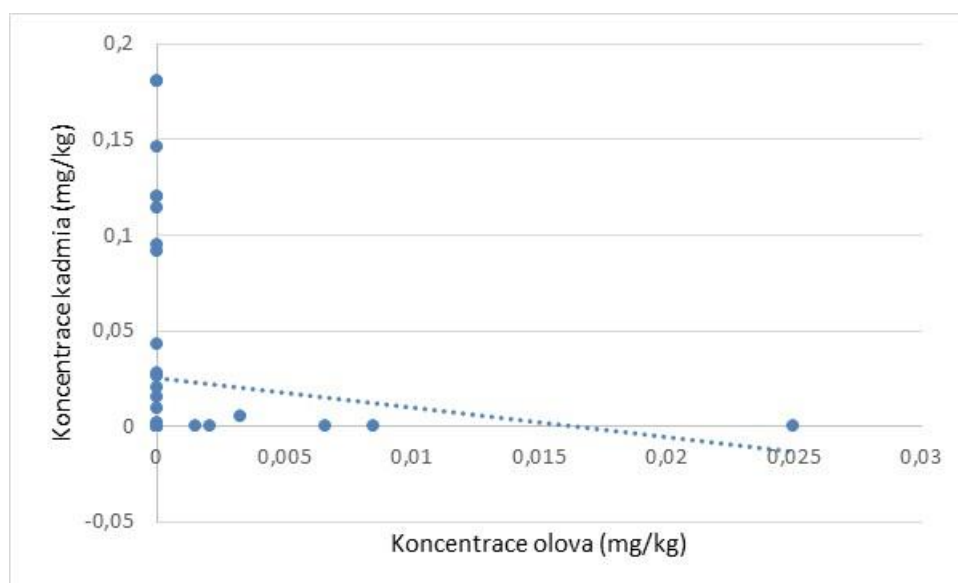
Jak již bylo zmíněno v kapitole týkající se obsahu kadmia (kapitola 5.2), marlíni, mečouni a plachetníci jsou příbuzné druhy dravých ryb patřící do skupiny označované jako billfish. Stejně jako v případě obsahu kadmia ve vzorcích plachetníka, ani obsah rtuti však v tomto druhu není zvýšený (oproti zbývajícím dvěma druhům, pro které je

zvýšený obsah těchto kovů charakteristický). Obdobné výsledky obsahu rtuti ($0,5600 \pm 0,0400$ mg/kg) ve svalovině plachetníka širokoplooutvého (*Istiophorus platypterus*) předkládá Bergés-Tiznado et al. (2015) ve své studii Mercury and selenium in tissues and stomach contents of the migratory sailfish, *Istiophorus platypterus*, from the Eastern Pacific: Concentration, biomagnification, and dietary intake. Vzorky plachetníka širokoplooutvého analyzované v této práci obsahovaly nejvýše $0,4503 \pm 0,0225$ mg/kg rtuti.

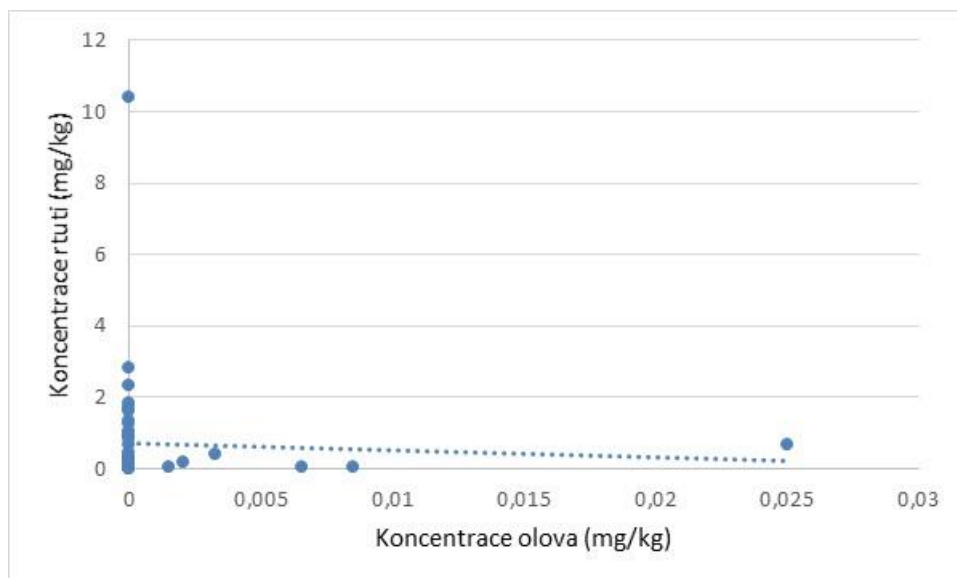
Rodrigues a Amorim (2016) publikovali přehledový článek ohledně obsahu celkové rtuti v marlíněch a mečounech. V tomto článku uvádějí Shomura a Craig (1972), že nejvyšší obsah rtuti je obvykle nalezen ve vzorcích marlína modrého (*Makaira nigricans*), loveného ve vodách v okolí Havajských ostrovů, které spadají do rybářské oblasti FAO 77 (Východní centrální Pacifik). Vzorky příbuzného druhu marlína bělavého (*Tetrapturus albidus*), analyzované v této práci, pocházely z oblasti FAO 87 (Jihovýchodní Pacifik), která se nachází v těsné blízkosti oblasti FAO 77.

5.5 Analýza závislosti obsahu těžkých kovů

Na základě obdržných výsledků byla provedena statistická analýza závislosti obsahu těžkých kovů v rybách. V případě porovnání obsahu kadmia a olova ve vzorcích mořských ryb nebyla zjištěna závislost obsahu těchto kovů ($r_s = -0,21$; $p = 0,14$) (Obr. 15). Obdobně tomu bylo v případě obsahu olova a rtuti, jejichž koncentrace rovněž nevykazuje závislost ($r_s = -0,09$; $p = 0,54$) (Obr. 16).

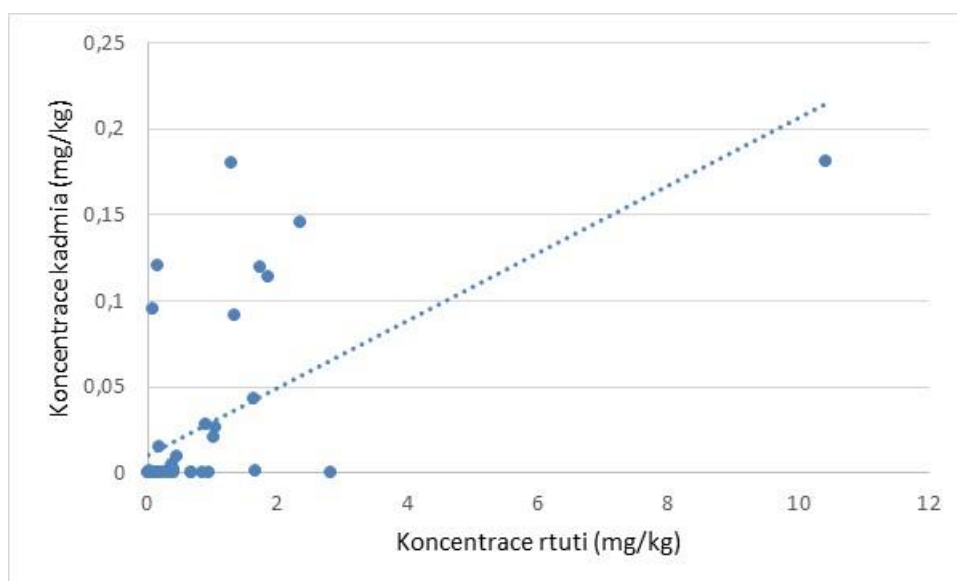


Obr. 15: Závislost obsahu kadmia a olova



Obr. 16: *Závislost obsahu rtuti a olova*

V případě porovnání obsahu kadmia a rtuti ve vzorcích mořských ryb však byla zjištěna závislost mezi obsahy těchto kovů ($p = 0,00$), přičemž hodnota korelačního koeficientu ($r_s = 0,64$) poukazuje na přímou závislost mezi obsahy obou kovů. Vyšší koncentrace rtuti ve vzorcích analyzovaných ryb tedy rovněž znamenala vyšší koncentraci kadmia (Obr. 17).



