

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

ČERSTVOST RYBÍHO MASA A RYBÍCH VÝROBKŮ

Pavla Bardaševská

Bakalářská práce

2012

University of Pardubice
Faculty of Chemical Technology

FRESHNESS OF FISH MEATS AND FISH PRODUCTS

Pavla Bardaševská

Bakalářská práce

2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavla Bardaševská**
Osobní číslo: **C08070**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Název tématu: **Čerstvost rybího masa a rybích výrobků**
Zadávací katedra: **Katedra analytické chemie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Definujte rybí maso (rybí produkty) podle legislativy. Uveďte základní složení rybího masa, jeho specifika a vlastnosti a diskutujte ve vztahu k výživě obyvatelstva.
2. Uveďte hygienické aspekty konzumace rybího masa, podmínky pro skladování a nakládání s rybím masem. Stručně uveďte, jaké chemické kontaminanty se vyskytují v rybách a jaká existují mikrobiologická rizika z konzumace rybího masa a rybích výrobků.
3. Zpracujte s pomocí dostupné zahraniční a domácí odborné literatury metody stanovení (určení) čerstvosti rybího masa a rybích výrobků.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Libor Červenka, Ph.D.

Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce:

20. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

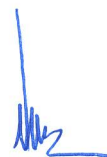
22. června 2012



prof. Ing. Petr Lošťák, DrSc.

děkan

L.S.



prof. Ing. Karel Ventura, CSc.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 22. 06. 2012

Pavla Bardaševská

ÚVOD	10
1. PRÁVNÍ PŘEDPISY A VYHLÁŠKY	11
1.1. DOVOZ	12
1.1.1 Balení.....	12
1.1.2 Přeprava	12
1.2. SKLADOVÁNÍ	13
1.3. STROJNĚ ODDĚLENÉ PRODUKTY RYBOLOVU	13
1.4. ZACHÁZENÍ V PROVOZOVNĚ	13
1.5. ZPRACOVÁNÍ KORÝŠŮ A MĚKKÝŠŮ	14
1.6. POŽADAVKY PŘI VYKLÁDCE A PO VYKLÁDCE	14
1.7. HYGIENICKÉ PŘEDPISY A NORMY	15
1.8. ZNAČENÍ	16
1.9. PRAVIDLA.....	16
1.9.1 Pravidla pro uskladnění na víc jak 24 hodin	16
1.9.2 Mrazírenská pravidla	17
1.9.3 Zpracovatelská pravidla	17
2. SLOŽENÍ RYBÍHO MASA A JEHO VLASTNOSTI.....	18
3. VÝŽIVA OBYVATELSTVA	19
4. PRODLOUŽENÍ TRVANLIVOSTI.....	21
5. KONTAMINANTY.....	23
5.1 CHEMICKÁ KONTAMINACE	23
5.1.1 Toxické prvky.....	23
5.1.2 Histamin	24
5.1.3 Dioxiny	25
5.2 BIOLOGICKÁ KONTAMINACE	27
5.2.1 Sinice	27

5.2.2	<i>Paraziti</i>	28
5.2.3	<i>Mikroorganismy</i>	29
6.	ZPRACOVÁNÍ RYB	31
6.1	<i>UZENÉ RYBY</i>	31
6.2	<i>MRAŽENÉ RYBY</i>	31
6.3	<i>SUŠENÉ RYBY</i>	32
6.4	<i>ČERSTVÉ RYBY</i>	33
7.	METODY STANOVENÍ ČERSTVOSTI	33
7.1	<i>ELEKTRONOVÝ NOS</i>	33
7.2	<i>KOLORIMETRICKÁ METODA</i>	34
7.3	<i>BIO SENZORY</i>	35
7.4	<i>OSTATNÍ METODY</i>	36
	ZÁVĚR	38
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
	SEZNAM PŘÍLOH	46
1	<i>SEZNAM TABULEK</i>	46
2	<i>SEZNAM GRAFŮ</i>	46

Seznam zkratek

°C	stupeň celsia
Cd	kadmium
cm	centimetr
ČR	Česká republika
ES	evropské společenství
g	gram
Hg	rtuť
kg	kilogram
<i>KTJ</i>	kolonie tvořící jednotka
l	litr
log CFU	logaritmus kolonie tvořící jednotka, anglická zkratka
mg	miligram
ml	mililitr
mm	milimetr
μmol	mikro mol
MZd	ministerstvo zdravotnictví
Pb	olovo
ppm	jedna miliontina
tis.	tisíce
Torr	torr, jednotka tlaku

SOUHRN

Cílem práce je shrnout dnešní poznatky o zpracování čerstvých ryb a výrobků z nich. Pozornost věnuji hlavně existujícím kontaminantům, dále pak analytickým metodám, které určují čerstvost ryb a výrobků z nich.

Klíčová slova: zpracování ryb; kontaminace; čerstvost ryb; analytické metody

SUMMARY

The goal of the work is summarize current knowledge on the processing of fresh fish and their products. The attention devoted mainly to existing contaminants, then analytickým methods that determine the freshness of fish and their products.

Key words: fish processing; contamination; fresh fish; analytical methods

ÚVOD

V českých zemích má rybníkářství dlouholetou tradici. Rozkvět prožíval na přelomu 15. a 16. století. V této době se už setkáváme s vývozem ryb do ciziny (Rakousko a Bavorsko). Skutečný rozmach rybníkářství nastal v souvislosti s novou technikou chovu ryb a zřizování nových rybníků. Ty byly zakládány v jižních Čechách na rožmberském panství v okolí Třeboně, kde český rybníkář Štěpán Netolický vybudoval celou síť rybníků spojených umělým kanálem v délce 40 km, známou Zlatou stoku. Velká rybníční soustava byla také vybudována na pernštejnském panství v okolí Pardubic a Hradce.

V současném znečištěném životním prostředí musí být velká pozornost věnována kvalitě rybího masa. Určení kvality se věnuje řada metod (analytická, mikrobiologická...), o kterých se dočtete v této práci.

1. PRÁVNÍ PŘEDPISY A VYHLÁŠKY

Ryby a výrobky z ryb jsou zpracovány, skladovány a přepravovány podle ustanovení článku 15 nařízení (ES) č.854/2004, č.853/2004 a hygienické podmínky v nařízení č.852/2004.

V předpisu jsou používány následující pojmy:

- a. „Produkty rybolovu“ se myslí mořští nebo sladkovodní živočichové, ale nepatří tam živí mlži, ostnokožci, pláštěnci, mořští plži a všichni savci, plazi a žáby. Živočichové žijí volně, nebo jsou chovány na farmě. „Pojem produkty rybolovu se týká všech požitelných forem, částí a produktů těchto živočichů.“¹
- b. „Zpracovatelské plavidlo“ je myšleno jakékoli plavidlo, které na své palubě provádí s produkty rybolovu jeden či více úkonů. „Úkonem se rozumí filetování, porcování, odstraňování kůže, vyjmutí ze skořápek nebo krunýřů, mletí nebo zpracování, na něž navazuje první nebo další balení, případně chlazení nebo mrazení.“¹
- c. „Mrazírenským plavidlem“ je plavidlo, kde dochází k mrazení produktů rybolovu, u kterých mohlo dojít i k jejich přípravě.
- d. „Strojně odděleným produktem rybolovu“ jsou produkty, které byly získány zpracováním na stroji a došlo zde ke ztrátě nebo změně struktury svaloviny.
- e. „Čerstvými produkty rybolovu“ jsou nezpracované, celé nebo upravené produkty rybolovu i produkty, které jsou baleny vakuově nebo v ochranné atmosféře, u nichž nedošlo u jejich uchování k jinému zpracování kromě chlazení.
- f. „Upravenými produkty rybolovu“ jsou míněny produkty rybolovu, které nebyly zpracovány, ale byly vystaveny úkonům, které měly vliv na anatomickou celistvost. Mezi tyto úkony patří vyvržení, odstranění hlavy, porcování, filetování a sekání.
- g. „Zpracovanými produkty rybolovu“ jsou produkty, které se získaly zpracováním, nebo následujícím zpracováním již zpracovaných výrobků.

1.1. DOVOZ

Dovoz ze třetích zemí je možný. Náklad však nesmí pocházet z rybolovného revíru, který představuje zdravotní rizika. Ta jsou uvedena v epidemiologických údajích. Za zdravotní riziko se považuje přítomnost parazitů (viz kapitola Paraziti). Příslušný orgán může zrušit pravidlo o dovozu a zmrazování produktů z ryb a současně stanovit podmínky čerstvosti, limity pro histamin a těkavé dusíkaté látky v rybách a mořských živočiších. Nařízení dále upravuje kritéria při přepravě kontejnery, kde jsou produkty rybolovu zaledovány. „Kontejnery musí být vodotěsné a musí zajišťovat, aby voda z tajícího ledu nezůstávala ve styku s produkty.“¹

1.1.1 BALENÍ

Pokud se přepravují bloky, které jsou zmrazené a jsou na palubě plavidel připravené, musí se zabalit do vhodného prvního obalu před svým vyložením. Jestliže jsou produkty rybolovu baleny na palubě rybářských plavidel do svého prvního obalu, nesmí být materiál zdrojem kontaminace. Při uložení obalového materiálu nesmí dojít k riziku kontaminace. Obal se má dát snadno čistit. Jestliže ho chceme použít opakovaně, měl by se dezinfikovat. Tato opatření si zajistí provozovatelé potravinářských podniků.

1.1.2 PŘEPRAVA

Při přepravě a skladování musí být dodržena požadovaná teplota u produktů rybolovu. Při teplotě tajícího ledu jsou udržovány produkty rybolovu, které jsou označeny jako čerstvé a které byly rozmrazeny nezpracované, vařené a chlazené výrobky. Produkty rybolovu, které jsou zmrazené, jsou přepravovány a skladovány při teplotě v každé části těla nepřekračující -18 °C. Teplota je stála. Je přípustný výkyv teplot nahoru maximálně o 3 °C, ale pouze při přepravě. Výjimku tvoří zmrazené ryby v nálevu, které jsou určeny k výrobě konzerv a jsou zmrazovány v celku a přepravovány při teplotě nepřekračující - 9 °C. Jestliže jsou produkty rybolovu zaledovány a dojde - li k tání, nesmí voda být ve styku s produkty. Při přepravě živých produktů na trh nesmí dojít k ovlivnění závadnosti potravin a k újmě na životě produktů rybolovu.

1.2. SKLADOVÁNÍ

Čerstvé ryby, které byly usmrceny, smějí být uváděny do oběhu v nezpracovaném stavu nebo po úpravě pouze chlazené, ale nesmí dojít ke zmražení její svaloviny. U rybiho masa, na rozdíl od masa teplokrevných zvířat, dochází ke zkažení mnohem rychleji. Jako čerstvé se bere po dobu 4 dnů od zpracování. Pokud nebylo předem ošetřeno, začne se kazit. Teplota uchování je u sladkovodních ryb od -1°C do $+5^{\circ}\text{C}$ a u mořských ryb od -1°C do $+2^{\circ}\text{C}$, kdy led taje, ale je důležité dodržet rozmezí, neboť při teplotě $-1,5^{\circ}\text{C}$ ve svalovině ryb dochází k tvorbě krystalků ledu, které narušují buněčnou strukturu a znehodnocují rybí svalovinu. Výrobky z ryb se skladují při teplotě $+1^{\circ}\text{C}$ až $+8^{\circ}\text{C}$. Ryby se nesmějí vzájemně ovlivňovat pachy. Polotovary z ryb a vodních živočichů se nesmějí prodávat nezabalené a uzené ryby se nesmějí prodávat nekuchané. Na lodích během rybolovu jsou dány hygienické podmínky, které se musí dodržovat, aby nedošlo k nákaze. Ryby se nesmějí vozit z oblastí, kde došlo k výskytu škodlivin.

