

Vliv furcellaranu na vybrané vlastnosti kuřecí šunky

Bc. Aneta Lyčková

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Aneta Lyčková
Osobní číslo:	T18271
Studijní program:	N2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor:	Technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Vliv furcellaranu na vybrané vlastnosti kuřecí šunky

Zásady pro vypracování

1. Obecná charakteristika šunek
2. Technologie výroby šunek
3. Faktory ovlivňující kvalitativní parametry šunek
4. Výroba modelových vzorků kuřecí šunky s přidávkem fykokoloidů
5. provedení vybraných analýz a vyhodnocení výsledků

Forma zpracování diplomové práce: Tisková/elektronická

Seznam doporučené literatury:

[1] TIVARI, B. K., TROY, D. J. (2015). *Seaweed sustainability: food and non-food applications*. Boston: Elsevier/AP, Academic Press is an imprint of Elsevier. [2] Carrageenans: sources and extraction methods, molecular structure, bioactive properties and health effects. (2016). Hauppauge, New York: Nova Science Publishers. [3] Bioactive seaweeds for food applications: natural ingredients for healthy diets. (2018). San Diego, CA: Academic Press.

Vedoucí diplomové práce: **MVDr. Zdeněk Polášek**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo zjistit závislost vybraných texturních a reologických vlastností kuřecí šunky na koncentraci aplikovaného karagenanu a furcellaranu během 336h doby skladování. Texturní vlastnosti testovaných vzorků byly ovlivněny typem a koncentrací aplikovaného hydrokoloidu a dobou skladování. Výsledky získané analýzou texturního profilu a Warner-Bratzlerova smykového testu byly analogické těm, které byly získány reologickou analýzou. Dále vzorky připravené s K a FRC1 v koncentraci 1 % (w/w) představovaly vyšší hodnoty tvrdosti. Analýza ve všech testovaných frekvencích (poměr $G' > G''$) ukázala pro všechny vzorky pevné chování látky.

Klíčová slova: kuřecí šunka, kappa karagenan, furcellaran, profilová texturní analýza, Warner-Bratzlerův test, reologie

ABSTRACT

The goal of this study was to investigate the dependence of selected textural and rheological properties of chicken ham on the concentration of applied carrageenan and furcellaran during a 336 hour storage period. The textural properties of the tested samples were affected by the type and concentration of applied hydrocolloid and the storage duration. The results obtained by analyzing the texture profile and the Warner-Bratzler's shear force test were analogous to those obtained by rheological analysis. Furthermore, the samples prepared with K and FRC1 at a concentration of 1 % resulted in higher values of hardness. Among all of the tested frequencies (with the ratio of $G' > G''$), the analysis showed a solid-like behaviour in all of the samples.

Keywords: chicken ham, kappa carrageenan, furcellaran, profile textural analysis, Warner-Bratzler's test, rheology

Na tomto místě bych ráda poděkovala MVDr. Zdeňku Poláškově za odborné vedení práce, vstřícný přístup a trpělivost. Dále Ing. et Ing. Ludmile Zálešákové za její čas a pomoc v laboratoři a rovněž Ústavu technologie potravin na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně za umožnění tohoto výzkumu. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině, a to převážně mému bratruvi Mgr. et Mgr. Danielu Lyčkovi, přátelům a kolegům za jejich podporu a trpělivost.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŠUNEK	10
1.1 HISTORIE	11
1.2 TYPY ŠUNEK	12
1.3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITATIVNÍ PARAMETRY ŠUNEK	16
2 TECHNOLOGIE VÝROBY ŠUNEK	19
2.1 VÝBĚR SUROVINY, PŘÍPRAVA LÁKU A NASTŘIKOVÁNÍ.....	19
2.2 TENDERIZACE A TUMBLOVÁNÍ	23
2.3 FINÁLNÍ ÚPRAVY	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	37
3.1 METODIKA EXPERIMENTU.....	37
4 VÝSLEDKY A DISKUZE	44
4.1 CHEMICKÁ ANALÝZA.....	44
4.2 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA.....	46
4.3 WARNER-BRATZLERŮV TEST	52
4.4 REOLOGICKÁ ANALÝZA	57
ZÁVĚR	65
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	85
SEZNAM OBRÁZKŮ	86
SEZNAM TABULEK	88