Obr. 17: *Závislost obsahu kadmia a rtuti*

5.6 Vyhodnocení zdravotního rizika z konzumace mořských ryb dle WHO

Pro vyhodnocení zdravotního rizika plynoucího z konzumace analyzovaných mořských ryb vzhledem k obsahu těžkých kovů byl použit vzorec dle Světové zdravotnické organizace WHO, který je podrobněji uveden v kapitole 3.4. Výpočet byl proveden pro každý vzorek, který nesplňoval legislativní limity pro maximální přípustný obsah daného kovu. Jelikož v případě olova splňovaly legislativní požadavky všechny vzorky, vyhodnocení bylo provedeno pouze u vzorku s nejvyšší koncentrací tohoto kovu.

$$D = EL * W$$

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

$$PP = \frac{NTL}{P}$$

Za hodnotu *EL* byly dosazeny expoziční limity pro stanovované těžké kovy, jejichž hodnota je upravena legislativou. Dle Nařízení Komise (ES) č. 488/2014 je expoziční limit pro kadmium 2,5 µg/kg tělesné hmotnosti. Podle Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 je pak expoziční limit pro olovo 25 µg/kg tělesné hmotnosti a pro rtuť 1,6 µg/kg tělesné hmotnosti. Poslední uvedený expoziční limit je dle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) vztažen pouze na obsah methylrtuti. Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 však uvádí, že methylrtuť představuje více než 90 % celkového množství rtuti obsažené v rybách a produktech rybolovu a z toho důvodu je pro výpočet použita tato hodnota.

Dále byla ve vzorci jako průměrná tělesná hmotnost konzumenta *W* zvolena hodnota 70 kg. Za hodnotu *c* byla dosazena stanovená koncentrace kadmia, olova nebo rtuti (Tab. 6). Hmotnost jedné porce *P* byla stanovena na 170 g, stejně jako v případě obdobné studie Sedláčkové et al. (2014), Mercury speciation in fish muscles from major Czech rivers and assessment of health risks.

V následující tabulce č. 6 je přehled výsledků analýzy rizika. Hodnota NTL udává hmotnost rybí svaloviny pro naplnění toxikologického limitu, hodnota PP počet porcí za týden pro naplnění toxikologického limitu.

Tab. 6: Výsledky analýzy rizika

Číslo vzorku	Těžký kov	Název vzorku	c (mg/kg)	NTL (g)	PP
3	Cd	Black marlin steak, 350 g (Kimbex)	0,1809	967,4	6
37	Cd	Rejnok, ploutev (Ocean 48)	0,1203	1454,7	9
42	Cd	Štítník červený (Ocean 48)	0,0950	1842,1	11
16	Pb	Mečoun (Fishway)	0,0250	70000	412
3	Hg	Black marlin steak, 350 g (Kimbex)	10,4245	10,7	0,06
50	Hg	Žralok, steak (Ocean 48)	2,8107	39,8	0,2
25	Hg	Mečoun (Seefood)	2,3479	47,7	0,3
24	Hg	Mečoun (Seefish)	1,8484	60,6	0,4
18	Hg	Mečoun (Ocean 48)	1,7274	64,8	0,4
48	Hg	Žralok, steak 350 g (Kimbex)	1,6627	67,3	0,4
23	Hg	Mečoun (Ocean 48)	1,6386	68,4	0,4
22	Hg	Mečoun (Ocean 48)	1,3359	83,8	0,5
17	Hg	Mečoun (Ocean 48)	1,2800	87,5	0,5
20	Hg	Mečoun (Ocean 48)	1,0526	106,4	0,6
21	Hg	Mečoun (Ocean 48)	1,0250	109,3	0,6
10	Hg	Kanic (Blue fjord)	0,9586	116,8	0,7

Z výsledků analýzy rizika vyplývá, že vzorku marlína bělavého s nejvyšší stanovenou koncentrací kadmia (vzorek č. 3) by musel dospělý člověk vážící 70 kg zkonsumovat 967,4 g této ryby, aby byl naplněn toxikologický limit. To znamená, že při hmotnosti 170 g jedné porce, je pro naplnění toxikologického limitu nutné zkonsumovat více než 6 porcí za týden.

Kvůli velmi nízké koncentraci olova ve vzorku a až desetinásobnému tolerovanému týdennímu příjmu, který je stanovený pro olovo, by byl toxikologický limit naplněn až po zkonsumování 70 000 g mečouna obecného (vzorek č. 16), což by odpovídalo více než 412 porcím o hmotnosti 170 g za týden. Z výsledků tedy vyplývá, že intoxikace olovem prostřednictvím konzumace mořských ryb je prakticky nereálná.

Oproti tomu z hlediska pravděpodobnosti intoxikace rtuťí jsou výsledky analýzy rizika zcela opačné. V případě nejvíce rtuťí kontaminovaného vzorku marlína bělavého (vzorek č. 3) stačí k naplnění toxikologického limitu, aby 70 kg člověk zkonsumoval 10,7 g této ryby. To v přepočtu na porce vážící 170 g představuje pouhých 6 setin porce za týden. Z tabulky je rovněž patrné, že u všech vzorků, u nichž byl překročen legislativní limit pro

obsah rtuti v rybách, by pro naplnění toxikologického limitu stačilo zkonsumovat méně než 1 porci těchto ryb týdně.

5.7 Oznámení podaná na základě výsledků výzkumu

5.7.1 Nadlimitní obsahy těžkých kovů

Na základě výsledků této práce byl podán podnět týkající se nadlimitního obsahu rtuti ve vzorcích mečouna obecného a žraloka modravého Státní zemědělské a potravinářské inspekci. Po prověření našich výsledků bylo v únoru 2016 prostřednictvím Státní veterinární správy staženo z trhu České republiky přes 300 kg mečouna obecného z důvodu nadlimitního obsahu rtuti. V době hlášení již však byla více než 1 tuna kontaminovaných ryb uvedena do prodeje. Výsledky prošetření provedené SZPI jsou uvedeny v příloze 5. Varování týkající se těchto ryb pocházejících z Vietnamu a přivezených do České republiky společností AG Seafood bylo rovněž hlášeno v rámci Systému rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF).

Notification details - 2016.0219

mercury (1.845 mg/kg - ppm) in frozen swordfish loins from Vietnam, via Belgium			
Reference:	2016.0219	Notification type:	food - alert - official control on the market
Notification date:	25/02/2016	Action taken:	withdrawal from the market
Last update:	22/03/2016	Distribution status:	distribution to other member countries
Notification from:	Czech Republic (CZ)	Product:	frozen swordfish loins
Classification	alert	Product category:	fish and fish products
Risk decision	serious	Published in RASFF Consumers' Portal	has never been published

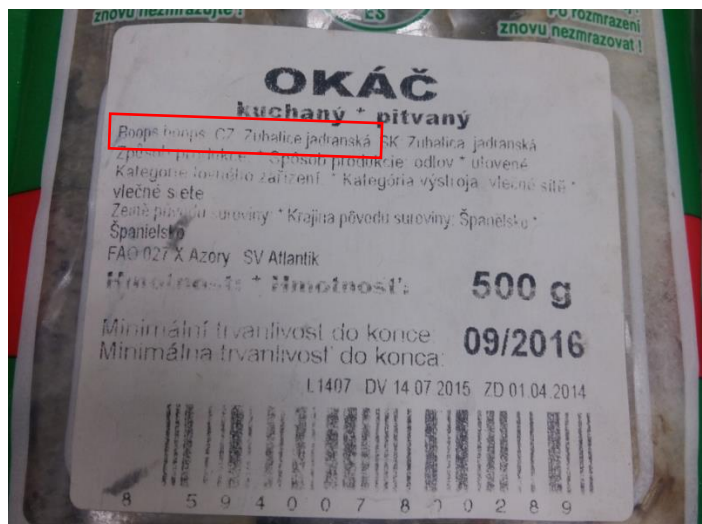
Obr. 18: *Detaily oznámení ze systému RASFF (RASFF, 2016)*

Od roku 2004 bylo dle Systému rychlého varování pro potraviny a krmiva RASFF z České republiky podáno 14 hlášení týkajících se nadlimitního obsahu těžkých kovů v rybách a rybích výrobcích (RASFF, 2017). Šest hlášení se týkalo nadlimitního obsahu rtuti, šest nadlimitního obsahu kadmia a dvě hlášení obou těžkých kovů současně. Jen v roce 2016 byla podána hlášení dvě. Výzkum prováděný v rámci této a dalších prací na Mendelově univerzitě v Brně vedl k podání 8 z celkových 14 hlášení, které jsou zahrnuty v systému RASFF.

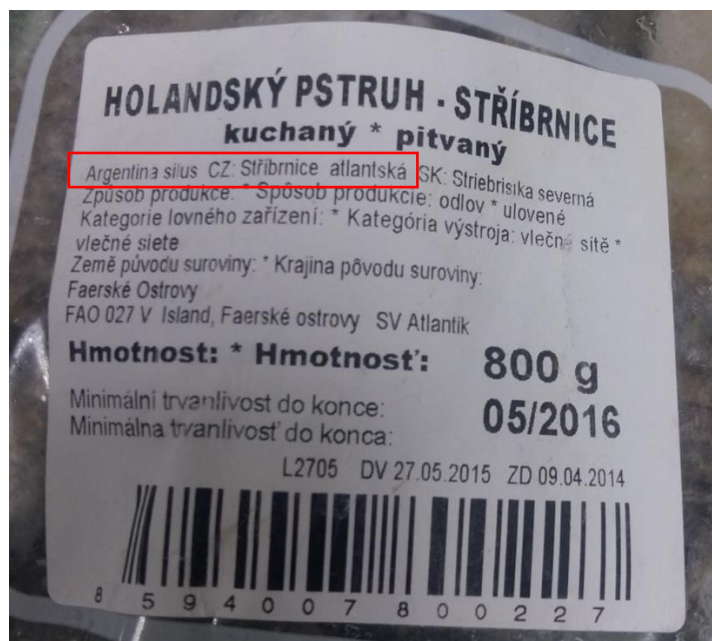
5.7.2 Obchodní označení produktů rybolovu a akvakultury

Vyhláška č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, uvádí seznam vědeckých názvů produktů rybolovu a akvakultury včetně obchodních a alternativních označení, která mohou být použita pro výrobky uváděné na trh.