1.3. STROJNĚ ODDĚLENÉ PRODUKTY RYBOLOVU

V potravinářském podniku, kde se vyrábějí strojně oddělené produkty z rybolovu, se dodržují předpisy, které říkají, že k výrobě smějí být použity jenom celé ryby a kosti po filetování, kdy je produkt rybolovu zbaven vnitřností. Ihned po filetování musí ryby projít mechanickou separací. Co nejrychleji po zpracování strojně oddělené produkty musí být zmrazeny nebo zpracovány do výrobku, který je určen k zmražení anebo k následující úpravě, která prodlouží jeho trvanlivost.

1.4. ZACHÁZENÍ V PROVOZOVNĚ

Produkty rybolovu, které jsou nebalené, zchlazené a nejsou hned po dodání do provozovny odeslány dále, upravovány anebo zpracovány, jsou podle předpisů zaledovány v skladovacím prostoru k tomu určenému. Podle potřeby je nutné dodávat led. Na teplotu tajícího ledu jsou zchlazeny balené produkty rybolovu. Při odřezávání hlav a vyvrhování musí být dodržovány hygienické vyhlášky. Vyvržení vnitřností má být vykonáno po výlovu nebo po výkladce co nejdříve, pokud to je technicky a obchodně možné. Jestliže došlo k vyvržení vnitřností v provozovně, produkty rybolovu jsou okamžitě pořádně umyty čistou, a nebo pitnou vodou. Musí být vyloučena kontaminace filetů a plátku, nebo jejich

znečištění a to již při filetování a plátkování. Při činnostech, jako je filetování a plátkování, mají výrobky zůstat na pracovních stolech po dobu nezbytně nutnou. Filety a plátky, které jsou baleny do prvního obalu, jsou co nejdříve zchlazeny po své přípravě. U nádob, určených k distribuci, nesmí uvolněná voda z tajícího ledu zůstat ve styku s produkty rybolovu. V provozovně mohou být přepravovány a skladovány celé a vyvržené produkty rybolovu v chladné vodě. V chladné vodě mohou být přepravovány i po vyložení i ze závodů na zpracování akvakulturních produktů, jestliže nebyly doručeny do prvního závodu na pevnině, který by prováděl činnost odlišnou od přepravy a třídění produktů rybolovu.

1.5. ZPRACOVÁNÍ KORÝŠŮ A MĚKKÝŠŮ

V potravinářských podnicích, kde dochází k vaření korýšů a měkkýšů, provozovatelé musí dodržovat následující předpisy. K zchlazení dochází hned po uvaření a je rychlé. Použit je možné jenom pitnou vodu, nebo pokud je vaření prováděno na palubě, je přípustná čistá voda. Jestliže pro uchování není použit jiný způsob, dále se korýši a měkkýši chladí na teplotu tajícího ledu. Hygienicky musí být prováděno vyjmutí ze skořápek a krunýře a nesmí dojít ke kontaminaci. Velkou pozornost při ručním provedení musí pracovníci věnovat čistotě rukou. Po provedení vyjmutí jsou vařené produkty ihned zmrazeny anebo zchlazeny, jak je uvedeno v kapitole 1.1.2 Přeprava

1.6. POŽADAVKY PŘI VYKLÁDCE A PO VYKLÁDCE

Zařízení pro vylodění a vykládku, která přijdou s produkty rybolovu do styku a za něž je odpovědný provozovatel potravinářského podniku, musí být z dobře čistitelného a dezinfikovatelného materiálu. Musí být v dobrém technickém stavu a čisté. Během vylodění a vykládky, při uložení rybolovu do ochranného prostředí nesmí dojít k jeho kontaminaci. Teplotu v ochranném prostředí stanovuje nařízení. Se zařízením se nesmí manipulovat, aby u produktů rybolovu nedošlo k zhoršení vlastností jedlých částí. Jestliže čerstvé produkty rybolovu, které již byly usmrceny, nebyly na palubě plavidla zchlazeny, po vykládce je nutné co nejdříve a nejrychleji produkty rybolovu zchladit a uskladnit při teplotě tání ledu.

Musí být dodržovány následující předpisy, které upravují výstavu produktů rybolovu za účelem prodeje. Provozovatel potravinářského podniku má k tomuto účelu dražební haly, velkoobchody anebo jejich části. Pro produkty rybolovu, které byly pozastaveny a označeny za nevyhovující pro lidskou spotřebu, musí existovat pro jejich skladování uzamykatelné zařízení a samostatné zařízení jen pro pozastavené produkty. Dále musí být v prostoru místnost vyhrazená jen kontrolním orgánům (hygiena, Česká obchodní inspekce,...). Prostory nesmějí být používány k jiným účelům v době, kdy jsou tam skladovány a vystavovány produkty rybolovu. Zákaz vjezdu platí pro vozidla, která mají výfukové plyny. Výfukové plyny mohou ovlivnit jakost produktů rybolovu. Do hal nesmí jiná zvířata. Pro usnadnění provádění kontrol musí být prostory dobře osvětleny.

Spolupráce s odpovídajícími příslušnými orgány o provádění úředních kontrol s provozovateli potravinářských podniků je upravena podle nařízení (ES) č. 854/2004. „V nařízení jsou uvedeny všechny postupy oznamování, které by mohly být považovány za nezbytné pro příslušný orgán členského státu, pod jehož vlajkou plavidlo pluje, nebo pro příslušný orgán členského státu, v němž jsou produkty rybolovu vyloženy.“¹

1.7. HYGIENICKÉ PŘEDPISY A NORMY

„Kromě dodržování mikrobiologických kritérií přijatých podle nařízení (ES) č. 852/2004 musí provozovatelé potravinářských podniků zajistit, aby v závislosti na druhu výrobku nebo na živočišném druhu splňovaly produkty rybolovu uváděné na trh k lidské spotřebě předpisy stanovené v této kapitole.“¹ Podniky mají povinnost prozkoumat organoleptické vlastnosti produktů rybolovu. Zjišťují čerstvost, obsah histaminu, (pokud byl překročen limit, nesmí být uveden produkt rybolovu na trh), dále zjišťují celkový obsah těkavých dusíkatých látek, které také mohou být pouze v určitém limitu. Vizuální vyšetření odhaluje viditelné parazity v produktech rybolovu. Pokud je parazit v produktu, nesmí být produkt uveden na trh. Na trh nesmějí být uváděny jedovaté ryby z čeledí: Tetraodontidae, Molidae, Diodontidae a Canthigasteridae. „Produkty rybolovu obsahující bio toxiny, jako např. ciguatoxin nebo toxiny paralyzující svaly, nesmějí být uváděny na trh.“¹

„Kontejnery nesmí být kontaminovány palivem nebo špinavou vodou hromadící se na dně plavidla.“¹ Po přijetí na palubu je nutné produkty rybolovu chránit před působením

slunce nebo jiného zdroje tepla a před kontaminací. Voda, která se smí použít při zacházení s produkty rybolovu je pitná anebo čistá. Nesmí dojít k zhmoždění při manipulaci nebo při skladování produktů rybolovu. Svalovina ryb nesmí být poškozená ostrými nástroji, které mohou zranit i manipulujícího. Podmínky zchlazení čerstvých produktů rybolovu, které nejsou živé, jsou upraveny v ostatních kapitolách. Pro výrobu ledu je možno použít pouze vodu pitnou nebo čistou. Jestliže na palubě lodi dochází k odstranění hlav anebo vnitřností, jsou tyto úkony prováděny hygienicky. Po zpracování musí být produkty důkladně omyty vodou. Vnitřnosti a části, které představují riziko pro veřejné zdraví, jsou odstraněny a odděleny od produktů určených pro lidskou spotřebu a uloženy. Vnitřnosti, jako jsou játra, jikry a mlíčí, jsou na teplotu tání zchlazeny anebo rovnou zmrazeny.

1.8. ZNAČENÍ

Pro pozdější kontrolu nezávadnosti rybího masa musí být od 1. 7. 2012 dle nařízení 16/2012/EU každá zásilka označena datem ulovení, porážky, dělení masa a zmražení.

1.9. PLAVIDLA

Plavidla musí splňovat kritéria, která zajišťuje provozovatel potravinářského podniku. „Plavidlo pro sběr nebo manipulaci nebo zpracování produktů rybolovu musí splňovat strukturální požadavky a požadavky na vybavení. Plavidla musí být navržena a konstruována tak, aby nezpůsobila kontaminaci výrobků špinavou vodou hromadící se na dně plavidla, odpadní vodou, kouřem, palivem, olejem, mazivem nebo jinými závadnými látkami.“¹ Produkty rybolovu přicházejí do styku s povrchy, které jsou z patřičného korozovzdorného materiálu, hladkého, jednoduše čistitelného a nejsou toxická. Pro zařízení plavidel platí stejná pravidla, ale musí být ještě dezinfikovatelná. „Pokud plavidla disponují zařízením pro odběr vody používané pro produkty rybolovu, musí být zařízení umístěno na takovém místě, aby nedošlo ke kontaminaci dodávané vody.“¹

1.9.1 PLAVIDLA PRO USKLADNĚNÍ NA VÍC JAK 24 HODIN

Plavidla musí být vybavena skladišti, nádržemi nebo kontejnery pro skladování produktů rybolovu při teplotách stanovených v kapitole 2.1 Skladování a 2.1.2 Přeprava. Skladiště, kde jsou skladovány produkty rybolovu, musí být z důvodů zabránění

kontaminace odděleny od strojovny a prostor určených pro posádku přepážkami. Zajištění neporušení jakosti a zdravotní nezávadnosti produktů rybolovu mají zajistit skladiště a kontejnery, které se využívají pro uskladnění. Je možné použít čistou mořskou vodu k chlazení v nádrži. Jednotná teplota musí být v celé nádrži, jestliže slouží jako chlazení pro produkty rybolovu. „Tato zařízení musí zajistit takovou rychlost ochlazování, při níž směs ryb a čisté mořské vody dosáhne teploty 3 °C nejpozději šest hodin po naskladnění a 0 °C nejpozději za 16 hodin. Mimo chlazení má zařízení umožnit monitorování a zaznamenávání teploty.“¹

1.9.2 MRAZÍRENSKÁ PLAVIDLA

Plavidla musí mít zařízení na mražení s výkonem, který zajistí snížení vnitřní teploty rychle až na – 18 °C a nižší, a chladicí zařízení, které musí mít dostatečnou kapacitu, aby bylo schopno uchovat produkty rybolovu, kdy teplota nepřekročí – 18 °C. Ve skladištích musí být přístroj zaznamenávající teploty. „Čidlo teploty musí být ve skladišti umístěno v místě, kde je teplota nejvyšší.“¹

1.9.3 ZPRACOVATELSKÁ PLAVIDLA

Plavidlo musí mít přijímací pásmo pro příjem produktů rybolovu na palubu navržené tak, aby:

- mohly být jednotlivé úlovky prostorově odděleny
- bylo snadno čistitelné,
- produkty byly chráněny před sluncem a nepříznivým počasím a před jakýmkoli zdroji kontaminace.

