

Využití silic pro zvýšení trvanlivosti masa sumečka afrického (*Clarias gariepinus*)

Bureš, D.¹, Petrtýl, M.², Tůmová, V.¹, Kotrbatý, M.¹, Verma, C.H.², Klouček, P.¹

¹ Katedra kvality a bezpečnosti potravin, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

² Katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

Souhrn

V současné době jsou intenzivně studovány možnosti prodloužení trvanlivosti rybního masa prostřednictvím přírodních látek, jako jsou například silice. Cílem předložené práce bylo vyhodnotit vliv působení silic na zvýšení skladovatelnosti masa sumečka afrického z recirkulačního akvakulturního systému. Byl sledován účinek tymiánu, hřebíčku a citronové trávy na vývoj celkového počtu mikroorganismů a přítomnost bakterií *Aeromonas* spp. v období od třetího do patnáctého dne skladování. Silice byly aplikovány ve formě emulze a jílových nanočástic. U skupin, kde byl pozorován nejvyšší efekt, byla provedena senzorická analýza masa s cílem vyhodnotit vliv na senzorický profil. Z výsledků je zřejmé, že nejvyšší účinek na snížení růstu sledovaných mikroorganismů byl pozorován v případě použití silice tymiánu. Rovněž hřebíček vykazoval dobré antibakteriální účinky, naopak u silice citronové trávy tyto vlastnosti prokázány nebyly. Následná senzorická analýza prokázala statisticky významné rozdíly u všech hodnocených deskriptorů mezi silicemi ošetřenými vzorky a masem bez aplikace silic. V případě tymiánu, kde byl sledován také vliv způsobu nanesení silice, bylo zjištěno, že přídavek ve formě jílových nanočástic má za následek menší negativní efekt na senzorické vlastnosti než v případě použití emulze. Z tohoto důvodu zasluhuje aplikace silice ve formě jílových nanočástic další pozornost. V dalších experimentech je nicméně nezbytné hledat optimální dávkování silic na úrovni, kdy je dostatečný vliv na růst mikroorganismů a současně ještě nedochází k negativnímu působení na organoleptické vlastnosti masa.

Klíčová slova: keříčkovec africký, mikroorganismy, rybí maso, organoleptické vlastnosti, údržnost

Úvod

Podle celé řady výživových doporučení představuje rybí maso nedílnou součást zdravého jídelníčku (Vepsäläinen and Lindström, 2024), neboť je zdrojem nutričně hodnotných bílkovin, minerálních látek a vitamínů, ale ve srovnání s masem hospodářských zvířat přítomný tuk lépe odpovídá současným dietetickým požadavkům. Celosvětový průměr konzumace zpracovaných ryb přesahuje 18 kg na osobu a rok, v ČR však spotřeba rybního masa dlouhodobě osciluje pouze v rozmezí 5 až 6 kg (ČSÚ, 2025). Z toho připadá zásadní podíl na mořské ryby, jen asi 1,4 kg sladkovodních ryb se každoročně dostane na talíř průměrného tuzemského strávníka. Zde jednoznačně dominuje kapr, především díky stále hluboce zakořeněné tradici štedrovečerního pokrmu. Pouze zbývajících 15 až 20 % připadá na ostatní sladkovodní ryby (Bušová, 2013). Příčinou nižší průměrné domácí spotřeby rybního masa, než je tomu ve většině zemí EU i oproti světovému průměru, můžeme vysvětlovat celým komplexem faktorů. Významnou roli hrají tradice a stravovací návyky, jako vnitrozemský stát máme stále relativně omezenou nabídku chlazených mořských ryb. V minulosti byly ryby na území dnešní ČR hojně dostupné a často konzumované, což vedlo k určitému přesycení a negativnímu vztahu k jejich spotřebě (Štěpnička, 2002). Pro část konzumentů jsou nepřijatelné některé specifické vlastnosti ryb, jako je charakteristický pach rybního masa (Bušová, 2013), pro jiné je zase neoblíbené z důvodu výskytu většího množství drobných kostí. Ve srovnání se zeměmi, kde je spotřeba ryb vyšší než u nás, je zde rovněž relativně málo rozvinutý řetězec zpracování ryb, stále je značná část produkce prodávána jako živé nebo kuchařské ryby v celku. V evropských zemích s vyšší spotřebou rybního masa je často násobně vyšší podíl masa prodáván ve formě filetů nebo jednotlivých a rychle připravených porcí. Běžné je zde zpracování nakupovaných ryb přímo před zraky zákazníků v supermarketech. Významným faktorem může být i relativně vyšší cena chlazených ryb ve srovnání s ostatními druhy masa. Podle rozsáhlé studie zaměřené na příčiny konzumace ryb a mořských plodů v zemích rozvinutého světa vyplývá, že pravidelní

konzumenti náleží častěji mezi starší, bohatší nebo fyzicky aktivnější část populace, která se více zajímá o vliv potravin na lidské zdraví (Govzman et al., 2021). Jako nejčastější důvody, které respondenti uváděli pro nízkou konzumaci této komodity, byla cenová dostupnost, zvyky či kuchařské dovednosti. Další příčinou nižšího zařazování ryb na talíře spotřebitelů může být i nižší trvanlivost masa a nutnost rychlého zpracování.