ÚVOD

Mezi skupiny masných výrobků jejichž produkce neklesá, patří šunky a šunkové výrobky. Jejich obliba je dána díky spojitosti se zdravým životním stylem, a to na jedné straně z důvodu nízkého obsahu tuku a na straně druhé vyšším obsahem bílkovin. I proto jsou požadavky na složení a kvalitu šunek stále vyšší. Výrobci šunek a šunkových produktů tak musí své receptury upravovat, přičemž řeší hlavně faktory, kterými jsou stále rostoucí popularita zdravější stravy, mediálního marketingu ohledně složení výrobku a taktéž i kupní cena hotového produktu. Obchodní řetězce a zároveň i zákazníci vyžadují obecně masné výrobky, kam patří právě i šunky s co možná nejvyšším obsahem masa, zároveň s nejmenším množstvím přidaných látek a v neposlední řadě s co nejdelší trvanlivostí.

Šunkové výrobky jsou rozdělovány legislativou do tří jakostních tříd dle množství čistých svalových bílkovin. Technologickým opracováním suroviny a následným tepelným opracováním dochází k vývoji žádoucích organoleptických vlastností, mikrobiologické kvalitě i bezpečnosti výrobku. Do masných výrobků s nižším množstvím svalových bílkovin se přidávají hydrokoloidy získané z mořských řas, které zlepšují vaznost vody, texturu výrobku i jeho konzistenci. Jejich vlastnosti jsou důležitým aspektem pro vývoj chuti, šťavnatosti a stability při plátkování šunkového produktu. Mezi nejčastěji využívané hydrokoloidy v masném průmyslu jsou karagenany, a to především kappa karagenan, jenž tvoří ve struktuře masného výrobku pevný gel. Nicméně, kromě karagenanů lze použít i furcellaran, který se podobá svou strukturou výše zmíněnému kappa karagenanu.

Podobnost obou hydrokoloidů vedla k myšlence, že by oba studované materiály mohly vykazovat podobné vlastnosti. Cílem této práce je vliv furcellaranu na texturní a viskoelastické vlastnosti kuřecí šunky během 336h doby skladování při $(4 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C})$. Na rozdíl od dobře prozkoumaného karagenanu vliv furcellaranu v šunkových výrobcích nebyl dosud zaznamenán.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ŠUNEK

Maso a masné výrobky patří mezi základní složky lidské výživy. Poskytují konzumentovi dobře dostupný zdroj bílkovin, ale i další důležité látky [1]. Podle vyhlášky č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich se pod pojmem „šunka“ rozumí tepelně opracovaný masný výrobek, který musí být jednak označen třídou jakosti, ale také musí splňovat požadavky této vyhlášky. Je dělena podle obsahu čistých svalových bílkovin. Šunky celosvalové jsou u třídy nejvyšší jakosti a třídy výběrové, u třídy standardní lze při výrobě použít zrněnou surovinu. Šunka z vepřového masa je vyrobena z masa vepřové kýty nebo jen z vepřové kýty. Je-li vyrobena z jiného než vepřového masa, musí být v názvu označena živočišným druhem, nebo částí jatečného těla, ze kterého pochází [2]. Kromě vepřového masa lze mimo jiné při výrobě šunky použít i masa z jiných zvířat, jako je například maso hovězí, krůtí či kuřecí [3].

Drůbeží tepelně opracované masné výrobky se v posledních letech těší velké oblibě [4]. Spotřeba kuřecího masa se v mnoha zemích zvýšila. Tento nárůst souvisí se zdravějším stravováním, díky relativně levným zdrojům bílkovin, který je ideálně vhodný pro různé dietní pokrmy [4, 5, 6]. Restrukturovaná kuřecí šunka patří mezi drůbeží výrobky vyrobené z čerstvých vykostěných, kůže a šlach zbavených kuřecích prs. Ty jsou nastříknuty a masírovány s marinádou nebo solným roztokem (včetně vody, chloridu sodného, vybraného typu fosfátu a cukru s možnou aplikací různých hydrokoloidů a dalších volitelných složek) po dobu několika hodin. Následné tepelné opracování produktů vede k vývoji žádoucích organoleptických vlastností, mikrobiologické kvalitě a bezpečnosti výrobku [7, 8]. Kromě toho je technika marinování tradičním kulinářským procesem používaným ke zlepšení chuti a šťavnatosti drůbežího masa.