Přepravu produktů rybolovu na pracovní místa zahrnuje hygienický systém. Musí mít uspokojivé velké plochy, aby při hygienické přípravě a následném zpracování produktů rybolovu nebylo možné produkty kontaminovat. Pro konečné produkty a jejich uskladnění mají být místa dostatečně velká a jednoduše čistitelná. Jestliže se nachází na palubě zařízení na zpracování odpadů, musí v podpalubí být vyhrazená část pro jeho uskladnění. Obalový materiál musí být uskladněn odděleně od prostorů pro zpracování a úpravu produktů rybolovu. Při vypouštění odpadů a produktů rybolovu nevyhovující lidské

spotřebě se používají nepropustné nádrže, určené pouze pro tento účel, nebo se odpad vypouští přímo do moře. „Pokud jsou odpady skladovány a zpracovávány na plavidle z důvodu jejich asanace, musí být pro tento účel vyhrazeny oddělené prostory.“¹ V dodávané vodě nesmí dojít ke kontaminaci, a proto musí být místo odběru na místě, kde se zabrání kontaminaci. Zařízení pro mytí rukou, když zaměstnanec manipuluje s produkty rybolovu, které nebyly baleny, musí být zařízení tak, aby nebylo možné šířit nákazu. Tato pravidla nemusí splňovat plavidlo, na jehož palubě dochází pouze k vaření korýšů a měkkýšů, chlazení nebo balení, ale nijak jinak se s nimi nemanipuluje. Více v kapitole 2.1.6. Zpracování korýšů a měkkýšů.

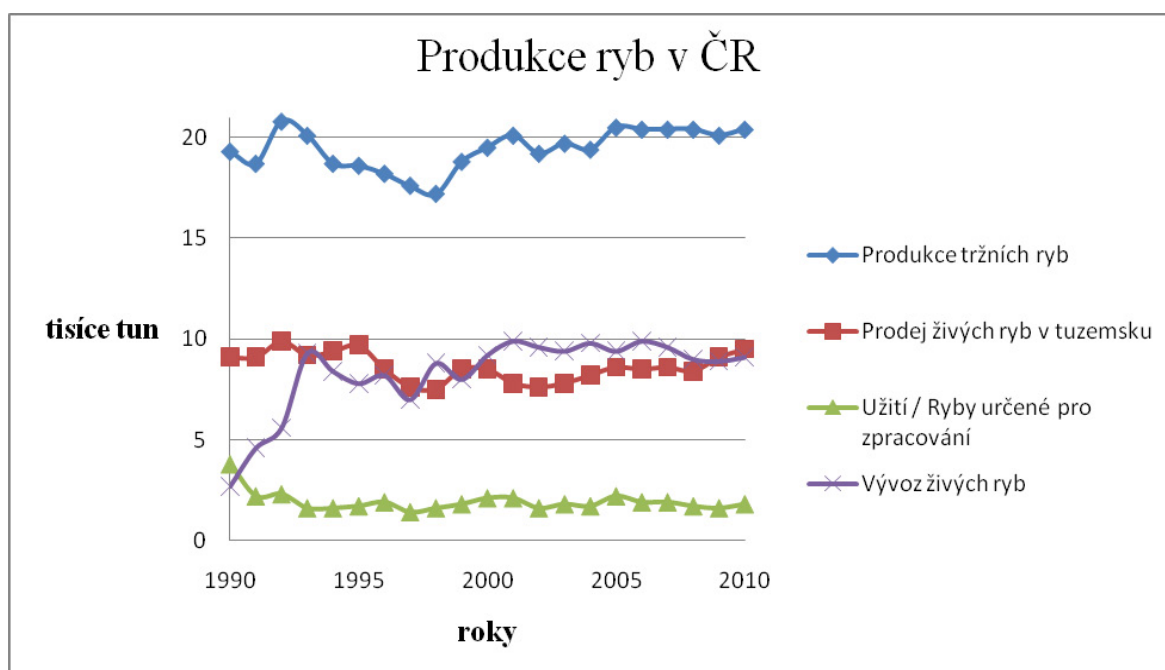
2. SLOŽENÍ RYBÍHO MASA A JEHO VLASTNOSTI

Rybí maso obsahuje plnohodnotné bílkoviny. Vitamíny A, D a K jsou obsaženy hlavně v játrech. Mořské ryby jsou výjimečným zdrojem jódu, nezbytného pro funkci štítné žlázy. Důležitý je výskyt obsahu selenu, draslíku, vápníku a fosforu a dále maso obsahuje i hořčík, síru, sodík a železo. Celkově mají ryby vysoký obsah minerálních látek. Tučnější ryby mají více prospěšných látek než ty méně tučné. Rybí tuk, na rozdíl od živočišného, nezvyšuje hladinu cholesterolu, ale naopak ho snižuje. V rybách se mohou objevit škodliviny jako rtuť, dioxiny, antibiotika atd. Při zmrazování se rozlišuje voda přirozeně vyskytující se v rybě a voda přidaná, která se přidává na ochranu oproti vysušení, ale také pro zvětšení váhy. Do ryb se přidávají polyfosfáty, které vážou více vody a jsou uvedeny ve složení. Přidaná voda se po rozmražení dostane z masa ven. Není nezákonné vodu přidávat. Použité polyfosfáty musí být řádně označeny a nesmí být překročeny limity pro jejich použití. Uvolnění více vody může být způsobeno špatnými mrazírenskými teplotami a nedodržením hygienických podmínek skladování. Lepší kvalitu mají vakuově balené ryby a celé filé. U čerstvého rybího masa skladovaného na ledě dochází ke zvýšení aldehydů, ne však u bílého masa ryb. „Rybí maso má velmi málo purinových látek, které podporují v lidském organismu vznik kyseliny močové. Ta se podílí na vzniku dny, revmatismu apod. Základními faktory ovlivňující kvalitu rybího masa je věk, velikost, zdraví, druh ryb, roční období, ve kterém byly ryby uloveny, způsob jejich výživy a prostředí, ve kterém žily.“⁴

3. VÝŽIVA OBYVATELSTVA

V České republice je průměrně ročně vyprodukováno 19,57 tisíc tun ryb. Z toho je průměrně prodáno živých ryb na 8,64 tisíc tun, vyvezeno průměrně 8,26 tisíc tun ryb a zpracováno 1,92 tisíc tun ryb za rok. Přehled produkce ryb za posledních 21 let je uveden v grafu 1.

Graf 1: Produkce ryb v ČR⁹



V posledních 5 - ti letech činila průměrná produkce ryb ze speciálních zařízení 711,2 tun, z přehrad 22,4 tun a z rybníků 19 619,2 tun. Celkem bylo vyloveno ze všech ukazatelů 20 352,8 tun. Průměrný vývoz ryb na zpracování činil 452,2 tun ročně a živých ryb se vyvezlo 9 314 tun. Živé ryby jsou na domácím trhu preferovány a představují 44 – 47 % produkce v posledních třech letech.

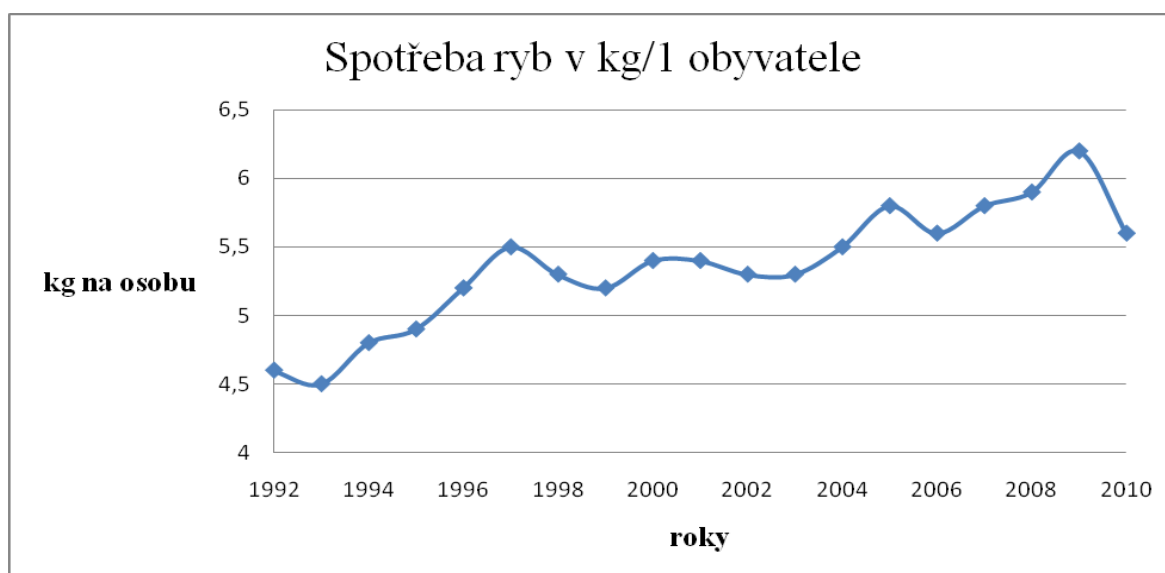
Tabulka 1: Přehled o výlovu, prodeji a zpracování tržních ryb v letech 2006 – 2010 v ČR⁹

Ukazatele	Údaje v tunách v ČR				
	2006	2007	2008	2009	2010
Výlov z rybníků	19744	19686	19571	19394	19701
Výlov ze speciálních zařízení	651	748	803	653	701
Výlov z přehrad	36	13	21	24	18
Výlov ryb celkem	20431	20447	20395	20071	20420
Prodej živých ryb v tuzemsku	8451	8578	8432	9130	9549
Prodej živých ryb na vývoz	9934	9552	9017	8929	9138
Zpracování ryb do vnitřního trhu (v živé hmotnosti)	1474	1414	1248	1183	1361
Zpracování ryb na vývoz (v živé hmotnosti)	446	490	468	412	445
Zpracování ryb celkem (v živé hmotnosti)	1920	1904	1716	1595	1806

Průměrná spotřeba tržních ryb v České republice podle Českého statistického úřadu je 5,4 kg na osobu za rok. Konzumace ryb je u nás podprůměrná, protože doporučení dvě porce ryb na osobu na týden není dodržováno. V roce 2009 došlo ve spotřebě k nárůstu

o 0,3 kg, ale v roce 2010 zase k poklesu o 0,6 kg (Graf 2). Spotřeba ryb v roce 2010 činila 5,6 kg na osobu a na celkové spotřebě potravin se podílela 0,7 %. Dlouhodobě průměrně jeden člověk spotřebuje 5,4 kg ryb za rok. Největší dovozy představuje položka filé a jiné čerstvé rybí maso, chlazeného bylo v roce 2009 dovezeno celkem 28,7 tis. tun, z toho nejvíce 12,7 tis. tun (44 %) z Vietnamu. V roce 2010 už bylo celkem dovezeno 28 tis. tun, nejvíce (11 tis. tun, což je 39 %) z Vietnamu. Doporučená spotřeba ryb za týden může snížit riziko ischemické choroby srdeční a mozkové mrtvice. Snížení rizika je zapříčiněno přítomností n-3 nenasycených mastných kyselin v rybách a to přesněji kyselinou eikosapentaenovou a dokosahexaenovou. Konzumace sušené, solené, nakládané a uzené ryby může být příčinou vzniku rakoviny žaludku.