Obr. 1: Sumeček africký vyniká vysokou intenzitou růstu

Ve srovnání s masem hospodářských zvířat a zejména s masem savců je maso ryb málo údržné. Důvodem je zejména nízký obsah glykogenu v rybím masu, které po proběhnutí postmortálních změn zůstává nad hodnotou pH 6. Společně s vysokou vodní aktivitou tak poskytuje příznivé podmínky pro množení celé řady mikroorganismů (Bušová, 2013).

V dnešní době je zjevný vzrůstající zájem spotřebitelů o nutriční složení a zdravotní rizika u potravin, které konzumují. Mezi jednu z klíčo-

vých oblastí patří zájem vybírat potraviny obsahující žádné či omezené množství syntetických konzervantů používaných k eliminaci množení mikroorganismů. Z tohoto hlediska se jeví perspektivní využití přírodních látek, které mohou působit na trvanlivost potravin (Burt, 2004). Silice, také známé jako esenciální oleje, jsou koncentrované rostlinné výtažky, které obsahují těkavé aromatické sloučeniny. Tyto oleje se získávají z různých částí rostlin, jako jsou květy, listy, kůra, kořeny a semena, a mají charakteristickou vůni a chuť specifickou pro danou rostlinu. Pro jejich úspěšné využití je nezbytné vyřešit několik kritických parametrů. Kromě jejich schopnosti potlačovat růst mikroorganismů v konkrétních potravinách je nezbytné optimalizovat technologie použití a kvůli výrazným organoleptickým vlastnostem pečlivě prověřit možnosti využití (Klouček et al., 2012).

Sumeček africký (*Clarias gariepinus*) je široce rozšířený sladkovodní druh vyskytující se přirozeně na Blízkém východě, ve střední a jižní Africe, kde obývá přírodní jezera, rybníky, potoky a řeky (Turan and Turan, 2016). Stále častěji se prosazuje v intenzivních akvakulturách díky rychlému růstu při vysokých hustotách obsádky (Van de Nieuwegiessen et al., 2009), vynikající konverzi krmiva (Mota et al., 2015), schopnosti dýchat atmosférický vzduch díky přídatnému dýchacímu orgánu, toleranci k extrémním podmínkám prostředí a kvality vody (Ajiboye et al.,



Obr. 2: Jedinci odchovaní v recirkulačním akvakulturním systému

2015), a také chutnému masu s vysokou nutriční hodnotou. Podle výsledků práce Kouřila et al. (2013) obsahují filety přibližně 17 % bílkovin a 6 % tuku, přičemž výtěžnost filetů z jatečného těla se při porážkové hmotnosti 1–1,5 kg pohybovala v rozpětí 40–43 %. Vzhledem k vyššímu obsahu tuku je maso významným zdrojem nenasycených mastných kyselin a z hlediska lidské výživy velmi příznivých poměrů SFA/PUFA a n-3/n-6 (Bušová et al, 2023). S ohledem na uvedené vlastnosti a díky rychlému růstu v intenzivních recirkulačních akvakulturních systémech kdy je dosahována komerčně realizovatelná jatečná hmotnost ve věku jednoho roku, jeví se tento druh jako perspektivní i v tuzemských podmínkách. Delší trvanlivost chlazeného rybního masa je dobrým předpokladem pro stabilizaci nabídky i spotřeby tohoto produktu. Cílem předložené práce bylo proto vyhodnotit účinek aplikace silic na prodloužení skladovatelnosti masa sumečka afrického.

Tab. 1: Charakteristika použitých rostlinných silic

Silice	Rostlina	Latinský název	Dominantní silice	Výrobce	CAS*
Tymián	Mateřídouška obecná	<i>Thymus vulgaris</i>	Thymol, Karvakrol	SAFC	8007-46-3
Hřebíček	Hřebíčkovce kořený	<i>Syzygium aromaticum</i>	Eugenol Karvakrol	Biomedica	800-34-8
Citrónová tráva	Voňatka citrónová	<i>Cymbopogon citratus</i>	Citral Geraniol	Sigma-Aldrich	8007-02-1

