

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Diplomová práce

Vliv přírodních aditiv na prodloužení skladovatelnosti chlazených paštik z kapra obecného (*Cyprinus carpio*)

Autor: Bc. Ondřej Tunys

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Zuzana Linhartová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Roman Lunda

Studijní program a obor: Zootechnika, rybářství a ochrana vod

Forma studia: Prezenční

Ročník: Druhý

České Budějovice, 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě. Zveřejnění probíhá elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu do této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací na Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Ondřej Tunys

Poděkování

Prostřednictvím této formy bych rád poděkoval mé vedoucí diplomové práce Mgr. Zuzaně Linhartové, Ph.D. a mému konzultantovi Ing. Romanu Lundovi za poskytnutí svých odborných znalostí a asistence v průběhu experimentu a sepisování diplomové práce. Děkuji také všem ostatním, kteří se na tomto projektu jakýmkoliv způsobem zúčastnili.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta rybářství a ochrany vod

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Ondřej TUNYS
Osobní číslo: V18N009P
Studijní program: N4106 Zemědělská specializace
Studijní obor: Rybářství a ochrana vod
Téma práce: Vliv přírodních aditiv na prodloužení skladovatelnosti chlazených paštik z kapra obecného (*Cyprinus carpio*)
Zadávající katedra: Ústav akvakultury a ochrany vod

Zásady pro vypracování

Rybí svalovina je díky různým faktorům náchylná na rychlé kažení, díky čemuž se ze zdraví přínosného produktu stává až produkt zdraví ohrožující. Pro zachování vysoké kvality je tedy nutné udržet rybu co nejdéle v co nejlepším stavu (Alasalvar a kol., 2011). Přepravě, skladování a zpracování by se měla věnovat zvláštní pozornost, aby se kažení co nejvíce oddálilo a zabránilo se tak plýtvání. Důležitými kritérii jsou snížení teploty (chlazení a zmrazování), tepelné zpracování (vaření, konzervování, uzení), snížení množství vody (uzení, sušení, solení) nebo vhodné uskladnění (balení, chlazení) (FAO, 2016). Pro zachování čerstvosti a pro zlepšení chuti rybího masa je možné použít antioxidanty různého druhu. Jednou z možností jsou syntetické antioxidanty, ale ty jsou díky tlaku zákazníka na ústupu. Zjevně lepší alternativou jsou tedy antioxidanty přírodní, které nejen prodlužují trvanlivost produktu, ale zároveň mohou pozitivně působit na lidské zdraví, neboť snižují riziko vzniku nádorů, arteriosklerózy nebo kardiovaskulárních onemocnění (Škeříková a kol., 2004). Jak uvádí Hiemer a kol., 2007 a Jordán a Hemzalová, 2001, mezi významné a často užívané přírodní antioxidanty patří česnek, cibule, brusinka, různé druhy koření atd.

Hlavním cílem této práce je zjistit vliv na senzorycké vlastnosti a prodloužení skladovatelnosti masa kapra obecného (*Cyprinus carpio*) ve formě tepelně zpracovaného výrobku – paštik, a to v kombinaci s přírodními antioxidanty česnekem, cibulí a brusinkou. Veškeré pokusy a práce budou probíhat v Laboratoři výživy a ve fakultní zpracovně ryb a rybích výrobků ÚAOV FROV JU České Budějovice.

Rozsah pracovní zprávy: 50-70 stran
Rozsah grafických prací: dle potřeby (do 20 stran)
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

- Alasalvar, C., Shanhidi, F., Miyashita, K., Wanasundra, U., 2011. Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications. Willey-Blackwell, Ltd. 576 pp.
FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome, 200 pp.
Hiemer, J., Marová, I., Illek, J., 2007. Množství antioxidantů a antioxidační kapacita vybraných druhů potravin. Výživa a potravin. (6/2007), s. 150-151
Jordán, V., Hemzalová, M., 2001. Antioxidanty zázračné zbraně, Nakladatelství Jota s.r.o., 154 s.
Škeříková, V., Grynová, L., Jandera, P., 2004. Využití coulometrického detektoru coularray pro analýzu přírodních antioxidantů. Chem. listy 98, 343-348.

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Zuzana Linhartová, Ph.D.
Ústav akvakultury a ochrany vod

Datum zadání diplomové práce: 11. ledna 2019
Termín odevzdání diplomové práce: 4. května 2020

V Českých Budějovicích dne 25. února 2019

0.2. 
prof. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD
Zátiší 728/II
389 25 Vodňany (2)


doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

Obsah

1. Úvod	9
2. Literární rešerše	11
2.1. Kapr obecný – charakteristika druhu	11
2.2. Produkce kapra	13
2.3. Konzumace ryb	14
2.4. Zpracování ryb	15
2.4.1. Požadavky na zpracování	15
2.4.2. Opatření před zpracováním	16
2.4.3. Usmrcení ryb	17
2.4.4. Odstranění šupin	17
2.4.5. Odstranění vnitřností	17
2.4.6. Porcování	18
2.5. Charakteristika rybí svaloviny	18
2.5.1. Chemické složení rybí svaloviny	18
2.5.2. Senzorické vlastnosti rybí svaloviny	21
2.6. Postmortální procesy	21
2.6.1. Autolytické procesy	22
2.6.2. Mikrobiální procesy	22
2.6.3. Oxidační procesy	23
2.7. Trvanlivost rybí svaloviny a možnost jejího prodloužení	23
2.8. Antioxidanty	25
2.8.1. Formy a výskyt přírodních antioxidantů	25
2.8.2. Aplikace a rizika využití přírodních antioxidantů	27
2.8.3. Česnek kuchyňský a jeho účinky	28
2.8.4. Cibule kuchyňská a její účinky	28

2.8.5. Brusinka a její účinky	29
2.9. Parametry kvality rybího masa a užité vlastnosti	30
2.10. Senzorické analýzy	30
2.10.1. Uplatnění sensorické analýzy	31
2.10.2. Smyslové vnímání	31
2.10.3. Kritéria hodnocení	34
2.10.4. Postup během provádění hodnocení	35
2.10.5. Metody hodnocení	35
2.11. Gastronomie v české akvakultuře	36
2.11.1. Rybí produkty	36
2.11.2. Rybí paštiky	37
3. Materiál a metodika	38
3.1. Testovaný produkt	38
3.2. Výroba a složení kapřích paštik	38
3.3. Mikrobiologická analýza	40
3.4. Sensorická analýza	41
3.5. Oxidační analýza	42
3.6. Antioxidační aktivita	43
3.7. Vyhodnocení výsledků	43
4. Výsledky	45
4.1. Mikrobiologická analýza	45
4.2. Sensorická analýza	46
4.3. Oxidační analýza	53
4.4. Antioxidační aktivita	54
4.5. Ekonomické výsledky	55
4.6. Shrnutí	55
5. Diskuze	57

6. Závěr	63
7. Přehled použité literatury	64
8. Abstrakt	73
9. Abstract.....	74

1. Úvod

Tato práce se zabývá vlivem přírodních aditiv na prodloužení skladovatelnosti paštik z kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Součástí práce je i sensorické hodnocení paštik. Hlavním záměrem je zkoumání účinků brusinky, česneku a cibule jako přírodních antioxidantů přidaných jednotlivě do paštik ve srovnání s kontrolním vzorkem bez aditiv. Snahou bylo prokázání pozitivního vlivu těchto plodin, které by mohly být více využívány místo nyní běžně užívaných syntetických antioxidantů.

V potravinářství v oblasti zlepšování trvanlivosti syrového rybího masa začíná být trendem využívání právě přírodních látek. To vše je umocňováno díky zvyšujícímu se tlaku zákazníků, u kterých poslední dobou narůstá zájem o konzumaci zdravější stravy. Zmiňované antioxidanty jsou nejčastěji do potravin aplikovány přímo, a to buď máčením v aditivu, nebo jeho natřením. Výsledný efekt na prodloužení skladovatelnosti a ovlivnění sensorických vlastností je závislý na samotné surovině a účinných látkách v aditivu (Erkan, 2012; Lucera a kol., 2012).

Testovanou rybou byl zvolen kapr obecný z důvodu, že se jedná o v tuzemsku hojně chovaný druh, jehož produkce v roce 2018 činila 84,7 % z celkové produkce ryb (MZe, 2019). Mimo Českou republiku je významná produkce kapra obecného také na území východní a střední Evropy a dále samozřejmě v Asii. Co se týče konzumace, jde o tradiční rybu spojenou hlavně s obdobím Vánoc a částečně Velikonoc. Zejména o Vánocích se prodá zhruba 65 % z roční produkce. Mimo tato dvě období je však poptávka poměrně nízká, což producenty staví do nepříznivé situace (Adámková a kol., 2011; MZe, 2019). Přesněji vyjádřeno je celková konzumace ryb u Čechů okolo pouhých 5,5 kg za rok. Z toho ale spotřeba sladkovodních ryb tuzemského původu tvoří ročně pouhých 1,3 kg (MZe, 2018). Pro změnu tohoto nelibého trendu je potřeba hledat nové možnosti, jak zákazníka přimět k zakoupení kapra a podpořit tak české chovatele. Potenciálně vhodnou cestou by mohl být prodej rybích výrobků, kde je však potřeba zaujmout zákazníka skvělou chutí za přijatelnou cenu a vysokou trvanlivostí, což nebývá vždy jednoduché (Bourne, 2002).

Právě vysoká trvanlivost není samozřejmostí. Ryby díky téměř neutrálnímu pH a několika dalším faktorům jako je například vysoký obsah vody či enzymatický rozklad, podléhají rychlému kažení. Nicméně existují možnosti, jak to oddálit. Při pochopení postmortálních procesů jako jsou autolytický a mikrobiální rozklad a *rigor mortis*, jsme

schopni zvolit správný postup při usmrcení, zpracování a následném uskladnění vedoucí právě k prodloužení skladovatelnosti, a to až o několik dní. Tyto zmíněné praktiky mají následně vliv i na chuť. Podstatný vliv má samozřejmě i finální kuchyňská úprava (Halver a Hardy, 2002; Vácha, 2013).

Mimo to je potřeba veřejnost lépe obeznámit s tím, že ryby, včetně kapra, jsou důležitou složkou lidské potravy. Kapa sice nelze srovnávat s rybami mořskými, které jsou bohatší například na omega 3 mastné kyseliny nebo vitamin D, ale i tak je jeho konzumací doplňováno mnoho látek prospěšných pro naše zdraví. Předpokládá se, že vyšší obsah omega 3 mastných kyselin u mořských ryb je z důvodů lepší kompozice mořského zooplanktonu. Dalším důvodem nižších hodnot této látky u kapra je dáno způsobem chovu, který je mimo přirozenou produkci významně založen na příkrmování obilovinami obsahující vysoký podíl sacharidů. I přes tyto menší nedostatky můžeme zvýšit svoji odolnost například proti některým typům rakoviny, zánětům, kardiovaskulárním chorobám a některým dalším nemocem (Steffens, 1997; Dungal a Řehák, 2011; Lund, 2013; Sampels a kol., 2014).

2. Literární rešerše

2.1. Kapr obecný – charakteristika druhu

Kapr obecný je hlavní sladkovodní druh chovaný zejména v evropských zemích. Nicméně i celosvětově je velmi dobře známým druhem, ale i přes to není jeho charakteristika díky domestikaci zcela jednoznačná. Je potřeba rozlišit jeho původní divokou formu zvanou sazan od forem domestikovaných. Pro formu sazan je typické protáhlé šupinami pokryté robustní tělo válcovitého tvaru s nízkým hřbetem, poměrně krátkou hlavou s tupými ústy směřujícími dolů. To zaručuje lepší pohyblivost v rychleji tekoucích vodách a příjem potravy ze dna, což je pro sazana typické (Hanel a Lusk, 2005; Flajšhans a kol., 2008).

Naopak domestikované formy a linie disponují zejména vysokohřbetostí a různými typy ošupení. Díky chovu ve stojatých vodách je přizpůsobeno i tělo, které je místo válcovitého tvaru ze stran zploštělé a na hřbetní a břišní partii vyklenuté. Tělo obou forem je pokryto cykloidními šupinami. Podle typu ošupení dělíme kapra na 4 formy. Mezi nejznámější a nejhojnější patří zejména díky oblibě u českých zákazníků a vysoké odolnosti ryby šupinatá forma (Obr. 1) vyznačující se šupinovým pokryvem po celém těle mimo hlavu a ploutve (Pospíšil, 2003; Hanel a Lusk, 2005; Flajšhans a kol., 2008).



Obr. 1: Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) šupinatá forma (foto autor)

Velmi hojným je také kapr lysý oceňovaný pro lehčí zpracovatelnost. Na těle má lysá místa o různé velikosti, šupiny jsou obvykle u základny ploutví, za hlavou na trupu,

na ocasním násadci a na hřbetní linii těla. Podobný lysci je kapr řádkový, který se liší tím, že v místě postranní čáry má jednu až dvě souvislé řady šupin. Posledním typem je kapr hladký, u kterého se vyskytuje pouze pár šupin u bázi ploutví. Typ ošupení je samozřejmě kódován geneticky. Genetický vliv ovlivňuje nejen ošupení, ale také růstové schopnosti kapra a s tím spojenou užitkovost nebo třeba odolnost. Z těchto a několika dalších důvodů je chován zejména kapr šupinatý a lysý (Pospíšil, 2003; Hanel a Lusk, 2005; Flajšhans a kol., 2008).

Dalším možným rozdělením kapra jsou již zmíněné linie. Jen v České republice máme 11 genetických zdrojů a 2 novošlechtěná plemena. Mezi genetické zdroje se řadí Žďárský šupináč (Žď-Š), Žďárský lysec (Žď-L), Třeboňský šupináč (TŠ), Jihočeský kapr šupinatý (C73), Mariánskolázeňský kapr šupinatý (ML), Milevský lysec (MV), Jihočeský lysec (BV), Telčský lysec (TE), Pohořelický lysec (PoL) a Syntetická linie C434 a C435. Mezi novošlechtěná plemena patří Severský lysec (M72) a Amurský lysec (AL) (Flajšhans a kol., 2008).

Ačkoliv se mezi sebou zmiňované linie liší tvarem těla, typem ošupení, odolností a několika dalšími znaky a vlastnostmi, přesto mají všechny mnoho znaků společných. Mezi ty typické patří dva páry vousků a velká vysunovatelná ústa uzpůsobená k získávání potravy ze dna. Ploutve má kromě ocasní vždy minimálně s jedním tvrdým paprskem, který je navíc u hřbetní a řitní ploutve pilovitě zakončen. Hřbetní ploutev má pouze jednu a tukovou ploutvičku nemá vůbec. Důležitým morfologickým znakem kaprů jsou také požerákové zuby, které jsou trojřadé. Vzorec vypadá následovně 1.1.3.-3.1.1.. Jiné zuby u kapra nenajdeme. Typické jsou pro kapra také mezisvalové kůstky vidličnatého tvaru podobné písmenu „Y“. Co se týče zbarvení, můžeme opět najít mírné odlišnosti mezi plemeny. Jisté je však to, že zbarvení je od tmavě zelené barvy přes odstíny žluté až naopak hnědé či černé barvy. Výjimku tvoří akorát barevná forma koi disponující mnoha barevnými variacemi. Tato forma se však v českém produkčním rybářství téměř nevyskytuje, jelikož není určena ke konzumu, ale pro okrasné účely. Ve volné přírodě se též s takovouto rybou standardně nesetkáme (Hanel a Lusk, 2005; Štěch, 2007; Dvořák a kol., 2014).

Ohledně velikosti a stáří se různé zdroje liší. Mezi věrohodná data se dá považovat velikost do 120 cm a 40 kg. Věk ryby se obvykle u trofejních kusů pohybuje mezi 15 – 20 lety, ale nejvyšší doložená data mírně přesahují 40 let. K pohlavní zralosti

dochází u samců (mlíčáků) standardně ve třetím a u samic (jikernaček) ve čtvrtém roce života. Pohlavní dimorfismus není u tohoto druhu příliš zřetelný a vyskytuje se jasněji pouze v období před výtěrem. K samotnému výtěru v našich podmínkách dochází jednou ročně v období května až června, kdy teplota vody dosahuje v rozmezí od 18 – 20 °C. Jelikož se jedná o fytofilní druh, vytírá se na ponořené části rostlin. Jeho jikry jsou žlutozelené a lepivé a plodnost tvoří okolo 200 000 jiker na kilogram jikernačky a 3 – 4 ml mlíčí na kilogram mlíčáka. Ačkoliv ve zdejších podmínkách nemá kapr problém se sám reprodukovat, je vzhledem k vysoké poptávce nejčastěji praktikován umělý výtěr. Ten je následován odchovem raných stádií v kontrolovaných podmínkách líhně až do doby tzv. rozplavání plůdku. Rozplavaný plůdek je následně vysazován do chovných rybníků zvaných plůdkový výtažník. Recirkulační systémy se pro odchov nepoužívají, jelikož u tohoto druhu nejsou rentabilní. (Pospíšil, 2003; Hanel a Lusk, 2005; Hartman a Regenda, 2014).

2.2. Produkce kapra

Podle FAO (2019) je celosvětově produkce produktů z akvakultury stále na vzestupu. Poslední informace za rok 2017 udávají, že pouze sladkovodních ryb bylo vyprodukováno přes 45,5 milionů tun. Z toho kapr obecný tvoří přibližně 4,1 milionů tun. Největším producentem je stále Čína, které připadá okolo 80 % z celkové produkce kapra. Nelze opomíjet také Indonésii, Vietnam, Bangladéš, Brazílii, Rusko a některé evropské státy, kde mezi ty nejproduktivnější patří Polsko a samozřejmě Česká republika.

Nejen ve světě, ale i v České republice je trend zatím stále rostoucí. Celková produkce v roce 2017 dosahovala přes 21,5 tisíc tun. Z toho kapr tvoří téměř 18,5 tisíc tun. Jedná se tedy o majoritně chovaný druh tvořící pravidelně přes 85 % celkové produkce (MZe, 2018).

Ačkoliv je produkce stále rostoucí, zájem o kapra u nás je spíše na ústupu. S touto situací se zatím čeští producenti vypořádávají zvyšujícím exportem. Zatímco v roce 2014 tvořil export kapra v živém stavu pouhých 7,5 tisíce tun, do konce roku 2017 se postupným nárůstem dostal značně přes 10 tisíc tun, což vzhledem k celkovému vývozu ryb pohybuje se mírně přes 11 tisíc tun je naprostá většina. Bohužel vývozní cena se prakticky nemění. Za výše zmiňované období se její hodnota pohybovala nahoru i dolů o pouhé desítky haléřů za kilogram, což při zvyšování českých mezd a rychle narůstající

inflaci staví producenty opět do nepříznivé situace (Ženíšková a Chalupa, 2016; MZe, 2018).

Naštěstí zájem o českého kapra je stále relativně veliký, jelikož je známá jeho kvalita, které je dosahováno správným způsobem chovu založené na přirozené rybníční potravě (zooplanktonu a bentosu). Tato strava dodává rybám vysoký obsah živočišných proteinů. Na počátku sezony je ale nutné pro tento způsob rybníky řádně připravit, tedy aplikovat živiny pro rozvoj zmíněného zooplanktonu. Aby nedošlo k úplnému vyčerpání přirozené potravy a mohlo se zajistit její samostatné obnovování, volí se příkrmování obilovinami, čímž je doplňována energetická složka potřebné krmné dávky ryb. Příkrmováním je dosahováno zhruba třetinové produkce, takže výsledný tržní kapr určený pro konzum si udržuje vysokou kvalitu. Pro dosažení ještě lepších senzorických vlastností se standardně kapři nechávají po dobu několika dní vyláčet na průtočných sádkách, čímž dojde ke značnému zredukování případných pachů ovlivňujících chuť rybí svaloviny (Hartman a Regenda, 2014; MZe, 2018).

2.3. Konzumace ryb

Podle statistik FAO (2018) je od roku 1961 průměrný roční nárůst konzumace ryb dvakrát tak vysoký než nárůst světové populace. Dokonce spotřeba ryb překonala spotřebu veškerých suchozemských zvířat dohromady, tedy kromě drůbeže. V přepočtu na obyvatele vzrostla konzumace ryb z 9 kg (rok 1961) na současnou hodnotu převyšující 20 kg. Nárůst spotřeby byl způsoben nejen zvýšenou výrobou, ale také kombinací mnoha dalších faktorů. Mezi nimi je zahrnuto i snížení plýtvání, lepší využití a zpracování, zlepšení distribučních kanálů a rostoucí poptávka spojené s růstem populace, rostoucími příjmy a urbanizací.

V rámci Evropské unie je spotřeba na osobu 11 kg, což je o 9 kg méně než světový průměr. Pořád se však jedná o relativně vysokou hodnotu ve srovnání s Českou republikou, kde se konzumuje pouhých 5,5 kg, jak již bylo zmíněno v úvodu. Podle informací od výživových odborníků je pro udržení dobrého zdravotního stavu optimální spotřeba kolem 17 kg na osobu za rok (FAO, 2018; MZe, 2018).

Ačkoliv je kapr v České republice hlavní konzumovanou sladkovodní rybou, tak se vzhledem k roční konzumaci 1,3 kg sladkovodních ryb na osobu nejedná o příliš velké množství. Navíc je jeho prodej zejména sezonní, jelikož je spjat s obdobím Vánoc

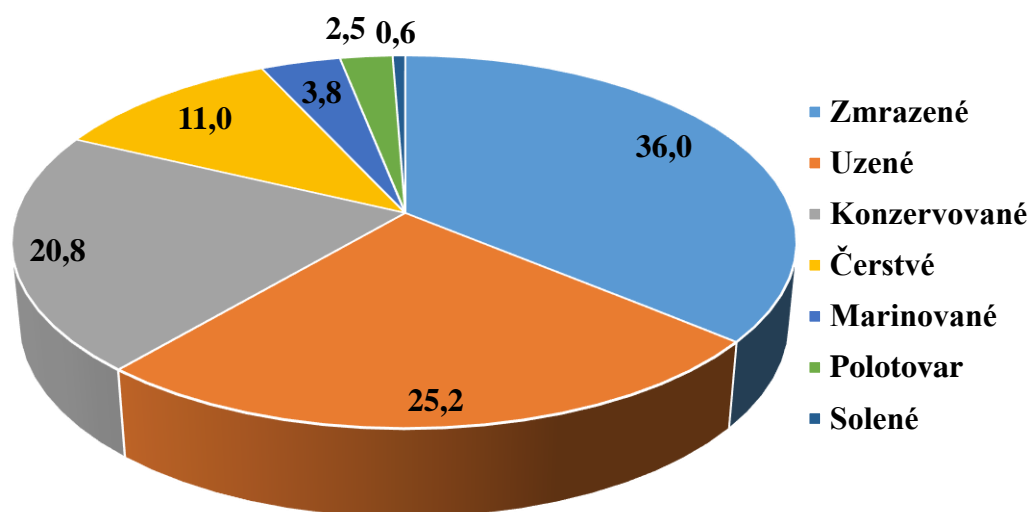
a částečně Velikonoc. Po zbytek roku se neprodá téměř nic, je. Nepříznivým trendem je v současnosti mírně se snižující zájem o kapra ovlivněný vyšší dostupností atraktivnějších ryb, jako je například losos. Dalším faktorem je pozvolný ústup od dodržování starých tradic, kdy se čím dál více u štedrovečerní večeře objevují například chutnější druhy ryb nebo je klasický kapří řízek nahrazován řízkem kuřecím. Mělo by se tedy upřít mnohem více pozornosti na marketing a zvážit možnosti produkce nejen syrového masa, ale i různých rybích výrobků (Adámková a kol., 2011; Sampels a kol., 2014; MZe, 2018).