1.1 Historie

Masné výrobky nebo konzervované zpracované maso má dlouholetou tradici a samotná výroba sahá až do starověku. Takový typ produktu byl nalezen ve starých řeckých, v římských, a dokonce i v babylonských skriptech. Římské armády během dobovačného tažení po území tehdy (nejenom) celého známého středomořského světa byly z části úspěšné i díky znalostem o konzervování masa (sušená šunka, fermentované klobásy). Právě to umožnilo zásobovat římské legie na velmi velké vzdálenosti, a tedy jistě ne náhodou vedla římská republika a následně římské císařství téměř do svého zániku dobovačnou politikou. [9, 10]. Doklady o tom jsou mimo jiné z dobových zpráv. Například Censor Catón ve druhém tisíciletí před Kristem vypovídá o „*velice chutné konzervaci prasečích kýt, které se v jeho době prosolovaly, dále osoušely a pak lehce potíraly olejem*“ [11].

Ale i římsští nepřátelé byli znalí technologie konzervace masa. Ve stejné době jako výše uvedený Catón psal i ve svém díle „*De re rustica*“ Marco Tezenzio Verrona, ve kterém mluví o Galech (tedy Keltech) jako o nejvýznamnějších odbornících na zpracování a konzervaci vepřového masa [11]. Keltové v tzv. době železné se usídlili i na území současné České republiky (například Obří hrad na Šumavě) a je tedy možné říci, že daná technologie má v našem státě až tisíciletou historii [12].

A ačkoliv jde spíše o pouhou pověst, tak údajně po vítězné bitvě na březích Trebbie v roce 217 před Kristem vojevůdce starověkého Kartága Hannibal Barkas vstoupil do města Parmy na Apeninském poloostrově, kde byl oslavován jako osvoboditel. V souvislosti se studovaným tématem je spíše zajímavé, že při této příležitosti měl být uspořádán banket. (A to navíc v zimním období, a ještě po poválečném rabování ustupujících legií Římské republiky, což dokládá, že opravdu půjde spíše o legendu než o reálnou historickou událost.) Tehdy měli vesničané vytáhnout ze svých tajných skrýší sudy s vepřovým nasoleným masem, načež kartaginský vojevůdce prý velice ocenil tuto voňavou potravinu. A nepochybně právě tato pověst dala vzniknout světoznámé parmské šunce (*Prosciutto di Parma*) [11].

V severní a ve střední Evropě byla „*masitá zvířata*“ zabita před zimou. Najednou dostupné maso ve velkém množství nebylo možné najednou pozřít, tudíž zbývající část musela být zpracována pro uchování pro pozdější dobu [9]. Nešlo pochopitelně pouze o starověké a středověké období. Tato tradice sahá hlavně na vesnici přinejmenším až do konce druhé světové války 1945. Ale i později je možné objevit různé zmínky či z vyprávění pamětníků

o takovém způsobu hospodaření a konzervaci masa. Například známé obrázky malíře Josefa Lady jsou toho důkazem. Mnohé se změnilo i díky modernizaci a elektrifikaci v průběhu minulého století. Původní ledárny a chladné sklepy postupem doby nahradily současné ledničky a mrazáky [13].

Zpracování masa na masné výrobky byl obdobný způsob konzervace jak zpracování mléka jako sýr. Technologie uchování pomocí poklesu vodní aktivity v kombinaci se snížením pH lze považovat za nejstarší technologie úchovy. Snížení vodní aktivity bylo docíleno solením a následným sušením nebo sušením. Historicky byly sušené produkty sušeny na vzduchu, pokles vodní aktivity solením pomocí roztoku chloridu sodného ponořením nebo hrubým otřením povrchu masa krystaly soli. Bylo toho málo známo o procesech kvašení, ponoření do solanky či sušení, a proto zpracování masa bylo považováno za umění, řemeslo [9].

V našem středoevropském prostředí, a tedy i na území Čech, Moravy a Slezska patřila šunka mezi sortiment uzených, eventuálně tepelně opracovaných mas. V souvislosti například s historií Pražské šunky (podrobněji viz níže) je uvedeno, že vepřová kýta bývala zpravidla vykostěna, rozdělena na několik částí, nasolena, zalita lákem a dále ovařena a zauzena. Případně obráceně. Tedy nejprve zauzena a až poté ovařena. Jako první výrobce, který nechal proležet vepřovou kýtu nevykostěnou, bývá k roku 1857 uváděn pražský uzenař pan František Zvěřina. Začátek 60. let předminulého století bývá spojován již s výrobou klasické Pražské šunky [11].