* CAS Registry number: jedinečné identifikační číslo

Materiál a metodika

Odběr vzorků a aplikace silic

Pro experiment byly využity filety sumečka afrického získané z chovu v recirkulačním akvakulturním systému komerční farmy (AQUAPONIA s.r.o.) zaměřené na produkci sladkovodních ryb. Z ryb poražených v hmotnosti 1–1,5 kg byly získané filety vakuově zabaleny a přepraveny do laboratoře mikrobiologie Katedry kvality a bezpečnosti potravin. Z filetů bez kůže bylo vytvořeno celkem 135 vzorků o přibližné hmotnosti 5 g, které byly náhodně přiřazeny jedné ze tří skupin: první zůstala bez ošetření – kontrola, na druhou byly aplikovány silice (tymián, hřebíček a citrónová tráva, tabulka 1) ve formě nanojilu a na třetí byly aplikovány silice ve formě vodné emulze. Pro oba typy ošetření masa byla použita 10% koncentrace testovaných silic. Ty byly zvoleny na základě předchozí práce, která prokázala jejich pozitivní účinek při omezení růstu vybraných mikroorganismů (Klouček et al., 2012). Pro výrobu jílového obalu byly použity jílové nanočástice s obchodním označením Nanoclay – hydrophilic bentonite ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{O}_5\text{Si}$, Sigma-Aldrich, Saint Louis, USA), které byly smíchány s příslušnou silicí. Směsi jílu a silic byly následně vystaveny teplotě 50 °C po dobu 24 hodin v uzavřené nádobě, aby došlo k vstřebání silice do jílu. Vodná emulze byla vytvořena smícháním silice s emulgátorem (E433 – Tween 80) a destilovanou vodou. Pro dosažení 10% koncentrace v požadovaném množství 20 ml byla připravena směs v poměru 2 ml silice, 2 ml Tween 80 a 16 ml destilované vody. Směs byla homogenizována pomocí homogenizátoru IKA Ultra-Turrax T 18 digital (IKA-Werke GmbH, Staufen, Německo) po dobu přibližně 3 minut při otáčkách 25 tis./min a následně přelita do uzavíratelných vialk o objemu 10 ml. Na všechny vzorky bylo nanášené stejné množství: 750 mg nanojilu nebo 750 µl emulze/destilované vody a byly připraveny ve třech opakováních. Kontrolní vzorky byly ošetřeny nanojilem bez silice, vodou bez silice anebo ponechány jako čisté maso. Následně byly uzavřeny do Petriho misek o velikosti 75 mm a utěsněny parafínovou páskou. Všechny vzorky byly připraveny ve stejný den a byly skladovány při 4 °C po dobu 15 dní.

Mikrobiologická analýza

Vyhodnocení probíhalo každý 3. den (3., 6., 9., 12. a 15.). Vzorky byly vloženy do plastového sáčku určeného pro zpracování ve stomacheru a bylo přidáno takové množství peptonové vody (VWR, Stříbrná Skalice, ČR), aby došlo ke třicetinasobnému zředění. Poté byl každý vzorek homogenizován ve stomacheru po dobu 40 sekund. Poté byl odebrán 1 ml homogenizovaného vzorku do mikrozkušavky. Z mikrozkušavky bylo pomocí spirálového dávkovače (EasySpiral, Interscience, Saint Nom, Francie) nanázeno 50 µl na Petriho misku s Plate Count Agarem (PCA, Oxoid CZ, Brno, ČR) nebo na selektivní agar pro *Aeromonas* spp. (ASA, BSIBG agar, Himedia, ČADERSKÝ-ENVITEK, spol. s r.o., Brno, ČR). Pro každý vzorek byly připraveny 2 Petriho misky s PCA a ASA agarem. Kultivace mikroorganismů probíhala 40 hodin při 30 °C. Počty kolonií byly posléze vyhodnocené pomocí počítačky kolonií Premium HR 90 (VWR, Stříbrná Skalice, ČR).

Deskriptivní senzorická analýza

Pro senzorickou analýzu byly využity vždy oba filety od celkem 4 ryb. Každý filet byl následně rozdělen na dvě části, tak aby vznikly čtyři vzorky, které byly náhodně přiřazeny jedné ze čtyř skupin (kontrolní –

bez aplikace; hřebíček v jíl, tymián v jíl, tymián v emulzi). Na vzorky byla aplikována silice způsobem popsaným v předchozí části, následně byly vzorky vakuově zabaleny a skladovány 24 hod při teplotě 4 °C. Po dosažení stanovené doby byly vzorky vyjmuty z obalu a zbaveny jílu nebo emulze pomocí tekoucí vody. Vzorky byly osušeny a umístěny na skleněnou podložku a vloženy do sušárny (Memmert UN30, Memmert GmbH, Schwabach, Německo) temperované na 180 °C, tepelná úprava byla ukončena při dosažení konečné vnitřní teploty



Obr. 3: Aplikace jílu na maso

70 °C měřené vpichovým teploměrem. Vzorky pro jednotlivé způsoby ošetření byly připravovány v sušárně samostatně. Po vyjmutí byly nakrájeny na obdélníky o rozměru 30 x 20 mm, které byly vloženy do skleniček opatřených náhodným třímístným kódem. Pro hodnocení nebyly využity okrajové části filetů. Do doby samotného hodnocení, které probíhalo v senzorické laboratoři vybavené individuálními boxy, bylo maso skladováno při teplotě 50 °C. Osm trénovaných hodnotitelů, kteří v rámci předchozí přípravy měli předchozí zkušenost s posuzováním masa sumečka, posuzovalo celkem deset deskriptorů zaměřených na charakteristiky vůně, textury a chuti s využitím nestrukturované stupnice s popisem krajních bodů, jak je uvedeno v tabulce 2. V rámci jednoho setu byly každému členu panelu předkládány současně čtyři vzorky pocházející ze stejné ryby přiřazené do čtyř různých skupin ošetření. Celkem tak každý hodnotitel posuzoval 16 vzorků ve čtyřech setech. Jako neutralizační sousto byl hodnotitelům k dispozici chléb a voda, rozlišování podle barvy bylo znemožněno použitím červeného osvětlení. Naměřená data byla pro potřeby statistického vyhodnocení převedena na číselné hodnoty 0 až 100.