2.4. Zpracování ryb

2.4.1. Požadavky na zpracování

U každého produktu určeného na trh by se mělo dbát na co nejvyšší výslednou kvalitu. Jinak tomu není samozřejmě ani u zpracování ryb. Mimo kvalitu je nutností zajištění zdravotní nezávadnosti výrobku. Spotřebitelé také stále více požadují, aby domácí příprava nebyla časově náročná, díky čemuž dochází k nárůstu průmyslového zpracování rybích produktů a produktů akvakultury na výrobky. Pro snížení plýtvání je vhodné se zaměřit na co nejefektivnější využití rybí suroviny a zredukovat tak odpad na minimum (Vácha, 2013; Kavka, 2017).

Během celého procesu je důležité cílit na co nejvyšší zredukování bakteriálních a autolytických procesů, které nastávají okamžitě po usmrcení ryby. Nemělo by se také opomíjet vnímání a přání spotřebitele, tedy nabízet ryby v atraktivním stavu. Záleží tedy v jaké formě a kvalitě zpracování je daný produkt k dispozici. Ukazuje se, že roste zájem o produkty, jejichž příprava ke konzumaci není časově náročná. V jaké formě mají čeští konzumenti rybí produkty nejraději, je shrnuto podle Kavky (2017) v následujícím grafu č. 1. V případě prodeje čerstvé ryby je dobré ji nabízet ve formě úhledně zpracovaných filet nebo alespoň kvalitně vykuchaného trupu bez hlavy. Spotřebitelé se obvykle soustředí i na barvu, kterou spojují s čerstvostí, vysokou kvalitou a lepší chutí. Dbát se musí též na krátkou trvanlivost čerstvých ryb. K tomu je potřeba přizpůsobit rychlost uvedení produktu na trh a správnost skladování (Vácha, 2013; Hong a kol., 2014).



Graf č.1: Procentuální zastoupení výrobků z ryb podle typu zpracování (Kavka, 2017)

2.4.2. Opatření před zpracováním

Velký vliv na kvalitu rybí svaloviny má nejen zpracování, ale i některé procesy, které tomu předcházejí. Již samotný odchov ryb má určitý vliv na celý výsledek, jelikož zde jsou ryby ovlivňovány zacházením, krmivem, místem chovu a stresovými a dalšími faktory. Významný vliv má poté odlov ryb. Zejména u odlovu mořských ryb, kde vzhledem k použití vysokokapacitních sítí dochází k jejich mechanickému poškození. Díky jejich příliš vysokému množství na ně působí destruktivní tlak. U odlovu sladkovodních ryb k tomu naštěstí v takové míře většinou nedochází. Zejména pak typické výlovy kapra jsou mnohem šetrnější. I přes to však dochází ke stresu často spojeným s kyslíkovým deficitem a občasným poraněním způsobeným sítěmi nebo pracovním náčiním a nevhodnou manipulací (Carrera a kol., 2013; Vácha, 2013).

Pokud ryby není nutné ihned po výlovu zpracovat, následuje sádkování, což je závěrečná etapa odchovu. Sádkování by mělo probíhat ve vodě o vyšší kvalitě odpovídající druhu ryby. Právě kvalitní voda s dostatkem kyslíku a vhodná koncentrace ryb v nádrži zaručí nižší stres, ale hlavně vyprázdnění trávicího traktu. Ryby v tomto období nejsou samozřejmě krmeny. Toto fyziologické hladovění zajišťuje zlepšení nutričních a chuťových vlastností. Nevýhodou je však značný úbytek hmotnosti takto přechovávaných ryb. Rychlost tohoto úbytku je ovlivňován zejména teplotou. Například v letních měsících dosahují ztráty během prvního týdne až 15 %. Naopak během celého

října dochází ke ztrátám okolo 2,5 %, což je sice značně nižší, ale při vysoké produkci se jedná o vysoká čísla (Vejsada, 2008; Hartman a Regenda, 2014).

2.4.3. *Usmrcení ryb*

Usmrcení ryb je nezbytnou součástí celého zpracovatelského procesu. Pro zachování humánního přístupu a kvality produktu je potřeba postupovat předepsanými způsoby. Je striktně zakázáno manipulovat s rybou tak, aby docházelo k vyvolávání zbytečné bolesti a utrpení. Dokud není ryba prokazatelně usmrcena, nesmí se pokračovat v dalším procesu zpracování. Samotné usmrcení probíhá několika možnými způsoby. U velkých zpracovatelských firem se běžně používá elektrický proud o napětí 220 V. Délka aplikace závisí na druhu ryby. Další možností je využití oxidu uhličitého (CO₂). Zde je však riziko rychle se snižujícího pH a s tím tedy zvýšená pravděpodobnost popálení kůže vlivem kyselosti. Menší zpracovny nebo v případě stánkových prodejí se volí usmrcení omrácením tupým předmětem do temene hlavy s následným vykrvením. Vykrvení se provádí buď proříznutím žaber, nebo případně cév a míchy, v místech těsně za hlavou (Vácha a Buchtová, 2005; Vácha, 2013).

2.4.4. *Odstranění šupin*

Časově náročné a relativně namáhavé je ruční odstranění šupin. Možnou metodou je podřezávání šupin nebo použití ruční odšupinovačky. Ve velkých zpracovnách se využívá strojní bubnová odšupinovačka fungující na principu silně proudící vody usměřované pomocí trysek. Nicméně tato metoda není dokonalá, takže je nutné ruční dočistění. Navíc zejména u menších ryb může dojít k polámání žeber. Rychlost takovéto odšupinovačky závisí na druhu ryby. U kapra obecného se dosáhne odstranění 95 % šupin za zhruba 3 – 5 minut. Nejúčinnější metodou je celkové odstranění kůže, kdy dojde s jistotou k odstranění všech šupin. Ať se ale jedná o jakýkoliv způsob odstranění šupin, výsledná kvalita má vliv na následnou využitelnost (Merten, 2002; Sampels a kol., 2014).

2.4.5. *Odstranění vnitřností*

Odstranění vnitřností je z hlediska hygieny asi ten nejrizikovější proces celého zpracování. Před tímto úkonem je nutné rozříznout břišní dutinu. Někdy je možné nejprve odříznout hlavu pro lepší přístup do útroh. Vyjmutí orgánů musí být provedeno opatrně, aby se zabránilo poškození trávicího traktu a žlučového váčku a nedošlo ke kontaminování svaloviny. Nakonec je třeba břišní dutinu co nejlépe vymýt.

Ze získaných vnitřností je možné využít gonády a hepatopankreas (Vácha, 2013; Sampels a kol., 2014).

2.4.6. Porcování

Porcování se obvykle zahajuje odříznutím hlavy kulatým řezem, který kopíruje skřele nebo rovným řezem prováděným u kapra šikmo k ose těla. Zároveň se tak odřízne i pletenec prsních ploutví. Následuje zpracování trupu, který se naporcuje buď na půlky se žebry (řez prováděn podél páteře), podkovy (získané příčnými řezy) nebo filety (získané podélným řezem po žebrech). Pro snazší konzumaci je možné prořezat svalové kůstky vyskytující se ve hřbetní oblasti. Zbylé části jako jsou kosterní zbytky, báze ploutví a hlavy je možné dále využít například pro vývar (Sampels a kol., 2014).

2.5. Charakteristika rybí svaloviny

Rybí svalovina je podle Baruše a Olivy (1995) takzvanou aktivní složkou celého pohybového aparátu. U ryb dělíme svalovinu na tři typy: svalovina příčně pruhovaná srdeční, hladká a příčně pruhovaná kosterní. Právě poslední zmiňovaný typ je nejdůležitější z ekonomického hlediska, jelikož se jedná o nejkonzumovanější část ryby. Nejen že je rybí maso potravinou k zasyčení, ale zároveň obsahuje látky přispívající k lepšímu zdravotnímu stavu. Zejména díky vysokému obsahu omega-3 polynenasycených mastných kyselin (PUFA) se snižuje riziko vzniku různých typů rakoviny, zánětlivých, srdečních a kardiovaskulárních onemocnění. Navíc existuje několik mikronutrientů, které jsou obecně ve vyšším zastoupení u vodních živočichů než u suchozemských savců nebo rostlin. U ryb s vysokým obsahem tuku je hojný například vitamin D. V rybách najdeme i další v tučích rozpustné vitaminy A a E nebo ve vodě rozpustný B12. Významnou složku tvoří minerály jako je selen, zinek, hořčík, vápník nebo jód. Pozitivní vliv na zdraví mají také aminokyseliny a peptidy (Lund, 2013; Mohanty a kol., 2019).

2.5.1. Chemické složení rybí svaloviny

Stejně tak jako u většiny živočichů jsou základní složky rybí svaloviny tvořeny především vodou, bílkovinami a tuky. V menších koncentracích se zde vyskytují také sacharidy, minerály a vitamíny. U různých druhů ryb se tyto látky vyskytují v odlišném poměru. Kromě druhu má na procentuálním zastoupení vliv i výživa, pohlaví, stádium pohlavního cyklu, věk, roční období a prostředí, ve kterém se ryba vyskytuje (Ingr, 2010).

2.5.1.1. Voda

Stejně tak jako u většiny ostatních živočichů jsou i ryby tvořeny zejména vodou. Ve svalovině se obvykle vyskytuje okolo 80 % vody, ale v závislosti na druhu může vzniknout rozmezí od 30 do 90 %. Podle zkoumání Mohanty a kol. (2019) je kapr obecný tvořen vodou okolo 77 %. U čerstvě zabitých ryb je voda vázaná na proteiny. Ty fixují vodu tak pevně, že ani při zvýšeném tlaku není vyvázána. Tato vlastnost se ale s postupujícím časem vytrácí. Zejména pak mražení nebo dlouhodobé chlazení tuto schopnost výrazně zhoršuje. Tím dochází ke snižování kvality výsledného produktu (FAO, 2001).

2.5.1.2. Proteiny

Druhé nejvyšší zastoupení v těle ryb tvoří proteiny. Ty zaujímají obvykle 15 až 20 %. U kapra obecného je to okolo 18 % (FAO, 2001; Mohanty a kol., 2019). Všechny proteiny, včetně těch z ryb, jsou řetězce chemických jednotek spojených dohromady tvořící jednu dlouhou molekulu. Tyto jednotky se nazývají aminokyseliny a v každém řetězci jich je přibližně 20. Některé z těchto aminokyselin jsou takzvaně esenciální. Ty si tělo nedokáže samo vytvořit. Je tedy nezbytné je přijímat v lidské stravě. Právě v rybích proteinech se ve vysokých koncentracích vyskytují esenciální aminokyseliny zvané lysin a methionin. Pro udržení dobrého zdravotního stavu je potřeba doplňovat nejen chybějící aminokyseliny, ale také dbát na jejich správný poměr. Rybí proteiny poskytují dobrou kombinaci aminokyselin, která je velmi vhodná pro výživové potřeby člověka a je srovnatelná s těmi, které poskytuje maso, mléko a vejce (FAO, 2001).

2.5.1.3. Lipidy

Lipidy na rozdíl od suchozemských obratlovců tvoří základní složku energie (Helfman a kol., 1997). Zároveň se jedná o velmi proměnlivou hodnotu, co se celkového obsahu týče. Rozdílné hodnoty jsou pozorovány jak mezidruhově tak v rámci jednoho druhu v závislosti na období nebo třeba příjmu potravy. Například u sledě může při nižším příjmu potravy klesnout jejich zastoupení na 0,5 %, zatímco s vysokým příjmem potravy narůstají až na 20 %. Obdobné je to i u dalších tučných ryb jako jsou makrely, sardinky nebo šproty. U kaprů je kolísání poněkud stabilnější, ale obsah lipidů se může též lišit v závislosti na období, výskytu a typu potravy. Průměrné hodnoty se pohybují okolo 3 až 8 % (FAO, 2001; Mohanty a kol., 2019).

I distribuce v rámci těla ryby je poměrně pestrá. Například u lososa atlantského je až dvakrát více tuku v okolí hlavy než ve svalovině ocasu, u tresky se tuk vyskytuje pod 1 % a je uložen zejména v játrech (FAO, 2001).

Kromě toho, že jsou lipidy užitečné pro ryby, mají také velký význam pro jejich konzumenty. Obsahují totiž polynenasycené mastné kyseliny. Mezi nejznámější patří kyselina dokosaheptaenová (DHA) a eikosapentaenová (EPA), které jsou zdrojem omega-3 mastných kyselin. Při správném poměru (1:1 až 1:4) omega-3 a omega-6 mastných kyselin mají tyto látky velmi pozitivní vliv na lidské zdraví. Zejména pozitivně působí jako prevence proti kardiovaskulárním chorobám nebo zánětům (Calder, 2001; Vácha, 2013).

Ačkoliv jsou tyto zdraví prospěšné látky uloženy právě v lipidech, neznamená to, že při konzumaci tučnějších ryb dostaneme do těla i vyšší množství omega-3 a omega-6 mastných kyselin. U mořských ryb je vyšší obsah tuku žádoucí, jelikož s jeho zvyšujícím se objemem roste zpravidla i množství omega-3 a omega-6. Toto pravidlo ale nemusí splňovat ryby sladkovodní, jelikož zde je to závislé na typu přijímané potravy. Je prokázáno, že přirozená potrava mořských ryb je bohatší na DHA a EPA více než je tomu u ryb sladkovodních. Nicméně i sladkovodní řasy a mnoho zástupců zooplanktonu a bentosu jsou bohaté na EPA, kyselinu alfa-linolenovou (ALA) a kyselinu linolovou (LA). Proto u kaprů z volných vod ve srovnání s příkrmovanými kapry chovaných pro trh nalezneme více LA, EPA a DHA. Lepší je i poměr omega-3 a omega-6 mastných kyselin. Problém nastává v tom, že tržní kapr díky vysoké obsádce vyčerpá přirozenou potravu a je tedy následně krměn nebo alespoň příkrmován obilovinami. Tím pádem dochází k sníženému příjmu esenciálních mastných kyselin. Omega-3 PUFA jsou následně ukládány do polárních lipidů, zejména fosfolipidů přítomných v každé buňce. Tím se snižuje jejich ukládání do zásobního tuku (triacylglycerolu). Takovýto kapr se paradoxně stává z hlediska obsahu omega-3 PUFA téměř nehodnotný, jelikož se stoupajícím obsahem tuku klesá obsah omega-3 PUFA. Nejhodnotnější se tedy pak stává bílá svalovina, která má sice malý obsah tuku, ale s vysokým zastoupením omega-3 vysoce nenasycených mastných kyselin (HUFA) a velmi dobrým poměrem omega-3 a omega-6 (Hanson a kol., 1985; Mráz a Picková, 2009; Mohanty a kol., 2019).

2.5.2 Senzorické vlastnosti rybí svaloviny

Senzorické vlastnosti rybího masa a produktů jsou veškeré vlastnosti vnímatelné lidskými smysly. Tyto vlastnosti jsou odlišné v závislosti na mnoha faktorech. Rozdíly najdeme mezi různými druhy ryb, ale i v rámci jednoho druhu. Je to způsobeno prostředím, ve kterém ryby žijí, složením potravy (zejména zda se jedná o přirozenou potravu či krmiva), dále pak stářím ryb, pohlavím, hustotou obsádky, kvalitou vody, stresovými faktory, zacházením před a během zpracování (Buňka a kol., 2010). Mezi obvykle stanovované senzorické vlastnosti ryb patří chuť, vůně, vzhled, barva a textura. Speciálně u ryb se přikládá pozornost i na množství kostí, jelikož právě jejich přítomnost je častým důvodem, proč se zákazník přiklání k jinému produktu (Buňka a kol., 2010; Ingr, 2010).

Kavka (2015) popisuje důležité senzorické vlastnosti určující kvalitu ryb. Živé ryby by neměly mít mechanické poškození či plavat na boku nebo břichem vzhůru. U čerstvě zabitých ryb je známkou kvality lesklá a napnutá kůže s pevně fixovanými šupinami a bez zabarveného slizu. Oči jsou průhledné bez zakalení, žábry mají jasně červenou barvu a svalovina je tuhá. Jednoduchým způsobem pro ověření ideální tuhosti je vytvoření důlku, který by se po mírném zatlačení prstem na svalovinu měl rychle vytratit.

Důležitým parametrem je samozřejmě i chuť. Ta je, jak uvádí Ingr (2010), velmi příjemná. K jejímu zvýraznění dochází zejména při tepelném zpracování. Špatný vliv na chuť mohou mít některé druhy sinic vytvářející „bahnitou“ chuť. Důležité je také správné sádkování (Merten, 2002; Vejsada, 2008).

2.6. Postmortální procesy

Je známo, že ryby díky neutrálnímu pH, vysokému obsahu vody, dusíku a bílkovin podléhají rychlému kažení (Sivertsvik a kol., 2002). Jak uvádí Ghaly a kol. (2010), nejradikálnější vliv na kažení mají následující 3 procesy: autolytické změny, mikrobiální působení a oxidativní působení. První rozkladné procesy začínají ihned po usmrcení ryby, ale existuje mnoho známých faktorů, které ovlivňují parametry čerstvosti, takže při správném postupu je možné kažení zpomalit (Gates, 2011; Pearce a kol. 2011).

S postupným kažením rybí suroviny dochází k úbytku nebo i totální degradaci významných látek jako jsou esenciální mastné kyseliny nebo vitaminy. S postupem času dochází i ke zhoršování organoleptických vlastností. To je zapříčiněno rozkladem

bílkovin, díky čemuž dochází k produkci aldehydů, ketonů, biogenních aminů, alkoholů, sulfidů a organických kyselin. Na negativní chuti, barvě, textuře a zápachu se podílejí také bakterie (Halver a Hardy, 2002; Vácha a Buchtová, 2005; Ingr, 2010; Vácha, 2013).

2.6.1. Autolytické procesy

Autolýza je jev popisující samovolný rozklad. Nastává v okamžiku smrti, jelikož díky zastavení krevního oběhu dochází k přerušení zásobování tkání kyslíkem a odvodu metabolitů. Právě díky nedostatku kyslíku nastává rychlé vyčerpání energetických zásob ve formě adenosintrifosfátu (ATP), což vyústí společně s enzymatickým rozkladem ve fázi *rigor mortis*. Enzymy, které působí i po smrti ryby, rozkládají bílkoviny, lipidy a uhlohydráty. Vzhledem k tomu, že se na tomto biochemickém procesu účastní právě enzymy, je důležité co nejrychleji po usmrcení ryby odstranit vnitřnosti, jelikož právě trávicí enzymy se mohou rychle dostat přes stěnu vnitřních orgánů a narušit cennou svalovinu. Ačkoliv se jedná o proces rozkladný, neprojevuje se na negativní změně zápachu či pachuti. Má ale negativní vliv na texturu a vysušování. Efektivního zpomalení tohoto procesu se dá docílit zejména snížením teploty. Dalším samovolným procesem, který by měl zpomalit kažení, je automatické snížení pH, ke kterému dochází díky nárůstu kyseliny mléčné na úkor glykogenu. Nižší pH omezuje rozvoj mikroorganismů, zejména bakterií, nicméně u ryb tímto procesem dojde k jeho snížení pouze nepatrně (Halver a Hardy, 2002; Vácha, 2013; Sampels a kol., 2014).

2.6.2. Mikrobiální procesy

Mikrobiální procesy ovlivňují kvalitu masa nejvíce. Rybí maso je na tento typ rozkladu obzvlášť citlivé, a proto za přispění špatného způsobu zpracování a skladování dochází k tomu, že je téměř jedna třetina produkce znehodnocena natolik, že není vhodná pro lidskou konzumaci. Důvodů, proč je tento proces tak destruktivní, je hned několik (Sivertsvik a kol., 2002; Ghaly a kol., 2010).

Ačkoliv se dá rybí svalovina považovat za sterilní, pro jiné části jako je trávicí trakt, žábry a kůže (respektive sliz silně vylučovaný po úmrtí ryby) je to naopak, tudíž při špatném zpracovatelském postupu svalovinu kontaminují. Napomáhá tomu také široké spektrum bakterií díky velkému teplotnímu rozmezí, ve kterém se ryba vyskytuje. Negativním vlivem je také vysoké pH. Sice v průběhu rozkladu dochází k procesům, kdy dojde k jeho snížení, ale jak již bylo zmíněno, nemá příliš velký vliv, jelikož je nepatrné.

Neopomíjeným faktorem je také vysoký obsah vody vyskytující se v rybí svalovině (Halver a Hardy, 2002; Vácha, 2013).

Pro lepší pochopení mikrobiálního rozkladu a možností jeho zpomalení je dobré znát původ bakterií. Ten můžeme rozdělit na dvě kategorie. První z nich jsou bakterie autochtonní, které se vyskytují přímo v rybách. Ty však většinou velké škody nezpůsobují, pokud nemá ryba nějaké mechanické poškození. Větším problémem je druhá kategorie bakterií alochtonních pocházejících z různých zdrojů často antropogenního (lidského) původu. Zde obvykle vznikají největší škody a dochází i k zdraví ohrožujícímu riziku (Feldhusen, 2000; Ghaly a kol., 2010).

2.6.3. Oxidační procesy

V průběhu zpracování a skladování dochází k oxidaci lipidů, které ryby díky vysokému obsahu PUFA a HUFA snadno podléhají. Tento proces zapříčiňuje negativní vliv na organoleptické vlastnosti, zejména nažluklá chuť. Ve větším rozsahu dochází ke vzniku toxických látek, které vytvářejí zdravotní riziko. To má vliv na obchod s rybími produkty, jelikož dochází ke snižování nutričních hodnot nebo znehodnocení výrobku úplně (Medina a kol., 2009; Ghaly a kol., 2010; Kopřiva a kol., 2014).

Svalovinu ryb dělíme na světlou a tmavou. Z těchto dvou typů oxidace probíhá efektivněji u rybí svaloviny tmavé, jelikož obsahuje více tuku. Vzhledem k jejímu obvyklému výskytu těsně pod kůží, se dá při zpracovatelském procesu snadno odstranit, nicméně tak dochází ke snížení výtěžnosti. Druhou možností je využití antioxidantů, které zachytí volné radikály a uvedou je do neaktivních forem (Kopřiva a kol., 2014; Sampels a kol., 2014).