1.2 Typy šunek

Šunka má v kuchyni mnohostranné využití, přičemž vždy záleží na preferencích spotřebitele, jeho chuti a zvykům. Mezi dva nejrozšířenější druhy šunek zásadně patří jednak šunka dušená, tak i šunka syrová. Ta se v tržních sítích objevuje jako uzená nebo sušená na vzduchu. Využívání metod uzení a sušení je ovlivněno klimatickými podmínkami určitých regionů [3].

Existuje mnoho typů sušených šunek. Mezi nejznámější sušené šunky patří španělské Iberian a Serrano šunka, italské Parma a San Daniele šunky i francouzská šunka Bayonne. Ty se většinou konzumují syrové bez dalšího tepelného opracování nebo uzení. Ostatně existují i zauzené sušené šunky, které jsou tepelně opracovány před konzumací. Tímto stylem přípravy se těší například země U. S. a v Německu [14].

Tepelně opracované šunky

Tepelně opracovaná, vykostěná šunka, pocházející ze zadních nohou vepřů, je technologickým procesem vytvarovaná a zcela tepelně opracovaná v páře nebo ve varu [15, 16]. Aby vznikl chutný výrobek s atraktivním vzhledem, musí se před tepelným opracováním naložit [3]. Proces tepelného opracování, který se dá považovat za druh pasterizace, je používán tak, aby teplota dosažená v jádře výrobku odpovídala 70 °C po dobu 10 minut. Ve skutečnosti se skutečná teplota ve středu šunky může lišit a může být mezi 68–72 °C. Existují tři různé typy postupů tepelného opracování, které lze aplikovat. V minulosti byl využíván proces vytápění při konstantní teplotě. Dnes se již tento způsob nevyužívá. Následující, dnes využívané, dva způsoby jsou buď zahřívání, dokud není dosaženo pevné teploty uvnitř šunky (obvykle kolem 68 °C) nebo postupné zahřívání, kdy v každém kroku se teplota zvyšuje o méně než 25–30 °C [15]. Při vaření dochází ke ztrátám (9–11 %), které jsou však zanedbatelné [17]. Po dokončení procesu musí být produkt co nejrychleji zchlazen na méně než 5 °C ponořením či sprchováním studenou vodou. Tento produkt je rozšířen a konzumován ve velké míře po celém světě. Například v Evropě, v oblasti lahůdkářství, je tento masný výrobek využíván až z 26 %. Hlavními spotřebitelskými státy jsou Francie, Španělsko a Itálie. Produkty mohou obdržet název regionu, kde k výrobě dochází. Mezi významné tepelně opracované šunky řadíme italské Prosciutto Cotto, francouzské Jambon de Bourgogne nebo francouzský Jambon de Reims [15].

Šťavnatá, narůžovělá šunka na kosti, pokrytá tenkou vrstvou jemného tuku a někdy i kůže, uzená do zlatova, získala poprvé popularitu v Praze a Drážďanech pod názvem Pražská šunka. V Karlových Varech byl tento druh šunky také nazýván šunka lázeňská. Nejznámějším producentem této šunky v 19. století byl Antonín Chmel. Jeho společnost, jako výrobce a vývozce šunek na kosti, se stala světově známá. Přepavní hmotnost bývala 3–5 kg, dnes je to 10–11 kg. Na přelomu 20. století byla klasická pražská šunka vyráběna z kýt velkých českých bílých prasat vybraných plemen a později z plemena přeštického černého prasete, které díky mramorování svaloviny bylo chutnější a šťavnatější. Vybraný vepřový dobytek musel být před porážkou dobře osvalený s živou hmotností 60–70 kg. Pozornost byla také věnována poslední fázi výkrmu, kdy zelené krmivo nahradily krmné směsi (kukuřice, ječmen, otruby, syrovátka a mléko) [18].

Společnost Chmel si získala legendární pověst postavenou na kvalitě. Původně byla tato šunka konzervována hlubokým solením a následným kouřením do zlatého odstínu

s aspikovou glazurou na povrchu. Pro svět pražská šunka byla synonymem pro nejkvalitnější masný výrobek. Tento produkt tradičně vyrobený dle pražského typu se dnes nachází například v Itálii, balený do smršťovacích fólií [18].