Během zpracování této práce, byly u několika výrobků zjištěny nedostatky týkající se jejich označení. Vzorek č. 29 (Okáč, 500 g, Kimbex) měl na obale uvedené latinské jméno *Boops Boops*, které přísluší zubatici jadranské. Ta však může být označována obchodním názvem očnatec štíhlý, nikoli okáč. Okáč je alternativní označení pro zubatici zlatopasou s latinským názvem *Sarpa salpa* a název výrobku je tedy chybný. Obdobná chyba byla zaznamenána u vzorku č. 36 (Pstruh holandský – stříbrnice, 800 g, Kimbex). Jedná se o stříbrnici atlantskou (*Argentina silus*), která nepatří mezi lososovité ryby a označení „pstruh holandský“ uvedené na obale je tedy nesprávné.



Obr. 19: Etiketa vzorku č. 29 (foto vlastní)



Obr. 20: Etiketa vzorku č. 36 (foto vlastní)

6 ZÁVĚR

Z důvodu rostoucí nabídky a větší dostupnosti mořských druhů ryb na trhu České republiky byl v rámci této diplomové práce proveden podrobný monitoring obsahu kadmia, olova a rtuti v rybách. V období od září 2015 do června 2016 bylo v obchodní síti České republiky (Brno, Praha) zakoupeno 30 druhů ryb z celkem 17 lovných oblastí FAO. V celkovém součtu se jednalo o 150 vzorků, které byly podrobeny analýze. Před stanovením obsahu kadmia a olova byly vzorky upraveny mineralizací na mokré cestě, zatímco analýza obsahu rtuti byla provedena bez předchozí úpravy vzorku.

Stanovení obsahu kadmia bylo provedeno pomocí atomového absorpčního spektrometru s elektrotermickou atomizací Agilent 280Z AA. Kadmium bylo detekováno u 23 vzorků, zatímco u zbývajících byl obsah kadmia pod limitem detekce a tedy nižší než 0,12 µg/kg. Obsah kadmia ve svalovině mořských ryb se pohyboval v rozmezí 0,0004–0,1809 mg/kg. Legislativní limit pro obsah kadmia (dle Nařízení Komise (ES) č. 488/2014) byl překročen v případě pouhých tří vzorků. Jednalo se o vzorek č. 3 (Black marlin steak, 350 g, Kimbex), vzorek č. 37 (Rejnok, ploutev, Ocean 48) a vzorek č. 42 (Štítník červený, Ocean 48).

Stanovení obsahu olova bylo provedeno rovněž pomocí přístroje Agilent 280Z AA. Koncentrace olova byla ve všech analyzovaných vzorcích velmi nízká a kromě šesti vzorků byl obsah olova pod limitem detekce, tedy nižší než 3,11 µg/kg. Nejvyšší koncentrace byla stanovena ve vzorku č. 16 (Mečoun, Fishway) s obsahem $0,0250 \pm 0,0013$ mg/kg. Ani tato koncentrace olova však zdaleka nedosahovala na legislativní limit pro maximální obsah olova v rybách stanovený Nařízením Komise (ES) č. 1881/2006.

Stanovení celkového obsahu rtuti bylo provedeno pomocí jednoúčelového atomového absorpčního spektrometru AMA 254. Přítomnost rtuti byla detekována ve všech analyzovaných vzorcích, přičemž obsah celkové rtuti ve svalové tkáni mořských ryb se pohyboval v rozmezí 0,0031–10,4245 mg/kg. Legislativní limit pro maximální povolený obsah rtuti v rybách stanovený Nařízením Komise (ES) č. 629/2008 byl překročen celkem ve dvanácti případech. Jednalo se o vzorek č. 3 (Black marlin steak, 350 g, Kimbex), vzorky č. 48 a 50 (Žralok steak, 350 g, Kimbex; Žralok, steak, Ocean 48 a), vzorky č. 24 a 25 (Mečoun, Seefish a Mečoun, Seefood), vzorky č. 17, 18, 20, 21, 22 a 23 (Mečoun, Ocean 48) a vzorek č. 10 (Kanic, Blue fjord).

Výsledky hodnocení potenciálního rizika z konzumace mořských ryb dle metody WHO ukázaly, že vzorku s nejvyšší koncentrací kadmia (vzorek č. 3), by spotřebitel musel sníst více než 6 porcí (170 g) této ryby týdně, aby došlo k naplnění toxikologického limitu. Dále z výsledků vyplývá, že intoxikace olovem prostřednictvím konzumace mořských ryb je prakticky nereálná, protože vzorku s nejvyšší koncentrací olova (vzorek č. 16), by musel spotřebitel zkonzumovat za týden více než 412 porcí. Oproti tomu v případě všech vzorků, u nichž byl překročen legislativní limit pro obsah rtuti v rybách, by pro naplnění toxikologického limitu stačilo, aby spotřebitel zkonzumoval necelou 1 porci těchto ryb za týden.

Výzkum prováděný v rámci této diplomové práce vedl k podání podnětu na prošetření nadlimitních obsahů těžkých kovů v rybách na Státní zemědělskou a potravinářskou inspekci. Po prověření našich výsledků bylo v únoru 2016 prostřednictvím Státní veterinární správy staženo z trhu České republiky přes 300 kg mečouna obecného z důvodu nadlimitního obsahu rtuti. Varování týkající se těchto ryb pocházejících z Vietnamu a přivezených do České republiky společností AG Seafood bylo rovněž hlášeno v rámci Systému rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF). Podnět ohledně nesprávného označení výrobků byl rovněž podán k přezkoumání SZPI začátkem roku 2017, doposud však nemáme vyjádření.

Výsledky této práce potvrdily, že dravé druhy mořských ryb jako marlíni, žraloci a mečouni, kteří jsou na vrcholu potravního řetězce, představují zvýšené riziko pro konzumenta kvůli kumulování rtuti v jejich organismech. Kadmium je sice v organismu ryb kumulováno, ale na rozdíl od rtuti nedochází k jeho bioakumulaci a biomagnifikaci prostřednictvím potravního řetězce. Proto jsou vyšší koncentrace tohoto kovu v rybách dány spíše lokálním znečištěním mořských vod a lze je stanovit u menších druhů jako je například štitník červený a rejnok ostnatý. Stejně je tomu v případě olova, jehož koncentrace byla u většiny vzorků pod limitem detekce. Na základě výsledků této práce nadále probíhá monitoring obsahu kadmia ve štitníkově červeném a rejnokovi ostnatém, aby bylo zjištěno, zda byl jeho zvýšený obsah v těchto druzích ojedinělou záležitostí či nikoli. Naopak monitoring obsahu těžkých kovů u marlína bělavého již není možný, protože tento druh už dlouhodobě není v nabídce prodejců.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

1000 RYB. Praha: Svojtka & Co., 2008. ISBN 978-80-7352-725-9.

ADÁMEK Z., 2010: *Aplikovaná hydrobiologie*. 2. vyd. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 350 s. ISBN 978-80-87437-09-4.

ARNIKA. Kadmium. In: *Arnika.org* [online]. 26. 8. 2011 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: <http://arnika.org/kadmium>

ARNIKA. Historie otrav rtuťí. In: *Arnika.org* [online]. 14. 5. 2011 [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: <http://arnika.org/historie-otrav-rtuti>

ARNIKA. Olovo. In: *Arnika.org* [online]. 30.9.2005 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://arnika.org/olovo>

ATSDR (The Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 1999: Toxicological profile for mercury. In: *Atsdr.cdc.gov* [online]. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf>

ATSDR (The Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2007: Public health statement: Lead. In: *Atsdr.cdc.gov* [online]. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. [cit. 2016-11-29]. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13-c1-b.pdf>

ATSDR (The Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2012: Toxicological profile for Cadmium. In: *Atsdr.cdc.gov* [online]. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>

BARANOWSKA I., 2015: *Handbook of trace analysis: Fundamentals and applications*. New York: Springer, 453 s. ISBN 978-3-319-19613-8.

BERNHOF R. A., 2012: Mercury toxicity and treatment: A review of the literature. *Journal of Environmental and Public Health*, 2012: 10. DOI: 10.1155/2012/460508.

BIBUDHENDRA S., 2002: *Heavy metals in the environment*. New York: Marcel Dekker, 725 s. ISBN 0-824-70630-7.

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

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

COHEN D. M. et al., 1990: *Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes): An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date*. Rome: FAO Fisheries Synopsis, 125(10): 442 s. ISBN 92-5-102890-7.