2.7. Trvanlivost rybí svaloviny a možnost jejího prodloužení

Čerstvost potravin patří k hlavním ukazatelům kvality potravin. Zejména to platí u produktů z akvakultury (Alasalvar a kol., 2011). Podle dostupných informací od Grau a kol. (2011) víme, že rybí maso ve srovnání s hovězím či vepřovým podléhá rychlejšímu kažení. Velíšek (2002) a FAO (2016) uvádí, že od okamžiku smrti dochází působením atmosférického kyslíku a dalších chemických a biologických procesů k znehodnocování rybí suroviny. Zejména pak velký podíl (HUFA) a omega-3 PUFA vyskytující se v rybím mase významně ovlivňuje zmíněnou degradaci (Medina a kol., 2009).

Vzhledem k těmto informacím je dobré se pokusit o nalezení možností, jak skladovatelnost prodloužit. Mezi již známé metody patří například vhodné skladování při nízké teplotě, tepelná kuchyňská úprava, aplikace antioxidantů a mnoho dalších (FAO, 2016). Zejména právě antioxidanty jsou v poslední době diskutované téma. Využívané jsou jak v syntetické tak i v přírodní formě. A právě ty přírodní se vlivem poptávky zákazníků stávají čím dál častěji využívané. Navíc je u mnoha z nich znám pozitivní vliv na lidské zdraví. V současnosti mezi běžně užívané patří různé druhy koření, extrakty z rostlin a esenciální oleje (Burt, 2004; Bakkali a kol., 2008).

Spolu s antioxidanty získalo u spotřebitelů potravinářského průmyslu pozornost také využití antimikrobiálních sloučenin. Je to dáno především dvěma hlavními faktory. Zaprvé, zneužívání a nesprávné zacházení s antibiotiky vedlo k dramatickému nárůstu skupiny mikroorganismů včetně potravinářských patogenů, které jsou nejen rezistentní na antibiotika, ale také jsou schopny přežít různé způsoby zpracování a konzervace potravin (Gyawali a Ibrahim, 2014). Dále tu je rostoucí zájem spotřebitelů o zabránění potenciálního negativního působení syntetických konzervačních látek na zdraví. Naopak je sympatizováno s přínosy přírodních doplňkových látek. To přimělo potravinářský průmysl hledat alternativní konzervanty, které mohou zvýšit bezpečnost a kvalitu potravin. Postupně jsou tedy zkoumány sloučeniny odvozené z přírodních zdrojů. Ty mají potenciál být používány pro bezpečnost potravin vzhledem k jejich antimikrobiálním vlastnostem proti široké škále potravinářských patogenů. Přírodní složky s antibakteriální aktivitou je možné získat z různých zdrojů včetně rostlin, zvířat, bakterií, řas a hub (Hiemer a kol., 2007; Carcho a Ferreira, 2013; Gyawali a Ibrahim, 2014).

Vědci se stále zabývají problematikou týkající se prodlužování skladovatelnosti spojenou přímo s konkrétním produktem, ale málokdo se zaměřuje na špatnou informovanost zákazníků týkající doby, do kdy je produkt konzumovatelný. Dochází tak mnohdy ke zbytečnému plýtvání. Aby se tomu zabránilo, je potřeba objasnit, co znamenají následující pojmy: datum použitelnosti a datum minimální trvanlivosti. Nějaký z těchto pojmů se vždy musí vyskytovat na obalu prodávajícího produktu. Datum použitelnosti (na obalu uváděn jako „Spotřebujte do ...“) se užívá u potravin podléhajících rychlé zkáze. Po překročení stanovené lhůty může být potravina zdraví nebezpečná. Datum minimální trvanlivosti (na obalu uváděn jako „Minimální trvanlivost do ...“) má ale význam jiný. Takto označené potraviny nemusí být po překročení stanoveného data

nevhodné pro konzumaci. Může dojít například pouze k poklesu kvality produktu. Nicméně bohužel mnoho takových je konzumenty díky nevědomosti vyhazováno (SZPI, 2015).

2.8. Antioxidanty

Role antioxidantů ve výživě je oblastí rostoucího zájmu. O jejich přínosu je prováděno mnoho studií. Antioxidanty lze rozdělit do dvou základních skupin jako syntetické a přírodní. Kromě toho mohou být klasifikovány jako endogenní a exogenní podle svých zdrojů nebo jako enzymatické nebo neenzymatické podle svých účinků nebo podle své rozpustnosti ve vodě či v tucích (Gulcin, 2012).

Obecně se dá říct, že antioxidanty jsou využívány k prodloužení trvanlivosti a udržení nutriční kvality potravin obsahující lipidy, jelikož zabraňují žluknutí. Ačkoliv studie často popisují antioxidanty jako inhibitory peroxidové reakce, je nutno zmínit, že volné radikály nepoškozují jen lipidy, ale také proteiny, DNA a malé molekuly. Antioxidant má schopnost zabraňovat oxidaci i těchto látek. Za stručnou definici antioxidantu můžeme považovat to, že se jedná o látku zabraňující nebo zpozdující oxidaci různých typů substrátu (Halliwell, 1995; Carocho a Ferreira, 2013).

Antioxidanty jsou též zajímavé z hlediska zdravotního stavu člověka, jelikož se zjistilo, že prokazatelně brání lidské tělo před působením reaktivních forem kyslíku (ROS = reactive oxygen species). Slouží teda jako prevence proti ateroskleróze, rakovině, cukrovce, artritidě, zánětlivým a dalším onemocněním (Halliwell, 1995; Kaur a Kapoor, 2001).

2.8.1. Formy a výskyt přírodních antioxidantů

Pro lidské zdraví je prospěšných mnoho přírodních antioxidantů vyskytujících se v různých formách. Nacházejí se v mikroorganismech, v některých živočišných tkáních a zejména v nesčetném množství rostlin v různých jejich částech od kořenů až po plody. Intenzita jejich působení se liší v závislosti na druhu rostlin, jejich části, metodách extrakce nebo zpracování a podmínkách jejich růstu (pěstování). Zejména plodiny červené, oranžové a fialové mají vysokou antioxidační aktivitu. Pomeranče, citrony, borůvky, brusinky, maliny, jahody, švestky, blumy, třešně, červené fazole, červená řepa a další. Mezi silně působící zelené rostliny se řadí špenát, brokolice nebo třeba řasy. U všech se prokázalo, že obsahují vysoké množství antioxidantů, a proto byly začleněny

do mnoha potravin (Passwater, 2002; Burt, 2004; Bakkali a kol., 2008; Shebis a kol., 2013).

Kromě výše zmíněných plodin se podařil prokázat silný antioxidační účinek i u hub. Houby byly dlouho oceňovány pro jejich chuť a strukturu. Nyní jsou uznávány jako výživná potrava a také jako důležitý zdroj biologicky aktivních léčivých látek. Houby akumulují celou řadu sekundárních metabolitů, včetně fenolových sloučenin, polyketidů, terpenů a steroidů. Prokázalo se, že silnější antioxidační účinek se projevuje zejména u více koncentrovaných roztoků. Účinnost se ještě zvyšuje při vyšším obsahu fenolů (Breene, 1990; Cheung a kol., 2003).

S rostoucí poptávkou o přírodní antioxidanty roste i pole působnosti výzkumu s cílem objevit, kde je možné tyto cenné látky získat. Jednou z možností jsou i řasy. Velké pozornosti se v posledních letech dostává řase *Haematococcus pluvialis*, ze které se dá získat velmi silný „super-antioxidant“ astaxanthin. Astaxanthin je karotenoid, který je široce používaný v akvakultuře lososů a koryšů, aby poskytoval charakteristicky růžovo-oranžové zbarvení typické právě pro tyto druhy. Na světovém trhu dominuje syntetický astaxanthin, ale současný zájem o jeho přírodní formu se zvyšuje. Ta má navíc ještě silnější antioxidační účinky. Nyní je zřejmé, že astaxanthin může významně snížit volné radikály a oxidativní stres a pomoci lidskému tělu udržovat výborný zdravotní stav díky posílení imunity a prevenci proti kardiovaskulárním chorobám (Higuera-Ciapara a kol. 2006; Shah a kol., 2016).

Mezi složky přírodních antioxidantů se řadí také vitaminy (tokoferol, kyselina askorbová, flavonoidy, axeroftol), karotenoidy (alfa-, beta- a gama-karoten, lykopen, lutein, kapsantin, kryptoxantin, zeaxantin) a některé minerály (selen, zinek,...) (Passwater, 2002; Burt, 2004; Škeříková a kol., 2004; Bakkali a kol., 2008; Shebis a kol., 2013).

Vitaminy E a C jsou z hlediska antioxidantů nejdůležitějšími vitamíny. Vitamin C neboli kyselina askorbová působí v lidském těle mnoho biologických aktivit. Více než 85 % vitamínu C v lidské stravě je poskytováno z ovoce a zeleniny. Je schopen odstranit superoxidové a hydroxylové radikály. Je důležitý pro biosyntézu kolagenu, karnitinu a neurotransmitterů (Podsedeck, 2007). Silných antioxidačních účinků dosahují například borůvky. 100 g borůvek obsahuje 25,2 mg kyseliny askorbové, 16,5 mg lykopenu

a 12,57 mg kvercetinu. V citrusových plodech, zejména pak u pomeranče nalezme ve 100 g 168 mg rutinu a 58,51 mg kyseliny askorbové (Hiemer a kol., 2007).

Vitamin E je vitamin rozpustný v tucích, který chrání lipidy před peroxidačním poškozením. Je považován za jeden z neúčinnějších antioxidantů. Antioxidační vlastnost je spojena s hydroxylovou skupinou v aromatickém kruhu, která dává vodíku schopnost neutralizovat volné radikály nebo ROS (Peh a kol., 2016).

Flavonoidy (též nazývané jako vitamin P) jsou velkou skupinou polyfenolických látek. Mají důležitou roli v různých biologických procesech (Agati a kol., 2012). Flavonoidy jsou důležité antioxidanty, zejména z důvodu jejich vysokého redoxního potenciálu. To jim umožňuje působit jako redukční činidlo. Mají také potenciál vázat těžké kovy a odvádět je tak z těla. Při pravidelné konzumaci jsou flavonoidy spojovány se snížením výskytu nemocí, jako je rakovina a srdeční onemocnění (Ignat a kol., 2011).

Karotenoidy jsou žluté, oranžové a červené pigmenty vyskytující se v mnoha druzích ovoce a zeleniny a jsou neenzymatickými přírodními antioxidanty (Podsdek, 2007). Antioxidační účinky karotenoidů jsou založeny na schopnosti potlačit singletový kyslík (reaktivní forma kyslíku způsobující poškození buněčných struktur) a zachytit peroxylové radikály. Je například známo, že lykopen, který je jedním z nich, je velmi významný zejména proti rakovině prostaty. Lykopen je možné získat například z rajčat. (Pham-Huy a kol., 2008).

Mimo antioxidační účinky se u některých výtažků z rostlin vyskytují i účinky antimikrobiální. Mezi tyto plodiny řadíme rozmarýn (*Rosmarinus officinalis*), hřebíček (*Syzygium aromaticum*), oregano (*Origanum glandulosum*), šalvěj (*Salvia officinalis*), tymián (*Thymus vulgaris*) a různé citrusové plody. Vzhledem k účinku a dobré dostupnosti patří tato aditiva k těm v potravinářství nejpoužívanějším a nejprozkoumanějším (Corbo a kol., 2008; Alén-Ruiz a kol., 2009).

2.8.2. Aplikace a rizika využití přírodních antioxidantů

Výhodou antioxidantů je, že pro jejich fungování postačí malé množství a obvykle i jen krátkodobá aplikace. Způsob a doba aplikace a množství aplikované látky musí být však vhodně zvolena. U ryb je aplikace možná ještě v živém stavu prostřednictvím upravených krmiv. Druhou možností je použití zvolených látek přímo během zpracování.

U masných výrobků se jejich aplikace rozlišuje podle rozpustnosti ve vodě či v tucích (Tanabe a kol., 2002; Ucak a kol., 2011).

Přes mnohé výhody antioxidantů je nutné neopomenout, že pro zákazníka jsou prioritou senzorické vlastnosti produktu. Právě chuť, pach, vůně, textura a barva jsou faktory, podle kterých se zákazník rozhoduje. Při výběru antioxidantů je tedy nutné dbát na vlivy na finální produkt. Například tymiánový extrakt má sice pozitivní protibakteriální účinky, ale negativně ovlivňuje chuť, barvu a aroma masa pstruha duhového (Burt, 2004; Škeříková a kol., 2004; Bakkali a kol., 2008; Pezeshk a kol., 2015).

2.8.3. Česnek kuchyňský a jeho účinky

V česneku kuchyňském se vyskytuje mnoho významných látek s prospěšnými vlastnostmi. Obsahuje velké množství organosírových sloučenin. Mezi ty nejdůležitější patří alliin, allicin, diallyldisulfid, diallylsulfid, propiin, metiin a některé další. Z nich právě allicin patří k těm nejznámějším díky velmi silnému antimikrobiálnímu působení. Tyto zmíněné látky způsobují typický zápach česneku a zároveň posilují účinnost vitamínů B1, B3, B5, C, E, které česnek obsahuje. Dále česnek obsahuje enzymy (myrozináza, deoxyribonukleáza, peroxidáza, ...), aminokyseliny (cystein, dezoxyaliin, methionin, ...), fenolové kyseliny a flavonoidy. Právě díky fenolovým kyselinám a flavonoidům má česnek tak dobré antioxidační vlastnosti. Dále se u česneku potvrdil antifungální účinek, protirakovinné působení či posilování imunity (Chandrashekar a kol., 2011; Fratianni a kol., 2016).

2.8.4. Cibule kuchyňská a její účinky

Cibule kuchyňská patří stejně tak jako česnek do čeledi amarylkovitých, rodu česnek. Tudíž není divu, že má v mnoha směrech podobné působení a složení (například allicin) (Chandrashekar a kol., 2011). Cibule je bohatá na dvě chemické skupiny, které mají velice pozitivní vliv pro lidské zdraví. Jsou to flavonoidy a alk(en)yl cystein sulfoxidy (ACSO). V cibuli se nacházejí dvě podskupiny flavonoidů, antokyany, které některým odrudám propůjčují červené nebo fialové zbarvení a flavanolům, jako je kvercetin a jeho deriváty odpovědné za žluté a hnědé zbarvení mnoha jiných odrud. ACSO jsou aromatické sloučeniny, které po štěpení enzymem alliinázou vytvářejí charakteristický zápach a chuť cibule (Griffiths a kol., 2002). Z hlediska vitamínů najdeme v cibuli B1 a B2, v menším množství pak C, který je spíše v nati. Pro cibuli je také typické, že při

mechanickém poškození, například při kuchyňském zpracování, vytváří dráždivý plyn syn-propanthial-S-oxid, který způsobuje slzení očí. Kromě tohoto negativního vlivu, jsou známá spíše pozitiva. Bylo popsáno, že sloučeniny z cibule mají řadu zdravotních výhod. Působí například proti rakovině, trombóze, astmatu či jako antibiotikum (Proteggente a kol., 2002).

U cibule má mnoho významných látek i slupka. Zatímco allicin se vyskytuje převážně v dužnaté části, tak naopak ve slupce najdeme velmi silný antioxidačně působící flavonoid zvaný quercetin. Má protizánětlivé, antibakteriální a antivirové účinky, dále snižuje cholesterol a působí proti depresi. Antibioticky působící látkou ve slupkách jsou fytoncidy. Dalšími látkami jsou fruktany a vláknina podporující správnou funkci střev (Gennaro a kol., 2002).

2.8.5. Brusinka a její účinky

Brusinky patří mezi silné antioxidanty. Jsou významným zdrojem fenolů a flavonoidů a jejich příbuzných látek jako jsou antokyany a jejich glykosidy antokyanidiny, flavonoidové glykosidy, proantokyanidiny a fenolové kyseliny. Hlavními kyselinami jsou kyselina sinapová, kofeová, 2,4-dihydroxybenzoová, vanilinová a p-kumarová. Z flavonoidů má největší zastoupení kvercetin, epikatechin a myricetin. Nejhojněji obsažené antokyany jsou v amerických brusinkách 3-O-galaktosidy a 3-O-arabinosidy kyanidinu a peonidinu, zatímco v evropských brusinkách je více 3-O-glukosidu kyanidinu a peonidinu. Z celkového množství proantokyanidinů tvoří 63 % polymerní proantokyanidiny. Mezi nejhojnější antokyanidiny v brusinkách patří kyanidin, pelargonidin a delphinidin. Dále se brusinky vyznačují vysokým obsahem polyfenolů. Navíc ve srovnání s běžně dostupným ovocem (jablka, broskve, banány, ananas, jahody,...) jich mají podstatně více. Nezanedbatelnou látkou v brusinkách jsou prokyanidiny, které jsou účinné proti ateroskleróze. Obecně se dá říci, že brusinky mají velký význam pro zdraví člověka. Mimo výše zmíněné látky obsahují také například vitamín C. Všechny látky se společně podílejí na boji proti mnoha nemocem nebo jejich předcházení. Velmi známý je například účinek proti infekčním onemocněním močového měchýře, paradontóze nebo obecně proti zánětům (Prior a kol., 2001; Kandil a kol., 2002; Zuo a kol., 2002; Yu a kol., 2005).

2.9. Parametry kvality rybího masa a užité vlastnosti

Na hodnocení kvality rybího masa se dá pohlížet z více hledisek. Z jedné strany se můžeme zaměřit na kvalitu z hlediska rozdílů mezi různými druhy ryb, tedy zejména podle nutričního složení a s tím spojený obsah významných látek jako například vitamin D nebo masné kyseliny. Z druhého hlediska pak řešíme kvalitu podle různých parametrů v rámci jednoho druhu. Hodnocených parametrů je několik a jsou vzájemně provázané. Důležité je si uvědomit, že kvalita se snižuje s narůstajícím časem a jedná se o nevratný proces. Některé negativní vlivy, jako jsou například postmortální procesy, nelze ovlivnit, nicméně je mnohdy možné je značně oddálit například snížením teploty. Významný faktor, který často může ovlivnit výslednou kvalitu je lidský faktor. Jedná se o nevhodné zacházení s rybou v živém i zpracovaném stavu, dobu zpracování a další. Zjednodušeně řečeno se jedná o veškeré procesy spojené s lidskou činností při manipulaci s rybou či výslednou surovinou (Ghaly a kol., 2010; Lucera a kol., 2012).

Vlivy na výslednou kvalitu ryby shrnul Caggiano (2000). Těmi faktory jsou: druh a pohlaví ryby, složení, frekvence a množství podávaného krmiva, teplota, salinita, chemická kontaminace, mikrobiální kontaminace, sádkování, manipulace před a během zpracování, způsob a doba skladování.

Tyto zmíněné faktory se následně podepisují na organoleptických (senzorických) vlastnostech, nutričním složení, možné době skladovatelnosti a hygienické kvalitě. Zejména změna organoleptických vlastností patří mezi ty, které jsou pozorovatelné mezi prvními. Nejprve dochází ke změně textury, kdy se z pružné svaloviny stává svalovina tuhá vlivem fáze *rigor mortis*. To po nějaké době v závislosti na druhu ryby a jejímu vystavení stresu odezní, ale původní pružnost se již nenavrací. Z hlediska chuti a vůně dochází ke změnám o něco později. Vliv na vůni má zejména přítomnost volatilních látek nebo způsob skladování. Dále se hodnotí celkový vzhled, kde se dbá na tvar, velikost, barvu, případně lesk (Bourne, 2002; Sampels a kol., 2014).

2.10. Senzorické analýzy

Senzorická analýza potravin je základní metodou pro ověřování kvality potravinářských výrobků či surovin. Jedná se o důležitou vědní disciplínu pro potravinářský průmysl, a to jak pro výrobce potravin, tak i pro hygienickou státní správu provádějící dozor a kontrolu potravin. Tento obor se zabývá celkovou jakostí potravin

hodnocenou pomocí chuťových, čichových, zrakových, hmatových a sluchových smyslů. Testy probíhají obvykle v laboratořích se speciálním vybavením zajišťujícím ideální podmínky pro přesné, objektivní a reprodukovatelné měření (Ingr a kol., 2001; Kinclová a kol., 2004).

2.10.1. Uplatnění senzorické analýzy

Senzorickou analýzu je možno uplatnit pro více účelů. Primárně se však volí pro kontrolu kvality potravinářských výrobků a surovin. Kvalita je hodnocena podle standardů stanovených technickými normami, legislativou, nebo případně dle nároků konzumenta. Dále se provádí testy skladovatelnosti, kde se zkoumá změna různých parametrů potraviny v závislosti na čase. Jedná se také o nedílnou součást vývoje nových výrobků nebo vylepšování těch stávajících. Mimo testování potravin je s touto disciplínou spojen také výzkum lidského vnímání podnětů, které vznikají právě při kontaktu s potravinami. Také je zaměřena pozornost na vedlejší faktory, které mají na lidské vnímání specifický vliv. Tím faktorem opět nemusí být potravina sama o sobě, ale například její lákavý obal, nasvícení a vhodné umístění na prodejním pultu nebo třeba vysoká cena evokující vyšší kvalitu. U pokrmů se může jednat o způsob servírování, chování obsluhy apod. U všech těchto faktorů se zkoumá, jak ovlivňují názory hodnotitelů nebo přímo zákazníků (Ingr a kol., 2001; Lawless a Heymann, 2010).

Spotřebitelé mají v dnešní době díky ekonomickému růstu a vysoké konkurenci obchodníků pestrou škálu produktů, ze kterých mohou vybírat. To určuje i směr vývoje tohoto oboru. Stále je významným faktorem chuť, proto se testují nové a mnohdy netradiční kombinace surovin, dále je stále zájem o exotické kuchyně, ale i o navrácení ke kvalitní domácí tuzemské výrobě. Také složení, nutriční hodnota a vliv na lidské zdraví je stále více sledovaným kritériem. Proto roste preference čerstvých surovin na úkor mražených, přírodní konzervanty na úkor syntetických, dále je sledován obsah tuku, cukru, soli, vitamínů, vlákniny, mastných kyselin a další (Ingr a kol., 2001; Kinclová a kol., 2004).

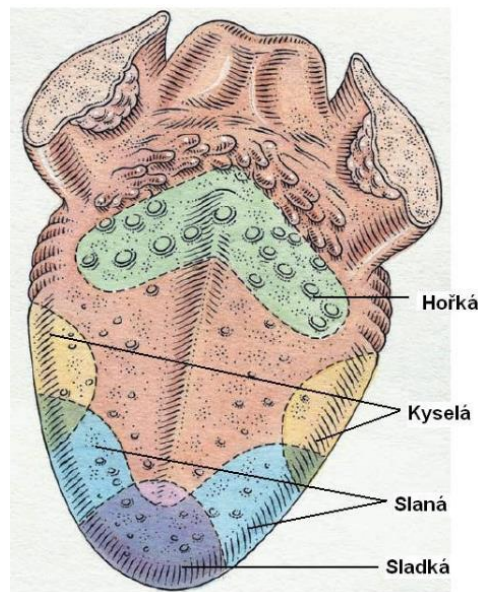
2.10.2. Smyslové vnímání

Jak název napovídá, senzorická analýza je založená na hodnocení lidskými smysly. Při hodnocení potravin se zapojí chuť, čich, zrak, hmat a v některých případech i sluch. Z toho tedy vyplývá, že se nehodnotí pouze chuť výrobku, ale i jeho pach, celkový vzhled, barva, textura, křehkost a další. Veškeré vjemy jsou zachyceny receptory a následně

zpracovány centrální nervovou soustavou člověka. Lidské vjemy a počítky jsou velmi komplikované, a proto zcela komplexní testování nelze provádět pomocí přístrojů. Hodnocení se tedy, až na výjimky, účastní lidé s patřičným proškolením (Buňka a kol., 2010; Lawless a Heymann, 2010).