Uzené šunky

Uzená jídla měla v lidské stravě důležitou ekonomickou i historickou roli a na moderních trzích jsou stále vyhledávána a konzumována. Kouření potravin je také jedna z nejstarších technologických procesů úchovy potravin. Ochranný účinek kouře byl pravděpodobně objeven při ochraně jídla před psy v důsledku zavěšení jídla nad ohněm. První důkaz o tomto technologickém procesu se datuje do doby kamenné před 90 000 lety před Kristem, jelikož archeologové v roce 2007 našli nejstarší udírnu ve Zwierzyniec, nedaleko Krakova, v Polsku. V současné době se uzení ve vyspělých zemích využívá zejména kvůli jeho organoleptickému profilu, který uděluje potravině lepší chuť, barvu i vůni. Uzená jídla mají obrovský ekonomický rozkvět. Ve Spojených státech uzené výrobky činí 30 % ze všech masných výrobků, zatímco v evropských zemích, jako je Německo, činí až 60 %. Největší počet druhů uzeného masa, uzenin a šunek se produkuje převážně v Německu, Španělsku, Portugalsku a Itálii [19].

Způsoby uzení jsou klasifikovány do dvou hlavních skupin, a to je přímé a nepřímé kouření [19]. Během technologického procesu zásadně ovlivňuje vzniklé rozdíly mezi jednotlivými druhy uzených šunek přidané koření, doba uzení, teplota kouře i druh použitého dřeva [3]. Během přímého kouření je kouř vytvářen ve stejné komoře, kde se nachází samotné maso. Tato metoda je dále dělena podle teploty daného kouře a nejvíce je využívána při tradičních technikách uzení. Nepřímé uzení zahrnuje řadu nových metod, které pomáhají snižovat kontaminaci polycyklických aromatických uhlovodíků v masných výrobcích. Řadíme sem například uzení produkovaným generátorem tření, výrobu tekutého kouře či elektrostatické uzení [19].

Mezi klasiky uzených šunek patří kupříkladu šunka švarcvaldská, typická svojí tmavou barvou na povrchu i uvnitř masa, a vestfálská vyznačující se tmavě červenou barvou masa se zažloutlým povrchem [3]. Uzená specialita s vynikající chutí lišící se od ostatních slavných šunek a šunek jižních států je chorvatská uzená a sušená šunka (prosciutto) z Dalmácie. I když se prosciutto konzumuje převážně syrové, je možné ho podávat jako smaženou či tepelně opracovanou šunku. Tradiční dalmatské prosciutto je vyrobené solením,

lisováním, zakouřením a následným suchým vytvrzováním 12–24 měsíců bez jakýchkoliv přísad, jako jsou například dusitaný či kyselina askorbová [20].

Sušené šunky

Sušená šunka za sucha je aromatický produkt, který se vyrábí po celá staletí nejen ve středomořských oblastech, ale také v Číně a dalších oblastech. Tyto masné výrobky byly a stále jsou důležité pro rozvoj místní ekonomiky, kultury, dědictví a tradice. Základní zpracování je jednoduché a je založeno na solení, sušení a zrání, kde produkt vyvíjí intenzivní a charakteristickou chuť. Mezi typické evropské sušené šunky řadíme španělský Jamón Ibérico a Jamón Serrano, francouzský Jambon de Bayonne, italské Prosciutto di Parma, Prosciutto San Daniele a Prosciutto Toscano či belgický Jambon d'Ardenne. Většina šunek je chráněna certifikacemi, jako je označení chráněného původu a chráněné zeměpisné označení [15].

Šunky jsou považovány za sušené, jakmile dosáhnou 32–34% úbytku hmotnosti a tak mohou být dány do tržní sítě nebo dány k dalšímu zrání pro další vývoj chuti. V případě, že šunky jsou podrobeny dalšímu procesu zrání, pokrývají se sádlem, aby se zabránilo nežádoucímu nadměrnému vysychání. Zrání pokračuje při mírných teplotách (10–15 °C), po dobu 18, 24 nebo dokonce až 36 měsíců [15]. Šunka sušená za sucha je jedním z nejreprezentativnějších typických masných produktů v Itálii. Šunky Parma, San Daniele a Toscano se vyskytují v partnerství se známkou Chráněné označení původu (CHOP) [21, 22]. Aby si společenství udrželi známku CHOP, jsou přesně stanovené specifikace, které definují surový produkt, vlastnosti procesu, místo původu i některé fyzikálně-chemické a smyslové parametry finálních šunek, jako je například zrácí fáze. Ta odpovídá minimálně 12 měsíců pro šunky Toscano a Parma a 13 měsíců pro šunku San Daniele [21, 22]. Podle kritérií CHOP se konečné produkty liší obsahem chloridu sodného. Lišit se může v rozmezí 4,5–4,9 % až 6,4–6,9 % pro šunky Parma a San Daniele. Maximální hodnota pro šunku Toscano byla stanovena na hodnotu 8,3 % [21]. Pro výrobu se spotřebuje více než 9 milionů prasečích kýt pro parmskou šunku, následně pro šunku San Daniele přes 2,5 milionu a toskánskou šunku téměř 300 tisíc [21].