CULLEN J. T. & MALDONADO M. T., 2013: Biogeochemistry of cadmium and its release to the environment. *Metal Ions in Life Sciences*, 11: 31–62. DOI: 10.1007/978-94-007-5179-8_2.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Celkové emise těžkých kovů a POP v letech 1990–2005. In: *Portal.chmi.cz* [online]. 22. 3. 2016 [cit. 2016-12-05]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr07cz/tab/t15.html>

DOLNÍČEK Z. & SULOVSKÝ P., 2013: *Laboratorní metody výzkumu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 81 s. ISBN 978-80-244-3833-7.

DALAMA J., VIEITES J. M. & ESPIÑEIRA M., 2015: Detection of the causal agents of Keriorrhea (*Lepidocybium flavobrunneum* and *Ruvettus pretiosus*) by means of Real Time PCR. *Food Chemistry*, 174: 326–329. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.11.070.

E-CHEMBOOK. Kadmium. In: *E-chembook.eu* [online]. 26. 12. 2015 [cit. 2016-11-08]. Dostupné z: <http://www.e-chembook.eu/kadmium>

FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 2015: Handbook of fishery statistical standards. Section H: Fishing areas for statistical purposes. In: *Fao.org* [online]. 19. 2. 2015 [cit. 2016-11-19]. Dostupné z: <http://www.fao.org/fishery/cwp/handbook/H/en>

FISHBASE. Reinhardtius hippoglossoides. In: *Fishbase.org* [online]. 30.9.2005 [cit. 2016-11-27]. Dostupné z:

<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=516&AT=greenland+hali>
but

FISHBASE. Argentin silus. In: *Fishbase.org* [online]. 14. 4. 2009 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z:

[http://www.fishbase.us/summary/SpeciesSummary.php?ID=2700&genusname=Argentina](http://www.fishbase.us/summary/SpeciesSummary.php?ID=2700&genusname=Argentina&speciesname=silus&AT=Argentina+silus&lang=English)
[na&speciesname=silus&AT=Argentina+silus&lang=English](http://www.fishbase.us/summary/SpeciesSummary.php?ID=2700&genusname=Argentina&speciesname=silus&AT=Argentina+silus&lang=English)

FISHBASE. Lates calcarifer. In: *Fishbase.org* [online]. 23. 6. 2011 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z:

<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=346&AT=lates>

FRANK S., 1997: *Mořské ryby*. Praha: Aventinum, 223 s. ISBN 80-85277-89-1.

FSAI (Food Safety Authority of Ireland), 2009: *Mercury, lead, cadmium, tin and arsenic in food*. Toxicology factsheet series, 1:1–13.

GREENPEACE, 2013: *Není ryba jako ryba: průvodce šetrným nakupováním ryb*. 2. vyd. In: *Greenpeace.org* [online]. 27. 6. 2013 [cit. 2016-09-29]. Dostupné z: <http://www.greenpeace.org/czech/Global/czech/P3/dokumenty/Ryby/neni-ryba-jako-ryba-pruvodce-2-2013.pdf>

HANEL L. & ANDRESKA J., 2013: *Ryby evropských vod v ilustracích Květoslava Híška*. Praha: Aventinum, 352 s. ISBN 978-80-7442-038-2.

HOUSEROVÁ P. et al., 2006: Chemické formy rtuti ve vodních ekosystémech - vlastnosti, úrovně, koloběh a stanovení. *Chemické listy*, 100, 862-876 s.

JAWORSKI J. F., 1987: Group report: Lead. In: Hutchinson T. C. & MEEMA K. M. (eds.): *Lead, mercury, cadmium and arsenic in the environment* [online]. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, s. 3–16. ISBN 9780471911265. [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: [https://dgc.carnegiescience.edu/SCOPE/SCOPE_31/SCOPE_31_1.1_Chapter1_3-](https://dgc.carnegiescience.edu/SCOPE/SCOPE_31/SCOPE_31_1.1_Chapter1_3-16.pdf)
16.pdf

- JINADASA B.K., EDIRISINGHE E.M. & WICKRAMASINGHE I., 2014: Total mercury, cadmium and lead levels in main export fish of Sri Lanka. *Food Additives and Contaminants Part B Surveill*, 7(4): 309–14.
- KAFKA Z. & PUNČOCHÁŘOVÁ J., 2002: Těžké kovy v přírodě a jejich toxicita. *Chemické listy*, 96, 611–617 s.
- KLOUDA P., 2016: *Moderní analytické metody*. 3. vyd. Ostrava: Pavel Klouda - nakladatelství Pavko, 176 s. ISBN 978-80-86369-22-8.
- KOMÁREK J., 2000: *Atomová absorpční spektrometrie*. Brno: Masarykova univerzita, 85 s. ISBN 80-210-2500-X.
- KOMÍNKOVÁ D., 2008: *Ekotoxikologie*. Praha: České vysoké učení technické, 156 s. ISBN 978-80-01-04058-4.
- KONEČNÝ S. & PAVLÍČEK J., 1997: *Mořské ryby: Názvosloví a charakteristika druhů využitelných v potravinářství*. Ostrava: SELF, 105 s. ISBN 80-902335-0-3.
- KRIŠTOFOVÁ D., 2005: *Kovy a životní prostředí: environmentálně nebezpečné složky elektroodpadu*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 64 s. ISBN 8024807408.
- LLORIS D., MATALLANAS J. & OLIVER P., 2005: *Hakes of the world (Family Merlucciidae): an annotated and illustrated catalogue of hake species known to date*. Rome: FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, 2: 57 s. ISBN: 925104984X.
- LOS ALAMOS NATIONAL LABORATORY. Periodic table of elements: Cadmium. In: *Lanl.gov* [online]. 1. 2. 2001 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: <http://periodic.lanl.gov/48.shtml>
- MACH M. & ZUBER P., 2003: Vyhynou mořské ryby kvůli naší zdravé stravě?. *EkoList.cz*, 4(2003). ISSN 1802-9019.
- MARŠÁLEK P., 2006: *Methylrtuť ve vodních ekosystémech*. Vodňany: Bulletin VÚHR, 42 (3), 117-124 s.

MARŠÁLEK P., 2014: Těžké kovy (Hg, Cd, Pb, As), s. 467–502. In: VELÍŠEK J. et al., *Vodní toxikologie pro rybáře*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 600 s. ISBN 978-80-87437-89-6.

MAULVAULT A.L. et al., 2011: Bioaccessibility of Hg, Cd and As in cooked black scabbard fish and edible crab. *Food and Chemical Toxicology*, 49(11): 2808–2815.

MORAIS S., COSTA F. G. & PEREIRA M. L., 2012: Heavy metals and human health. In: OOSTHUIZEN J. (ed): *Environmental health - emerging issues and practice* [online]. Rijeka: InTech, 227–246 s. ISBN 978-953-307-854-0. [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <http://cdn.intechweb.org/pdfs/27687.pdf>

NÁBĚLKOVÁ J., 2012: *Analýza těžkých kovů v sedimentech vodních toků*. Praha: České vysoké učení technické, 24 s. ISBN 978-80-01-05012-5.

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách [online]. 19. 12. 2006 [cit. 2016-10-20]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:CS:PDF>

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 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. 2016-10-24]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0629&from=CS>

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 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. 2016-10-02]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:111:FULL:CS:PDF>

NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 488/2014, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, pokud jde o maximální limity kadmia v potravinách [online]. 12. 5. 2014 [cit. 2016-10-23]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0488&from=EN>

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 2015/1005, kterým se mění nařízení (ES) č. 1881/2006, pokud jde o maximální limity olova v některých potravinách [online]. 25. 6. 2015 [cit.

2016-10-29]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1005&from=CS>

NAŠE VODA. Pamakrela temná – máslová ryba, která může způsobit průjmy. In: *Nase-voda.cz* [online]. 24. 2. 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.nase-voda.cz/pamakrela-temna-maslova-ryba-ktera-muze-zpusobit-prujmy/>

NAVRÁTIL T. & ROHOVEC J., 2006: Olovo těžká minulost jednoho z těžkých kovů. *Vesmír*, 85: 518–521.

NORDSEE, 2010: Encyklopedie ryb. In: *International.nordsee.com* [online]. 16. 10. 2010 [cit. 2016-11-17]. Dostupné z: <http://www.international.nordsee.com/cz/lexikon>

OLSON D. A. et al., 2016: Mercury toxicity. In: *Emedicine.medscape.com* [online]. 12. 12. 2016 [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: <http://emedicine.medscape.com/article/1175560-overview#a3>

PIRRONE N. et al., 2010: Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 10: 5951-5964.

POSPÍŠIL O., 1998: *Svět ryb: průvodce mořským i sladkovodním rybolovem*. Praha: Ottovo nakladatelství, 162 s. ISBN 80-7181-232-3.