Graf 2: Spotřeba ryb v kg/1 obyvatele¹⁰



V ČR bylo využito v roce 2010 pro chov ryb 41 070 hektarů vodní plochy. Tato plocha byla snížena po povodni v roce 2009 a z důvodů oprav rybníků. Domácí produkce ryb je schopna konkurovat světové produkci jen díky vysoké kvalitě našich ryb.

4. PRODLOUŽENÍ TRVANLIVOSTI

Trvanlivost rybích produktů se prodlužuje mražením, chlazením a dalšími pro spotřebitele běžnými metodami (solením, konzervováním, uzením, ...). Jedním ze způsobů¹⁴ prodloužení trvanlivosti je i spojení postřiku ozonu a balení rybích výrobků

v modifikované atmosféře. Tato varianta byla sledována během 21 dnů při teplotě 1°C. Bylo zjištěno, že při použití 0,3 mg/l ozonu a modifikované atmosféry (50% CO₂ a 50% N₂) došlo k potlačení růstu mikroorganismů ve srovnání s kontrolními vzorky rybích produktů balených jen v přítomnosti vzduchu. K podobnému účinku potlačení růstu mikroorganismů došlo již po 10-ti dnech skladování vzorků ošetřených pouhým postřikem ozonu. Při této studii byl použit nástřík ozonu do koncentrace 1,5 mg/l a bylo zjištěno, že účinně zabraňuje růstu aerobních bakterií oproti skladování rybích výrobků pouze za chladu bez nástříku. Z obou uvedených průzkumů vyplývá, že skladování produktů balených v ochranné atmosféře s ozonem je výrazně lepší a zlepšuje chemické vlastnosti rybího masa a prodlužuje jeho trvanlivost.

U jiné studie¹⁵ byl vliv ozonového postřiku na mikrobiální bezpečnost a chemické kvality zkoumán u lososa, který byl očkován bakterií *Listeria innocua*. Bylo zjištěno, že již při koncentraci postřiku 1 mg/l v ozonovém spreji byly počty kolonií *Listeria* nižší než u vzorku ryby, která byla ošetřena jen vodou. Vzorky byly skladovány při teplotě 4°C a vyšetřeny 0., 3., 6. a 10. den. Oxidace lipidů nebyla ovlivněna koncentrací ozonu, ale byla ovlivněna použitím hlavice s propanalem. Při koncentraci 1 mg/l byla účinnost vyšší o 30 % než u koncentrace ozonu 1,5 mg/l. Obě hladiny látek použitých v hlavicích (TBARS - thiobarbiturové kyselá reaktivní látky a propanal) byly výrazně ovlivněny od doby skladování, ale počet postřiků neovlivnil oxidaci lipidů. Podle studie nástřík s ozonem do koncentrace 1,5 mg/l účinně snížil počáteční počty aerobních bakterií a snížil počty *Listeria Innocua* bez zvýšení oxidace lipidů při skladování 4°C.

Prodloužení trvanlivosti u rybích výrobků docílíme i přidáním chemické látky. Při jedné studii¹⁶ byly kuličky masa z pstruha duhového s přídavkem laktátu sodného o různé koncentraci (0,5 %, 1 % a 2 %) zkoumány na výskyt mikroorganismů. Použití laktátu sodného bylo účinné na celkovém počtu mezofilních aerobních mikroorganismů, které rostly až od druhého dne. Počty koliformních bakterií, kvasinek a plísní se zvyšovaly již od prvního dne skladování, kromě kuliček s koncentrací laktátu sodného o 2 %, kde byl počet kolonií mikroorganismů nižší. Bylo zjištěno, že přidáním koncentrace laktátu sodného na 2 % se zvyšuje trvanlivost výrobku až na 16 dní při teplotě skladování + 4 ± 1°C. Laktát sodný nemá negativní vliv na sensorické vlastnosti masových kuliček.

I přírodní prostředky zvyšují trvanlivost rybích výrobků. Byla provedena studie¹⁷, kdy roztokem 10 % rybího oleje, který obsahoval chitosan a 0,8 % vitamínu E (nebo i bez něj), byly potřeny filety z ryb a vakuově impregnované při tlaku 100 Torr po dobu 10 minut. Poté 15 minut ponechány na vzduchu, vysušeny a následně uloženy do chladu při teplotě 2°C nebo při – 20°C po dobu 3 týdnů nebo 3 měsíců. Hodnotily se mikrobiologické kvality a fyzikálně-chemické vlastnosti. Povlak, který se vytvořil z rybího roztoku, zvýšil celkový počet lipidů a omega-3 mastných kyselin asi třikrát v obou vzorcích. U zmraženého vzorku byla zjištěna menší ztráta vody při rozmražení a jeho následném odkapávání. Závěrem lze říci, že nátěr chitosanu v rybím oleji může prodloužit trvanlivost a předejít ztrátě omega-3 mastných kyselin.

5. KONTAMINANTY

Kontaminanty jsou látky, které znehodnocují zdravotní nezávadnost potravin. V potravinách pro lidskou konzumaci je přípustné pouze jejich určité množství. Rozdělila jsem kontaminanty ryb podle jejich povahy na chemické a biologické.

5.1 *CHEMICKÁ KONTAMINACE*

5.1.1 *TOXICKÉ PRVKY*

V rybách množství kontaminujících kovů se upravuje vyhláškou ES č. 221/2002, Vyhláška MZd č. 465/2002 Sb., Vyhláška č. 305/2004 Sb. a Vyhláška č. 158/2004 Sb. (viz Tabulka 2).

Tabulka 2: Limity kontaminantů v rybách¹⁸

Kontaminující kov	Množství (mg.kg ⁻¹)
rtuť	0,5
metylrtuť	-
olovo	0,2
kadmium	0,05
polychlorované bifenyly	2
dichlorodifenyltrichlorethan	0,5

Problém kontaminace těžkými kovy je hlavně jejich toxicita a perzistence. Rtuť je nejvíce hlídaným prvkem z toxických látek. Ryby jsou považovány za největší zdroje rtuti z hlediska příjmu lidského organismu. Rtuť může vstoupit do lidského těla v organické podobě, která je pro jeho zdraví škodlivější než anorganická forma. Při kontrole obsahu rtuti nezáleží jen na jeho množství v rybím mase, ale také se kontroluje životní prostředí, kde ryba vyrostla. V Libanonu čerstvé ryby obsahují více rtuti než zmražené nebo zpracované rybí výrobky. Ve vodě, po období dešťů, je obsah kontaminantů větší než obvykle.

Další toxické kovy, které se kontrolují, jsou hliník, antimon, baryum, galium, germanium, stříbro, olovo, tellur. Jeden ze způsobů, jak určit obsah prvků v potravině je instrumentální neutronová aktivační analýza. Tato metoda²² se používá i k určení netoxických prvků v rybím mase. Koncentrace prvků jsou získány na základě dlouhého poločasu radionuklidů v kalcinovaném vzorku.

5.1.2 HISTAMIN

Histamin je biogenní amin, který vzniká z aminokyseliny histidinu. Histamin se v lidském těle vyskytuje přirozeně, ale v neškodném množství. K zvýšení histaminu, kdy je již jeho množství toxické, dochází příjmem potravy. V potravinách je výskyt histaminů buď přirozený, nebo jej mikroorganismy tvoří samy. Schopnost bakterií tvořit histamin je variabilní. Byly testovány výrobky z ryb, solené rybí výrobky a měkkýši, krevety a sušené

rybí produkty na přítomnost histaminu a bakterie tvořící histamin. Bakterie, které jsou schopné produkovat histamin: *Bacillus megaterium*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus coagulans*, *Morganella morganii*. Histamin může způsobit otravu, akutní dýchací obtíže, pokles krevního tlaku, zbrunátnění, kopřivku se svrběním, nevolnost, žaludeční křeče, průjem a bolesti hlavy.

Bacillus megaterium je schopna žít i v prostředí se zvýšeným obsahem soli. Produkuje více než 300 ppm histaminu. *Enterobacter aerogenes* má velkou schopnost produkce pokud jde o histamin. *Bacillus coagulans* je další bakterie tvořící histamin, ale nemusí být vždy hlavní přispěvatel do akumulace histaminu ve svalovině ryb. Nejaktivněji histamin tvoří *Morganella morganii*.

Histamin je možné analyzovat v rybích produktech pomocí metody HPLC (vysoko účinná kapalinová chromatografie) nebo pomocí přímé extrakce DNA bakterií z ryb a PCR (polymerázová řetězová reakce). Při PCR lze dosáhnout výsledků shodných s mikrobiologickou a chemickou analýzou. Tato metoda je rychlejší a pomáhá určit kontaminovaný výrobek.

5.1.3 DIOXINY

Dioxiny jsou chlorované uhlovodíky, které se tvoří jako nežádoucí složka při spalovacích procesech, při chemických reakcích a při fotochemických reakcích. Tyto látky nebyly nikdy cíleně vyráběny, jsou pouze odpad. Prachové částice roznášejí dioxiny na rostliny, do vody a do půdy, kde se drží a zůstávají. Dioxiny působí na lidský imunitní a hormonální systém, játra a nervovou soustavu. Mají teratogenní a karcinogenní účinky. Limity denního příjmu jsou 70 – 280 triliontina gramu podle Světové zdravotnické organizace.

Při analýze potravin na výskyt toxických látek byla pozornost soustředěna na sloučeniny ze skupiny látek, jako jsou poly-halogen (brom-chlor) dibenzo-p-dioxiny a dibenzo-furany a poly-halogen bifenyly. „Byla použita analytická metoda, která současně stanovovala vybrané látky a zároveň zjišťovala vnitřní normalizaci se značenými sloučeninami, s vysokým rozlišením a hmotnostní spektrometrie se zapojením nového separačního postupu využívající dvojí aktivní uhlí sloupcové frakcionace.“²⁹ Pro větší praktičnost byla vybrána vyšší hmotnost rozlišení ve spojitosti s vhodnou volbou analytů

iontu a jejich relativních poměrů. Použitá metodika využívala rozdíly v chromatografickém zadržení a zjistila přítomnost úrovně znečišťujících látek v rybách a korýšů. Metodika umožňuje jako první současné měření poly-halogen (brom-chlor) dibenzo-p-dioxinů a dibenzo-furanů a poly-halogen bifenyly.

Jako jeden z velmi toxických kontaminantů³⁰ je 2,3,7,8- tetrachlordibenzo-p-dioxin, který se řadí mezi globální environmentální kontaminanty. U ryb dochází ke kontaminaci během vývoje a reprodukce. U divokých druhů ryb při analýze dioxinu se povedlo porozumět, jak chemické látky jako dioxin způsobují toxicitu. Byla využita definice aryl uhlovodíkové receptorové signalizace.