1.3 Faktory ovlivňující kvalitativní parametry šunek

Pečlivě vybraná surovina je jednou z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících kvalitu konečného produktu [23]. Kvalita vybraného masa závisí na řadě intravitálních vlivů působících na zvíře během jeho života. Na produkci a jakost masa má vliv živočišný druh zvířete, plemeno, pohlaví, věk, způsob výživy, podmínky při přepravě, stres aj. [24].

Kvalita masa je ovlivněna charakterem svalových vláken, jejich počtem a složením, struktura a funkce svalových vláken metabolickým rozdílem červených a bílých vláken [25]. Červená vlákna umístěna centrálně mají úzký průměr. Jsou bohaté na myoglobin a přizpůsobené aerobnímu (oxidačnímu) metabolismu. Pracují na principu Krebsova cyklu a slouží k vytrvalé, avšak pomalejší reakci. Bílá vlákna umístěna periferně, mají větší průměr než vlákna červená. Jsou přizpůsobena anaerobnímu (glykolytickému) metabolismu. Jelikož je anaerobní glykolýza pohotovými, avšak energeticky nevýhodným zdrojem energie, jsou bílá vlákna určena k bleskové reakci po krátkou dobu. Na rozdíl od červených vláken se rychle vyčerpávají, a proto nemohou pracovat dlouhodobě [26, 27]. Bílkoviny bílého svalu obecně ukazují lepší gelovací vlastnosti než bílkoviny červeného svalu. Rozpustnost myofibrilárních proteinů se liší také s hodnotou pH. Při zvýšení pH z hodnot 5,5 na 6,0 vykazují lepší extrahovatelnost bílá vlákna než vlákna červená [28].

Mezi vepřová masa „nižší“ kvality, jenž se vyznačují špatnými technologickými vlastnostmi, je PSE (pale, soft, exudative; bledé, měkké, vodnaté) maso [24, 29]. Tato myopatie při výrobě masných výrobků způsobuje řadu problémů. Převážně se jedná o světlou barvu, špatnou emulgační schopnost bílkovin, nízkou schopnost masa vázat vodu, nižší výtěžnost, špatnou soudržnost a drobivou texturu konečného výrobku. Ve finálním produktu může kromě světlé barvy a nízké výtěžnosti vzhledově připomínat tepelně neopracovaný masný výrobek, a to díky houbovitě a měkké textuře způsobené denaturací svalových bílkovin [29].

Poněvadž v posledních letech v České republice klesá produkce vepřového masa, zpracovatelé šunkových výrobků dovážejí levnější vepřové maso ze zahraničí nebo pozvolna přecházejí na výrobu z jiného živočišného druhu, jakou je například ekonomicky výhodnější maso drůbeží. Dovoz levnějšího masa ze zahraničí nese s sebou vyšší riziko spojené s variabilitou kvality vepřových mas. Dle literatury nejvíce postiženy s odchylkami kvality na výrobu šunek je svalovina kýty (*musculus semitendinosus*) a svalovina plece (*musculus adductor* a *musculus triceps brachii*) [29].

Na rozdíl od masa vepřového nemají myopatie typu PSE v maso drůbežím tak významný vliv na kvalitu masných výrobků. Autoři Owens a kol. a Wheeler a kol. popisují výskyt PSE v krůtím a kuřecím maso, kde maso postižených zvířat vypadalo bledě a bylo charakterizováno rychlým poklesem hodnot pH ihned po porážce. Podobnost genetického stavu (vyšetřováním frekvence výskytu PSE u hejna brojlerů v Severní Americe) byla prokázána podobně jako je tomu u prasat. Nicméně, reakce drůbeže na anestetický halotan, a s ním spojený výskyt PSE, nebyla tak masivní, jak byla vypořádována u vepřového [30].