2.10.2.1. Vnímání lidskými smysly

Z hlediska chuti rozlišujeme chuť sladkou detekovanou nejvíce na špičce jazyka, slanou na špičce a jeho stranách v přední části, kyselou na stranách v zadní části a hořkou na kořeni. Podrobnější popis poskytuje obrázek 2. Chuťové receptory nazývané chuťové pohárky se sice nachází především na jazyku, ale část jich také pokrývá sliznici měkkého patra, zadní stranu hrtanu a také hrtanovou příklopku. Chuťových pohárků má každý člověk okolo 2000. S věkem jejich počet klesá. Jejich funkce je založená na propojení smyslových buněk, které jsou jejich součástí, s nervovou soustavou. Vjem je jejím prostřednictvím doveden až do mozkové kůry, kde je vyhodnocen a určen, o jakou chuť se jedná. Rozpoznávání chuťových vjemů nemusí být vždy jednoznačné, jelikož při dlouhodobějším přijímání potraviny se stejnou chutí dochází u receptorů k adaptaci. Projevuje se to zejména u slané chuti, méně pak u sladké a hořké. S tím souvisí i vnímání, od jaké koncentrace je chuť příjemná či naopak. Kromě množství a koncentrace má vliv také teplota, kde se prokázalo, že při jejím vzrůstu stoupá citlivost k maximum, a pak pomalu klesá. Pro optimální vnímání hořké chuti je ideální teplota 10 °C, u sladké pak mezi 35 – 50 °C (Ježek a Saláková, 2012).



Obr. 2: Oblasti jazyka nejvíce detekující určité chutě (Bjorklund, 2010)

Čichem, konkrétně vdechnutím nosem, je rozlišována vůně (příjemné vjemy) nebo zápach (nepříjemné vjemy). Čichem je dále hodnoceno aroma, které je sice také vnímáno nosní dutinou, ale pouze za předpokladu, že podnět přichází z ústní dutiny. Receptory čichu se nacházejí ve sliznici stropu nosní dutiny, odkud přes glomeruly putují díky neuronům do mozku (Lawless a Heymann, 2010; Ježek a Saláková, 2012).

Pomocí zraku je potravina hodnocena dříve, než je pozřena. Na základě předchozích zkušeností nebo vyvozeného odhadu se zákazník rozhoduje, zda má potravinu zakoupit (Ingr a kol., 2001). Pro sensorickou analýzu je tedy také velmi důležitý. Zrakem je hodnoceno mnoho parametrů. Mimo vliv na emoce (žádoucí/nežádoucí), se jím dá odhalit například čerstvost, konzistence, velikost, tvar, barva a další. Zejména barevné spektrum je velmi široké díky schopnosti vyhodnocovat elektromagnetické záření při vlnové délce 380 – 780 nm a je prokázáno, že určité barvy ovlivňují preference u určitých produktů více než jiné (Lawless a Heymann, 2010; Ježek a Saláková, 2012).

I díky hmatu můžeme hodnotit různé parametry. Kůže obsahující mnoho receptorů umožňuje vnímat mechanické vlastnosti povrchu, teplotu, případně bolest. Z hlediska potravin nás zajímá například hrubost nebo hladkost, dále pak tvar, velikost, tvrdost, elasticita, křehkost a další. S křehkostí souvisí také hodnocení pomocí sluchového ústrojí, které ačkoliv patří mezi nejcitlivější lidské smysly, tak při sensorické analýze potravin není obvykle tolik využíváno jako ostatní. Sluch má význam pro detekování šelestů a hřmotů vznikajících při konzumaci. Při hodnocení konkrétních parametrů je pozornost zaměřována zejména na křupavost, která většinou určuje čerstvost nebo křehkost. Proto se nejvíce využívá při analýze křupek, extrudovaných výrobků, pečiva, ořechů a některého ovoce a zeleniny (Lawless a Heymann, 2010; Ježek a Saláková, 2012).

2.10.2.2. Instrumentální analýza

Lidské smysly se díky jejich komplikovanosti zdají být nenahraditelné. Nicméně existuje snaha o zavedení metod, kde by tomu tak nebylo. Na základě toho vznikla instrumentální analýza, která se snaží provádět pokusy na principu sensorické analýzy v oblastech, kde může být člověk plnohodnotně nebo aspoň z velké části nahraditelný. Instrumentální analýza totiž poskytuje několik výhod. Umožňuje provádět opakování, hodnocení je přesné a vždy podle stejných kritérií (nepůsobí vnější vlivy jako na člověka), navíc je testování jednoduché, automatizované a proveditelné v krátkém čase. I finanční náklady jsou poměrně nízké, zejména pak při testování velkého množství vzorků. I přes

tyto výhody existuje řada nevýhod. Hlavním problémem je neměřitelnost parametrů, kde nelze lidské vjemy a počítky nahradit strojem. Využitelná je tedy tato metoda pouze u měření chemických a fyzikálních vlastností, a to navíc pouze za předpokladu, že známe vztah mezi charakterem vjemu a intenzitou podnětu. V případě použití této metody musí být nejprve provedena senzorická analýza na základě níž je přístroj nakalibrován. V současné době jsou instrumentální analýzy využívány především pro měření barvy, některých texturních vlastností a aromatických látek (Pokorný, 1997; Kinclová a kol., 2004).

2.10.3. Kritéria hodnocení

Pro správné provedení a možnost plnohodnotné reprodukovatelnosti je nutno dodržovat přísná kritéria hodnocení. Senzorická analýza by měla probíhat v prostorách zajišťujících dostatečný klid pro hodnotitele. Kromě rušivých zvuků je potřeba zajistit i naprostou izolaci od pachových vjemů například z kuchyně. Samozřejmostí je i vynechání zdobení květinami, použití vonných přípravků a to i včetně hodnotitelů. Místnost by neměla mít ani žádné jiné zdobné prvky, naopak by měla působit zcela neutrálně. Dále musí být zajištěn dostatek čerstvého vzduchu a světla, optimální vlhkost a pokojová teplota (Pokorný, 1997; ČSN ISO, 2008). Tyto důležité parametry jsou shrnuty s přesnými hodnotami podle Lawless a Heymanna (2010) v tabulce 1.

Tab. 1: Kritéria pro senzorickou analýzu (Lawless a Heymann, 2010)

Kritérium v testovací místnosti	Hodnota
Teplota	20 – 22 °C
Vlhkost	50 – 55 %
Osvětlení	300 – 500 lux

Pro zabránění komunikace a utvoření soukromí je pro každého hodnotitele připravena kóje. Důležitým kritériem je také čas, kterého by měl mít každý hodnotitel dostatek. Nicméně pro možnost rychlejšího přechodu k dalšímu vzorku bez ovlivnění vzorkem předchozím jsou užívány tzv. chuťové neutralizátory. Obvykle se jedná o bílé pečivo a vodu, jejichž úkolem je mechanické odstranění zbytků předešlého vzorku z ústní dutiny (Pokorný, 1997; ČSN ISO, 2008). Lawless a Heymann (2010) ještě doplňují, že stoly, přístroje, talíře, sklenice a veškeré další předměty týkající se testování by měly být

z dobře omyvatelných materiálů, které zároveň neabsorbují ani neuvolňují pachy. Jako vhodné materiály doporučují nerezovou ocel, porcelán a sklo.

2.10.4. Postup během provádění hodnocení

Na základě toho, co se chystáme hodnotit, musíme zvolit vhodný způsob a metodu hodnocení. To je následováno vytvořením podmínek pro provedení analýzy při dodržení veškerých kritérií. Je potřeba připravit kóje a do nich záznamový arch, psací potřeby a neutralizátory chuti. Po usazení hodnotitelů následuje servírování vzorků. Zde je potřeba dbát na dostatečnou hygienu a správné skladování, jelikož jde o vzorky určené ke konzumaci. Důležité je také dodržení toho, aby každý hodnotitel dostal stejně vypadající vzorek, stejně a zároveň dostatečné množství o stejné a správné teplotě jako ostatní. Může být tedy vhodné zajistit přípravu vzorku jedním člověkem, aby nedocházelo k odlišnostem. Stejně musí být i nádoby a číselné označení vzorku. Číselné označení se skládá z trojčiferného až čtyřčiferného kódu složeného z náhodných nic nevyjadřujících kombinací cifer a slouží k anonymizování vzorku (Pokorný, 1997; Lawless a Heymann, 2010).

V závislosti na metodě hodnocení se volí i postup hodnocení jeho vlastností, který je stejný jako při běžné konzumaci pokrmů. Posuzování začíná zrakem se zaměřením na vzhled a barvu. Poté se zkoumají čichové vjemy následované hodnocením texturních vlastností. Teprve pak nastupuje na řadu chuť v kombinaci s vnímáním aroma pomocí čichu. Po polknutí se hodnotí pachut'. V případě, že se jedná o hodnocení pouze jednoho parametru nebo je zvolena nějaká tomuto neodpovídající metoda, postup je odlišný (Pokorný; 1997; Ingr a kol., 2001). V případě servírování kořeněných jídel by se mělo začínat od nejméně kořeněného po nejvíce kořeněný (Ježek a Saláková, 2012). Veškeré parametry jsou hodnotitelem průběžně zaznamenávány do archů. Mezi jednotlivými vzorky by měla vždy proběhnout 1 – 3 minutová pauza pro použití neutralizátorů a odpočinutí receptorů (Pokorný; 1997).

2.10.5. Metody hodnocení

Vácha (2013) rozděluje metody sensorického hodnocení do několika kategorií. První z nich jsou rozlišovací metody, které jsou dále dělené na párovou a trojúhelníkovou zkoušku. Lawless a Heymann (2010) rozlišovací metody dělí dále na duo-trio test, zkouška A-ne A, n-AFC metody, metody třídění a pár dalších. Nicméně se oba zdroje shodují, že běžně užívanými metodami jsou právě párová a trojúhelníková. Párová

metoda spočívá v tom, že hodnotitel dostane najednou 2 vzorky v náhodném pořadí a určuje, zda mezi nimi poznal rozdíl. Trojúhelníková metoda funguje na podobném principu akorát s tím rozdílem, že porovnávané jsou najednou 3 vzorky, z nichž 2 jsou vždy shodné a třetí odlišný.

Jako druhou kategorii zvolil Vácha (2013) pořadové metody. Tato metoda spočívá ve snaze uspořádat vzorky do správného pořadí na základě nějakého zvoleného parametru. Ježek a Saláková (2012) uvádí, že se jedná a poněkud obtížnější metodu, a proto se musí pro určité parametry volit maximální množství testovaných vzorků. Pro hodnocení chuti by se nemělo testovat více než 6 vzorků najednou, u textury 10 a u barvy 20 – 30.

Často užívanou metodou je také srovnání se standardem, kdy se hodnotí velikost rozdílu od známého vzorku zvaného standard. Pro hodnocení jakosti se využívá hodnocení pomocí stupnic. Zejména grafické stupnice jsou v poslední době v oblibě. Fungují na principu zanesení bodu na úsečku, kdy jedna strana úsečky označuje vždy vlastnost nejintenzivnější a druhá naopak. Například u hédonické stupnice počátek úsečky na levé straně určuje nejlepší výsledek a naopak na pravé nejhorší (Vácha, 2013).

2.11. Gastronomie v české akvakultuře

Sampels a kol. (2014) uvádí, že z hlediska konzumace sladkovodních ryb na tom není Česká republika příliš dobře. Zejména mladá generace upřednostňuje fastfoody, kde se ryby obvykle nenabízejí. Situace ale není o mnoho lepší ani v restauracích, jelikož kuchaři se zpracováním ryb nedosahují potřebných zkušeností nebo pro jejich zpracování nemají prostor. Do toho se přidává i nízká nabídka v okolí restaurace a sezonní produkce. Nicméně situace se mírně zlepšuje, jelikož ve větších městech už jsou čerstvé ryby obvykle k dostání. Navíc se zlepšuje i informovanost zákazníků, kde rybu či rybí výrobky zakoupit, jak s rybou naložit, jaké benefity přináší jejich konzumace, a že například mezisvalové kůstky se dají snadno eliminovat. Díky všemožným krokům se daří postupně zvyšovat poptávku zákazníků nejen přímo u prodejců ryb, ale i v restauračních zařízeních.

2.11.1. Rybí produkty

Na českém trhu je ze sladkovodních čerstvých syrových ryb dostupný zejména tradiční kapr, nicméně kvalita a chuť jeho masa není našimi konzumenty příliš doceňována. Sice se jedná o velmi prodávaný druh, který lze obvykle sehnat ve formě

trupu bez hlavy, filet nebo typických podkov, ale z hlediska chuti je u kaprovitých ryb docenován spíše amur bílý nebo lín obecný. Je to dáno i tím, že konzumenti mnohdy neumí kapra připravit jinak než jen osmažit v trojobalu. Mnohem oblíbenější jsou dravé ryby, jako je štika obecná nebo candát obecný. Ze sladkovodních lososovitých ryb pak jednoznačně vede pstruh duhový, který si svou oblibu získal nejen chutným masem, ale i snadnou a rychlou přípravou, a to jak vcelku (bez vnitřností) nebo ve formě filetu. Navíc lze i snadno odstranit kosti (Sampels a kol., 2014).

Ryby v syrovém stavu jsou základním produktem na trhu a existuje mnoho způsobů, jak s nimi naložit (vaření, smažení, opékání, grilování, pečení, dušení, uzení,...). Mimo tepelné zpracování je tu možnost takzvané studené kuchyně, která má na trhu také nezastupitelnou úlohu, a to nejen díky lahodné chuti studených rybích výrobků, ale i z hlediska ekonomického díky možnosti využití i částí ryb, které by mnohdy skončily jako odpad. Mezi produkty studené kuchyně patří například aspik, rybí rosoly, rolády, plněné celé ryby, marinované ryby, saláty, pomazánky, tatarák, paštiky, polokonzervy, rybí zavináče, solené ryby, ale hlavně také kaviár (Vácha, 2013; Sampels a kol., 2014).

2.11.2. Rybí paštiky

Rybí paštiky, jakožto hlavní téma této práce, jsou produktem vyráběným zejména z hodnotných zbytků ryb, které jsou rozemlety a dochuceny kořením a dalšími ingrediencemi. Ze surovin určených do odpadu nebo hůře prodejných částí, jako je například ocasní část, se tedy dá vytvořit velmi chutný produkt, který může sloužit například jako předkrm u slavnostních hostin. K vytvoření paštik se využívá jak syrové, tak vařené maso. Způsob jejich přípravy se ale mírně liší. Na paštiky ze syrového masa se obvykle využívají ocasní části ryb bez kůže a s prořezanými mezisvalovými kůstkami. Vše se semele na strojku, dochutí a tepelně upraví například v troubě. U paštik z uvařeného masa se obvykle využívají uvařené kosterní zbytky z filetače. Maso lze lehce obrát, následně se také semele a dochutí. Výsledný produkt už není potřeba tepelně upravit (Sampels a kol., 2014).

3. Materiál a metodika

Diplomová práce se zabývá vlivem přírodních aditiv na prodloužení skladovatelnosti chlazených paštik z kapra obecného. Díky působení vybraných aditiv na chuť, pachut', konzistenci a další smysly vnímatelné hodnoty, byl celý experiment provázán se senzorickou analýzou. Veškeré zkoumání probíhalo ve spolupráci Fakulty rybářství a ochrany vod (FROV) na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích (JU), Ústav akvakultury a ochrany vod (ÚAOV). Projekt byl zaměřen na zkoumání na trhu běžně dostupných přírodních látek využitelných jako antioxidanty. Záměrem bylo prodloužení skladovatelnosti rybího produktu a zároveň zachování jemu typicky náležící chuti, případně její vylepšení.

Celý pokus vycházel z vypracované rešerše zaměřené na přírodní látky s antioxidačními účinky, které se dají vhodně kombinovat s rybími produkty. Práce také volně navazuje na mnou vypracovanou bakalářskou práci. Jako předmět zkoumání byly zvoleny tyto suroviny: brusinka, česnek a cibule. Následně byl opatřen veškerý materiál a několik spolupracovníků pro provedení pokusu.

3.1. Testovaný produkt

Testovaným produktem byly kapří paštiky vlastní výroby. Ryby pro testování byly získány od firmy Blatenská ryba spol. s.r.o., Česká republika. Samotné zpracování a výroba paštik probíhala ve zpracovně FROV v budově v Husově ulici v Českých Budějovicích. Vzhledem k dobré dostupnosti a tradici bylo zvoleno maso z kapra obecného. Důvodem vedoucím k vytvoření právě paštik byla již ověřená vysoká poptávka po tomto produktu v Prodejně ryb a rybích výrobků FROV.

3.2. Výroba a složení kapřích paštik

Celý proces výroby paštik byl prováděn již dříve prověřeným způsobem. Maso z kapra obecného bylo strojně odděleno a skladováno do doby dalšího zpracování v mrazících zařízeních při teplotě - 20 °C. Na počátku výroby (den 0) bylo nutné připravený separát rozmrazit. Poté byly přidávány následující suroviny: 9 g kořenící směsi Sv. Hubert, 1 g pepře, 20 g soli a 230 ml smetany na vaření. Vše se promíchalo a zvažilo. Výsledný produkt dosahoval hmotnosti 1750 g.

Tímto způsobem byla vytvořena základní surovina, ze které byly vyrobeny 4 druhy paštik. Každá skupina byla tvořena zcela odděleně, aby nedošlo k vzájemné kontaminaci od ostatních. Jako kontrolní skupina označovaná *klasik* byla využita paštika bez přidání dalších přísad. Do druhého vzorku označovaného *brusinka* (Obr.2) byly přidány mleté sušené brusinky v poměru 6 g brusinek na 49 g kapří paštiky. Do třetího vzorku značený *česnek* byl přidán 1 g čerstvého třeného česneku na 54 g kapří paštiky. Čtvrtý vzorek zvaný *cibulový extrakt* (Obr.3) obsahoval 10% extrakt z cibulových slupek v poměru 5,5 ml extraktu na 49,5 g kapří paštiky.



Obr. 3: Kapří paštika s brusinkami (vlevo) a s cibulovým extraktem (vpravo) (foto autor)

Cibulový extrakt nám poskytla Zemědělská fakulta, Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Ústav potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů. Extrakt byl vytvořen ze slupek červené cibule. 50 g těchto slupek bylo vařeno ve 2 l kohoutkové vody po dobu 35 minut. Efektivně se tak využila surovina s antioxidačními vlastnostmi, která jinak běžně končí jako odpad.

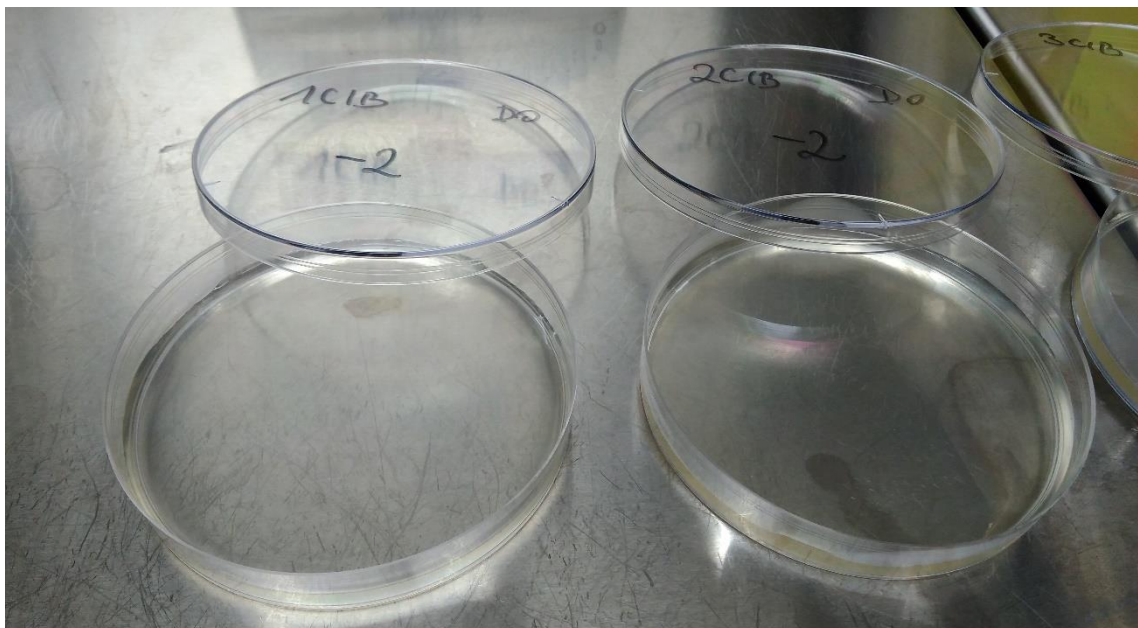
Poté, co se zmíněná aditiva řádně promíchala s celým obsahem kapří paštiky, byly paštiky hotové. Všechny druhy byly jednotlivě odvažovány v množství 55 g a dány do malých sklenic s víčkem. Každému druhu paštiky příslušelo 30 kusů sklenic. Každá sklenice byla na víčku nesmazatelně označena fixem. Popisek vyjadřoval pořadové číslo a druh paštiky. Pro jistotu bylo každé víčko označeno na 2 místech. Všechny sklenice byly poté důsledně zavřeny víčkem a zavařeny v peci při 100 °C po dobu 45 minut. Následovalo skladování v lednicích při teplotě $4,0 \pm 0,5$ °C do doby jejich testování.

3.3. Mikrobiologická analýza

Na mikrobiologickou analýzu bylo odebráno po 10 g paštiky ze všech 4 testovaných skupin, ze kterých bylo utvořeno po 5 vzorcích o stanoveném ředění. První analýza se uskutečnila již v den zpracování (0. den). Další analýzy proběhly po uplynutí 1, 2 a 6 měsíců.

Na počátku se tedy na analytických vahách navážilo 10 g paštiky. Toto množství bylo smíseno s 90 ml sterilní peptonové vody (0.1 % peptone water, Sigma-Aldrich, Praha, Česká republika) odměřené v odměrném válci. Tím jsme získali naředění 10^{-1} . Výsledná směs byla umístěna do speciálního silnostěnného umělohmotného sáčku s jemným filtrem. Pro zhomogenizování směsi byl sáček na 90 sekund vložen do homogenizátoru Stomacher Classic Panoramic IU500 (IUL Instruments, Španělsko). Díky 2 střídavě pohybujícím se ramenům jsme docílili podobného stavu, ke kterému dochází při mechanickém trávení v žaludku.