Několik studií v různých částech světa se zabývalo přítomností dioxinů v rybách. V Mexiku³¹ v Tamaulipasu byly zkoumány tři druhy komerčně lovených ryb na přítomnost polychlorovaných bifenyly s dioxinovým efektem. Vzorby byly získány z tuku a analyzovány metodou sloupcové chromatografické separační techniky a plynové chromatografie s detektorem elektronového záchytu. Výsledek ukázal, že až na sumce, ryby splňovaly limity pro přítomnost dioxinu v rybách. Zdravotní riziko lidem nehrozí, pokud bude dodržena omezená konzumace sumce z této oblasti.

V Japonsku³² se v lidské krvi odrazila velká konzumace ryb a korýšů výskytem polychlorovaných dibenzo-p-dioxinů, polychlorovaných dibenzofuranů a dioxinovými polychlorovanými bifenyly. Tyto výsledky jsou ukazatelem vysoké bio akumulace kontaminantů u ryb a korýšů v ekosystému v oblasti Tichého oceánu u Japonska.

V Evropě – v Polsku, proběhla studie devíti populárních ryb na tamějším trhu. „Jednalo se o baltské ryby (treska, sled, losos), ryby chované v Polsku (kapr, pstruh), mořské ryby dovážené z Číny (Aljaška Pollock, Sole) a farmové ryby dovážené z Vietnamu a Číny (sutchi sumec, tilápie). Ryby obsahovaly některé kontaminanty jako chlorované pesticidy, indikátor polychlorovaných bifenyly, polychlorované dibenzo-paradioxiny a polychlorované dibenzofurany, polychlorované bifenyly s dioxinovým polychlorovaných bifenyly, organické sloučeniny cínu, barviva - malachitové zeleně a krystalové viole, rezidua veterinárních léčiv, nitrofurany a chloramfenikoly, toxické kovy - Cd, Pb, Hg. “³³ Studie prokázala, že koncentrace kontaminantů nejsou pro život nebezpečné, pokud jsou ryby při konzumaci střídány a nejsou konzumovány ve velkém množství.

Byl vyvinut nový způsob určení³⁴ polychlorovaných bifenyliů, polybromovaných difenyletherů a polycyklických aromatických uhlovodíků u ryb a krevet. Jedná se o plynovou chromatografii spolu s hmotnostní spektrometrií. Jedna z hlavních změn spočívá v zjednodušení zpracování vzorku. Přidá se voda k homogenizovanému vzorku, kde přenos hydrofobních analytů do ethylacetátu je zvýrazněn přidáním anorganických solí. Tuk, který byl obsažen v surovém získaném organickém oddílu extraktu, byl odstraněn na křemičitém minicolumnu. Tento postup zkrátil analýzu až šesti vzorků na dobu kratší než jednu hodinu a zároveň snížil spotřebu chemických látek oproti tradičním způsobům např. Soxhletovou extrakcí s následnou chromatografií permeace gelu. Opakovatelnost analýzy se pohybuje v rozmezí 1 – 20 %. Tato metoda využívá hmotnostní spektrometrickou analýzu v reálném čase, kdy byl použit iontový zdroj jako efektivní prostředek pro řízení tuku v extraktu. Tento tuk je potřebný při analýze neznámých vzorků před samotnou analýzou. Jako vzorky byly zkoumány dva druhy ryb a krevety (filety bez kůže z pstruha a lososa). Vzorky byly uchovány zmrazené při teplotě – 18 °C po homogenizaci. Zkoumáno na českém trhu.

5.2 *BIOLOGICKÁ KONTAMINACE*

5.2.1 *SINICE*

Sinice³⁵ jsou jednoduché prokaryotické organizmy. Patří mezi jedny z nejstarších na Zemi. Můžeme je nalézt na všech biotopech na Zemi i v extrémních podmínkách. Ve vodě tvoří tzv. vodní květ, který zamořuje stojaté vody a produkuje toxiny. Nalézají se ve zdrojích pitné vody i ve vodě užitkové. Kontaminují ryby, do kterých se ze sinic dostávají nebezpečné látky, které ohrožují lidské zdraví při konzumaci rybiho masa a výrobků z ryb.

Test³⁶ anti-Adda je enzymo-imunoanalýzní metoda a používá se ke sledování volných microcystinů v rybách, které byly přirozeně vystaveny toxickým látkám, obsažených v sinicích. Při zpracování údajů byl využit receiver operating characteristic (přijímač provozní charakteristiky), který tvoří křivky v počítačovém softwaru, vyhodnocuje data a tvoří optimální mezní hodnotu pro microcystiny. Křivka analýzy pomocí přijímače provozní charakteristiky u lína obecného byla 5,9 mg/kg suché hmotnostní tkáně s citlivostí 93,3 %. Tato hodnota se použila k určení potenciálu bio

akumulace v přírodních rybnících. Takto je možné určit zamoření vody toxickými sinicemi, které jsou nebezpečné pro lidské zdraví.

Jeden z toxických alkaloidů³⁷ produkovaný některými sinicemi a prokaryoty je cylindrospermopsin. Metoda pro stanovení cylindrospermopsinu v sinicích je kapalná chromatografie spolu s elektrosprejovou hmotnostní spektrometrií iontové pasti. Relativní směrodatná odchylka použití této metody činila 5,8 až 9,8 %. Stanovení cylindrospermopsinu pomocí této metody je možné i v rané kontaminaci.

5.2.2 PARAZITI

Paraziti jsou cizopasníci, žijící na úkor jiných životních forem v jejich těle nebo na těle a získávají tak potravu. Ze spolusoužití má prospěch jen parazit a hostitel obvykle trpí. Pokud v produktech rybolovu se předpokládá výskyt parazitů, musí být ryby určené pro spotřebu v syrovém stavu, nebo skoro syrovém, nebo produkty rybolovu určené pro uzení za studena zmrazovány po dobu nejméně 24 hodin a to se zmrazením na teplotu nepřekračující $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve všech částech produktu. Jestliže mají provozovatelé potravinářských podniků k dispozici údaje o epidemiologickém stavu rybolovného revíru, z kterého produkty rybolovu pocházejí a nepředstavují-li údaje zdravotní riziko, nemusí být opatření dodrženo. Výjimku musí schválit příslušný orgán.

Uzení za studena, marinování a solení ryb se musí ošetřit zmrazováním, pokud použité ošetření nebylo dostačující k zabití larev hlístic. Druhy ryb pro uzení za studena, pro které toto opatření platí, jsou: sled', makrela, šprot, volně žijící losos obecný nebo losos čavyča.

Ryby při nedostatečné tepelné úpravě mohou přenášet parazity a mohou způsobit lidem zdravotní rizika. Dříve se tyto problémy nacházely pouze v oblastech, kde byly ryby konzumovány podle tradice. Dnes, díky globalizaci a rozšiřujícímu se trendu cizokrajných kuchyní, je tomuto nebezpečí vystaveno více lidí. Paraziti mohou způsobit i alergickou reakci.

5.2.3 MIKROORGANISMY

Ryby jsou poměrně krátce trvanlivé a rychle se při teplotách nad nulou kazí a dochází k rychlému mikrobiálnímu růstu, který omezuje rybu v její skladovatelnosti. Kvalitu rybích výrobků ovlivňuje několik faktorů. Je to druh ryby, kvalita vody, odkud ryba pochází, skladovací teplota apod. Proto je nezbytné rybu uchovávat v ledničce a snížit rychlost růstu bakterií, které způsobují kažení rybího masa. Mezinárodní komise pro mikrobiologické specifikace stanovila pro potraviny limity bakterií v produktech rybolovu. Pro lidskou spotřebu jsou doporučeny maximálně 5,7 log CFU/g, ale je i přijatelná hranice 7 log CFU/g.

Ve studii⁴⁰ z Tuniska i dalších studiích bylo zjištěno, že volně chycené ryby obsahují méně mikroorganismů než ryby chované. Vědci dokázali, že dominantní zbytky bakterií a bakterie mléčného kvašení v rybách mají funkci biopreservativu. Bakterie mléčného kvašení jsou přítomny na kůži, žábrách a zažívacím traktu ryb. Bio preservativy zabraňují růstu nežádoucích bakterií. Mezi bio preservativy, které byly izolovány, jsou dominantní *Pseudomonas* a *Lactobacillus*.

Pro člověka je bakterie⁴¹ *Listeria monocytogenes* patogenní. Vysoká pravděpodobnost nákazy touto bakterií pochází z konzumace ryb, rybích výrobků a darů moře. K nákaze může dojít špatnou úpravou jídla, dlouhým skladováním anebo konzumací jídla z potravinářského podniku, kde nejsou dodržovány hygienické podmínky. Tato bakterie přežívá i po dobu 5 měsíců při -18° . V jedné studii⁴² byla *Listeria monocytogenes* zkoumána pro svou schopnost přežít na rybích jatkách po léta, i během měsíců, kdy byla jatka bez produkce, vyčištěná a suchá. Po kultivaci na různých půdách a relativní vlhkosti počet životaschopných bakterií první týden poklesl, ale poté co se ustálil, zůstal stejný několik týdnů až měsíců. Bakterie, které přežily 3 měsíce, byly následně pěstovány na lososu a v uzené lososové šťávě a pak sušeny při 15°C . Bakterie přežily i po vysoušení. Tato skutečnost vysvětluje přežití *L. monocytogenes* v místě zpracování potravin.

V čerstvé rybě se nacházejí i v menším množství patogenní mikroorganismy. Je ale možné, že se dostaly do potraviny během zpracování ryb ze vzduchu, špatné hygieny, špinavého zařízení, atd. „Během skladování ryb, může se gram pozitivní a gram negativní mikroorganismus rozvíjet a stát se dominantní bakterií.“⁴³ Poté, co ryba je usmrcena,

začíná v ní exponenciální fáze růstu psychofilních bakterií. Růst pokračuje i během jejího skladování, neboť těmto mikroorganismům nevadí nízké teploty. „Mezi nebezpečné pro lidské zdraví patří *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio*, sirovodík produkující bakterie, *Listeria*, *Salmonella*, *Shigella* a *Escherichia coli*.“⁴³

Často lidé používají ryby ke konzumaci ze znečištěného prostředí. Tyto ryby jsou nejčastěji kontaminovány střevními lidskými patogeny a představují pro člověka riziko. Ve sladkovodní nádrži, do které vede kanál, může dojít k fekálnímu znečištění a následným zdravotním potížím při konzumaci ryb z tohoto prostředí. Pokud jsou ryby dobře tepelně upravené, nepředstavuje *Anisakis* spp riziko. Při konzumaci syrových ryb je tento patogen nebezpečný. Nejčastěji se jedná o mikroorganismy – bakterie a to rodu *Salmonella*, *Shigella* a *Escherichia coli*. Tyto mikroorganismy způsobují nejčastěji průjem, ale mohou způsobit i smrt.

Mikrobiologická nákaza hrozí z pozření hlavně syrové ryby. Konzumují se pouze mořské, protože sladkovodní obsahují více škodlivých mikroorganismů. Syrové ryby se konzumují jako sushi. Mikrobiologická kvalita sushi u průmyslového zpracování je lepší než u čerstvě připraveného pokrmu v restauraci. Zde totiž záleží na hygienických návycích kuchaře, který připravuje sushi. I v sushi můžeme najít pro lidské tělo nebezpečné mikroorganismy jako *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* a *Listeria monocytogenes*. Po požití nakaženého masa dochází ke střevním komplikacím či jinému onemocnění.