Spotřeba drůbežích produktů, ať už ze zdravotních nebo ekonomických důvodů, roste. Drůbeží výrobky jsou zpracovávány z drůbežích prs a stehenních částí buď samostatně nebo v jejich kombinaci. Obě části vykazují různé fyzikálně-chemické vlastnosti během technologického zpracování. Tyto rozdíly jsou z velké části připisovány různým funkcím typů svalových (tj. bílých a červených) vláken, a proto se na výrobu drůbežích produktů, jako je například šunka, využívá převážně maso z prsní části [28].

V současnosti je snaha zpracovatelů masa detekovat (pH, barva, textura, elektrická vodivost aj.) a odhalit tuto vadu ještě před zpracováním, aby se snížil ekonomický dopad na producenty [29]. V kombinaci s technologickými faktory a volbou nevhodné suroviny nastává u dušených šunek vada textury, jenž je na první pohled na výrobku pozorovatelná. Zvyšující se tlak ze strany spotřebitelů na produkci kvalitních potravin, masa i masných výrobků vede k neustálému vývoji, jenž vždy nepřináší pozitivní aspekty. Kupříkladu je to šlechtění prasat k rychlejšímu růstu a produkci většího množství libové svaloviny na úkor tukové tkáně. Ačkoliv je snaha výrobců potravinářských podniků neustále inovovat své produkty, tyto aspekty mohou způsobovat výskyt kvalitativních odchylek, jenž mají vliv na finální jakost výrobku. A jelikož jsou šunky připravovány z anatomických celistvých svalů (v případě šunky nevyšší jakosti a výběrové ze svaloviny celých šálů a z hrubě mělněné svaloviny kýty u šunky standardní) je eliminace kvalitativních odchylek problematictější, než tomu bývá v případě mělněných masných výrobků [29].

V šunkových výrobcích se uvedené vlastnosti označují jako zóny se změněnou strukturou masa. Ty lze v případě nesplnění technologických požadavků makroskopicky identifikovat. Kromě toho se v nákrejích uvnitř dušené šunky jeví jako měkké, někdy vodnaté, jindy naopak jako suché oblasti. Pro plátkování výrobku se tak stávají nevhodné z důvodu nízké soudržnosti, vlnité a rozrušené struktury svalových vláken [29].

Kvalita šunkových výrobků je vázána na faktory, jako je vhodně použitá surovina (maso), složení láku, výrobní technologie i tepelné opracování. Snaha masného průmyslu snížit obsah masa a s tím spojenou cenu, ale zároveň zachovat charakteristické i legislativní parametry výrobků vedou ke zvýšenému dávkování různých přídatných látek, jako jsou například fosforečnany, hydrokoloidy, škroby aj. [29].

S využitím těchto přídatných látek během technologického procesu se šunkový výrobek dělí do tří tříd jakosti charakteristických podle obsahu čistých svalových bílkovin. Vyhláška č. 69/2016 Sb. dále uvádí smyslové požadavky pro tento tepelně opracovaný masný výrobek. Konzistence je pevná, soudržná a jednotlivé plátky šunky se nerozdělují na jednotlivé svaly. Šunkový výrobek je v nákreji typický barvou pro daný druh masa a jednotlivé svaly jsou spojeny rozpracovanou svalovinou. Vůně a chuť je typická pro šunku, lehce slaná, lahodná a křehká na skus [2, 31].

2 TECHNOLOGIE VÝROBY ŠUNEK

Proces výroby celosvalových tepelně opracovaných masných výrobků je systém složený z několika na sebe navazujících technicko-technologických kroků. Současné technologie umožňují výrobcům využít rozsáhlý sortiment technických zařízení, díky nim je dosaženo lepších úspor surovin, energie a také pracovních sil. Tyto kroky vedou k dosažení kvalitních masných výrobků s prodlouženou údržností, které jsou stále více žádány trhem [32].