Následně se ze sáčku přímo z přefiltrované části pipetou odebral 1 ml roztoku, který se přidal do 9 ml peptonové vody připravené ve zkumavce. Tím se získalo druhé ředění. Pro každý vzorek byla vytvořena 3 opakování. Každá zkumavka byla krátce promíchána prostřednictvím vortexu a následně se opět pipetou odebralo po 1 ml inokula, které se ihned aplikovalo na Petriho misku a zalilo 20 ml předehřátého Plate Count Agar (PCA, Sigma-Aldrich, Prague, Czech Republic), jak je vidět na obrázku 4.



Obr. 4: Inokulum zalité agarem (paštika cibulový extrakt, druhé ředění, den 0) (foto autor)

Po několika minutách agar ztuhl a Petriho misky mohly být umístěny do inkubátoru, kde byly dnem vzhůru při teplotě 30 °C inkubovány po dobu 72 hodin. Všechny Petriho misky byly předem řádně nesmazatelným způsobem označeny podle druhu paštiky, úrovně ředění a termínu prováděného pokusu. Po uplynutí doby inkubace byl spočten celkový počet bakterií tvořících kolonie (TVC – Total Viable Counts). Hodnoty byly přečteny na logaritmus jednotek tvořících kolonie na gram ($\log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$).

3.4. Senzorická analýza

Senzorická analýza kapřích paštik probíhala v den zpracování a dále pak po 1, 2, 3 a 6 měsících. Senzorické vlastnosti byly posuzovány 10 proškolenými respondenty z řad zaměstnanců ÚAOV, FROV, JU. Aby nedocházelo ke zkreslení výsledků, bylo potřeba dodržet několik důležitých pravidel. V prostorách testu byl zajištěn čerstvý vzduch, stálé osvětlení a komfortní pokojová teplota. Každý hodnotitel byl informován, že před testem není dovoleno konzumovat kořeněná jídla, přijít příliš hladový, pít kávu, kouřit a používat parfémy.

Každý z hodnotitelů byl usazen do své vlastní kóje, kde byly již předem připraveny vzorky paštik a záznamové archy pro zanesení hodnocení. Pro neutralizaci mezi jednotlivými degustacemi sloužilo bílé pečivo a sklenice s vodou. Kompletní vzorek se skládal z 5 druhů paštik. 4 z nich tvořily námi testované kapří paštiky klasik, brusinka, česnek a cibulový extrakt. Pátou paštikou byla běžně v supermarketech dostupná vepřová paštika Matěj od firmy Hamé s.r.o. Ta sloužila pouze jako standard a nebyla použita k žádnému jinému testování. Vzorky byly podávány na talíři, jak je znázorněno níže na obrázku 5.



Obr. 5: Způsob servírování paštik pro sensorickou analýzu (foto autor)

Každý vzorek byl označen náhodným trojčiferným nebo čtyřčiferným číslem, a to vždy tak, aby dané číslo nic nesymbolizovalo a nemělo tak vliv na hodnocení. Zanesení výsledků mohl každý udělat podle svého uvážení. Nikdo nebyl nijak ovlivňován a ani limitován časem. Po prvním kole testování byla 30 minut pauza. Po ní se celý proces stejným způsobem opakoval ještě jednou, akorát čísla byla obměněna.

Během obou kol bylo hodnoceno 6 parametrů: vůně, chuť, pachů, konzistence, barva a celková přijatelnost. Ohodnocení těchto parametrů bylo provedeno umístěním bodu ve 100 mm hédonické stupnici (0 mm = nejlepší kvalita; 100 mm = nejhorší kvalita). Body na hédonické stupnici byly poté změřeny pravítkem, číselně vyjádřeny a statisticky vyhodnoceny.

3.5. Oxidační analýza

K provedení oxidační analýzy byla zvolena metoda zvaná Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS). Jedná se o metodu založenou na zkoumání zbarvení, ke kterému dojde díky reakci kyseliny thiobarbiturové (TBA) a malondialdehydu (MDA), který je významným produktem oxidace. Výsledkem je sloučenina obsahující škálu růžové barvy, která je následně spektrofotometricky vyhodnocena.

Testování oxidace lipidů započalo odebráním vzorků v den zahájení experimentu a dále po uplynutí 1, 2, 3 a 6 měsíců. Z každé kapří paštiky bylo odebráno 5 g vzorku, který se zamrazil a uskladnil při - 80 °C do doby, než se přistoupilo k samotné analýze.

Proces analýzy probíhal následovně. Zmražené vzorky se nechaly krátce při pokojové teplotě rozmrazit. Poté se z každého vzorku odebral 1 g. Pro získání přesných hodnot byly použity analytické váhy. K tomu bylo přidáno 0,2 ml butylovaného hydroxytoluenu (BHT) a 9,1 ml 10% kyseliny trichloroctové (TCA) v 0,2M H₃PO₄. Vše bylo ve dvou opakování. Vzniklá směs se zhomogenizovala mixováním 1 min v homogenizátoru Ultra-Turrax T18 basic (IKA, Německo), následně byla přefiltrována pomocí filtračního papíru do kádinek.

Během filtrace se připravily 2 sady řádně označených zkumavek dle každého vzorku. První sada označená „T“ (test) představovala testovanou skupinu. Do každé z nich bylo pomocí pipety aplikováno 1,5 ml 0,02M TBA. Do druhé sady označované „B“ (blank) byla ve stejném množství aplikována destilovaná voda. Do všech zkumavek bylo následně aplikováno 1,5 ml přefiltrovaného vzorku. Každá zkumavka se následně krátce

promíchala na vortexu a poté inkubovala při teplotě 85 °C po dobu 30 min. Po stanovené době byl každý vzorek pipetován po 200 µl o 3 opakováních na 96 jamkovou mikrotitrační destičku. Ta byla poté vložena do destičkového spektrofotometru PLATE Reader AF 2200 (Eppendorf AG, Hamburg, Německo), kde byla měřena absorbance při vlnové délce 550 nm. Použitím 1,1,3,3-tetraethoxypropanu (TEP) byla vytvořena standardní křivka. Výsledky se vyjádřily v µg MDA na g vzorku a všechny byly v rámci své experimentální skupiny zprůměrovány a statisticky vyhodnoceny.

3.6. Antioxidační aktivita

Metodou ukládání volných radikálů byla za použití volného radikálu 2,2-Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) určena u brusinek, česneku, a cibulového extraktu v kapřích paštikách antioxidační aktivita (AOA). Jako kontrola byla použita kapří paštika klasik. Pro tuto analýzu bylo v den zpracování odebráno 55 g od každé skupiny. Skladování těchto vzorků probíhalo za teploty - 80 °C. Tato část experimentu byla uskutečněna odborníky z pražské akreditované laboratoře Oddělení chemie, mikrobiologie a biochemie potravin sídlící ve Výzkumném ústavu potravinářském.

Při stanovování AOA byly vzorky nejprve rozmrazeny při pokojové teplotě a následně zhomogenizovány. Od každého typu paštiky bylo odebráno 0,5 g vzorku (krát 3 opakování). Každý vzorek byl smísen s 0,5 ml metanolu a poté 10 min extrahován a 15 min centrifugován při 7000 x G a za teploty 5 °C.

Podle Brand-Williams a kol. (1995) a Sánchez-Moreno a kol. (1998) byla s menšími úpravami provedena metoda DPPH. Nejprve byla vytvořena směs ze 4 ml roztoku methanol-DPPH s koncentrací 0,0275 mg.ml⁻¹ a 100 µL extrahovaného supernatantu. To bylo následně inkubováno při pokojové teplotě po dobu 2 h. Poté byla měřena absorbance proti metanolu při vlnové délce 515 nm. Pro vyhodnocení byl použit externí standard Trolox, podle něhož byly vyjádřeny i výsledky v mg jednotek Troloxu na g sušiny, která vyjadřovala stejnou AOA jako antioxidanty vyskytující se v 1 g testovaného vzorku.

3.7. Vyhodnocení výsledků

Veškerá data ze všech experimentů byla průběžně zaznamenávána a vhodným způsobem zpracovávána do finální podoby za pomoci softwarového programu Statistika CZ (Verze 12, StatSoft, Inc., 2013). Výsledky ze spektrofotometrické a mikrobiologické analýzy byly vyhodnoceny analýzou rozptylu (ANOVA)

následovanou Tukeyho nebo Fisherovým testem. Senzorická analýza byla vyhodnocena hierarchickým ANOVA testem a Fisherovým LSD testem. Za statisticky významné byly prohlášeny rozdíly výsledků v případě, že $p < 0,05$. Ze získaných dat bylo vytvořeno písemné vyhodnocení doplněno o názorné grafy zachycující veškeré výsledky.

4. Výsledky

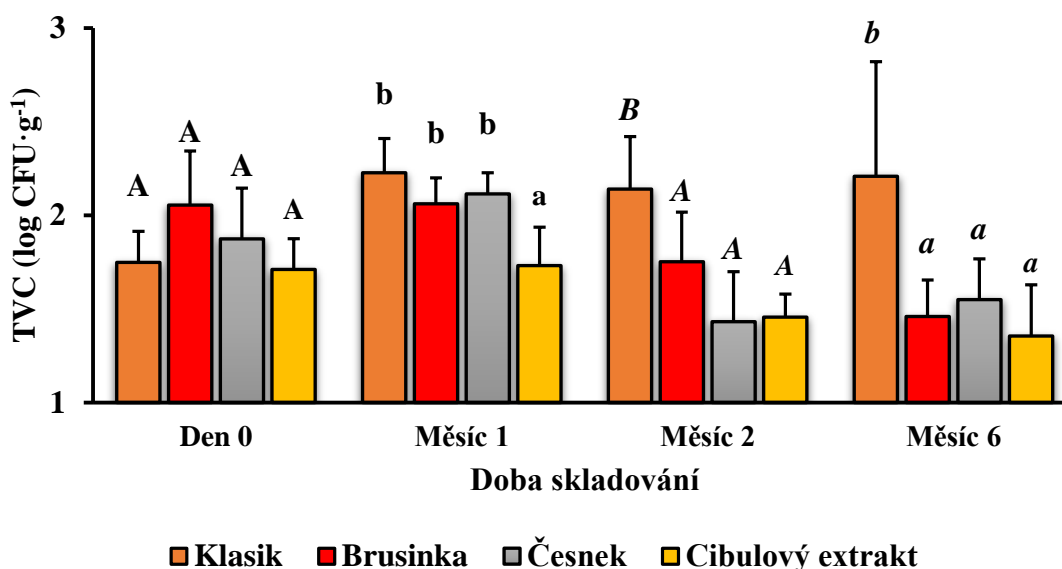
4.1. Mikrobiologická analýza

Vyjádření výsledků mikrobiologické analýzy je jako dekadický logaritmus kolonií tvořící jednotky ($\log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$). Data pro sledované měsíce (0.; 1.; 2. a 6.) jsou vyobrazeny v grafu č. 2. Z grafu je patrné, že s přibývajícím dnem je počet kolonií mikroorganismů u klasiku, tedy paštiky bez přidaného antioxidantu, mírně rostoucí oproti času zpracování. Nicméně po mírném počátečním nárůstu v dalších měsících spíše stagnuje. Naopak u vzorků s antioxidanty je trend od dosažení prvního měsíce klesající. Od druhého měsíce navíc došlo ke statisticky významnému rozdílu mezi klasikem a ostatními paštikami s antioxidanty.

V den zahájení pokusu (0. den) se obdržené hodnoty vyskytovaly v rozmezí $1,71 - 2,05 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Po prvním měsíci došlo k nárůstu počtu mikroorganismů, ale nejvyšší hodnoty nepřesahovaly $2,23 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ a u vzorku s cibulovým extraktem neproběhla změna téměř žádná, jelikož z hodnoty $1,71 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ došlo k nárůstu pouze na $1,73 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Pro klasik se po prvním měsíci rozvoj mikroorganismů téměř zastavil, a to na hodnotě $2,23 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Naopak u vzorků s antioxidanty docházelo jejich vlivem do 2. i do 6. měsíce k poklesu mikroorganismů. Zatímco po 2 měsících dosahoval nejnižších hodnot vzorek s česnekem ($1,43 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$), tak na konci experimentu to byl s hodnotou $1,36 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ vzorek s cibulovým extraktem, u kterého zároveň můžeme říct, že od prvního měsíce byly jeho hodnoty stále klesající. Nejvyšších hodnot stále dosahoval klasik, konkrétně ve druhém měsíci $2,14 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ a v šestém měsíci $2,21 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$.

Za celou dobu testování nedošlo k přiblížení, natož pak k překročení povolené hodnoty pro konzumaci sladkovodních ryb a produktů z nich, která je stanovena na $7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Nejvýše dosažené hodnoty byly naměřeny u klasiku, a to po prvním měsíci ve výši $2,23 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Vzhledem k těmto výsledkům se během celého pokusu mohla provádět i kompletní sensorická analýza. Navíc se ukázalo, že kombinací zavaření, přidáním antioxidantu a následném udržování při nízké teplotě lze dosáhnout velmi dlouhého skladování bez značného vlivu na kažení potraviny z hlediska rozvoje mikroorganismů.

Mikrobiologická analýza



Graf č. 2: Nárůst TVC ($\log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$) pro 4 skupiny vzorků (klasik, brusinka, česnek, cibulový extrakt) v závislosti na době skladování (den 0, dále po 1, 2, a 6 měsících). Data jsou vyjádřena jako průměr (sloupec) \pm standardní odchylka (chybové úsečky). Stejná písmena nad sloupci nejsou významně rozdílné výsledky (Fisher's LSD test, $p < 0,05$), $n = 5$ za skupinu.

4.2. Senzorická analýza

Navzdory veškerým testům patří k těm nejdůležitějším sensorická analýza, jelikož právě podle jejích parametrů se zákazník nejvíce rozhoduje, zda daný produkt koupí. Proto jí bylo věnováno hodně pozornosti a testovalo se 6 kritérií.

První hodnocení probíhalo hned v den zahájení experimentu (den 0), dále pak po uplynutí 1, 2, 3 a 6 měsíců. Nižší hodnoty představují vyšší kvalitu. Výsledky jsou zprůměrované a zároveň je u nich zobrazena standardní odchylka (úsečky) ($n = 5$). Sloupce jsou označeny písmeny. V případně odlišných písmen v rámci kategorie se jedná o statisticky významné hodnoty ($p < 0,05$). Celkový vývoj je k porovnání níže v grafech č. 3 – 7.

Výsledky z prvního testování (Graf. č. 3) jasně ukazují, že jako nejlepší se jeví česneková paštika, která kromě hodnocení barvy dosáhla vždy nejnižších hodnot. Zejména její vůně oslovila porotu nejvíce, díky čemuž jí byla přiřazena hodnota 15,80. Velmi dobře byla hodnocená také brusinková paštika, která nejspíše díky svému lehkému červenému zbarvení dostala nejlepší hodnocení barvy 21,45. Naopak klasik a cibulový

extrakt měly výsledky horší. U klasiku byly hodnoty v rozmezí 27,20 – 35,80, cibulový extrakt na tom byl ale znatelně hůře od 27,45 za svoje tmavé zbarvení až po 57,60 díky své řidší konzistenci. Z výsledků je také patrné, že příliš dobré hodnocení nemá ani na trhu běžně dostupná paštika, kterou jsme zvolili jako standard. Můžeme se tedy domnívat, že zájem o ní vyplývá z nízké ceny, za kterou je nabízena.

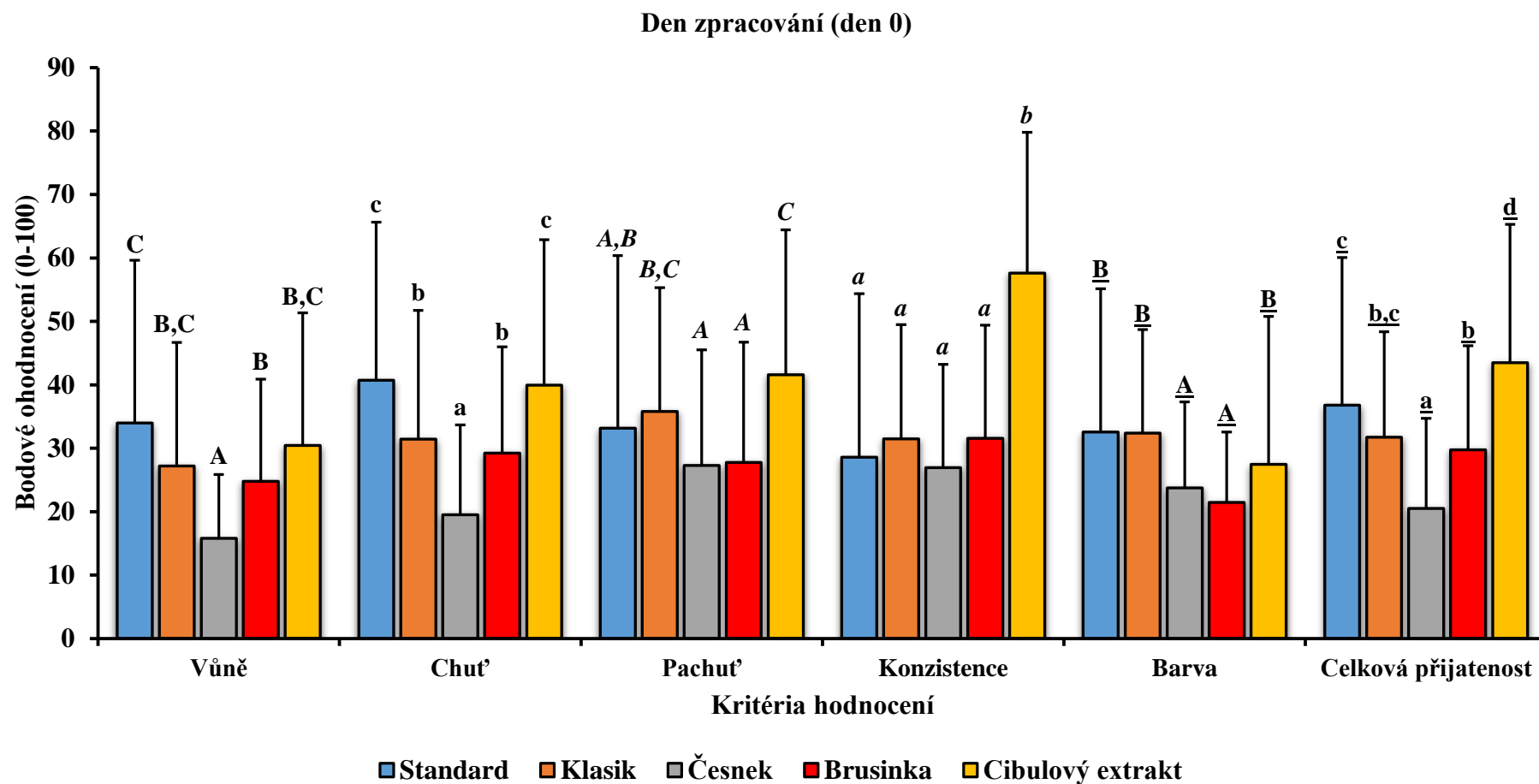
Po 1 měsíci skladování (Graf. č. 4) došlo k významné změně. Nejlépe se jevila brusinka, která téměř ve všech kategoriích dosáhla nejnižších hodnot a u žádné nepřekročila 19,40. Česnek si zachoval podobné výsledky jako při prvním hodnocení, ale klasik stejně tak jako brusinka měl hodnocení lepší a přiblížil se tak česneku. Cibulový extrakt si opět získal hodnotitele pouze svojí barvou a vůní, nicméně celková přijatelnost byla oproti ostatním téměř dvojnásobně horší (46,40).

I po 2 měsících skladování (Graf. č. 5) dostala nejlepší hodnocení brusinka následovaná česnekem a klasikem. Cibulový extrakt opět vykazoval špatné hodnoty v konzistenci a celkové přijatelnosti. Oproti předchozímu měsíci však nedošlo u žádného vzorku k výrazným změnám.

3 měsíce skladování (Graf. č. 6) se už projeví negativně na všech paštikách. Nejnižší hodnota byla u vůně česneku dosahující 26,90. U ostatních kritérií neklesla hodnota pod 32,90. Nejhůře opět dopadl cibulový extrakt s hodnotou 57,70 u konzistence. Navzdory tomu dosáhl nejlepšího hodnocení barvy. I standard byl mnohdy hodnocen podobně a u konzistence a celkové přijatelnosti dokonce lépe než všechny kapří paštiky.

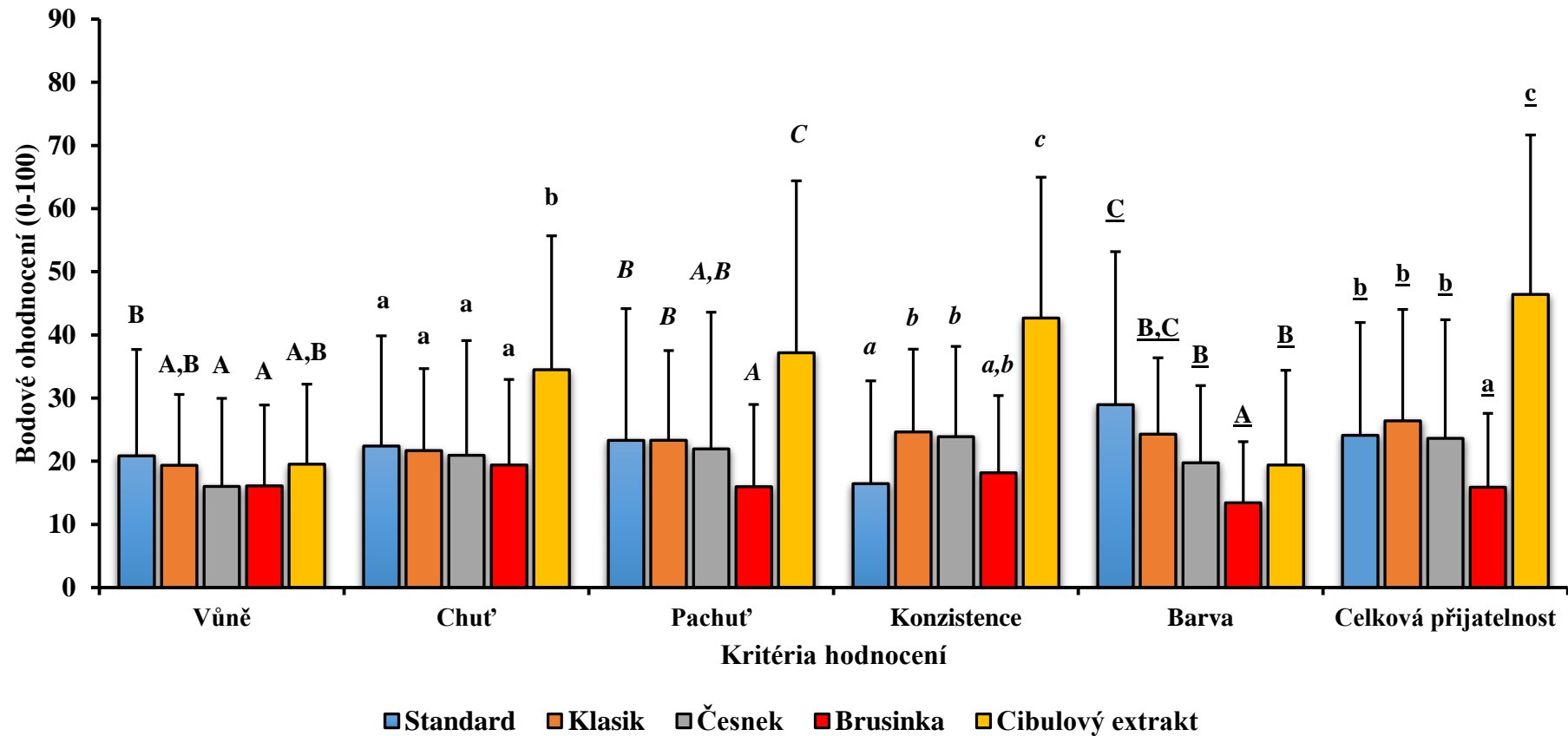
Po 6 měsících (Graf. č. 7) se situace ustálila ve stavu, kdy standard získal zcela nejhorší výsledky ve všech kategoriích. Nejspíše k tomu došlo díky tomu, že kapří paštiky vlivem tak dlouhého skladování „dozrály“. V konečném výsledku můžeme říct, že své nejlepší hodnocení si zachovala paštika s brusinkami následovaná česnekovou a klasikem. Cibulový extrakt opět nedopadl příliš dobře.