RASFF (The Rapid Alert System for Food and Feed), 2016: RASFF portal: Notification details - 2016.0219. In: *Webgate.ec.europa.eu* [online]. 22. 3. 2016 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=notificationDetail&NOTIF_REFERENCE=2016.0219

RASFF (The Rapid Alert System for Food and Feed), 2017: RASFF portal: Search result: 14 notifications. In: *Webgate.ec.europa.eu* [online]. 2. 4. 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=searchResultList>

RODRIGUES T. & AMORIM A.F., 2016: Review and analysis of mercury levels in blue marlin (*Makaira nigricans*, Lacepède 1802) and swordfish (*Xiphias gladius*, Linnaeus 1758). *Cold Spring Harbor Laboratory Press*, DOI: 10.1101/043893. In press.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. Lead. In: *Rsc.org* [online]. 23. 10. 2009 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <http://www.rsc.org/periodic-table/element/82/lead>

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. Cadmium. In: *Rsc.org* [online]. 24. 10. 2009 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <http://www.rsc.org/periodic-table/element/48/cadmium>

SAMPELS S., 2014: *Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 247 s. ISBN 978-80-87437-85-8.

SEDLÁČKOVÁ L., KRUŽÍKOVÁ K. & SVOBODOVÁ Z., 2014: Mercury speciation in fish muscles from major Czech rivers and assessment of health risks. *Food chemistry*, 150: 360–365. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.10.041.

SPĚVÁČKOVÁ V. & KNOTKOVÁ J., 1998: Prvková analýza klinických materiálů - aplikace elektrotermické atomové absorpční spektrometrie. *Chemické listy*, 92, 287–293 s.

SPURNÝ P. et al., 2002: Heavy metal distribution in the ecosystems of the upper course of the Jihlava River. *Czech Journal of Animal Science*, 47(4): 160–167. ISSN 1212-1819.

SQUADRONE S. et al. 2016: Presence of trace metals in aquaculture marine ecosystems of the northwestern Mediterranean Sea (Italy). In: *Environmental Pollution* [Online], 215 (2016): 77–83. [2016-08-24]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/302982499_Presence_of_trace_metals_in_aquaculture_marine_ecosystems_of_the_northwestern_Mediterranean_Sea_Italy.

STAŇKOVÁ M. & KURKA P., 2014: *Toxikologie: skriptum*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 202 s. ISBN 978-80-7464-612-6.

TEROFAL F. & MILITZ C., 1996: *Mořské ryby v evropských vodách*. Praha: Ikar, 287 s. ISBN 80-7202-009-9.

TREBICHAVSKÝ J., BLOHBERGER M. & HAVRDOVÁ D., 1998: *Toxické kovy*. Kutná Hora: NSO, 483 s.

UNEP (The United Nations Environment Programme), 2010a: Final review of scientific information on cadmium. In: *Unep.org* [online]. Geneva: Chemicals Branch, Division of technology, industry and economics. [cit. 2016-12-04]. Dostupné z:

http://drustage.unep.org/chemicalsandwaste/sites/unep.org.chemicalsandwaste/files/publications/GAELP_PUB_UNEP_GC26_INF_11_Add_2_Final_UNEP_Cadmium_review_and_appendix_Dec_2010.pdf

UNEP (The United Nations Environment Programme), 2010b: Final review of scientific information on lead. In: *Unep.org* [online]. Geneva: Chemicals Branch, Division of technology, industry and economics. [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: http://www.unep.org/hazardoussubstances/Portals/9/Lead_Cadmium/docs/Interim_reviews/UNEP_GC26_INF_11_Add_1_Final_UNEP_Lead_review_and_appendix_Dec_2010.pdf

UNEP (The United Nations Environment Programme), 2013: Global mercury assessment: sources, emissions, releases and environmental transport. In: *Unep.org* [online]. Geneva: Chemicals Branch. [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <http://web.unep.org/chemicalsandwaste/what-we-do/technology-and-metals/mercury/global-mercury-assessment>

VYHLÁŠKA č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich [online]. 4. 3. 2016 [cit. 2016-10-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>

WORLD HEALTH ORGANISATION, 2010: Exposure to lead: A major public health concern. In: *Who.int* [online]. 17. 6. 2010 [cit. 2016-12-15]. Dostupné z: <http://www.who.int/ipcs/features/lead..pdf>

YUSÀ V. et al., 2008: Monitoring programme on cadmium, lead and mercury in fish and seafood from Valencia, Spain: levels and estimated weekly intake. *Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance*, 1(1): 22–31. DOI: 10.1080/19393210802236935.

ZAZA S. et al. 2015: Human exposure in Italy to lead, cadmium and mercury through fish and seafood product consumption from Eastern Central Atlantic fishing area. *Journal of Food Composition and Analysis*, 40: 148–153.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: <i>Zařazení vybraných kovů do skupin</i>	14
Obr. 2: <i>Rentgenový snímek břicha po požití elementární rtuti a plic po inhalaci par elementární rtuti</i>	22
Obr. 3: <i>Rybářské oblasti FAO</i>	39
Obr. 4: <i>Schéma atomového absorpčního spektrometru</i>	41
Obr. 5: <i>Schéma přístroje AMA 254</i>	43
Obr. 6: <i>Přístroj MW ETHOS ONE</i>	46
Obr. 7: <i>Přístroj Agilent 280Z AA</i>	47
Obr. 8: <i>Přístroj AMA 254</i>	49
Obr. 9: <i>Kalibrační křivka kadmia Agilent 280Z AA</i>	51
Obr. 10: <i>Kalibrační křivka olova Agilent 280Z AA</i>	51
Obr. 11: <i>Kalibrační křivky rtuti, AMA 254</i>	52
Obr. 12: <i>Obsah kadmia ve vzorcích ryb</i>	53
Obr. 13: <i>Obsah olova ve vzorcích ryb</i>	54
Obr. 14: <i>Obsah rtuti ve vzorcích ryb</i>	56
Obr. 15: <i>Závislost obsahu kadmia a rtuti</i>	57
Obr. 16: <i>Závislost obsahu rtuti a olova</i>	58
Obr. 17: <i>Závislost obsahu kadmia a rtuti</i>	58
Obr. 18: <i>Detaily oznámení ze systému RASFF</i>	61
Obr. 19: <i>Etiketa vzorku č. 29</i>	62
Obr. 20: <i>Etiketa vzorku č. 36</i>	63

9 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: <i>Přehled analyzovaných vzorků mořských ryb</i>	44
Tab. 2: <i>Teplotní program mikrovlnného rozkladu vzorků</i>	46
Tab. 3: <i>Teplotní program ETA-AAS pro stanovení kadmia</i>	48
Tab. 4: <i>Teplotní program ETA-AAS pro stanovení olova</i>	48
Tab. 5: <i>Optimalizované parametry pro stanovení rtuti na přístroji AMA 254</i>	49
Tab. 6: <i>Výsledky analýzy rizika</i>	60

10 SEZNAM ZKRATEK

AMA 254	Advanced Mercury Analyzer 254
ASV	Anodická rozpouštěcí voltametrie
CAFIA (SZPI)	Czech Agriculture and Food Inspection Authority (Státní zemědělská a potravinářská inspekce)
CV-AAS	Atomová absorpční spektrometrie s technikou generace studených par
CV-AFS	Atomová fluorescenční spektrometrie s technikou generace studených par
EFSA	European Food Safety Authority (Evropský úřad pro bezpečnost potravin)
ETA-AAS	Atomová absorpční spektrometrie s elektrotermickou atomizací
F-AAS	Atomová absorpční spektrometrie s plamenovou atomizací
FAO	Food and Agriculture organisation (Organizace pro výživu a zemědělství)
Hg ⁰	Elementární rtuť
ICP-MS	Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
ICP-OES	Optická emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem
LOD	Limit of detection (mez detekce)
MWE	Mikrovlnná extrakce
NAA	Neutronová aktivační analýza
PIXE	Částicemi indukované záření X
PTWI	Provisional tolerable weekly intake (prozatímní tolerovaný týdenní příjem)
RASFF	Rapid Alert System for Food and Feed (Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva)
RfD	Reference Dose (referenční dávka)
r _s	Spearmanův korelační koeficient
RSD	Relativní směrodatná odchylka
S _{bl}	Směrodatná odchylka signálu pozadí (blanku)
t-Hg	Celkový obsah rtuti
WHO	World Health Organisation (Světová zdravotnická organizace)
XRF	Rentgenová fluorescenční spektrometrie

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Přehled konkrétně specifikovaných druhů ryb, pro něž jsou stanoveny zvláštní limity pro obsah kadmia (dle Nařízení komise (EU) č. 488/2014) a rtuti (dle Nařízení komise (EU) č. 629/2008 a Nařízení komise (EU) č. 420/2011)

Příloha 2: Přehled vzorků mořských ryb podrobených analýze

Příloha 3: Grafy obsahů kadmia a rtuti v analyzovaných vzorcích

Příloha 4: Tabulka s obsahy kadmia, olova a rtuti ve všech analyzovaných vzorcích