Tab. 2: Popis deskriptorů použitých při senzorické analýze a způsob hodnocení

Deskriptor	Popis vlastnosti	Způsob hodnocení	Škála
Příjemnost vůně	Hedonické hodnocení přijatelnosti vůně	před konzumací vzorku	0 = nepřijatelné 100 = velmi přijatelné
Intenzita vůně rybiho masa	Výskyt typické vůně pro rybí maso	před konzumací vzorku	0 = bez intenzity 100 = velmi intenzivní
Intenzita abnormální vůně	Výskyt nepřírozané vůně	před konzumací vzorku	0 = bez intenzity 100 = velmi intenzivní
Intenzita vůně koření	Výskyt vůně po koření	před konzumací vzorku	0 = bez intenzity 100 = velmi intenzivní
Konzistence	Textura vzorku při skusu	po pěti až deseti kousnutí stoličkami	0 = velmi nesoudržná či blátivá 100 = pevná na skusu
Příjemnost chuti	Hedonické hodnocení přijatelnosti chuti	po pěti až deseti kousnutí stoličkami	0 = nepřijatelné 100 = velmi přijatelné
Intenzita chuti rybiho masa	Výskyt chuti typické pro rybí maso	po pěti až deseti kousnutí stoličkami	0 = bez intenzity 100 = velmi intenzivní
Intenzita abnormální chuti	Výskyt nepřírozané chuti	po pěti až deseti kousnutí stoličkami	0 = bez intenzity 100 = velmi intenzivní
Intenzita chuti koření	Výskyt chuti po koření	po pěti až deseti kousnutí stoličkami	0 = bez intenzity 100 = velmi intenzivní
Celková přijatelnost	Preference mezi předkládanými vzorky	po dokončení předchozích hodnocení	0 = nepřijatelné 100 = velmi přijatelné

Statistická analýza

Naměřená data byla statisticky vyhodnocena v programu SAS s využitím smíšeného lineárního modelu (procedura MIXED) a metody REML. Modelová rovnice pro vyhodnocení mikrobiologických dat zahrnovala pevný efekt způsobu ošetření. Výsledky prezentované v tabulkách 2 a 3 jsou hodnoceny pro každou silici jako průměr hodnot zjištěných u ošetření emulzí a nanojilem. Výsledky uvedené v grafech 1 a 2 jsou znázorněny pro každou kombinaci ošetření a silice samostatně. Do modelové rovnice hodnotící deskriptory senzorické analýzy byl zařazen pevný efekt ošetření a náhodný efekt hodnotitele. Rozdíly mezi skupinami byly následně testovány Tukey-Kramerovým testem. Data jsou v tabulkách 3 a 4 uvedena jako nejmenší čtverce průměru (LSM) s příslušnou standardní chybou (SEM).

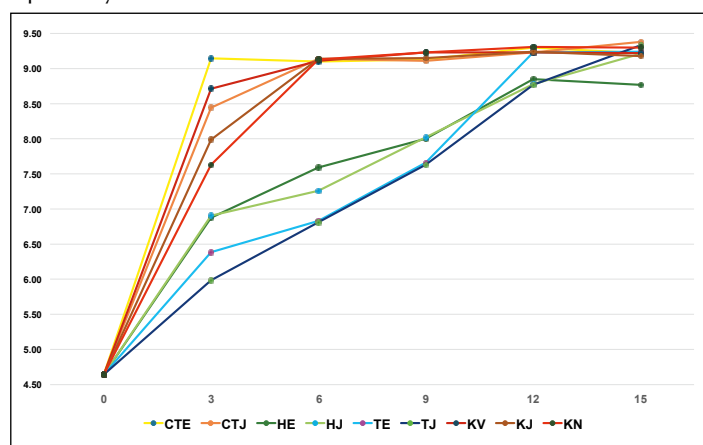
Tab. 3: Hodnoty růstu CPM při ošetření různým druhem silice (log KTJ.g⁻¹)

Den skladování	Ošetření				SEM	významnost
	Tymián	Hřebíček	Citronová tráva	Kontrola		
3	6,18 ^b	6,89 ^a	8,79 ^a	8,11 ^a	0,26	<0,001
6	6,82 ^c	7,43 ^b	9,12 ^a	9,13 ^a	0,28	<0,001
9	7,65 ^b	8,01 ^b	9,12 ^a	9,20 ^a	0,31	<0,001
12	9,00	8,81	9,26	9,26	0,27	0,109
15	9,28	8,99	9,30	9,24	0,18	0,066

^{a,b,c} Hodnoty označené různými symboly se v rámci jednoho řádku navzájem statisticky významně odlišují ($P < 0,05$). Hodnoty uvedené v tabulce jsou průměrem vzorků ošetřených stejnou silicí ve formě emulze a jílu.