Dnes, ve zhoršujícím se životním prostředí, klesá imunitní schopnost ryb a zvyšuje se možnost nákazy z konzumace rybiho masa. Z tohoto důvodu byl zkoumán účinek extraktu z rostliny *Aegle marmelos* na působení imunitní schopnosti ryb. Bylo zjištěno u sladkovodních ryb, že podávání extraktu z listu rostliny *Aegle* (v koncentraci 25 g/kg krmiva), posiluje imunitní systém organismu ryb. Zkoumání bylo prováděno po dobu 30 dní a byla zkoumána specifická imunita vůči patogenům rodu *Pseudomonas*.

6. ZPRACOVÁNÍ RYB

6.1 UZENÉ RYBY

Uzení se řadí mezi jednu z nejstarších metod prodlužování trvanlivosti potravin. Ryby se mohou velmi rychle udit a uzení je možné provádět i na břehu řeky hned po chycení ryby. K uzení jsou vhodné spíše ryby tučnější. Ryba se před uzením musí vykosit a zbavit vnitřností. Také se musí odstranit šupiny. Maso se naloží do marinády, nebo se pouze posolí kuchyňskou solí. Malé ryby se udí vcelku, větší naporcované nebo naříznuté. Sůl je možno použít jako roztok a zachází se s ním jako s marinádou. Ryby se při uzení pokládají vedle sebe, aby nedošlo k přesolení. Délka uložení v solném roztoku je závislá na velikosti ryb a teplotě vody.

Existuje několik způsobů uzení. Uzení studeným, teplým a horkým kouřem. Teplota studeným kouřem probíhá kolem 20 °C až 25 °C. Výsledný produkt bývá velmi slaný a používá se k pozdějšímu zpracování. Výhodou tohoto způsobu je dlouhá trvanlivost produktu od 14-ti do 60-ti dnů. Uzení teplým kouřem se nepoužívá moc často. Jeho teplota se pohybuje okolo 60 °C. Při teplotě od 45 °C – 100 °C probíhá uzení horkým kouřem a musí probíhat za sucha. Proces je tří fázový. V první fázi se ryba předsuší při teplotě 45 °C až 60 °C, pak teplota postupně stoupá a maso ztrácí 12 % vody. V druhé fázi jsou teploty od 80 °C do 100 °C. Ryba je propékána a maso se stane snadno oddělitelné od kosti. Třetí fáze se nazývá zakuřování a vybarvování. Při ní teplota klesne na 50 °C a ryba dostane barvu syté, zlatožluté až zlatohnědé barvy. Celková doba trvání uzení horkým kouřem je okolo 4 hodin. Potom ryba má chladnout. Pokud se udí za horka a vlhka, metoda uzení je odlišná v použití teplot. Začíná se od nejvyšších teplot, ale postupně teplota klesá. Při uzení a vykuchání ryby je ztráta hmotnosti okolo jedné třetiny původní váhy. Ryby je možné udit i po zmrazení, pokud jsou speciálně ošetřeny (zbavují se šupin a hlenu a dávají samostatně do mrazicích sáčků). Takto zpracované ryby se udí nejpozději do 6 týdnů od zmrazení.

6.2 MRAŽENÉ RYBY

Mražení je jedna z dalších metod uchování potravin, která se používá už od doby kamenné. Až ve třicátých letech dvacátého století bylo objeveno rychlé mražení, které se

dodnes používá a umožňuje prodej zmrazených výrobků. Probíhá při teplotě minimálně – 40°C. Při zmrazení se voda přemění v krystalky ledu, ve kterých se nadále nemohou mikroorganismy množit a růst. Pomocí kapalného dusíku se používá dnes kryogenní mražení ryb. Je to jedna z dosud nejrychlejších známých metod. Při kryogenním mražení jsou krystalky ledu velmi malé a vlastnosti masa nejsou tolik znehodnoceny jako u klasických metod mražení. Před zmražením se rybí maso musí glazurovat (nastříkat vodou), aby nedocházelo během skladování k vysoušení. Při zmrazování je ztráta živin minimální, záleží na druhu potraviny. U ryb ke ztrátě živin nedochází. Skladování zmražené ryby se pohybuje okolo - 18°C.

Zmražené rybí maso zaujímá na českém trhu 8,29 % a dary moře 3,85 % ze všech mražených potravin. Ze zmražených ryb převládají mořské (83,85 %), sladkovodních je méně (16,15 %), protože se u nás nakupují spíše živé nebo chlazené. „Mražené výrobky u nás jsou hlavně filety (34,07 %), celé nekuchané a kuchané ryby (28,32 %), půlené a porcované ryby (22,12 %), méně pak filé (7,96 %), rybí tyčinky Surimi (5,75 %) nebo ryby uzené (1,77 %) ”⁵¹. Ze všech zmražených vnitřností se podílely jikry a mlíčí na spotřebě 6,98 %. Spotřeba zmrazených rybích polotovarů a hotových jídel z ryb činí jen 2,16 % z celkového množství polotovarů a hotových jídel. Nejčastějším prodávaným zmraženým polotovarem jsou rybí prsty.

6.3 SUŠENÉ RYBY

Sušení je jedna z nejstarších metod konzervace, která zabraňuje mikroorganismům a plísním v rozmnožení, neboť ty potřebují ke svému množení vodu. Sušení je proces, kdy je nevázaná voda v potravine odváděna teplem ven do okolí. Potravina je usušená, jestliže má obsah vody pod 18 %. Dnes se suší ryby hlavně v přímořských státech, kde se mohou používat k dalšímu zpracování. K sušení dochází na slunci, kdy se suší několik dnů až týdnů. Ryba se suší vykuchaná nebo rozporcovaná. Suší se opraná v čisté vodě, pak se pokládá na drátěné pletivo. Trvanlivost takto sušené ryby je až několik týdnů.

Průmyslově se ryby suší v umělých komorových sušárnách nebo ve věžových sušárnách. Tam se vzduch ohřeje na teplotu 45 °C, při které velmi dobře přijímá vodní páru unikající ze sušených ryb. Ryby se při sušení pokrývají krystalky soli, které dále zabraňují dalšímu vysoušení, neboť je zvětšilo povrchové napětí masa. Ryby se mohou sušit i rovnou solené. Vysušené ryby mají velmi tuhou konzistenci. Nesmí se skladovat ve

vlhkém prostředí, neboť může dojít k navlhnutí a jejich následné hnilobě. Během procesu sušení dochází k vytvoření jemného poprašku soli, který zabraňuje hnilobě. Sušená ryba je charakteristická svým rybím zápachem, který je silnější než u čerstvé ryby. Na našem trhu je možné setkat se např. s malými sušenými rybami, které se podávají k pivu.

6.4 ČERSTVÉ RYBY

Zpracovávají se jako neporcované nebo porcované. U porcovaných se uřízne hlava a odstraní vnitřnosti. Trup ryby se rozpůlí a dochází zároveň k jeho filetování nebo je zpracován na podkovy. Dnes se používá strojní rozrušování kostí. Při něm se kost ve filetu rozřeže tak, aby ve svalovině masa vznikly 3 mm mezery. Takto upravené kosti jsou již pro konzumenta stravitelné, neškodné a ani si je neuvědomí.

7. METODY STANOVENÍ ČERSTVOSTI

7.1 ELEKTRONOVÝ NOS

Elektronový nos je jedna z nejčastějších a nejjednodušších metod pro určení čerstvosti ryb a je schopen analyzovat proces a úroveň kažení ryb. Má velký potenciál využití pro širokou veřejnost, ale prozatím je jeho používání omezeno cenou a velikostí. Tato metoda se skládá z několika elektronických senzorů, které měří chemické plyny s částečnou specifičností. K vyjádření výsledků čerstvosti ryb se používá několik statistických metod, ale nejčastěji se používá metoda PCA (principal component analysis = analýza hlavních komponentů). Existuje několik výrobců i několik druhů elektronových nosů. Jeden z přístrojů je E-nos SoC.

E-nos SoC má mnohavrstvé potažení uhlíkových nanotrubic vodivých polymerů, které tvoří sensorové pole. Signál je zpracováván v obvodech z obvodů rozhraní, analogového digitálního převodníku, paměti a mikroprocesoru s vestavěnými algoritmy rozpoznávání. Bylo úspěšně rozpoznáno osm vůní (shnilá ryba, průmyslové rozpouštědlo, poškození jater,...).

Jedna ze studií⁵⁷ měřila senzory z kovových oxidů. Sledovala se čerstvost ryb při uskladnění o teplotách 15, 10 a 5 °C. Byly měřeny celkové těkavé dusíkaté látky (TVBN

= total volatile basic nitrogen) a současně počítány aerobní bakteriální mikroorganismy. Počty mikroorganismů byly srovnány se standartními ukazateli čerstvosti ryb = TVBN. PCA modely založené na TVBN a na počtu aerobních mikroorganismů byly použity ke klasifikaci vzorku ryb. Pokud byly výsledky TVBN ≤ 25 g a počet mikrobiálních kolonií $\leq 10^6$ KTJ / g ryba je čerstvá. Zkažená je, když TVBN ≥ 25 g a počet mikrobiálních kolonií $\geq 10^6$ KTJ / g. Metodou PCA byly získány dobré korelační koeficienty (0,97 a 0,91) pro ryby.

Pomocí elektronového nosu mohou být snímány různé těkavé aminy, kdy se využívá jednotěnných uhlíkových nanotubic s karboxylovými funkčními skupinami (single-walled carbon nanotubes = SWNT - COOH). SWNT – COOH je v matrici rozptýlená v různých polymerech, např. polyvinylchloridu (PVC). Sloučeniny jsou uloženy na interdigitálních zlatých elektrodách. Byla studována jak statická tak i dynamická reakce měření průtoku těkavých aminů. Zjistilo se, že snímače odpovídají chování Plateau – Bretanovým - Stevensovým pravidlům v $R^2 = 0,81$ až $0,99$ v reakci na těkavost aminů. Tento elektronový nos je možno použít např. při kontrole ryb sušených na slunci. Využívá se tu PCA.

Pomocí použití metod elektronového nosu, plynové chromatografie, hmotnostní spektrometrie s headspace v pevné fázi mikro-extrakce byly zjištěny změny, ke kterým dochází u ryb během tří až čtyř dnů skladování na ledu. U některých druhů ryb (např. sardinek, tuňák, atd.) dochází k rychlému zvýšení těkavých látek. K pomalejší změně dochází u ryb z bílého masa (např. japonský vlk, Chrysophrys major). Bylo zjištěno, že zvýšení heptanolu, hexanolu, 4- heptenalu, atd. je možné považovat za ukazatel čerstvosti u ryb, s výjimkou ryb, které mají bílé maso.