Příloha 5: Zpráva ze SZPI

11.1 PŘÍLOHA 1

3.2	Kadmium	Maximální limity (mg/kg čerstvé hmotnosti)
3.2.12	Svalovina ryb ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ , kromě druhů uvedených v bodech 3.2.13, 3.2.14 a 3.2.15	0,050
3.2.13	Svalovina těchto ryb ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ : makrela (<i>Scomber</i> spp.), tuňák (rodu <i>Thunnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> , rodu <i>Euthynnus</i>), hlaváč zaječí (<i>Sicyopterus lagocephalus</i>)	0,10
3.2.14	Svalovina těchto ryb ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ : tuňák rodu <i>Auxis</i>	0,15
3.2.15	Svalovina těchto ryb ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ : sardele (<i>Engraulis</i> spp.) mečoun obecný (<i>Xiphias gladius</i>) sardinka obecná (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,25

3.3	Rtuť	Maximální limity (mg/kg čerstvé hmotnosti)
3.3.1	Produkty rybolovu ⁽²⁶⁾ a svalovina ryb ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ kromě druhů uvedených v 3.3.2. V případě koryšů se maximální limit vztahuje na svalovinu z koncových částí a břicha ⁽⁴⁴⁾ . V případě krabů a krabům příbuzných koryšů (<i>Brachyura</i> a <i>Anomura</i>) se limit vztahuje na svalovinu z koncových částí.	0,50
3.3.2	Svalovina těchto ryb ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾ : ďasi (<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>) hruj kapská (<i>Gerypteris capensis</i>) marlíni (<i>Makaira</i> spp.) pačambala (<i>Lepidorhombus</i> spp.) parmice (<i>Mullus</i> spp.) hruj černá (<i>Gerypteris blacodes</i>) štíka obecná (<i>Esox lucius</i>) palometa jednobarevná (<i>Oryzopsis unicolor</i>) treska (<i>Trisopterus minutus</i>) světloun bělooký (<i>Centrosymnes coelestis</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.) žralok (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>) tuňák (rodu <i>Thunnus</i> , <i>Euthynnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>)	1,0



11.2 PŘÍLOHA 2

Vzorek č. 1 - Aljašská treska, filé 600 g (Kimbox)			
		Český název:	Treska pestrá
		Latinský název:	<i>Gadus chalcogrammus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 67
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 2708
		Zakoupeno:	15. 3. 2016
		Datum spotřeby:	10/2016

Vzorek č. 2 - Barramundi (Ocean 48)			
		Český název:	Lates stříbřitý
		Latinský název:	<i>Lates calcarifer</i>
		Oblast odlovu:	FAO 51/57
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	26. 5. 2016
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 3 - Black marlin steak, 350 g (Kimbox)			
		Český název:	Marlín bělavý
		Latinský název:	<i>Tetraptulus albidus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 87
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 1402
		Zakoupeno:	11. 10. 2015
		Datum spotřeby:	04/2016

Vzorek č. 4 - Cípal hlavatý (Ocean 48)			
		Český název:	Cípal hlavatý
		Latinský název:	<i>Mugil cephalus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 37
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	21. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-


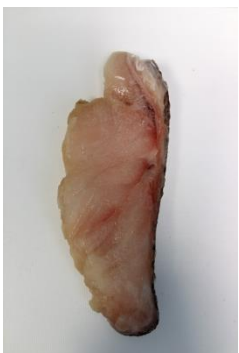
Vzorek č. 5 - Ďas mořský (Seefish)			
		Český název:	Ďas mořský
		Latinský název:	<i>Lophius piscatorius</i>
		Oblast odlovu:	FAO
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	12. 2. 2016
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 6 - Filé, s kůží 500 g (Kimbex)			
		Český název:	Štikozubec Gayův
		Latinský název:	<i>Merluccius Gayi</i>
		Oblast odlovu:	FAO 87.1
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 0408
		Zakoupeno:	15. 3. 2016
		Datum spotřeby:	09/2016



Vzorek č. 7 - Filety ze štikozubce chilského, 900 g (Frigoservis CZ)			
		Český název:	Štikozubec Gayův
		Latinský název:	<i>Merluccius Gayi</i>
		Oblast odlovu:	FAO 87
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 2409214
		Zakoupeno:	15. 3. 2016
		Datum spotřeby:	24/09/2016

Vzorek č. 8 - Halibut (Ocean 48)			
		Český název:	Halibut grónský
		Latinský název:	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>
		Oblast odlovu:	FAO 21
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	6. 11. 2015
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 9 - Halibut steak, 350 g (Kimbex)			
		Český název:	Halibut grónský
		Latinský název:	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 1511
		Zakoupeno:	11. 6. 2016
		Datum spotřeby:	12/2016



Vzorek č. 10 - Kanik (Blue fjord)			
		Český název:	Kanik vroubený
		Latinský název:	<i>Epinephelus marginatus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 34/37
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	12. 2. 2016
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 11 - Losos gorbuša, filety s kůží 500 g (Bidvest CZ)			
		Český název:	Losos gorbuša
		Latinský název:	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>
		Oblast odlovu:	FAO 67
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 14172
		Zakoupeno:	15. 3. 2016
		Datum spotřeby:	7/7/2016

Vzorek č. 12 - Losos obecný, 312 g (Marine harvest)			
		Český název:	Losos obecný
		Latinský název:	<i>Salmo salar</i>
		Oblast odlovu:	Norsko – chov
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	11. 6. 2016
		Datum spotřeby:	5/11/2016



Vzorek č. 13 - Makrela obecná (Ocean 48)			
		Český název:	Makrela obecná
		Latinský název:	<i>Scomber scombrus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 37
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	21. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 14 - Máslová ryba (Ocean 48)			
		Český název:	Pamakrela temná
		Latinský název:	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>
		Oblast odlovu:	Vietnam - chov
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	21. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 15 - Mečoun (Blue fjord)			
		Český název:	Mečoun obecný
		Latinský název:	<i>Xiphias gladius</i>
		Oblast odlovu:	FAO 51/57
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	12. 2. 2016
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 16 - Mečoun (Fishway)			
		Český název:	Mečoun obecný
		Latinský název:	<i>Xiphias gladius</i>
		Oblast odlovu:	FAO 51/57
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	12. 2. 2016
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 17–23 - Mečoun (Ocean 48)			
		Český název:	Mečoun obecný
		Latinský název:	<i>Xiphias gladius</i>
		Oblast odlovu:	FAO 57
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	20. 10. 2015 – 26. 5. 2016
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 24 - Mečoun (Seefish)			
		Český název:	Mečoun obecný
		Latinský název:	<i>Xiphias gladius</i>
		Oblast odlovu:	FAO
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	12. 2. 2016
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 25 - Mečoun (Seefood)			
		Český název:	Mečoun obecný
		Latinský název:	<i>Xiphias gladius</i>
		Oblast odlovu:	FAO
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	12. 2. 2016
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 26 - Mořská štika – hejk, 500 g (Kimbex)			
		Český název:	Štikozubec senegalský
		Latinský název:	<i>Merluccius senegalensis</i>
		Oblast odlovu:	FAO 34 Š
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 3004
		Zakoupeno:	14. 1. 2016
		Datum spotřeby:	05/2016



Vzorek č. 27 - Mořská štika, filety 300 g (Nowaco)			
		Český název:	Štikozubec argentinský
		Latinský název:	<i>Merluccius hubbsi</i>
		Oblast odlovu:	FAO 41
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	14. 1. 2016
		Datum spotřeby:	06/2016

Vzorek č. 28 - Mořský vlk, filet (Ocean 48)			
		Český název:	Mořčák evropský
		Latinský název:	<i>Dicentrarchus labrax</i>
		Oblast odlovu:	Řecko – chov
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	20. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-


Vzorek č. 29 - Okáč, 500 g (Kimbex)			
		Český název:	Zubatice jadranská
		Latinský název:	<i>Boops boops</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 1407
		Zakoupeno:	14. 1. 2016
		Datum spotřeby:	09/2016

Vzorek č. 30 - Okouník mořský (Ocean 48)			
		Český název:	Okouník mořský
		Latinský název:	<i>Sebastes marinus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 67
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	26. 5. 2016
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 31 - Parmice nachová (Ocean 48)			
		Český název:	Parmice nachová
		Latinský název:	<i>Mullus barbatus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 71
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	6. 11. 2015
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 32, 33 - Plachetník, fileť (Ocean 48)			
		Český název:	Plachetník širokoploutvý
		Latinský název:	<i>Istiophorus platypterus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	26. 5. 2016, 1. 6. 2016
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 34 - Platýz (Ocean 48)			
		Český název:	Platýs obecný
		Latinský název:	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	20. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 35 - Pražma (Ocean 48)			
		Český název:	Mořan zlatý
		Latinský název:	<i>Sparus aurata</i>
		Oblast odlovu:	Řecko – chov
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	20. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 36 - Pstruh holandský – stříbrnice, 800 g (Kimbex)			
		Český název:	Stříbrnice atlantská
		Latinský název:	<i>Argentina silus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 2705
		Zakoupeno:	14. 1. 2016
		Datum spotřeby:	05/2016