Z výsledných dat tedy můžeme vyvodit, že oblíbenější jsou paštiky s aditivy, které navíc prokázali nižší mikrobiální růst. Výjimku tvořila akorát paštika s cibulovým extraktem, která má sice dobré mikrobiální testy, ale zejména díky konzistenci by u zákazníků příliš neobstála. K paštice klasik, která neobsahuje žádná aditiva, jsme dokázali najít vhodnou alternativu přidáním přírodních látek s antioxidačními účinky a lepšími organoleptickými vlastnostmi.



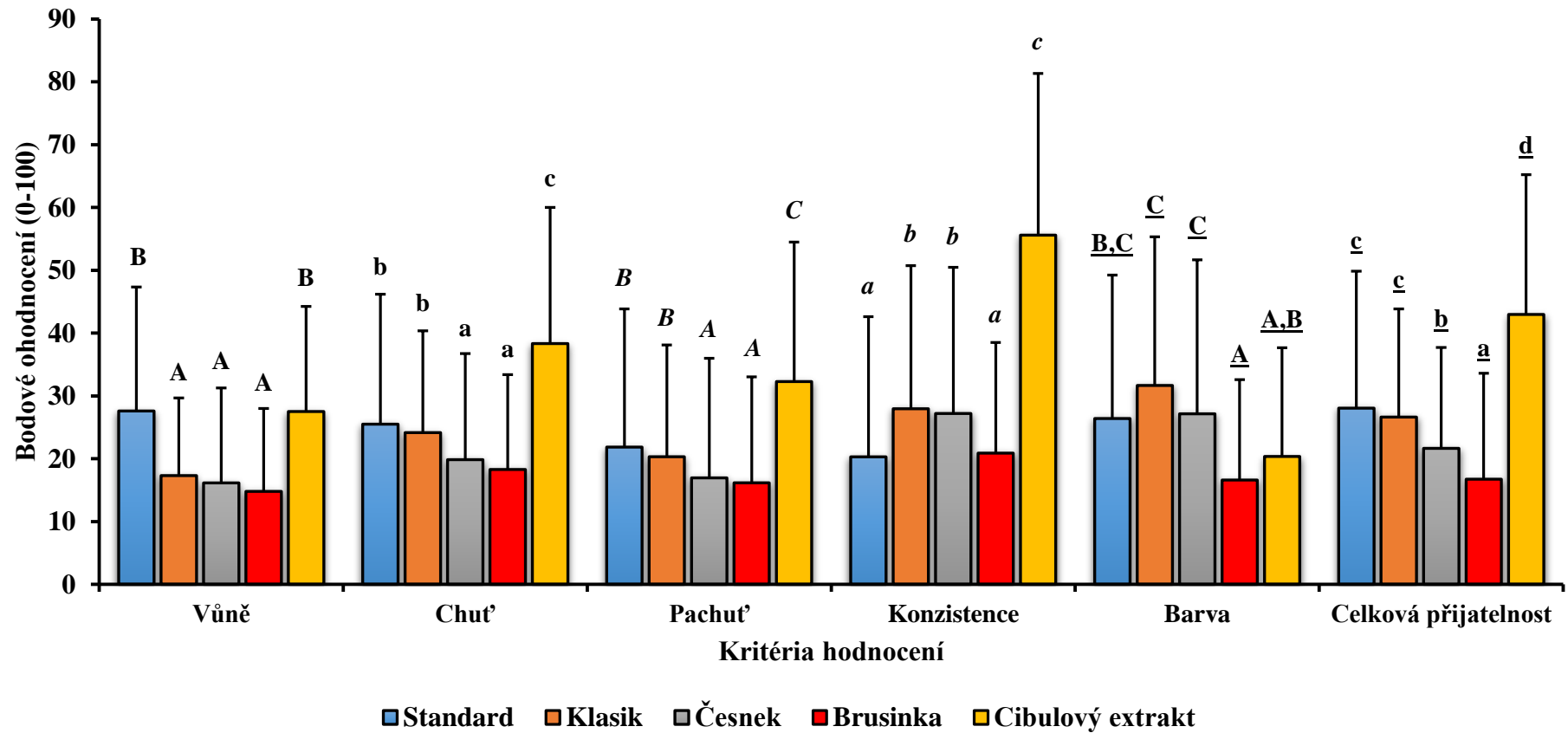
Graf č. 3: Bodové ohodnocení vůně, chuti, pachuti, konzistence, barvy a celkové přijatelnosti u kapřích paštik pro 4 skupiny vzorků (klasik, brusinka, česnek, cibulový extrakt) v den zpracování (den 0). Výsledné hodnoty (0 = nejlepší kvalita, 100 = nejhorší kvalita) jsou vyjádřeny jako průměr (sloupce) ± standardní odchylka (úsečky) (n = 5). Stejná písmena nad sloupci nejsou významně rozdílné výsledky (hierarchická ANOVA, Fischerův LSD test, $p < 0,05$).

1 měsíc skladování



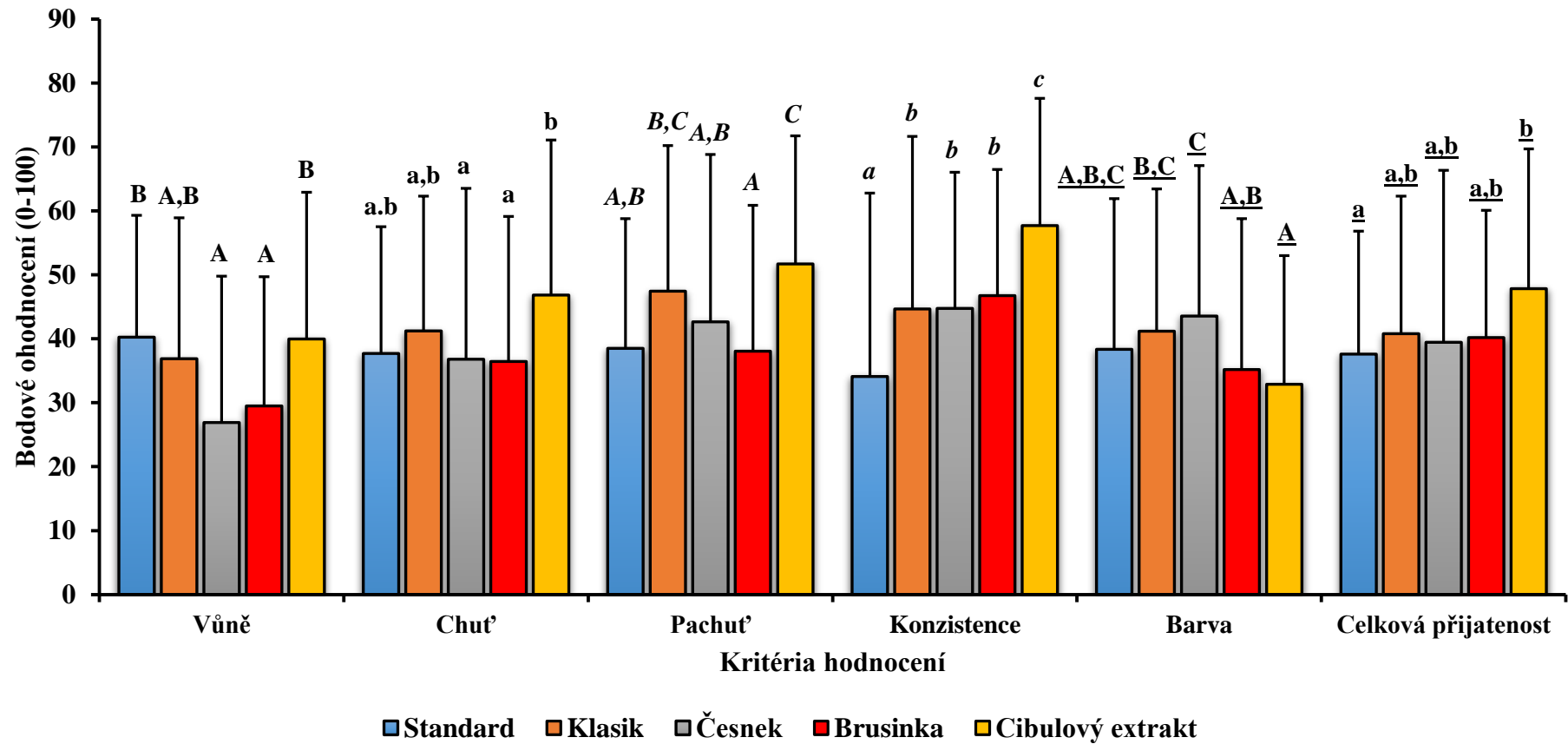
Graf č. 4: Bodové ohodnocení vůně, chuti, pachuti, konzistence, barvy a celkové přijatelnosti u kapřích paštik pro 4 skupiny vzorků (klasik, brusinka, česnek, cibulový extrakt) po 1 měsíci skladování. Výsledné hodnoty (0 = nejlepší kvalita, 100 = nejhorší kvalita) jsou vyjádřeny jako průměr (sloupce) ± standardní odchylka (úsečky) (n = 5). Stejná písmena nad sloupci nejsou významně rozdílné výsledky (hierarchická ANOVA, Fischerův LSD test, $p < 0,05$).

2 měsíce skladování

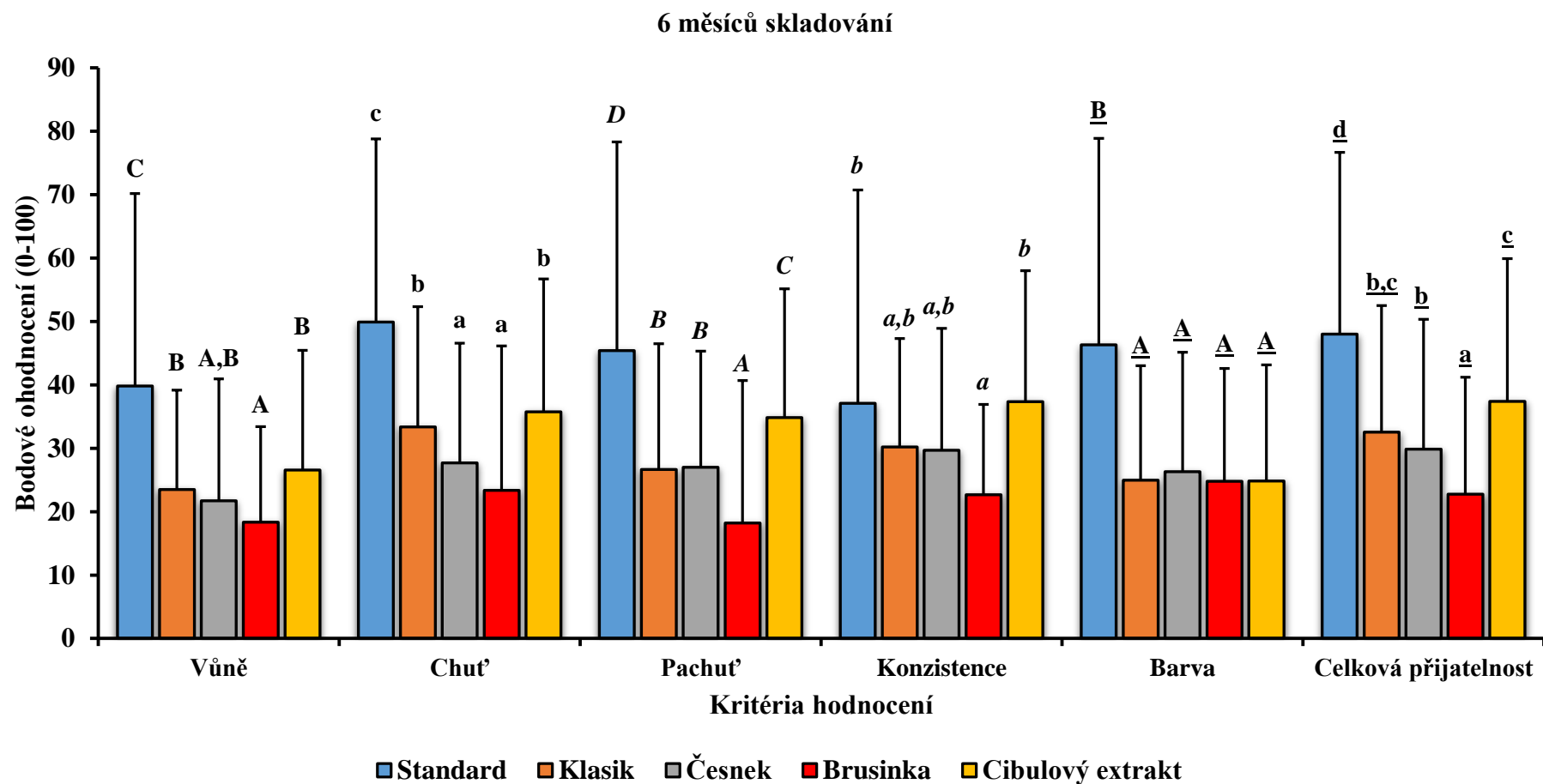


Graf č. 5: Bodové ohodnocení vůně, chuti, pachuť, konzistence, barvy a celkové přijatelnosti u kapřích paštík pro 4 skupiny vzorků (klasik, brusinka, česnek, cibulový extrakt) po 2 měsících skladování. Výsledné hodnoty (0 = nejlepší kvalita, 100 = nejhorší kvalita) jsou vyjádřeny jako průměr (sloupce) ± standardní odchylka (úsečky) (n = 5). Stejná písmena nad sloupci nejsou významně rozdílné výsledky (hierarchická ANOVA, Fischerův LSD test, p < 0,05).

3 měsíce skladování



Graf č. 6: Bodové ohodnocení vůně, chuti, pachuti, konzistence, barvy a celkové přijatelnosti u kapřích paštik pro 4 skupiny vzorků (klasik, brusinka, česnek, cibulový extrakt) po 3 měsících skladování. Výsledné hodnoty (0 = nejlepší kvalita, 100 = nejhorší kvalita) jsou vyjádřeny jako průměr (sloupce) ± standardní odchylka (úsečky) (n = 5). Stejná písmena nad sloupci nejsou významně rozdílné výsledky (hierarchická ANOVA, Fischerův LSD test, p < 0,05).



Graf č. 7: Bodové ohodnocení vůně, chuti, pachuti, konzistence, barvy a celkové přijatelnosti u kapřích paštik pro 4 skupiny vzorků (klasik, brusinka, česnek, cibulový extrakt) po 6 měsících skladování. Výsledné hodnoty (0 = nejlepší kvalita, 100 = nejhorší kvalita) jsou vyjádřeny jako průměr (sloupce) ± standardní odchylka (úsečky) (n = 5). Stejná písmena nad sloupci nejsou významně rozdílné výsledky (hierarchická ANOVA, Fischerův LSD test, p < 0,05).

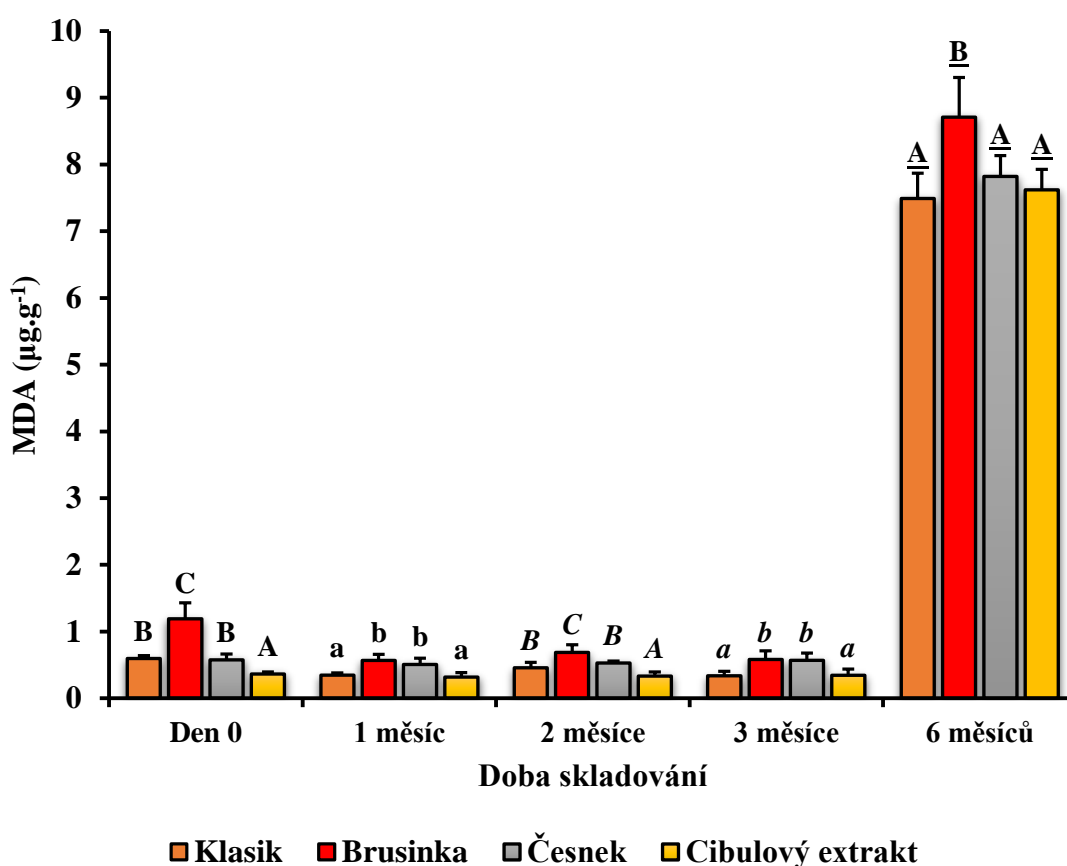
4.3. Oxidační analýza

Oxidační analýza přinesla zajímavé výsledky. Zatímco v prvních 3 měsících testování nedocházelo při jejich vzájemném porovnání k významné změně, tak naopak po 6 měsících skladování již došlo k markantnímu nárůstu hodnot. Podrobněji je průběh popsán a graficky vyjádřen níže.

Při testování v den 0 se u analýzy TBARS projevily hodnoty u kontrolní skupiny klasik ($0,60 \pm 0,05 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$) výrazně vyšší v porovnání se vzorkem s cibulovým extraktem ($0,36 \pm 0,03 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$). V porovnání klasiku se vzorkem s česnekem ($0,58 \pm 0,09 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$) bylo dosaženo podobných hodnot. Naopak vzorek s brusinkami ($1,19 \pm 0,24 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$) vykazoval hodnoty značně vyšší. Zde je ale potřeba uvažovat fakt, že i po filtraci bylo patrné vlivem barvy samotných brusinek lehce narůžovělé zbarvení, které mohlo částečně ovlivnit finální hodnoty, a to i přes to, že byla snaha tento rozdíl redukovat pomocí slepého vzorku. Nemusí se tedy v případě značně vyšších hodnot jednat o výrazně silnější oxidační účinek.

Po uplynutí 1, 2 ani 3 měsíců nedocházelo téměř k žádné změně. Nicméně se potvrdilo, že nejlepší antioxidační účinek mají cibulové slupky, jelikož po celou tuto dobu vykazoval vzorek s cibulovým extraktem nejnižší hodnoty MDA. Nárůst přišel až po 6 měsících, kdy hodnoty skokově dosáhly na hranici spotřebitelského limitu stanovení TBA, který je mezi 7 – 8 mg MDA \cdot kg $^{-1}$. Vzorky vykazovaly následující hodnoty: klasik ($7,49 \pm 0,38 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$), brusinka ($8,71 \pm 0,59 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$) (opět nutno uvažovat mírnou odchylku vlivem zbarvení), česnek ($7,82 \pm 0,31 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$) a cibulový extrakt ($7,62 \pm 0,31 \mu\text{g MDA}\cdot\text{g}^{-1}$).

TBARS



Graf č. 8: Výsledky spektrofotometrického vyhodnocení oxidativních procesů lipidů pomocí metody TBARS v závislosti na čase. Data jsou vyjádřena jako průměr (sloupec) ± standardní odchylka (chybové úsečky). Stejná písmena nad sloupci nejsou významně rozdílné výsledky (Fisher's LSD test, $p < 0,05$), $n = 5$ za skupinu v duplikátech.

4.4. Antioxidační aktivita

Pro určení antioxidační kapacity použitých aditiv (brusinka, česnek, cibulový extrakt) byla v den 0 využita metoda DPPH. Vyšší AOA vykazovala paštika s brusinkami a cibulovým extraktem. Naopak nižší hodnoty byly zaznamenány u klasiku a paštiky s česnekm. Statisticky významného rozdílu ($p < 0,05$) bylo dosaženo mezi paštikou klasikem ($1,52 \pm 0,01 \text{ mg TE} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny) a paštikou s cibulovým extraktem ($2,37 \pm 0,01 \text{ mg TE} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny), což zároveň s výsledky z TBARS analýzy dokazuje silné antioxidační účinky cibulového extraktu. Veškeré výsledky z AOA jsou shrnuty v tabulce 2.