Výsledky a diskuse

Výsledky účinků silic bez ohledu na způsob aplikace u celkového počtu mikroorganismů (CPM) jsou uvedeny v tabulce 3. Z tabulky je zjevné, že statisticky významných rozdílů bylo dosaženo mezi různými ošetřeními ve třech, šesti a devíti dnech skladování. Nejvyšší nárůst mikroorganismů byl ve srovnání s kontrolní skupinou dosažen u vzorků ošetřených tymiánovou silicí, následovaných skupinou s aplikací hřebíčku. Naopak v případě použití citronové trávy se účinek na nárůst mikroorganismů neprojevil. Počáteční hodnota CPM u vzorků byla v den aplikace 4,64 log KTJ.g⁻¹ a vzrůstala až ke dvojnásobným hodnotám v patnáctý den skladování.



Graf 1: Vývoj růstu CPM (log KTJ.ml⁻¹) pro jednotlivé varianty silic a způsobu ošetření. CTE – citronová tráva emulze, CTJ – citronová tráva jíl, HE – hřebíček emulze, HJ – hřebíček jíl, TE – tymián emulze, TJ – tymián jíl, KV – kontrola voda, KJ – kontrola jíl, KN – kontrola bez aplikace vody i jílu

V grafu 1 je znázorněn vývoj nárůstu CPM, pro jednotlivé způsoby ošetření. Je zjevné, že bez ohledu na způsob aplikace, byly zjištěny nejpriznivější účinky u tymiánu, následované hřebíčkem. Od třetího do devátého dne nebyly v případě obou zmiňovaných silic nalezeny signifikantní rozdíly mezi aplikací ve formě emulze a jílu, ale všechny tyto skupiny se statisticky průkazně odlišovaly ($P < 0,01$) od vzorků

kontroly a skupin ošetřených citronovou trávou. Erkan et al. (2011) kteří porovnávali účinek tymiánové a vavříkové silice u mořské ryby lufary dravé (*Pomatomus saltatrix*) zjistili příznivější efekt u tymiánu. Podobně jako v naší práci, Javadian et al. (2017) pozorovali pozitivní účinek působení tymiánové silice na mělněné maso tolstolobika bílého (*Hypophthalmichthys molitrix*). Zatímco v této práci umožnila aplikace silice prodloužit dobu skladování, aniž by byla překročena hranice $7 \log \text{KTJ.g}^{-1}$, o patnáct dnů, v naší práci by tato doba reálně představovala pouze šest dnů u tymiánu a tři dny u hřebíčkové silice. V tomto



Obr. 4: Tepelná úprava filetů pro senzorickou analýzu

ohledu však hraje významnou úlohu i úroveň primární kontaminace vzorků vstupujících do experimentu. Rao et al. (2017) porovnávali antibakteriální účinky hřebíčkové a tymiánové silice přidané do alginátového obalu (přírodní polysacharid získaný z hnědých řas). V tomto obalu byly zabaleny vzorky masa pangase spodnookého (*Pangasianodon hypophthalmus*). I z této práce vyplývá, že silice hřebíčku ve srovnání s tymiánovou vykazovala nižší účinek, přesto její schopnost vykazala signifikantní rozdíly oproti kontrolní skupině.

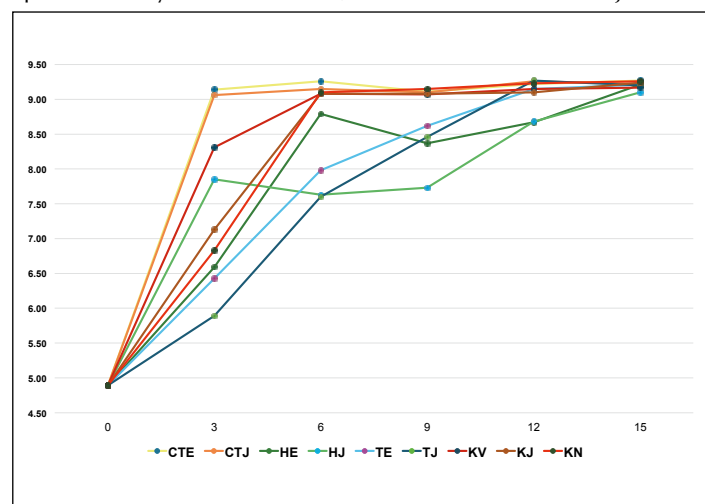
Rod *Aeromonas* zahrnuje gramnegativní, fakultativně anaerobní, tyčinkovité bakterie, které se často vyskytují ve sladkých vodách. Mezi nejvýznamnější patogeny patří *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae* a *Aeromonas veronii*. Tyto bakterie mohou způsobovat různé infekce u lidí, včetně gastroenteritidy a infekcí ran. Bakterie tohoto rodu mohou přežívat a růst při nízkých teplotách, což zvyšuje riziko kontaminace během zpracování a skladování. Infekce způsobené zmiňovanými bakteriemi mohou být přenášeny na člověka konzumací kontaminovaného rybního masa, což může vést ke gastrointestinálním onemocněním (Praveen et al., 2014). Z tohoto důvodu byl sledován vliv účinku silic na tento rod bakterií i v této práci. Z výsledků uvedených v tabulce 4,