Vzorek č. 37, 38 - Rejnok, ploutev (Ocean 48)			
		Český název:	Rejnok ostnatý
		Latinský název:	<i>Raja clavata</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	21. 10. 2015, 26. 5. 2016
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 39 - Sardel (Ocean 48)			
		Český název:	Sardel obecná
		Latinský název:	<i>Engraulis encrasicolus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 37
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	23. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 40 - Sardinka (Ocean 48)			
		Český název:	Sardinka obecná
		Latinský název:	<i>Sardina pilchardus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 37
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	20. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-



Vzorek č. 41 - Sled' (Ocean 48)			
		Český název:	Sled' obecný
		Latinský název:	<i>Clupea harengus</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	20. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 42–44 - Štítník červený (Ocean 48)			
		Český název:	Štítník červený
		Latinský název:	<i>Triglia lucerna</i>
		Oblast odlovu:	FAO 27
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	21. 10. 2015, 26. 5. 2016
		Datum spotřeby:	-

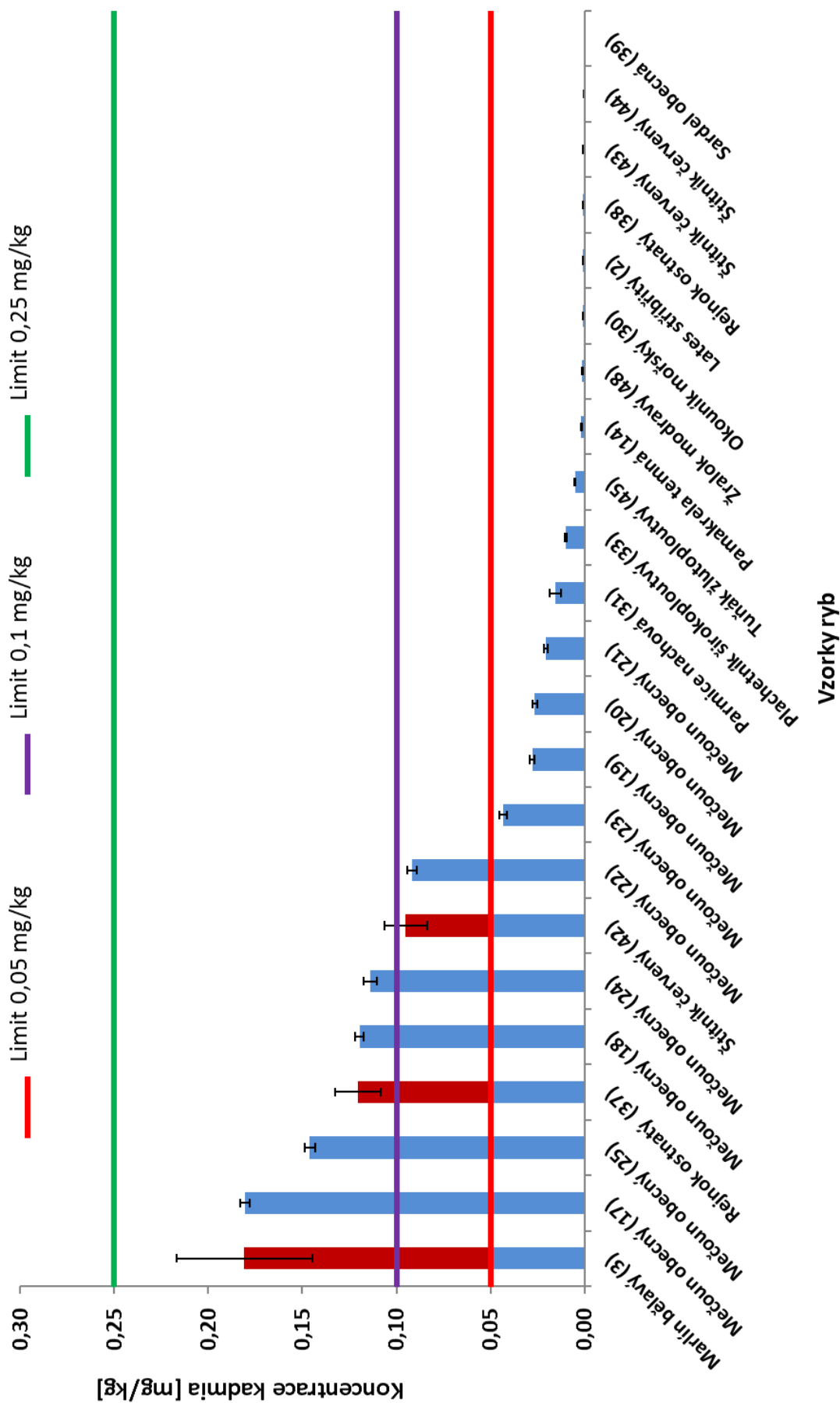
Vzorek č. 45, 46 - Tuňák, steak 350 g (Kimbox)			
		Český název:	Tuňák žlutoploutvý
		Latinský název:	<i>Thunnus albacares</i>
		Oblast odlovu:	FAO 51.5
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 1908, L 1312
		Zakoupeno:	11. 10. 2015, 12. 6. 2016
		Datum spotřeby:	10/2016, 02/2017

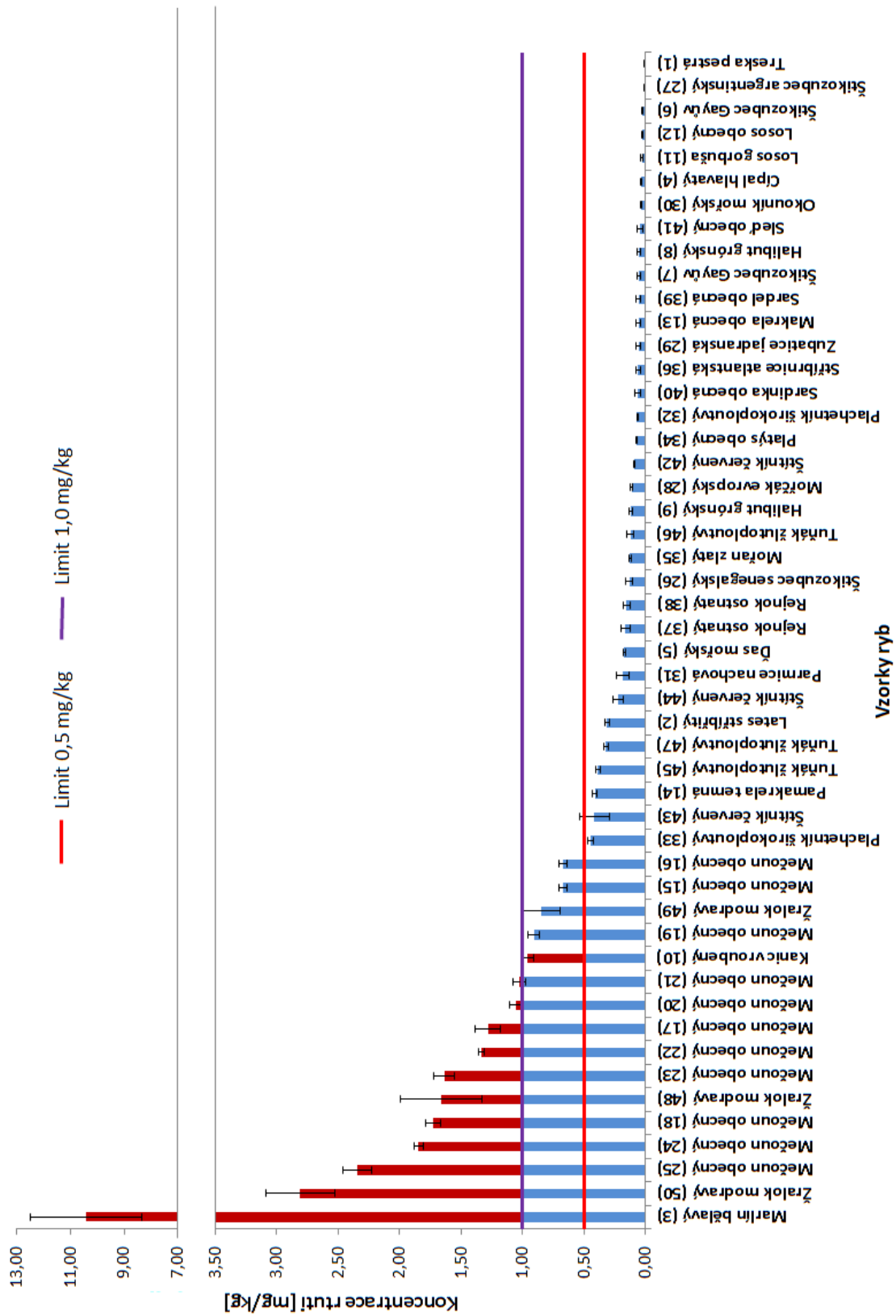
Vzorek č. 47 - Tuňák sashimi (Ocean 48)			
		Český název:	Tuňák žlutoploutvý
		Latinský název:	<i>Thunnus albacares</i>
		Oblast odlovu:	FAO 71
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	21. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-