Tab. 2: Stanovení antioxidační aktivity v kapřích paštikách metodou DPPH vyjádřené v mg TE·g⁻¹ sušiny

	mg TE·g ⁻¹					směrodatná odchylka	sušina (%)	mg TE·g ⁻¹ sušiny
	1. st	2. st	3. st	4. st	průměr			
Klasik	0,47	0,48	0,49	0,48	0,48	0,01	31,66	1,52
Brusinka	0,54	0,56	0,55	0,56	0,55	0,01	32,79	1,68
Česnek	0,53	0,54	0,53	0,53	0,53	0,00	35,68	1,49
Cib. extrakt	0,73	0,73	0,74	0,72	0,73	0,01	30,84	2,37

4.5. Ekonomické výsledky

Pro zkompletování celého experimentu je vhodné uvést, zda se vůbec vyplatí vyrábět paštiky s aditivou ve srovnání s klasikem. Odpověď zní určitě ano, jelikož náklady u paštik s aditivou jsou srovnatelné nebo v případě cibulového extraktu dokonce nižší, jelikož se jedná o využití odpadu z cibule, který částečně nahradí dražší rybí surovinu. Přesné náklady jsou zaznamenány v tabulce 3. Můžeme tedy říct, že použitím brusinky nebo česneku sice téměř nic nešetříme, ale můžeme zvýšit konkurenceschopnost na trhu díky pestřejší nabídce, a také díky využití přírodních látek místo syntetických.

Tab. 3: Náklady na výrobu 55 g paštiky vyjádřené v Kč

Náklady v Kč na:	Paštika Klasik	Paštika Brusinka	Paštika Česnek	Paštika Cibulový extrakt
Paštiku	8,53	7,60	8,38	7,68
Brusinky	-	0,72	-	-
Česnek	-	-	0,10	-
Cib. extrakt	-	-	-	0,00
CELKEM	8,53	8,32	8,48	7,68

4.6. Shrnutí

Výsledky této studie prokázaly, že působení brusinek, česneku a cibulového extraktu může efektivně inhibovat oxidaci lipidů, výrazně omezit rozvoj mikroorganismů a také zlepšit některé sensorické vlastnosti (mimo cibulový extrakt). Jednoduše a levně se tedy dá prodloužit doba skladovatelnosti a i zvýšit nutriční hodnota.

Jako nejlepší aditivum s nejlepšími antioxidačními a antimikrobiálními účinky se prokázal cibulový extrakt. Bohužel jeho senzorycké vlastnosti nedosahovaly uspokojivých hodnot pro kombinaci s tímto produktem a jeho uvedením na trh. Dá se ale uvažovat o jeho využití v jiných produktech. Naopak díky velmi dobrým výsledkům FROV uvažuje o zavedení do prodeje kapří paštiky s česnekem.

Navíc může mít tato studie přínos i v jiných odvětvích potravinářského průmyslu. Při využití námi testovaných aditiv může i u jiných výrobků dojít k prodloužení skladovatelnosti a zvýšení nutriční hodnoty, a to i s možností nahrazení syntetických konzervantů. A to vše bez zvýšených nákladů na výrobu.

5. Diskuze

Námi provedený experiment prokázal mnohá pozitivní působení u všech 3 zvolených přírodních aditiv (brusinka, česnek, extrakt z cibulových slupek). Řada dalších vědců testovala námi zvolená aditiva, ale i mnoho dalších jako například jahody, bezinky, černý rybíz, zázvor, oregano, kurkuma, medvědí česnek atd. Jednotlivé plodiny testovali na různých surovinách a ve většině případech byly naše výsledky potvrzeny nebo se aspoň výsledkům ostatních blížily. Je ale potřeba dodat, že rybí paštiky, zejména z kapřího masa, z hlediska využití v kombinaci s přírodními aditivy prodlužující skladovatelnost nejsou v dnešní době zatím velkým předmětem zájmu pro vědecké testování. Pro porovnání našich výsledků museli být tedy zvoleny studie, které se té naší alespoň blížily.

Mnoho testů bylo provedeno zejména s česnekem. Gokoglu a kol. (2012) testoval působení česnekového a rajčatového extraktu na antioxidační aktivitu na marinovaných ančovičkách. Testování probíhalo podobně jako u našeho experimentu v den 0, a dále pak po 1, 2 a 3 měsících. Bylo zjištěno, že antioxidační aktivita rajčatových a česnekových extraktů je 0,20 a 0,0026 mM TEAC (Trolox ekvivalentní antioxidační kapacita). Celkový obsah fenolik a antioxidační aktivita rajčatového extraktu byla sice vyšší než aktivita česnekového extraktu, ale i tak se potvrdilo, že česnekový extrakt měl lepší výsledky ve srovnání s kontrolou.

Ahmed a kol. (2019) se zabývali možnostmi prodloužení vakuovaných filet sledě za použití česnekového a zázvorového extraktu. Během mikrobiologické analýzy se prokázalo, že proti rozvoji bakterií nejlépe působí kombinace obou extraktů, ale při individuálních testech se prokázal lépe česnekový extrakt. V kombinaci zázvorového a česnekového extraktu (1:10) bylo na počátku jejich testování dosaženo hodnot $2,48 \pm 0,52 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ a u kontroly $3,40 \pm 0,36 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Na konci testu, po 8 týdnech, bylo dosaženo statisticky významného rozdílu. Zatímco u extraktu byl výsledek pouze $4,20 \pm 0,79 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$, tak u kontroly $7,20 \pm 0,88 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$, což znamená, že byla překročena bezpečná hranice pro konzumování. U našeho testu měl na počátku česnek $1,87 \pm 0,27 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ a kontrola $1,75 \pm 0,17 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ a po 2 měsících (přibližně srovnatelné s 8 týdny) česnek $1,43 \pm 0,27 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$ a kontrola $2,14 \pm 0,28 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Též bylo dosaženo statisticky významného rozdílu, ale k hranici ohrožující bezpečnost produktu pro konzumování jsme se ani zdaleka nepřiblížili. Při

analýze oxidace lipidů nejlepší výsledky opět vykazovala kombinace obou extraktů. Na počátku testování bylo u kombinovaného extraktu dosaženo $0,66 \pm 0,05$ mg MDA \cdot kg $^{-1}$ a u kontroly ($0,89 \pm 0,10$ mg MDA \cdot kg $^{-1}$), což nečinilo statisticky významný rozdíl. Po 8 týdnech bylo však statisticky významného rozdílu zcela jednoznačně dosaženo, jelikož vzorek s extraktem vykazoval $1,96 \pm 0,20$ mg MDA \cdot kg $^{-1}$ a kontrola ($0,41 \pm 0,20$ mg MDA \cdot kg $^{-1}$). Naopak v individuální zkoušce se se statisticky významným rozdílem projevil lépe zázvorový extrakt. Nicméně ve srovnání s kontrolou se u obou aditiv potvrdila jejich účinnost na prodloužení skladovatelnosti. U této analýzy se ale u nás stejný průběh neprojevil, jelikož od počátku testování do uplynutí 2 měsíců téměř nedošlo ke změně. Je ale potřeba zohlednit, že u syrových filet nemůžeme očekávat tak dlouhou trvanlivost jako u konzervovaného výrobku. Nicméně stejně tak jako během našeho experimentu se prokázal pozitivní vliv i na sensorickou kvalitu, kdy ve srovnání s kontrolou došlo ke zlepšení v barvě, chuti, textuře i celkové přijatelnosti.

Mohebbi a kol. (2012) provedli poněkud odlišný způsob testování, ale také došli k pozitivním výsledkům. Zkoumali účinky různých dávek česneku v dietě na peroxidaci lipidů pomocí metody TBARS. Testovanou rybou byl pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*). Potvrdili statisticky významné ($p < 0,05$) snížení lipidové peroxidace v experimentálních skupinách, které dostaly 10, 20, 30, 40 nebo 50 mg \cdot kg $^{-1}$ česneku v dietě ve srovnání s výsledky kontrolní skupiny (-22 %, -33 %, -39 %, -21 % a -24 %). Maximální redukce peroxidace lipidů byla pozorována u ryb, které byly krmeny dietou s množstvím česneku 30 mg \cdot kg $^{-1}$. Poté následovala skupina krmená 20 mg \cdot kg $^{-1}$. Ryby krmené o vyšších dávkách (40 nebo 50 mg \cdot kg $^{-1}$) česnekové stravy nevykazovaly efektivnější snížení peroxidové aktivity. V našem testování TBARS vykazoval česnek většinou srovnatelné výsledky s kontrolou. Při příští studii bylo možná dobré vyzkoušet zahrnout česnek i do diety.

Uçak (2019) provedl pokus na filetech pstruha duhového. Místo česneku však použil extrakt vyrobený z jeho slupek, jímž filety potřel. Analýza TBARS byla prováděna v den zpracování, a dále pak po 2, 5, 7 a 10 dnech. Česnekový extrakt byl aplikován v koncentracích 4 % a 8 %. V den 0 vyšlo TBARS $0,45$ mg MDA \cdot kg $^{-1}$ (u nás $0,58$ mg MDA \cdot kg $^{-1}$). S přibývajícím časem byly hodnoty u všech vzorků narůstající, ale ve srovnání s kontrolou rostly hodnoty u vzorků s extraktem pomaleji. Konečný výsledek po 10 dnech skladování při 4 °C byl u kontroly $1,38$ mg MDA \cdot kg $^{-1}$, zatímco

u 4% extraktu $1,25 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$ a u 8% $1,11 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$. Mikrobiologická analýza prokázala pozitivní výsledky. Na začátku byl počet bakterií ve vzorcích pstruha $2,27 \text{ log CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. U všech vzorků počet TVC postupně rostl. U kontroly se za deset dní dostáhlo hodnoty $7,47 \text{ log CFU} \cdot \text{g}^{-1}$, zatímco vzorky s extraktem nepřesáhly přípustnou hranici pro konzumaci $7 \text{ log CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. U tohoto experimentu byla hodnocena také senzorická analýza, která potvrdila výsledky předchozích analýz, jelikož hodnocení u vzorků s extraktem vykazovalo s rostoucím časem lepší hodnoty, což potvrdilo oddálení kažení produktu. V našem případě tato spojitost příliš nevznikala, jelikož kažení probíhalo velmi pomalu jak u paštik s aditivu, tak u paštiky kontrolní. Důvodem, proč česnek u naší studie prokazoval při senzorické analýze tak dobré výsledky, je spíše to, že jednotlivé parametry ovlivnil svými vlastními organoleptickými vlastnostmi než svojí schopností oddálit kažení.

Ramanathan a Das (1993) testovali působení extraktů ze zázvoru, kurkumy, česneku a cibule na nasolené a rozemleté rybě zvané makrelovec Commersonův (*Scomberomorus commersoni*). U zázvoru a kurkumy se projevil silnější antioxidační účinek než u česneku a cibule. Dokonce česnek vykazoval lepší hodnoty, než cibule, čemuž bylo u nás naopak. Je ale potřeba zohlednit, že my jsme pracovali s cibulovými slupkami, takže se nejedná o zcela shodné aditivum, ačkoliv je složení z velké části podobné. Při testování také zjistili, že 2% roztok extraktů nebyl tak efektivní jako 10%. Testování 10 g vzorků probíhalo v den testování a dále za 5 dní při skladování při 4°C . Kontrolní vzorek byl místo z extraktu z destilované vody.

Stejně tak jako se my se vlivem extraktu z cibulových slupek se zabýval Ucak a kol. (2018). Společně testovali jeho působení na filety pstruha duhového. Pro testování byl zvolen 5% a 10% roztok cibulového extraktu. Skladování probíhalo po dobu 14 dnů za teploty 4°C . Počáteční hodnota analýzy TBARS vykazovala $0,90 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$. U kontrolního vzorku dosáhla maximální hladiny $4,66 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$. U vzorku ošetřeného 5% extraktem byla nejvyšší naměřená hodnota $4,41 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$. Hodnota TBARS během celé doby testování vzrůstala, ale konečné výsledky nebyly příliš odlišné. Stejně tak tomu bylo i u našeho testování, kdy na konci testu (po 6 měsících skladování) hodnota kontrolního vzorku byla $7,49 \pm 0,38 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$ a u cibulového extraktu $7,62 \pm 0,31 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$. Nedošlo tedy ani ke statisticky významnému rozdílu. Správnost našeho bádání potvrdila i mikrobiologická analýza. Na počátku experimentu

bylo u mikrobiologické analýzy určeno $1,48 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Celkový počet bakterií tvořící kolonie rostl u kontroly rychleji než u vzorků s extraktem. Na konci testování bylo nejvyšší hodnoty dosaženo u kontroly ($6,42 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$). Naopak vzorek s 10% roztokem dosáhl nejlepších výsledků ($5,42 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$), následovaný roztokem 5% ($5,90 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$). Naše testování od počátku do konce vykazovalo u kontroly mírný nárůst bakterií od $1,75 \pm 0,17$ do $2,21 \pm 0,61 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. U cibulového extraktu došlo dokonce k poklesu z $1,71 \pm 0,16$ na $1,36 \pm 0,27 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Proč došlo k takovým výsledkům, můžeme vyvozovat nejspíše díky síle aditiva a vhodně zvolené konzervaci. U sensorické analýzy se výsledky ve srovnání s tou naší lišily. Existuje pro to ale logické vysvětlení. U filet pstruha duhového neměl extrakt negativní dopad na texturu, zatímco konzistence paštik byla extraktem silně negativně ovlivněna. Z toho vyplývá, že při hodnocení filetů se pozitivně projeví účinky extraktu na oddálení kažení, tudíž dostal lepší hodnocení ve srovnání s kontrolou podléhající rychlejší degradaci. Navíc extrakt neměl negativní vliv na zápach, texturu, barvu, vzhled a ani celkovou přijatelnost. U našeho experimentu se sice cibulový extrakt výborně prosadil v prodloužení skladovatelnosti, ale v hodnocení sensorických vlastností propadl. Nicméně se potvrdila naše idea, že při jiném využití by mohl vykazovat velmi dobré výsledky ve všech směrech hodnocení.

Obdobných výsledků dosáhla i Ifesan (2017) při testování působení extraktu z cibulových slupek na vařeném hovězím mase. Při analýze TBARS se prokázalo po 9 dnech skladování, že došlo ke statisticky významnému rozdílu mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s extraktem. Stejně tak tomu bylo i u mikrobiologické analýzy.

Mtibaa a kol. (2019) zkoumali působení extraktu z cibulových slupek proti rozkladným procesům mletého hovězího masa. Jejich první analýzou bylo stanovení antioxidační aktivity jejich extraktu o různých koncentracích. Stejně tak jako nám se i jim podařilo ověřit silné antioxidační působení. Jejich nejnižší koncentrace $25 \mu\text{g/ml}$ způsobila inhibici okolo 20 %. Velmi efektivní byla koncentrace $50 \mu\text{g/ml}$, která způsobila inhibici okolo 50 %. S vyšší koncentrací extraktu inhibice sice stále rostla, ale již ne tak rychlým tempem. U nevyšše zvolené koncentrace $400 \mu\text{g/ml}$ dosahovala inhibice okolo 90 %. I mikrobiologická analýza potvrdila účinnost extraktu. Již po týdnů skladování při teplotě $4 \text{ }^\circ\text{C}$ došlo mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s extraktem k opravdu významnému statistickému rozdílu, kdy kontrola byla již na hranici pro

bezpečnou konzumaci ($7 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$), ale vzorek s extraktem se pohyboval okolo $5 \log \text{CFU} \cdot \text{g}^{-1}$. Po týdnu, kdy výsledky mikrobiologické analýzy u kontroly poukazovaly na možné nebezpečí při konzumaci, analýza TBARS vykazovala hodnotu $2,12 \pm 0,09 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$. Ve stejnou dobu dosahoval vzorek s extraktem $1,31 \pm 0,13 \text{ mg MDA} \cdot \text{kg}^{-1}$. Od samotného počátku byl u obou vzorků trend rostoucí. U senzorické analýzy se stejně jako u našeho testování potvrdil pozitivní vliv na barvu. Dokonce u většiny provedených hodnocení došlo ke statisticky významnému rozdílu ve prospěch extraktu z cibulových slupek. Hodnocení textury však naše výsledky nepotvrdilo. Je ale možné, že rozemleté hovězí maso má jiné vlastnosti než do jemně rozemleté maso rybí, tudíž vliv na konzistenci je odlišný. Hodnocení vůně bylo u paštiky s cibulovým extraktem srovnatelné či lepší než u paštiky klasik. Stejně tak dopadlo i hodnocení mletého hovězího masa. Na devítistupňové hédonické stupnici byla celková přijatelnost hodnocena s klesajícím trendem od dne nula ($6,93 \pm 0,13$) do 14. dne ($2,93 \pm 0,32$) u kontroly, u vzorku s extraktem se hodnoty pohybovaly od $6,52 \pm 0,19$ do $4,80 \pm 1,12$.

Testováním brusinek v kombinaci s rybím masem se příliš mnoho studií nezabývalo. Jelikož jsou brusinky velmi prospěšné pro lidské zdraví, vědecké bádání je orientováno spíše na jejich účinek přímo na člověka. Jejich využití ve spojitosti s potravinami je tedy spíše orientováno jako doplněk zlepšující nutriční hodnoty.

Jednu z nejvíce se blížících studií našemu tématu provedla Sampels a kol. (2010), která se zabývala působením brusinek, černého rybízu a bezinek na filety sledě obecného (*Clupea harengus*). Ze zmíněných plodin byl nejdříve vytvořen extrakt (pro každou zvlášť), který se skládal z 50 g prášku sušené plodiny a 1 l kohoutkové vody. Filety byly v těchto extraktech marinovány v temnu při $6 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 24 hodin. Následně byly filety ponechány 15 – 20 hodin při pokojové teplotě ($20 \text{ }^\circ\text{C}$). Teprve poté byla provedena analýza TBARS, která ukázala následující výsledky. V kontrolním vzorku bylo naměřeno $25,4 \pm 3,8 \text{ nM}$ na gram ryby. Ačkoliv brusinkový extrakt vykazoval hodnoty nižší ($21,3 \pm 1,8 \text{ nM} \cdot \text{g}^{-1}$) nedošlo ke statisticky významnému rozdílu. Ještě o něco nižší hodnoty vykázal černý rybíz ($15,9 \pm 0,7 \text{ nM} \cdot \text{g}^{-1}$), bezinky naopak vyšší ($22,3 \pm 4,3 \text{ nM} \cdot \text{g}^{-1}$). V našem testování sice brusinková paštika ve srovnání s kontrolou během všech provedených testů vykazovala vyšší hodnoty se statisticky významným rozdílem, nicméně odchylky nebyly zas tak veliké. Například po prvním měsíci

skladování kontrola vykazovala pouhých $0,35 \pm 0,03$ mg MDA \cdot kg⁻¹ a brusinková paštika $0,57 \pm 0,09$ mg MDA \cdot kg⁻¹. Důvodem, proč naše výsledky vykazovaly vyšší hodnoty, může být použitím celých brusinek, které nejspíše nepronikly tak efektivně do celého objemu paštiky tak, jak tomu mohlo být u tekutého extraktu.

Lin a kol. (2004) provedli pokus na filetech z tresky. Testovali, jak extrakt z oregana a brusinky inhibuje rozvoj bakterie *Listeria monocytogenes*. Pro dosažení výsledků provedli mikrobiologickou analýzu s podobným postupem jako my, nicméně inkubace vzorků zalitých agarem probíhala při 37 °C po dobu 18 hodin. Nejeftivnější inhibice rozvoje bakterií proběhla při poměru oregana a brusinek 3:1. Při pokusu ale také zohlednili působení pH, které výsledky velice ovlivnilo. Čisté brusinkové extrakty totiž vykázaly lepší inhibici než čisté oreganové extrakty při pH 7,0. To může být způsobeno kyselým charakterem brusinkových fenolik. Když bylo pH upraveno na 6,0, čisté oreganové extrakty na ekvivalentním fenolickém základě byly při inhibici růstu *L. monocytogenes* účinnější než čisté extrakty z brusinek. Jejich výsledky však ukazují, že směsi oregana a brusinek (75 a 25% hm/hm) měly nejlepší inhibici jak při pH 7,0, tak při pH 6,0. Každopádně se ukázalo antimikrobiálního působení obou aditiv, což dokazuje i pravost našich výsledků, které na konci testování vykazovaly statisticky významný rozdíl v porovnání vzorků brusinkové paštiky ($1,46 \pm 0,19$ log CFU \cdot g⁻¹ a kontroly ($2,21 \pm 0,61$ log CFU \cdot g⁻¹).

Denev a kol. (2013) se zaměřili na zjišťování antioxidační aktivity brusinek a mnoha dalších jedlých plodů. U brusinky se potvrdilo, že má vysokou antioxidační aktivitu dosahující 70 μ mol TE \cdot g⁻¹. Z jejich celkových výsledků je ale patrné, že existuje mnoho dalších plodů, které dosahují antioxidační aktivity vyšší. Zcela nejvyšší hodnota byla naměřena u bezinek, které převyšovaly brusinky téměř trojnásobně. Tento výsledek by mohl být v budoucnu zajímavý předmětem ke zkoumání ve spojitosti s rybami.

Côté a kol. (2011) testovali působení brusinkových šťáv a extraktů na inhibici různých typů bakterií. O silném antimikrobiálním působení nebylo pochyb. Nesilnější inhibice růstu se projevila u *Enterococcus faecium* a v menší míře pak u *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* a *Escherichia coli*. Brusinkovou šťávu a extrakty z brusinek lze dále zkoumat pro možné využití v potravinářském průmyslu. Existuje zde totiž možnost efektivního využití kombinace vlastností zaručující delší skladovatelnost díky inhibici růstu potravinářských patogenů a současně poskytnutí zdravotního přínosu.

6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo otestovat, zda běžně na trhu dostupné plodiny (případně jejich odpad) mohou být efektivně využity pro prodloužení skladovatelnosti kapřích paštik bez jejich negativního vlivu na senzorické vlastnosti. Předmětem testování byly zvoleny sušené brusinky, čerstvý česnek a extrakt z cibulových slupek.

Tato aditiva byla aplikována přímo do kapřích paštik během jejich výrobního procesu. Samotný fakt, že paštiky byly konzervovány při vysoké teplotě a následně skladovány při 4 °C, dopomohl k tak dobrým výsledkům z hlediska prodloužení skladovatelnosti. Tento fakt se prokázal při oxidační analýze TBARS, kdy po celou dobu testování byly hodnoty všech typů vzorků včetně kontroly (paštika klasik bez aditiv) navzdory občasným statisticky významným rozdílům na podobných hodnotách. To, že ale mají aditiva smysl, potvrdila mikrobiologická analýza, kde se jasně ukázalo, že s rostoucím časem roste i rozdíl v počtu bakterií mezi kontrolou a paštikami s aditivou.

Jak jsou aditiva vhodná z hlediska přijatelnosti od konzumentů, ukázala senzorická analýza. U většiny hodnocených kritérií se jako nejlepší jevila brusinková paštika následovaná paštikou česnekovou. Paštika klasik měla také poměrně dobré hodnocení, ale naopak paštika s cibulovým extraktem kromě hodnocení barvy propadla. Ačkoliv se u ní prokázaly významné vlastnosti prodlužující skladovatelnost, není v tuto chvíli pro trh vhodná, a to zejména díky své konzistenci, na které by bylo vhodné do budoucna zapracovat.