7.2 KOLORIMETRICKÁ METODA

Za jeden z indexů čerstvosti se považuje degradace nukleotidů a přesnější hodnoty K, K_1 , H a G, kdy u nich dochází k dobrému lineárnímu vztahu mezi hodnotami a dobou uchování. Pro určení hodnoty K bylo použito kolorimetrické metody a enzymů: alkalické fosfatázy (ALP), nukleosidy fosforylázy (NP) a xantin oxidázy (XOD). „Připravila se směs dvou enzymů (NP-XOD a ALP-NP-XOD) s barevným vyvíjejícím se zástupcem a stabilita enzymů byla vylepšena lyofilizací se sklo tvořící přídavné látky, tj. sacharózy

a sacharóza/ želatina. V důsledku toho byla získána lineární závislost mezi hodnotami K stanovených rozvinutou kolorimetrickou metodou a konvenční vysoce účinnou kapalinovou chromatografií s vysokým korelačním koeficientem 0.997.⁶² Vzorke obsahující přísady byly všechny amorfni. Pomocí enzymatické směsi sacharóza-želatina se mohou hodnoty K v rybím mase, v kterém jsou enzymy sušené, přesně určit i po 6 měsících skladování při 40 ° C.

Na kolorimetrických senzorech byl založen čichový systém pro hodnocení čerstvosti ryb. Devět sloučenin chemicky reagující na barvy bylo vybráno pro jejich citlivost na těkavé látky v zkažených rybách. „Kolorimetrické sensorové pole bylo vyrobeno z tisku vybrané barvy na reverzní fázi gelu oxidu křemičitého na desky. Změna barvy profilu pro každý vzorek byla získána na rozlišování obrazů snímače pole před a po expozici zápachu vzorků. Digitální data představující profily pro změnu barvy na rybích vzorcích byly analyzovány pomocí PCA. Vzorke byly rozděleny do tří skupin čerstvosti pomocí radiální báze funkce neuronové sítě, s celkovou klasifikací přesností 87,5%.⁶³

„V této studii je instrumentální metoda kalibrace barev, navržená na pilotní měřítko pro automatické vyhodnocení čerstvosti Pražmanu zlatého. Navrhuje nedestruktivní metody založené na kolorimetrickém zobrazení celého vnějšího těla pražmanů a hodnocení pomocí vícerozměrných částečných nejmenších čtverců, jež pojednávají o rozdílu v čerstvosti zachování do čtyř chladicích způsobů. Navržená zobrazovací metoda spojuje různé techniky obrazové analýzy: kolorimetrické kalibrace, morfometrické překrytí a částečné nejmenší čtverce diskriminační analýzy modelování. Tento inovativní a nedestruktivní přístup umožňuje automatické hodnocení čerstvosti ryb.⁶⁴

7.3 BIO SENZORY

„Jednoduchý bio senzor byl postaven pro posouzení čerstvosti bílého rybiho masa integrací válcového kyslíkového senzoru a nylonových vláken s imobilizovanými aminy oxidázy s katalytickou aktivitou. Enzym obsahující vlákna, s celkovou délkou 30 až 130 cm, byl stočený kolem katody kyslíkové sondy ve formě točitého schodiště s proměnnou délkou kroku. Vytváří pružný bio rozpoznávací prvek biogenního aminu a cadaverinu nebo putrescinu, které by mohly být snadno obnoveny, nahrazeny nebo upraveny. Proměnlivé množství enzymů umožňuje změnit citlivost bio senzoru skoro 8 krát. Výsledky, získané pomocí bio senzoru, byly ověřeny pomocí HPLC analýzy.⁶⁵

Tečkovaný sumec podléhá zkáze v důsledku uvolnění amoniaku při degradaci močoviny bakteriálními enzymy ureázy. „Údržba a kontrola degradace ureázy je velmi důležitá v čerstvém rybím mase. Byl vyvinut bio senzor ureázy k posouzení kvality čerstvosti a znehybnění ureázy na pH elektrody pomocí alginátu sodného a roztok chloridu vápenatého. Enzymatický rozklad močoviny na čpavek a od imobilizované ureázy byl výsledek ve změně potenciálu celé skleněné elektrody. Bio senzor ureázy je spolehlivý, jednoduchý a rychlý způsob měření čerstvosti rybího masa s vysokým obsahem močoviny.“⁶⁶

„Byly vyvinuty amperometrické a impedimetrické bio senzory pro detekci trimethylaminu (TMA), který představuje dobrý parametr pro odhad čerstvosti ryb. Bio senzor je založen na vodivém polypyrrole nahrazující ferrocen, kde flavin obsahuje monooxygenase 3 (FMO3) enzymy znehybňují kovalentní vazby. FMO3 katalyzuje monooxygenation TMA k trimethylamin N-oxid (TMO). Pro katalýzu FMO vyžaduje flavin adenin (FAD) jako skupiny protetické a NADPH jako kofaktor a molekulární kyslík jako spolusubstrát. Ferrocen skupina byla nahrazena na polypyrrole matici a bude sloužit jako redox sondy pro sledování odezvy bio senzoru do TMA. Stavba bio senzoru byla charakterizována FT-IR, cyklická voltametrie a impedanční měření. Detekce se provádí na základě analýzy současného oxidačního signálu z ferrocen skupiny a ve srovnání s měření impedance týkající se elektrických vlastností vrstev. Amperometrické a Impedimetrické reakce byly měřeny jako funkce koncentrace TMA v rozsahu 0,4μg/ml - 80μg/ml (6,5μmol/l – 1,5mmol/l). Amperometrické měření ukazují pokles aktuální reakce, která je v korelaci s nárůstem odporu přenosu náboje a dokazuje impedanci. Kalibrační křivka získaná spektroskopicky impedancí vykazuje vysokou citlivost s dynamickým rozsahem. Prokázali jsme, pomocí ferrocenu jako redox sondy pro katalytické reakce FMO3, že bio senzor má vysokou citlivost na TMA, dynamický rozsah a vysokou selektivitu.“⁶⁷

7.4 OSTATNÍ METODY

Jedna z metod pro celkové stanovení těkavých dusíkatých sloučenin je založena na odrazu spektroskopie. „Metoda byla založena na reakci těkavých dusíkatých sloučenin s Nesslerovým činidlem. Používá molekulární síto a odrazivost, absorpce hodnoty F, která je přímo úměrná k množství $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{IO}$ v pevné fázi, kdy byla měřena reflexe spektrometru.“⁶⁸ Výhody jsou: jednoduchost v provozu, vysoká citlivost a malé množství

čínidla. Metoda se používá pro stanovení čerstvosti u ryb. Čím nižší jsou hodnoty dusíkatých sloučenin, tím je ryba čerstvější.

Mikrofluidní zařízení byla postavena pro stanovení čerstvosti ryb pomocí koncentrace adenosin-5-trifosfát (ATP) jako indikátoru čerstvosti. V přístroji byly výtažky z ryb a čínidla roztoků zpracovány ve formě kapek oddělených vzduchem. Tyto kapky výluhu, roztoků obsahující enzymy substrátů a mycího roztoku pufru byly naměřeny v rozvětvených průtokových kanálech. Pro zjednodušení struktury a pro míchání postupu roztoků byla větší část kapek sjednocena v jeden tok kanálu. Řada kapiček byla přepravena do snímací oblasti. „ATP byl detekován pomocí dvou enzymatických reakcí za účasti glycerol kinázy a glycerol-3-fosfát monoaminoxidázy. Lineární závislost mezi generovaným proudem a koncentrací ATP potvrdilo provedení detekce. Zřetelná změna v proudu byla pozorována s čerstvými extrakty jako v případě standardních řešení. Získaná data korelují dobře s výsledky získanými vysoce účinnou kapalinovou chromatografií.“⁶⁹

„Čerstvost křupavých filetů Amuru uložených v ledu byla hodnocena metodou kvality indexu (QIM), chemické, mikrobiologické a texturní metody. Bylo zjištěno, že existuje vysoká lineární korelace mezi hodnotami indexu kvality a doby uchovávání v ledu. Zbývající doba skladování u křupavých filet Amuru, lze odhadnout s přesností na 1-2 dnů, je-li hodnocena QIM. Výsledky QIM, chemické, mikrobiologické a textury metody ukázaly dobrou shodu.“⁷⁰

„Nová metoda využívá jaderné zobrazovací technologie pro určování čerstvosti kapra, kdy na základě měření radioaktivní oblasti(RAI) jsou zvýšené hodnoty u ryb. Vzorky byly udržovány v chlazeném stavu po dobu 12 dnů. Hodnoty byly stanoveny v průběhu skladování. Ukázaly, že RAI hodnoty jsou zvýšené v TVB-N obsahu. Byla zjištěna významná korelace mezi TVB-N obsahu a RAI hodnoty z kaprů uchovávaných v chladničce. Proto výsledky této studie naznačují, že hodnota RAI by mohla být využita k rychlému vyhodnocení čerstvosti kaprů.“⁷¹

ZÁVĚR

V práci jsem zjistila, že nejvhodnější metodou pro určení čerstvosti ryb je metoda elektronového nosu. Bohužel tento přístroj je v současnosti příliš drahý, a proto ho široká veřejnost nemůže využívat. V České republice je spotřeba ryb podprůměrná. V malém množství konzumovaných ryb má největší podíl ryba čerstvá, pak následují mražené výrobky, konzervované, ryby uzené a sušené. Obyvatelstvu nehrozí nebezpečí z kontaminace jako v jiných zemích světa např. v Japonsku. Na základě studií je přesto vhodné doporučit lidem, aby konzumovali střídavě různé druhy ryb. Kontaminace u ryb je totiž závislá na druhu ryb, i na tom, zda jsou to ryby tučné či netučné. Je třeba si pamatovat, že rybí maso rychle podléhá zkáze a zkažené maso představuje zdravotní rizika. Ryby by se měly konzumovat pro vysoký výskyt minerálních látek, n-3 nenasycených mastných kyselin a jódu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Nařízení č.853/2004 a č.852/2004[online]. Dostupné z: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76638>>
2. Ryby a bezpečnost potravin přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://viscojis.cz/index.php/oznaovani-potravin?start=4>>
3. Nařízení komise (EU) č. 16/2012 přístupné z [online]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:008:0029:0030:CS:PDF>>
4. Dobrotová, Z., Stanovení obsahu rtuti v rybách řeky Dřevnice a jejích přítoků, Zlín, 2011, str. 12, diplomová práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
5. Vlastnosti a složení ryb přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.ceskaryba.cz/vlastnosti-a-slozeni-masa-sladkovodnich-ryb>>
6. Miyasaki, T., Hamaguchi, M., Yokoyama, S., Journal of Food Science, listopad 2011, svazek 76, číslo 9, str. C1319-C1325
7. Miyasaki, T., Hamaguchi, M., Yokoyama, S., Journal of Food Science, listopad 2011, svazek 76, číslo 9, str. C1319-C1325
8. Zmrazené ryby přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92262>>
9. Ženíšková, H., Gall, V., Situační a výhledová zpráva ryby, listopad 2011, Odbor státní správy lesů, myslivosti a rybářství MZe, přístupné dne 15.6.2012 [online]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/138731/RYBY_2011.pdf>
10. Analýza spotřeby potravin v roce 2010 přístupné z dne 15. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/cpotr041012analyza12.pdf>>