Tab. 4: Hodnoty růstu bakterií rodu *Aeromonas* spp. při ošetření různým druhem silice ($\log \text{KTJ.g}^{-1}$)

Den skladování	Ošetření				SEM	významnost
	Tymián	Hřebíček	Citronová tráva	Kontrola		
3	6,16 ^c	7,22 ^b	9,10 ^a	7,42 ^b	0,33	<0,001
6	7,79 ^c	8,21 ^{bc}	9,21 ^a	8,34 ^{ab}	0,34	0,002
9	8,54 ^b	8,05 ^b	9,10 ^a	9,10 ^a	0,34	0,002
12	9,21	8,68	9,24	9,10	0,54	0,063
15	9,21	9,15	9,25	9,22	0,54	0,054

^{a,b,c} Hodnoty označené různými symboly se v rámci jednoho řádku navzájem statisticky významně odlišují ($P < 0,05$). Hodnoty uvedené v tabulce jsou průměrem vzorků ošetřených stejnou silicí ve formě emulze a jílů.

kteří porovnává silice bez ohledu na způsob aplikace, je opět zřejmé, že mezi sledovanými ošetřeními byly nalezeny rozdíly ve třetím, šestém a devátém dni skladování. Nejvyšší účinek se opět projevil u tymiánu, který vykázal nejnižší hodnoty růstu bakterií ve všech třech uvedených časech. V případě aplikace hřebíčku byly rozdíly ve srovnání s kontrolní skupinou statisticky průkazné pouze v případě devátého dne skladování. Podobně jako u CPM, vliv účinku silice citronové trávy nebyl prokázán. Graf 2 umožňuje porovnat rozdíly mezi různými způsoby ošetření a jejich účinkem na rod *Aeromonas*. Zatímco ve třech dnech skladování byla nejvyšší účinnost pozorována u tymiánové silice aplikované do jílů, v šesti dnech došlo ke srovnatelnému efektu u v jílů aplikovaném tymiánu i hřebíčku, v devíti dnech došlo k nejmenšímu

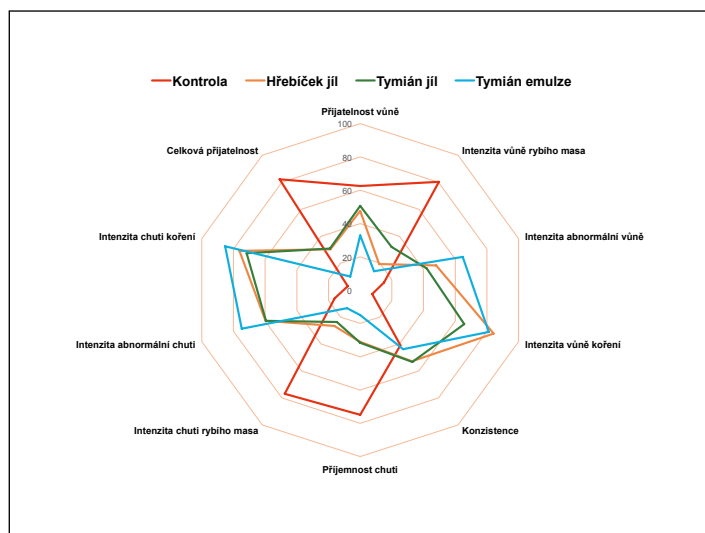


Graf 2: Vývoj růstu bakterií rodu *Aeromonas* spp. ($\log \text{KTJ.ml}^{-1}$) pro jednotlivé varianty silic a způsobu ošetření. CTE – citronová tráva emulze, CTJ – citronová tráva jíl, HE – hřebíček emulze, HJ – hřebíček jíl, TE – tymián emulze, TJ – tymián jíl, KV – kontrola voda, KJ – kontrola jíl, KN – kontrola bez aplikace vody i jílů

nárůstu mikroorganismů u vzorků ošetřených hřebíčkem v jílů. Vyšší účinnost působení silice aplikované do jílů ve srovnání s emulzí by mohla souviset s jejím postupným uvolňováním z jílových částic. Toto zjištění potvrzuje i práce Bernados et al. (2018), kde autoři popisují vyšší a dlouhodobější účinky na růst sledovaných mikroorganismů, pokud byla silice sorbovaná do nanojílů. Autoři vysvětlují pozvolnější účinek silice enkapsulované do nanokompozitů v důsledku toho, že nedochází k omezení účinnosti jako u přímo (v emulzi) aplikované silice díky její vysoké těkavosti.