Celkové výsledky této práce poukázaly na možný potenciál využití česneku a brusinek jako výborného přírodního aditiva prodlužující skladovatelnost a vylepšující senzorické vlastnosti. Díky tomu je zvažováno, že se kapří česneková paštika začne vyrábět k prodeji. Z hlediska prodloužení skladovatelnosti se potvrdily i výborné výsledky cibulového extraktu a na základě jiných vědeckých prací se ukázalo jeho možné využití v kombinaci s jinými potravinářskými výrobky. Tato práce má tedy potenciál přiblížit veřejnosti i vědě, že existují jednoduše dostupné suroviny udržující potraviny déle trvanlivé, vylepšující jejich chuť a pozitivně působící na lidské zdraví. Navíc z hlediska cibulových slupek se jedná o velmi praktické využití suroviny, která by jinak skončila jako odpad.

7. Přehled použité literatury

- Adámková, V., Kačer, P., Mráz, J., Suchánek, P., Pickova, J., Králová-Lesná, I., Skibová, J., Kozák, P., Maratka V., 2011. The consumption of the carp meat and plasma lipids in secondary prevention in the heart ischemic disease patients. *Neuroendocrinology Letters* 32(2), s. 17–20.
- Agati, G., Azzarello, E., Pollastri, S., Tattini, M., 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. *Plant Science* 196, s. 67–76.
- Ahmed, E.S., Shehata, M.G., Abd-Rabou, H.S., El-Menshawy, H., 2019. Extend Shelf-life of Vacuum-Packaged Herring Fish Fillets using Garlic and Ginger Extracts. *Journal of Pure and Applied Microbiology* 13(3), s. 1571–1581.
- Alasalvar, C., Shanhidi, F., Miyashita, K., Wanasundra, U., 2011. *Handbook of Seafood Quality, Safety and Health Applications*. John Wiley & Sons, 576 s.
- Alén-Ruiz, F., García-Falcón, M. S., Pérez-Lamela, M.C., Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J., 2009. Influence of major polyphenols on antioxidant activity in Mencía and Brancellao red wines. *Food Chemistry* 113, s. 53–60.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M., 2008. Biological effects of essential oil – a review. *Food and Chemical Toxicology* 46, s. 446–475.
- Baruš, V., Oliva, O., 1995. *Fauna ČR a SR. Mihulovci (Petromyzontes) a ryby (Osteichthyes)*. Academia, Praha, 625 s.
- Bjorklund, R., 2010. *The Amazing Human Body–The Senses*. Cavendish Square Publishing, New York, 76 s.
- Bourne, M., 2002. *Food Texture and Viscosity*, 2 vyd. Academic Press, London, UK, 427 s.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 28, s. 25–30.
- Breene, W.M., 1990. Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. *Journal of Food Protection* 53, s. 883–894.
- Buňka, F., Hrabě, J., Vospěl, B., 2010. *Senzorická analýza potravin I*, 2. vyd. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 157 s.
- Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods.– a review. *International Journal of Food Microbiology* 94, s. 223–253.

- Calder, P.C., 2001. Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity. *Lipids* 36(9), s. 1007–1024.
- Caggiano, M., 2000. Quality in harvesting and post-harvesting procedures – influence on quality. Fish freshness and quality assessment for sea bass and sea bream. *Proceedings of the Workshop Global quality assessment in Mediterranean aquaculture* 51, s. 55–61.
- Carocho, M., Ferreira, I.C.F.R., 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology* 51(1), s. 15–25.
- Carrera, M., Cañas, B., Gallardo, J.M., 2013. Proteomics for the assessment of quality and safety of fishery products [online]. *Food Research International* 54, s. 972–979 [cit. 2019-11-15]. Dostupné na WWW: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.10.027>>.
- Corbo, M.R., Speranza, B., Fillippone, A., Granatiero, S., Conte, A., Sinigaglia, M., Del Nobile, M.A., 2008. Study on the synergic effect of natural compounds on microbial quality decay of packed fish hamburger. *International Journal of Food Microbiology* 127, s. 261–267.
- Côté, J., Caillet, S., Doyon, G., Dussault, D., Sylvain, J.F., Lacroix, M., 2011. Antimicrobial effect of cranberry juice and extracts. *Food Control* 22(8), s. 1413–1418.
- ČSN ISO 8589, 2008. Senzorická analýza - Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště. Český normalizační institut, 20 s.
- Denev, P., Lojek, A., Ciz, M., Kratchanova, M., 2013. Antioxidant activity and polyphenol content of Bulgarian fruits. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 19(1), s. 22–27.
- Dungel, J., Řehák, Z., 2011. Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Academia, Nakladatelství Akademie věd České republiky, s. 73–74.
- Dvořák, P., Pyszko, M., Velíšek, J., Dvořáková Líšková, Z., Andreji, J., 2014. Anatomie a fyziologie ryb. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, s. 44.
- Erkan, N., 2012. The effect of thyme and garlic oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Food Bioprocesses Technology*. 5, s. 1246–1254.
- FAO (Food and Agricultural Organization), 2001. The composition of fish. Torrey Research Station. 38 [online, cit. 2019-11-29]. Dostupné na WWW: <<http://www.fao.org/3/x5916e01.htm>>.

- FAO (Food and Agricultural Organization), 2016. Fisheries and Aquaculture topics. Utilization and trade [online, cit. 2019-11-29]. Dostupné na WWW: <<http://www.fao.org/fishery/topic/12320/en>>.
- FAO (Food and Agricultural Organization), 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture [online, cit. 2019-10-23]. Dostupné na WWW: <<http://www.fao.org/3/I9540EN/i9540en.pdf>>.
- FAO (Food and Agricultural Organization), 2019. Fishery and Aquaculture Statistics [online, cit. 2019-10-22]. Dostupné na WWW: <http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2017_USBcard/navigation/index_intro_e.htm>.
- Feldhusen, F., 2000. The role of seafood in bacterial foodborne diseases. *Microbes and Infection* 2, s. 1651–1660.
- Flajšhans, M., Kocour, M., Ráb, P., Hulák, M., Šlechta, V., Linhart, O., 2008. Genetika a šlechtění ryb. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech, 230 s.
- Fратиanni, F., Ombra, M.N., Cozzolino, A., Riccardi, R., Spigno, P., Tremonte, P., Coppola, R., Nazzaro, F., 2016. Phenolic constituents, antioxidant, antimicrobial and anti-proliferative activities of different endemic Italian varieties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Functional Foods* 21, s. 240–248.
- Gates, K.W., 2011. Handbook of seafood and seafood products analysis. V: Leo, M.L., Noller, F.T., 2011. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 20(2), s. 258–269.
- Gennaro, L., Leonardi, C., Esposito, F., Salucci, M., Maiani, G., Quaglia, G., Fogliano, V., 2002. Flavonoid and carbohydrate contents in tropea red onions: Effects of homelike peeling and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(7), s. 1904–1910.
- Ghaly, A.E., Dave, D., Budge, S., Brooks, M.S., 2010. Fish spoilage mechanism and preservation techniques: review. *American Journal of Applied Sciences* 7, s. 859–877.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Topuz, O.K., 2012. Effects of tomato and garlic extracts on oxidative stability in marinated anchovy. *Journal of Food Processing and Preservation* 36(3), s. 197–197.
- Grau, R., Sánchez, A.J., Girón, J., Iborra, E., Fuentes, A., Barat, J.M., 2011. Nondestructive assessment of freshness in packaged slice chicken breasts using SW-NIR spectroscopy. *Food Research International* 44, s. 331–337.

- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., Smith, B., 2002. Onions - A global benefit to health. *Phytotherapy Research* 16(7), s. 603–615.
- Gulcin, I., 2012. Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of Toxicology* 86, s. 345–391.
- Gyawali, R., Ibrahim, S.A., 2014. Natural products as antimicrobial agents. *Food Control* 46, s. 412–429.
- Halliwell, B., Aeschbach, R., Löliger, J., Aruoma, O.I., 1995. The characterization of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology* 33(7), s. 601–617.
- Halver, J.E., Hardy, R.W., 2002. *Fish Nutrition* (Third edition). Academic Press, 824 s.
- Hanel, L., Lusk, S., 2005. Ryby a mihule České republiky: rozšíření a ochrana. Český svaz ochránců přírody Vlašim, s. 268–272.
- Hanson, B.J., Cummins, K.W., Cargill, A.S., Lowry, R.R., 1985. Lipid content, fatty acid composition and the effect of diet on fats of aquatic insects. *Comparative Biochemistry and Physiology* 80B, s. 257–276.
- Hartman, P., Regenda, J., 2014. *Praktika v rybníkářství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 375 s.
- Helfman, S.G., Collette, B.B., Facey, E.D., 1997. *The diversity of fishes*. Blackwell Science, Oxford, UK, 528 s.
- Hiemer, J., Marová, I., Illek, J., 2007. Množství antioxidantů a antioxidační kapacita vybraných druhů potravin. *Výživa a potraviny* 6, s. 150–151.
- Higuera-Ciapara, I., Félix-Valenzuela, L., Goycoolea, F.M., 2006. Astaxanthin: A review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 46(2), s. 185–196.
- Hong, H., Yang, X., You, Z., Cheng, F., 2014. Visual quality detection of aquatic products using machine vision [online]. *Aquacultural Engineering* 63, 62–71 [cit. 2019-11-15]. Dostupné na WWW: <<https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.10.003>>.
- Chandrashekar, P.M., Prashanth, K.V., Venkatesh, Y.P., 2011. Isolation, structural elucidation and immunomodulatory activity of fructans from aged garlic extract. *Phytochemistry* 72(2–3), s. 255–264.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C.K., Ooi, V.E.C., 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chemistry* 81, s. 249–255.

- Ifesan, B.O.T., 2017. Chemical Composition of Onion Peel (*Allium cepa*) and its Ability to Serve as a Preservative in Cooked Beef. *International Journal of Science and Research Methodology* 7(4), s. 25–34.
- Ignat, I., Volf, I., Popa, V.I., 2011. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry* 126(4), s. 1821–1835.
- Ingr, I., Pokorný, J., Valentová, H., 2001. *Senzorická analýza potravin*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 101 s.
- Ingr, I., 2010. *Jakost a zpracování ryb*, 2. vyd. Mendelova univerzita v Brně, 102 s.
- Ježek, F., Saláková, A., 2012. *Senzorická analýza potravin*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 125 s.
- Kandil, F.E., Smith, M.A.L., Rogers, R.B., Pépin, M.F., Song, L.L., Pezzuto, J.M., Seigler, D.S., 2002. Composition of a chemopreventive proanthocyanidin-rich fraction from cranberry fruits responsible for the inhibition of 12-O-tetradecanoyl phorbol-13-acetate (TPA)-induced ornithine decarboxylase (ODC) activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(5), s. 1063–1069.
- Kaur, C., Kapoor, H.C., 2001. Antioxidants in fruits and vegetables - The millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology* 36(7), s. 703–725.
- Kavka, M., 2015. Na co si dát pozor při nákupu ryb a vodních živočichů [online, cit. 2020-26-03]. Dostupné na WWW: <<https://www.szpi.gov.cz/clanek/na-co-si-dat-pozor-pri-nakupu-ryb-a-vodnich-zivocichu.aspx>>.
- Kavka, M., 2017. Ryby, ostatní vodní živočichové a výrobky z nich [online, cit. 2019-11-05]. Dostupné na WWW: <http://eagri.cz/public/web/file/593292/ryby_final_web.pdf>.
- Kinclová, V., Jarošová, A., Tremlová, B., 2004. *Senzorická analýza potravin*. *Veterinářství* (54), s. 362–364.
- Kopřiva, V., Hostovský, M., Nekvapil, T., Pechová, A., 2014. *Vybrané kapitoly z biochemie potravin*. 1. vydání. Veterinární a farmaceutická universita Brno, 200 s.
- Lawless, H.T., Heymann, H., 2010. *Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices*, 2 ed. Springer, New York, 596 s.
- Lin, Y.T., Labbe, R.G., Shetty, K., 2004. Inhibition of *Listeria monocytogenes* in Fish and Meat Systems by Use of Oregano and Cranberry Phytochemical Synergies. *Applied and Environmental Microbiology* 70(9), s. 5672–5678.

- Lucera, A., Costa, C., Conte, A., Matteo, A., 2012. Food application of natural antimicrobial compounds. *Frontiers in Microbiology* 3, s. 1–13.
- Lund, E.K., 2013. Health benefits of seafood; Is it just fatty acids? [online]. *Food chemistry* 140 (3), s. 413–420 [cit. 2019-15-11]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613000575>>.
- Medina, I., Gallardo, J.M., Aubourg, S.P., 2009. Quality preservation in chilled and frozen fish products by employment of slurry ice and natural antioxidants. *International Journal of Food Science and Technology* 44 (8), s. 1467–1479.
- Merten, M., 2002. *Zpracování ryb*. Praha: Informatorium, s. 43–113.
- Mohanty, B.P., Mahanty, A., Ganguly, S., Mitra, T., Karunakaran, D., Anandan, R., 2019. Nutritional composition of food fishes and their importance in providing food and nutritional security. *Food Chemistry* 293, s. 561–570.
- Mohebbi, A., Nematollahi, A., Dorcheh, E.E., Asad, F.G., 2012. Influence of dietary garlic (*Allium sativum*) on the antioxidative status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research* 43(8), s. 1184–1193.
- Mráz, J., Pickova, J., 2009. Differences between lipid content and composition of different parts of filets from crossbred farmed carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Physiology and Biochemistry* 35(4), s. 615–623.
- Mtibaa, A.C., Smaoui, S., Hlima, B.H., Sellem, I., Ennouri, K., Mellouli, L., 2019. Enterocin BacFL31 from a Safety Enterococcus faecium FL31: Natural Preservative Agent Used Alone and in Combination with Aqueous Peel Onion (*Allium cepa*) Extract in Ground Beef Meat Storage. *BioMed Research International*, 13 s.
- MZe (Ministerstvo zemědělství), 2018. Situační a výhledová zpráva ryby [online]. Ministerstvo zemědělství [cit. 2019-10-23]. Dostupné na WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/rybarstvi/situacni-a-vyhledove-zpravy-ryby/ryby-2018.html>>.
- MZe (Ministerstvo zemědělství), 2019. Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2018. [online]. Ministerstvo zemědělství [cit. 2020-04-14]. Dostupné na WWW: <http://eagri.cz/public/web/file/640731/Modra_zprava_2018_web.pdf>
- Passwater, R., 2002. *O antioxidantech*. Pragma, 94 s.

- Pearce, K.L., Rosenfold, K., Andersen, H.J., Hopkins, D.L., 2011. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes-a review. *Meat Science* 89(2), s. 111–124.
- Peh, H.Y., Daniel Tan, W.S., Liao, W., Fred Wong, W.S., 2016. Vitamin E therapy beyond cancer: Tocopherol versus tocotrienol. *Pharmacology & Therapeutics* 162, s. 152–169.
- Pezeshk, S., Ojagh, S.M., Alishahi, A., 2015. Effect of plant antioxodant and antimicrobial compounds on the shelf-life of seafood – a review. *Journal of Food Science* 33, s. 195–203.
- Pham-Huy, L.A., He, H., Pham-Huy, C., 2008. Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science* 4(2), s. 89–96.
- Podsedek, A., 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of brassica vegetables: A review. *LWT-Food Science and Technology* 40, s. 1–11.
- Pokorný, J., 1997. Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti. Ústav zemědělských a potravinářských informací, 195 s.
- Pospíšil, O., 2003. Atlas našich ryb. Ottovo nakladatelství, s. 64–65.
- Prior, R.L., Lazarus, S.A., Cao, G., Muccitelli, H., Hammerstone, J.F., 2001. Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries and cranberries (*Vaccinium* spp.) Using high-performance liquid chromatography/mass spektrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(3), s. 1270–1276.
- Proteggente, A.R., Pannala, A.S., Paganga, G., Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S., Put, F., Dacombe, C., Rice-Evans, C.A., 2002. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radical Research* 36(2), s. 217–233.
- Ramanathan, L., Das, N.P., 1993. Natural Products Inhibit Oxidative Rancidity in Salted Cooked Ground Fish. *Journal of Food Science* 58(2), s. 318–320
- Sampels, S., Asli, M., Vogt, G., Mørkøre, T., 2010. Berry Marinades Enhance Oxidative Stability of Herring Fillets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, s. 12230–12237.
- Sampels, S., Levý, E., Mráz, J., Vejsada, P., Zajíc, T., 2014. Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 247 s.

- Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J.A., Saura-Calixto, F., 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food Agriculture* 76, s. 270–276.
- Sivertsvik, M., Jeksrud, J., Rosnes, J.T., 2002. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science and Technology* 37(2), s. 107–127.
- Shah, M.M.R., Liang, Y., Cheng, J.J., Daroch, M., 2016. Astaxanthin-producing green microalga *Haematococcus pluvialis*: From single cell to high value commercial products. *Frontiers in Plant Science* 7, 531 s.
- Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z., Yehoshua, Y., 2013. Natural antioxidants: function and sources. *Food and Nutrition Sciences* 4, s. 643–649.
- Steffens, W., 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture* 151, s. 97–119.
- SZPI (Státní zemědělská a potravinářská inspekce), 2015. Datum minimální trvanlivosti a použitelnosti [online, cit. 2019-11-29]. Dostupné na WWW: <<https://www.szpi.gov.cz/clanek/datum-minimalni-trvanlivosti-a-datum-pouzitelnosti.aspx?q=JmNobnVtPTEmaGw9cnlieQ%3d%3d>>.
- Škeříková, V., Grynová, L., Jandera, P., 2004. Využití coulometrického detektoru coularray pro analýzu přírodních antioxidantů. *Chemické listy* 98, s. 343–348.
- Štěch, L., 2007. *Koi*. Alcedor, 350 s.
- Tanabe, H., Yoshida, M., Tomita, N., 2002. Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used culinary herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat. *Animal Science Journal*. 73, s. 389–393.
- Ucak, I., Ozogul, Y., Durmus, M., 2011. The effect of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology* 46(6), s. 1157–1163.
- Ucak, Í., Khalily, R., Abuibaid, A.K.M., Ogunkalu, O.A., 2018. Maintaining the quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets by treatment of red onion peel extract during refrigerated storage. *Progress in Nutrition* 20(4), s. 672–678.

- Uçak, I., 2019. Physicochemical and antimicrobial effects of gelatin-based edible films incorporated with garlic peel extract on the rainbow trout fillets. *Progress in Nutrition* 21(1), s. 232–240.
- Vácha, F., Buchtová, H., 2005. *Komodity akvakultury*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 150 s.
- Vácha, F., 2013. *Obecná část*. V: Vácha, F., Vejsada, P., 2013. *Zpracování ryb*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 178 s.
- Vejsada, P., 2008. *Vliv výživy na vybrané vlastnosti masa tržního kapra (Cyprinus carpio, L.)*. Dizertační práce. ZF JU, České Budějovice, 128 s.
- Velíšek, J., 2002. *Chemie potravin 3*, 2. vyd. Osis, 368 s.
- Yu, L.L., Zhou, K.K., Parry, J., 2005. Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. *Food Chemistry* 91(4), s. 723–729.
- Zuo, Y., Wang, C., Zhan, J., 2002. Separation, characterization, and quantitation of benzoic and phenolic antioxidants in American cranberry fruit by GC-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(13), s. 3789–3794.
- Ženíšková, H., Chalupa, P., 2016. *Situační a výhledová zpráva ryby* [online]. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha [cit. 2019-10-23]. Dostupné na WWW: <http://eagri.cz/public/web/file/507825/SVZ_Ryby_2016.pdf>.

8. Abstrakt

Tato diplomová práce hodnotí působení přírodních aditiv (brusinek, česneku a cibulového extraktu) na změnu mikrobiologické kvality, sensorické vlastnosti a vliv na oxidaci lipidů u paštik z kapra obecného (*Cyprinus carpio*). Srovnání je prováděno s kontrolním vzorkem paštiky bez aditiv. Veškeré testování se skládalo z mikrobiologické analýzy, sensorické analýzy, spektrofotometrického stanovení oxidace lipidů a měření antioxidační aktivity. Prováděné testování probíhalo v předem stanovených termínech. Mikrobiologická analýza prováděná v den 0 a dále po 1, 2 a 6 měsících vykazovala postupně následující rozmezí hodnot 1,71 – 2,05; 1,73 – 2,23; 1,43 – 2,14; 1,36 – 2,21 log CFU·g⁻¹. Přípustná hranice pro konzumaci sladkovodních ryb, která je stanovena na 7 log CFU·g⁻¹, nebyla po celou dobu testování překročena u žádného ze vzorků. Nejlepších hodnot u mikrobiologické analýzy dosahoval vzorek s cibulovým extraktem. U sensorické analýzy tomu bylo však u většiny parametrů naopak. Při této analýze bylo 10 hodnotiteli posuzováno 6 parametrů (vůně, chuť, pachů, konzistence, barva, celková přijatelnost). Zcela nejlepších výsledků dosahovala brusinková paštika následovaná česnekovou. Testování bylo provedeno v den 0 a dále po 1, 2, 3 a 6 měsících. Ve stejných termínech probíhala i analýza TBARS zvolená pro testování oxidace lipidů. Ta prokázala pozitivní vliv antioxidantů a konzervace jako účinné způsoby pro dosažení skladovatelnosti do doby 6 měsíců. Z veškerých výsledků tohoto experimentu se dá vyčíst, že všechna zvolená aditiva mají pozitivní vliv na prodloužení skladovatelnosti, ale z hlediska přijatelnosti konzumenty vykazují nejlepší výsledky paštiky brusinková a česneková.

Klíčová slova: antioxidant, brusinka, česnek, cibulový extrakt, kapr obecný, mikrobiologická analýza, sensorická analýza, oxidace lipidů

9. Abstract

This diploma thesis evaluates the effect of natural additives, namely cranberries, garlic and onion extract, on the changes of microbiological quality, sensory properties and influence on lipid oxidation in pâtés of common carp (*Cyprinus carpio*). The comparison is made with a control pate without additives. All these analyses consist of microbiological analysis, sensory analysis, spectrophotometric determination of lipid oxidation and measurement of antioxidant activity. The testing was carried out within predetermined deadlines. The microbiological analysis was performed on day 0 and after 1, 2 and 6 months and showed values in the following range 1.71 - 2.05; 1.73 - 2.23; 1.43 - 2.14; 1.36 - 2.21 log CFU·g⁻¹. The accessible limit for freshwater fish consumption, which is set at 7 log CFU·g⁻¹, was not exceeded for any of the samples throughout the testing period. The best results were obtained with onion extract in microbiological analysis. Opposite results were obtained for this sample in sensory analysis. Six attributes (odour, taste, aftertaste, consistency, colour, overall acceptability) were evaluated by 10 evaluators in this analysis. The best results were achieved with cranberry pate followed by garlic. Testing was performed on day 0 and after 1, 2, 3 and 6 months. The TBARS analysis, chosen for testing of lipid oxidation, was also performed at the same time. It has proven the positive effect of antioxidants and preservation as effective ways to achieve shelf life within 6 months. All these results of this experiment showed that all selected additives have a positive effect on the shelf life extension but the best results, in terms of consumer acceptance, achieved cranberry and garlic pâtés.

Keywords: antioxidant, cranberry, garlic, onion extract, common carp, microbiological analysis, sensory analysis, lipid oxidation