11. Spotřeba potravin v roce 2009 přístupné z dne 15. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/tz.nsf/i/vychazi_elektronicka_publikace_spotreba_potravin_v_roce_2009>
12. Geleijnse, J. M., Giltay, E.J., Schouten, E.G. A kol., American Heart Journal, duben 2010, svazek 159, číslo 4, str. 539-546.e2
13. Compare, D., Rocco, A., Nardone, G., European Review for Medical and Pharmacological Sciences, duben 2010, svazek 14, číslo 4, str. 302-308
14. Bono, G., Badalucco, C., LWT – Food Science and Technology, červenec 2012, svazek 47, číslo 2, str. 500 – 504
15. Crowe, K.M., Skonberg, D., Bushway, A, Baxter, S., Food Control, červen 2012, svazek 25, číslo 2, str. 464 – 468
16. Öksüztepe, G., Emir Çoban, O., Güran, H.S., Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 2010, svazek 16, číslo SUPPL.A, str. S65 – S72
17. Duan, J., Cherian, G., Zhao, Y., Food Chemistry, 15.březen 2010, svazek 119, číslo 2, str. 524 – 532
18. Žlábek, V., Randák, T., Kontaminace ryb z volných vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodnanech, Odd. vodní toxikologie a nemocí ryb, 2006, přístupné dne 15. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/file/3770/Kontaminaceryb2006_1__1_.pdf>
19. Puri,P.J., Yenkie, M. K. N., Sangal, S. P. a kol., Rasayn Journal of Chemistry, Leden 2011, svazek 4, číslo 1, str. 147-152
20. Obeid, P. J., El-Khoury, B., Burger, J. a kol. Journal of Environmental Sciences, září 2011, svazek 23, číslo 9, str. 1564-1569

21. Guérin, T., Chekri, R., Vastel, C. a kol., Food Chemistry, 1. říjen 2011, svazek 127, číslo 3, str. 934-942
22. Pantelica, A., Ene, A., Georgescu, I. I., Microchemical Journal, červenec 2012, svazek 103, str. 142-147
23. Lin, C. - S., Liu, F. - L., Lee, Y. - C. a kol., Food Chemistry, 15. březen 2012, svazek 131, číslo 2, str. 574-579
24. Huang, Y. R., Liu, K. J., Hsieh, H. S. a kol., Food Control, září 2010, svazek 21, číslo 9, str. 1234-1239
25. Tsai, Y. - H., Lin, C. - Y., Chien, L. - T. a kol., Food Chemistry, 2006, svazek 98, číslo 1, str. 64-70
26. Ferrario, C., Pegollo, C., Ricci, G. a kol., Journal of Food Science, únor 2012, svazek 77, číslo 2, str. M115-M120
27. Vasundhara, T. S., Kumudavally, K. V., Jayathilakan, K. a kol., Journal of Food Science and Technology, listopad 1998, svazek 35, číslo 6, str. 551-556
28. Slovníček pojmů přístupný z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.agronavigator.cz/az/index.htm>>
29. Fernandes, A. R., Rose, M., Mortimer, D. a kol., Journal of Chromatography A, 23. prosinec 2011, svazek 1218, číslo 51, str. 9279-9287
30. King-Heiden, T. C., Mehta, V. de, Xiong, K. M. a kol., Molecular and Cellular Endocrinology, 6. květen 2012, svazek 354, číslo 1-2, str. 121-138
31. Uresti-Marín, R. M., Gutiérrez-González, J. C., Ruíz-Flores, J.C. a kol., CYTA - Journal of Food, prosinec 2011, svazek 9, číslo 4, str. 314-318
32. Kitayama, A., Arisawa, K., Uemura, H. a kol., International Archives of Occupational and Environmental Health, prosinec 2011, svazek 84, číslo 8, str. 927-935

33. Szlinder-Richert, J., Usydus, Z., Malesa-Ciećwierz, M. a kol., *Chemosphere*, prosinec 2011, svazek 85, číslo 11, str. 1725-1733
34. Kalachová, K., Pulkrabová, J., Drabová, L. a kol., 19. Zář 2011, dne 11. 4. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003267011012347>>
35. Oddělení sinice – Cyanobacteria přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.sinicearasy.cz/pro-vsechny#sinice>>
36. Gallo, P., Fabbrocino, S., Cerulo, M. G. a kol., *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 30. říjen 2009, svazek 23, číslo 20, str. 3279-3284
37. Moreno, I. M., Herrador, M. Á., Atencio, L. a kol., *Environmental Toxicology*, únor 2011, svazek 26, číslo 1, str. 45-56
38. Zelenka, J. a kol., *Ilustrovaná encyklopedie lidské vzdělanosti*, Praha 2001, str. 484
39. Rodríguez-Mahillo, A. I., González-Muñoz, M., De Las Heras, C. a kol., *Foodborne Pathogens and Disease*, 1. srpen 2010, svazek 7, číslo 8, str. 967-973
40. Vogel, B. F., Hansen, L. T., Mordhorst, H., Gram, L., *International Journal of Food Microbiology*, červen 2010, svazek 140, číslo 2-3, str. 192-200
41. Jelena, K., Ružica, A., Baltić Mišić, D. a kol., *Acta Veterinaria*, 2011, svazek 61, číslo 2-3, str. 193-203
42. Crowe, K. M., Skonberg, D., Bushway, A., Baxter, S., *Food Control*, červen 2012, svazek 25, číslo 2, str. 464-468
43. Boulares, M., Mejri, L., Hassouna, M., *Journal of Food Protection*, říjen 2011, svazek 74, číslo 10, str. 1762-1768
44. De Donno, A., Montagna, M. T., De Rinaldis, A. a kol., *Water, Air, and Soil Pollution*, 2002, svazek 134, číslo 1-4, str. 205-214

45. David, O. M., Wandolo, S., Kakai, R., Waindi, E. N., *Journal of Infection in Developing Countries*, 2009, svazek 3, číslo 2, str. 99 – 104
46. Dambrosio, A., Normanno, C., Quaglia, N. C. a kol., *Industrie Alimentari*, listopad 2005, svazek 44, číslo 452, str. 1105-1111
47. Atanassova, V., Reich, F., Klein, G., *Journal of Food Protection*, duben 2008, svazek 71, číslo 4, str. 860 - 864
48. Pratheepa, V., Madasamy, D., Sukumaran, N., *Pharmaceutical Biology*, svazek 49, číslo 1, leden 2011, str. 73-77
49. Egon Binder, Způsoby uzení ryb přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.receptyonline.cz/zpusoby-uzeni-ryb--482.html>>
50. Uzení ryb přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.udirny.cz/obsah-uzeni-ryb/>>
51. Buchtová, H., Kubánková, K., *Fakulta veterinární hygieny a technologie Veterinární a farmaceutické univerzity Brno, Veterinářství*, 2009, číslo 59, str. 44-48, přístupné dne 15.6.2012 [online]. Dostupné z: <http://www.vetweb.cz/informace-z-oboru/hygiena-technologie/Zmrazene-potraviny-predmetem-pruzkumu__s1496x53931.html>
52. Kryogenní mražení přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.rybychlumec.cz/produkty-a-sluzby/kryogenni-mrazeni.htm>>
53. Fellows, P.J. *Food Processing Technology - Principles and Practice*. 2nd Edition. Woodhead, London, 2000 přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.eufic.org/article/cs/artid/mrazeni-zajistuje-kvalitu-bezpecnost-potravin/>>
54. Sušené rybí maso přístupné z dne 15 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://www.gurmetklub.cz/test-susene-rybi-maso-4.html>>

55. Sušení ryb a sushi přístupné dne 18. 6. 2012[online]. Dostupné z: <<http://dynamik.blog.cz/0611/suseni-ryb-a-sushi>>
56. Základní úpravy čerstvé ryby přístupné z dne 18. 6. 2012 [online]. Dostupné z: <<http://biologie-priroda.blogspot.com/2009/12/zpracovani-ryb-zakladni-upravy-cestve.html>>
57. Tian, X. - Y., Cai, Q., Zhang, Y. - M., Sensors, leden 2012, svazek 12, číslo 1, str. 260-277
58. Lorwongtragool, P., Wisitsoraat, A.,Kerdcharoen, T., Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 2011, svazek 11, číslo 12, str. 10454-10459
59. Miyasaki, T., Hamaguchi, M., Yokoyama, S., Journal of Food Science, listopad 2011, svazek 76, číslo 9, str. C1319-C1325
60. Tang, K. - T., Chiu. S. - W., Chang, M. - F. a kol., 2011 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference, BioCAS 2011, 2011, číslo článku 6107785, str. 293-296
61. Özogul, F. , Özden, Ö., Özoğ ul, Y., Erkan, N., International Journal of Food Science and Technology, listopad 2010, svazek 45, číslo 11, str. 2290-2296
62. Srirangsan, P., Hamada-Sato, N. , Kawai, K. a kol., Journal of Agricultural and Food Chemistry, 8. prosinec 2010, svazek 58, číslo 23, str. 12456-12461
63. Huang, X., Xin, J., Zhao, J., Journal of Food Engineering, srpen 2011, svazek 105, číslo 4, str. 632-637
64. Costa, C., Antonucci, F., Menesatti, P. a kol., An Advanced Colour Calibration Method for Fish Freshness Assessment: a Comparison Between Standard and Passive Refrigeration Modalities, Food Bioprocess Technol, 29. prosinec 2011, DOI 10.1007/s11947-011-0773-6

65. Kivirand, K., Rebane, R., Rinke, T., Sensor Letters, říjen 2011, svazek 9, číslo 5, str. 1794-1800
66. Nooralabettu, K.P., Kanthaje, S., Ganga, S. a kol., BioTechnology: An Indian Journal, 2011, svazek 5, číslo 4, str. 232-236
67. Bourigua, S., El Ichi, S., Korri-Yousoufi, H. a kol., Biosensors and Bioelectronics, 15. říjen 2011, svazek 28, číslo 1, str. 105-111
68. Yao, Y., Zhang, P., Chen, Y. - H. a kol., Guang Pu Xue Yu Guang Pu Fen Xi/Spectroscopy and Spectral Analysis, srpen 2009, svazek 29, číslo 8, str. 2196 – 2198
69. Itoha, D., Sassaa, F., Nishib, T., a kol., Sensors and Actuators B: Chemical, Droplet-based microfluidic sensing system for rapid fish freshness determinativ, 11. květen 2012, SNB-14170
70. Zhiwei, Z., Zheng, R., Biansheng, L. a kol., Quality loss assessment of crisp grass carp (CTENOPHARYNGODON IDELLUS C. ET V) fillets during ice storage, Journal of Food Processing and Preservation, 9. Říjen 2011, ISSN 1745-4549
71. Liu, Z., Gong, B., He, Y. a kol., IEEE/ICME International Conference on Complex Medical Engineering, 2011, číslo článku 5876725, str. 165-168

SEZNAM PŘÍLOH

1 SEZNAM TABULEK

1.1 Tabulka 1: Přehled o výlovu, prodeji a zpracování tržních ryb v letech 2006 – 2010 v ČR⁹

1.2 Tabulka 2: Limity kontaminantů v rybách¹⁸

2 SEZNAM GRAFŮ

2.1 Graf 1: Produkce ryb v ČR⁹

2.2 Graf 2: Spotřeba ryb v kg/1 obyvatele¹⁰