Vzorek č. 48, 49 - Žralok, steak 350 g (Kimbex)			
		Český název:	Žralok modravý
		Latinský název:	<i>Prionace glauca</i>
		Oblast odlovu:	FAO 34.2
		Balení:	Vakuové
		Šarže:	L 2808, L 1812
		Zakoupeno:	11. 10. 2015, 15. 3. 2016
		Datum spotřeby:	06/2016, 10/2016

Vzorek č. 50 - Žralok, steak (Ocean 48)			
		Český název:	Žralok modravý
		Latinský název:	<i>Prionace glauca</i>
		Oblast odlovu:	FAO 67
		Balení:	Pultový prodej
		Šarže:	-
		Zakoupeno:	22. 10. 2015
		Datum spotřeby:	-

11.3 PŘÍLOHA 3





11.4 PŘÍLOHA 4

Číslo vzorku	Název vzorku	Obsah kadmia [mg/kg]	Obsah olova [mg/kg]	Obsah rtuti [mg/kg]
1	Treska pestrá	< LOD	< LOD	0,0077 ± 0,0021
2	Lates stříbřitý	< LOD	< LOD	0,3115 ± 0,0156
3	Marlín bělavý	0,1809 ± 0,0362	< LOD	10,4245 ± 2,0849
4	Cípal hlavatý	< LOD	< LOD	0,0339 ± 0,0081
5	Ďas mořský	< LOD	< LOD	0,1730 ± 0,0086
6	Štikozubec Gayův	< LOD	< LOD	0,0257 ± 0,0077
7	Štikozubec Gayův	< LOD	< LOD	0,0555 ± 0,0150
8	Halibut grónský	< LOD	< LOD	0,0523 ± 0,0141
9	Halibut grónský	< LOD	< LOD	0,1175 ± 0,0141
10	Kanic vroubený	< LOD	< LOD	0,9586 ± 0,0479
11	Losos gorbuša	< LOD	< LOD	0,0286 ± 0,0115
12	Losos obecný	< LOD	< LOD	0,0272 ± 0,0027
13	Makrela obecná	< LOD	< LOD	0,0581 ± 0,0145
14	Pamakrela temná	0,0018 ± 0,0001	< LOD	0,4137 ± 0,0207
15	Mečoun obecný	< LOD	< LOD	0,6738 ± 0,0337
16	Mečoun obecný	< LOD	0,0250 ± 0,0013	0,6681 ± 0,0304
17	Mečoun obecný	0,1805 ± 0,0027	< LOD	1,2800 ± 0,1024
18	Mečoun obecný	0,1197 ± 0,0024	< LOD	1,7274 ± 0,0605
19	Mečoun obecný	0,0277 ± 0,0014	< LOD	0,9086 ± 0,0454
20	Mečoun obecný	0,0264 ± 0,0013	< LOD	1,0526 ± 0,0541
21	Mečoun obecný	0,0206 ± 0,0010	< LOD	1,0250 ± 0,0513
22	Mečoun obecný	0,0917 ± 0,0026	< LOD	1,3359 ± 0,0200
23	Mečoun obecný	0,0432 ± 0,0022	< LOD	1,6386 ± 0,0819
24	Mečoun obecný	0,1140 ± 0,0034	< LOD	1,8484 ± 0,0370
25	Mečoun obecný	0,1460 ± 0,0029	< LOD	2,3479 ± 0,1174
26	Štikozubec senegalský	< LOD	< LOD	0,1322 ± 0,0264
27	Štikozubec argentinský	< LOD	< LOD	0,0116 ± 0,0022
28	Mořčák evropský	< LOD	< LOD	0,1142 ± 0,0103
29	Zubatice jadranská	< LOD	< LOD	0,0584 ± 0,0163
30	Okouník mořský	< LOD	< LOD	0,0370 ± 0,0029
31	Parmice nachová	0,0153 ± 0,0031	< LOD	0,1848 ± 0,0554
32	Plachetník širokoploutvý	< LOD	< LOD	0,0684 ± 0,0034

33	Plachetník širokoploutvý	0,0097 ± 0,0005	< LOD	0,4503 ± 0,0225
34	Platýs obecný	< LOD	< LOD	0,0719 ± 0,0036
35	Mořan zlatý	< LOD	< LOD	0,1251 ± 0,0100
36	Stříbrnice atlantská	< LOD	< LOD	0,0622 ± 0,0186
37	Rejnok ostnatý	0,1203 ± 0,0060	< LOD	0,1615 ± 0,0420
38	Rejnok ostnatý	< LOD	< LOD	0,1527 ± 0,0260
39	Sardel obecná	< LOD	0,0066 ± 0,0016	0,0575 ± 0,0207
40	Sardinka obecná	< LOD	0,0085 ± 0,0030	0,0635 ± 0,0254
41	Sleď obecný	< LOD	< LOD	0,0442 ± 0,0271
42	Štítník červený	0,0950 ± 0,0047	< LOD	0,0954 ± 0,0038
43	Štítník červený	< LOD	< LOD	0,4142 ± 0,1242
44	Štítník červený	< LOD	< LOD	0,2222 ± 0,0416
45	Tuňák žlutoploutvý	0,0050 ± 0,0013	0,0033 ± 0,0007	0,3868 ± 0,0193
46	Tuňák žlutoploutvý	< LOD	< LOD	0,1228 ± 0,0307
47	Tuňák žlutoploutvý	< LOD	< LOD	0,3209 ± 0,0160
48	Žralok modravý	0,0010 ± 0,0014	< LOD	1,6627 ± 0,3326
49	Žralok modravý	< LOD	< LOD	0,8521 ± 0,1534
50	Žralok modravý	< LOD	< LOD	2,8107 ± 0,3006

LOD Cd = 0,12 µg/kg

LOD Pb = 3,11 µg/kg

LOD Hg = 0,10 µg/kg

11.5 PŘÍLOHA 5



Státní
veterinární
správa

Krajská veterinární správa
Státní veterinární správy
pro Jihomoravský kraj

Palackého třída 1309/174, Brno, 612 00
T: +420 541 594 472, F: +420 541 211 374
Elektronická adresa podatelny: epodatelna.kvsb@svs.or.cz
ID datové schránky: yq78byg



svspes02594c1b

Č. j.: SVS/2016/013947-B
Vyřizuje: MVDr. Jana Křivánková
Telefon: +420 541 594 414
V Brně dne 8.4.2016

Vážená pani
Ing. Andrea Ridošková, Ph.D.

Andrea.klr@seznam.cz

Šetření podnětu – Ocean48 s.r.o.

Vážená pani inženýrko,

na základě podnětu, nám postoupeného prostřednictvím SZPI - inspektorátu v Brně dne 26.1.2016, týkajícího se zjištění nadlimitního obsahu rtuti ve dvou vzorcích rybích produktů (Mečoun filet , zakoupeno 15.1.2016 v prodejně Ocean48 Letmo a Žralok steak, zakoupeno 12/2015 v prodejně Ocean48 Merhautova) bylo šetřením zjištěno, že uvedené rybí produkty byly dodány ze skladu společnosti Ocean48 s.r.o., Staňkova 20, 602 00 Brno. Dne 28.1.2016 byla v uvedené provozovně provedena komisionální úřední kontrola.

Šetřením nebyly výše popsané rybí produkty v provozovně zjištěny. Z předložené dokumentace provozovatele bylo zjištěno, že uvedené rybí produkty byly do provozovny dodávány pouze mražené. Provozovatel předložil doklady o původu zboží, poslední doklad na komoditu Mečoun Sashimi, celková váha 20 kg, dodáno 10.12.2015, poslední doklad na komoditu Žralok modrý steak, celková váha 20kg, dodáno 15.10.2015. Z interní evidence provozovatele bylo zjištěno, že obě uvedené komodity byly distribuovány pouze do prodejen společnosti Ocean48 s.r.o.

Vzhledem k tomu, že provozovatel nezamýšlel tyto komodity po vánočních svátcích dočasně objednávat, byla požádána o součinnost Městská veterinární správa v Praze, v jejíž kompetenci je dozor nad mrazírenským skladem společnosti AG SEAFOOD s.r.o., která je dodavatelem do společnosti Ocean48. Dne 15. 2. 2016 bylo provedeno v mrazírenském skladu společnosti AG SEAFOOD s.r.o. šetření s náhodným odběrem vzorků k vyšetření na anorganické cizorodé látky v SVÚ Praha. U vzorku mečoun filet bylo zjištěno nadlimitní množství Hg. Veškeré maso vyšetřované šarže bylo staženo z prodeje a toto opatření medializováno tiskovým mlúvčím SVS. Současně bylo zjištění hlášeno systémem RASFF orgánům Evropské komise EU.

Na závěr uvádíme, že vzhledem k absenci bližších specifikačních údajů o výrobku Vašeho podání, nebyla schopna MěVS v Praze blíže zaměřit odběr a vyšetření na určitou šarži výrobku.

S pozdravem

MVDr. Jaroslav Salava
ředitel
podepsáno elektronicky

Bankovní spojení: ČNB 46629621/0710
IČ: 00018562