Senzorická analýza

Jelikož nejslibnější účinek na potlačení CPM i *Aeromonas* spp. byl zjištěn u skupin tymiánu v obou způsobech aplikace a u hřebíčku naneseného na maso v jílů, následná senzorická analýza se zabývala porovnáním senzorického profilu tepelně upraveného masa těchto tří skupin s kontrolní skupinou, tedy masem bez aplikace silic. Výsledky hodnocení senzorickým panelem jsou uvedeny v grafu 3. U všech sledovaných deskriptorů byly nalezeny statisticky průkazné rozdíly. Podle očekávání vykazovalo maso kontrolní skupiny nejvyšší ($P < 0,001$) hodnocení pro intenzitu vůně a chuti rybního masa, ale také nejvyšší přijatelnost chuti a vůně a celkovou přijatelnost. Naopak maso ošetřené tymiánovou emulzí vykazovalo nejvyšší hodnoty pro intenzitu abnormální vůně a chuti a intenzitu chuti koření. Rozdíly byly pozorovány u obou skupin s tymiánovou silicí, kde aplikace tymiánu v jílů vedla k signifikantně ($P < 0,01$) příznivějšímu posuzování přijatelnosti vůně, vyšší intenzitě vůně a chuti rybního masa a celkové přijatelnosti než v případě aplikace tymiánové emulze. Tato skupina dosáhla nejméně příznivého hodnocení pro přijatelnost vůně a chuti i intenzitu vůně a chuti rybního masa. Rozdíly mezi aplikací hřebíčkové a tymiánové silice



Graf 3: Senzorický profil masa sumečka afrického s různým způsobem ošetření

do jílů byly poměrně malé, hřebíček však vykazoval vyšší intenzitu vůně a chuti koření a více překrýval chuť a vůni typickou pro rybí maso. Celkově však lze říct, že uplatněné koncentrace silice aplikované na rybí filety byly vyšší, než je akceptovatelné v běžné gastronomii. Je také zjevné, že aplikace silice do jílů se projevila v nižší intenzitě vnímání vůně a chuti koření. Nanesení silice ve formě jílů vedlo k signifikantně ($P < 0,05$) pozitivním změnám v konzistenci masa, které bylo více pevné a soudržné, než v případě kontrolní skupiny či aplikace silice ve formě emulze.

Vzhledem ke skutečnosti, že pro silice přidávané do potravin je velmi tenká hranice mezi hladinou, kdy je pozorován efektivní antimikrobiální



Obr. 5: Příprava vzorků pro hodnocení organoleptických vlastností

účinek a zároveň nedochází k negativnímu ovlivnění organoleptických vlastností produktu, je senzorické hodnocení nezbytným doplňkem mikrobiologických studií. Například Gondeková et al. (2024) sledovali vliv přidavku majoránky, tymiánu a oreganové silice do mletého vepřového masa v koncentracích 0,5 až 2,0 %. Zatímco v případě nižších koncentrací nedocházelo k negativnímu vlivu na sledované senzorické vlastnosti, v případě nejvyšší koncentrace a zejména u v případě tymiánu byla chuť a vůně posuzována negativně a označena za „mýdlovou“. V budoucích pracích je proto nezbytné hledat takové koncentrace, které poskytnou požadovaných protektivní účinek a zároveň budou poskytovat pro konzumenty akceptovatelné organoleptické parametry masa.

Závěr

Na základě zjištěných výsledků lze konstatovat, že nejpříznivější účinek na prodloužení skladovatelnosti masa sumečka afrického měla silice tymiánu, pozitivní efekt byl v nižší míře sledován i u hřebíčku. Naopak při aplikaci silice citronové trávy nebyl vliv na růst sledovaných mikroorganismů prokázán. Při hodnocení vlivu způsobu aplikace silic se jeví perspektivní možnost přidání do nanojílů, neboť zde v důsledku pozvolného uvolňování účinných látek dochází k efektivnějšímu omezení růstu CPM i rodu *Aeromonas* spp. Provedená senzorická analýza poukázala na negativní působení silic na většinu sledovaných deskriptorů. Z tohoto důvodu je nezbytné v budoucích experimentech hledat takovou koncentraci silic, která nemá výrazný negativní efekt na senzorické vlastnosti. V případě použití jílového obalu u tymiánové silice byl prokázán jednoznačně méně negativní vliv na sledované deskriptory ve srovnání s aplikací emulze. Rovněž v případě aplikace tymiánu i hřebíčku byl pozorován pozitivní vliv na konzistenci rybiho masa, které bylo více soudržné, než u kontrolní skupiny či použití emulze. Proto přidavek silice do jílu zasluhuje další pozornost, protože méně negativně působí na senzorické vlastnosti rybiho masa.

Poděkování

Práce byla zpracována s podporou projektu NAZV QK21010207 a METROFOOD-CZ [MEYS Grant No: LM2023064].

Literatura

1. Ajiboye, A.O., Awogbade, A.A., Babalola, O.A. (2015): Effects of water exchange on water quality parameters, nutrient utilization and growth of African catfish (*Clarias gariepinus*). *International Journal of Livestock Production*, 6, 57–60.
2. Bernados, A., Bozik, M., Alvarez, S., Saskova, M., Perez-Esteve, E., Kloucek, P., Lhotka, M., Frankova, A., Martinez-Manez, P. (2018) The efficacy of essential oil components loaded into montmorillonite against *Aspergillus niger* and *Staphylococcus aureus*. *Flavour Fragrance Journal*, 34, 1–12.
3. Burt, S. (2004): Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223–253.
4. Bušová, M., (2013): Factors Affecting the Quality and Consumption of Fish Meat. *Indian Journal of Applied Research*, 3, 24–27.
5. Bušová, M., Kouřimská, L., Doležal, M., Ilko, V., Revenco, D., Zare, M., Matoušek, J., Ferrocino, I., Franciosa, I., Smejkal, P., Preslička, M., Prokešová, M. (2023): Fatty acid profile, atherogenic and thrombogenic indices, and meat quality as the effect of feed additive in African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Applied Science*, 13, 10058.
6. Erkan, N., Yasemin Tosun, S., Ulusoy, S., Uretener, G. (2011): The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6, 39–48.
7. Gondeková, M., Hlebová, M., Huba, J., Záhradník, M., Peškovičová, D. (2024): Vplyv rastlinných silíc na organoleptické vlastnosti mletého bravčového masa. *Maso*, 35 (5), 12–18.

8. Govzman, S., Looby, S., Wang, X., Butler, F., Gibney, E.R., Timon, C.M. (2021): A systematic review of the determinants of seafood consumption. *British Journal of Nutrition*, 126, 66–80.
9. Javadian, S.R., Shahosseini, S.R., Ariaii, P. (2017): The effects of liposomal encapsulated thyme extract on the quality of fish mince and *Escherichia coli* O157:H7 Inhibition During Refrigerated Storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26:115–123.
10. Klouček, P., Smid, J., Fraňková, A., Kokoška, L., Valterová, I., Pavelka, R. (2012): Fast screening method for assessment of antimicrobial activity of essential oils in vapor phase. *Food Research International*, 47, 161–165.
11. Kouřil, J., Drozd, B., Prokešová, M., Stejskal, V. (2013): Intenzivní chov keříčkovce jihoafrického – sumečka afrického (*Clarias gariepinus*). Metodika, Fakulta rybářství a ochrany vod, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Vodňany, 60s. ISBN 978-80-87437-79-7.
12. Mota, V.C., Limbu, P., Martins, C.I.M., Eding, E.H., Verreth, J.A.J. (2015): The effect of nearly closed RAS on the feed intake and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), African catfish (*Clarias gariepinus*) and European eel (*Anguilla anguilla*). *Aquacultural Engineering*. 2015, 68, 1–5.
13. Praveen, P.K., Debnath, C., Pramanik, A.K., Shekhar, S., Dalai, N. (2014): Incidence and biochemical characterization of *Aeromonas* species isolated from retail fish and chicken in North Kolkata region. *Cell and Tissue Research*, 14, 4609–4612.
14. Rao, B.M., Jesmi, D., Viji, P. (2017): Chilled storage of *Pangasianodon hypophthalmus* fillets coated with plant oil incorporated alginate gels: Effect of clove leaf, clove bud, rosemary and thyme oils. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26, 744–755.
15. Štěpnička, M. (2002): Ryby pro slavnostní příležitosti, Kuchařka, Dona, České Budějovice, 116s. ISBN 9788086136332
16. Turan, F., Turan, C. (2016): Natural and Non-natural Distribution of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) in Turkey. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2, 173–177.
17. Van de Nieuwegiessen, P.G., Olwo, J., Khong, S., Verreth, J.A.J., Schrama, J.W. (2009): Effects of age and stocking density on the welfare of African catfish, *Clarias gariepinus* Burchell. *Aquaculture* 2009, 288, 69–75
18. Vepsäläinen H., Lindström, J. (2024): Dietary patterns – A scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023, Review Article. *Food & Nutrition Research*, 68, 10541.

Use of essential oils to increase the shelf life of African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) meat

Abstract

The possibilities of extending the shelf life of fish meat through natural substances such as essential oils have been investigated. The aim of the present work was to evaluate the effect of essential oils on increasing the shelf life of African sharptooth catfish meat. The effect of thyme (*Thymus vulgaris*), clove (*Syzygium aromaticum*) and lemongrass (*Cymbopogon citratus*) on the presence of *Aeromonas* spp. and total plate count was studied from the third to the fifteenth day of storage. Essential oils were applied in the form of emulsion and clay nanoparticles. Meat treated with essential oils having the strongest antimicrobial activity was subjected to sensory analysis to evaluate the effect of application on the sensory profile. The results show that thyme essential oil is the most potent but also cloves showed good antibacterial effects. The lowest inhibitory effect was reported for lemongrass. Subsequent sensory analysis showed statistically significant differences between the samples treated with essential oils and those without the treatment in all descriptors being evaluated. Considering the method of application, thyme essential oil added in the form of clay nanoparticles resulted in the least negative effect on the sensory properties of meat compared with the use of emulsion. Therefore, future research should explore the application of essential oils in the form of clay nanoparticles in more detail, along with initiation in systematically investigating the minimum inhibitory concentration and negative consumer perception of meat treated with essential oils.

Keywords: fish meat, natural extracts, microorganisms, organoleptic properties, shelf life

Kontaktní adresa:

doc. Ing. Daniel Bureš, Ph.D.
Katedra kvality a bezpečnosti potravin
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze
E-mail: buresd@af.czu.cz