Celosvalové tepelně opracované masné výrobky jsou charakterizovány tím, že při řezu finálního výrobku je zachována celistvá anatomická struktura částí masa, která se jeví pro spotřebitele jako atraktivní a vzbuzuje u něj větší důvěryhodnost. Tyto masné výrobky reprezentují široký sortiment produktů na trhu, známých jednak v Evropě a Asii, ale také i v Americe. Předností šunkových výrobků je skutečnost, že obsahují málo tuku a dají se vyrábět s redukováným počtem přídatných látek. V České republice se na trhu vyskytuje poměrně ustálený základní sortiment těchto výrobků, kdy tradičním příkladem šunky nejvyšší jakosti vyrobené z celé kýty, jak už bylo zmíněno, je původní Pražská šunka na kosti. Celý technologický postup je složen z osmi kroků:

- Výběr suroviny a její úprava,
- příprava láku a nastříkování,
- tenderizace – zkrěhčení masa,
- tumblování – masírování,
- narážení díla do obalů a formování,
- tepelné opracování – pasterace,
- chlazení, kondicionování, vyjmutí z forem, plátkování a balení,
- skladování, značení, expedice, logistika [32].

2.1 Výběr suroviny, příprava láku a nastříkování

Základní surovinou při výrobě celosvalových tepelně opracovaných masných výrobků je libová svalovina zbavená šlach, tuku a viditelných pojivových částí. Pro výrobu šunkových výrobků se používá maso z vepřové kýty, a to převážně horní a spodní šál [32, 33]. V České republice se ke zhotovování těchto výrobků používá surovina z vychlazených částí jatečných zvířat z domácí produkce, ale často i importovaná. O výběru

a nákupu masa rozhoduje současný ekonomický stav na trhu. Z hlediska jakosti při nákupu suroviny existují různé metody kontroly. Mezi nejvyužívanější postupy patří měření pH masa. Tento aspekt není tak spolehlivý, neboť není známá doba od porážky. Mezi spolehlivější metody patří stanovení ztráty odkapáváním, měření remise světla nebo vodivosti. Je však jen těžko představitelné, že by někdo měřil a třídil každý kus masa při mnohatunových výrobcích. Proto se nákup suroviny omezuje na preventivní opatření stanovené v systému HACCP a GMP. Převážně se lpí na dodržování časů a teplot při chladírenském skladování suroviny a jednotlivých výrobních krocích a v neposlední řadě také na dodržování hygienických zásad práce a sanitace bouráren [32].

Nejdůležitější výrobní složkou, hned po mase, je voda. Ta musí splňovat celou řadu požadavků, a to převážně zdravotní nezávadnost. Příprava láku závisí na druhu produktu, jenž je potřeba vyrobit, od čehož se také odvíjí použité přísady [32]. Kromě přídatných látek a pitné vody lák obsahuje také dusitanovou solící směs. Důležitým faktorem je dobrá homogenizace těchto látek, k čemu dobře poslouží výrobek láku [33]. Příprava tzv. hladkého láku pro výrobu dušených šunek závisí na legislativní kategorizaci, která je v České republice stanovena obsahem čistých svalových bílkovin dle vyhlášky č. 69/2016 Sb. Přepočítáním množství láku na požadované procento čistých svalových bílkovin v hotové šunce, získá se:

- 15% nástřík láku pro šunku nejvyšší jakosti, která dle legislativních požadavků obsahuje minimálně 16 % čistých svalových bílkovin,
- 40% nástřík láku pro šunku výběrovou, která obsahuje minimálně 13 % čistých svalových bílkovin,
- a 80% nástřík láku pro šunku standardní, která obsahuje minimálně 10 % čistých svalových bílkovin [32].

Při výrobě celosvalově tepelně opracovaných masných výrobků množství soli kolísá od 16–22 g na 1 kg výrobku. V minulosti se výrobky solily s vyšším množstvím soli, než je tomu dnes. Nyní se běžně solí šunky vepřové na 1,8–1,9 % a drůbeží na 1,6–1,8 %. Jak bude zmíněno dále, vyšší slanost je konzumenty hodnocena negativně, avšak je důležité si uvědomit minimální koncentraci pro aktivaci svalových myofibrilárních proteinů, která je 12 g chloridu sodného na 1 kg masa. Při výrobním procesu se chlorid sodný aplikuje vždy spolu s fosfáty. Připravuje-li se výrobek s vyšší výtěžností, tedy s vyšším podílem láku,

je zapotřebí přidání dalších aditiv [34]. V tabulce 1 jsou znázorněny varianty jednotlivých aditiv v návaznosti na procento láku při výrobě dušených šunek.

Tabulka 1: Běžně používaná aditiva při výrobě dušených šunek – převzato z [34]

% nástríku	Použitá aditiva
10–30	fosfáty, sůl
30–50	fosfáty, sůl, karagenany
50–70	fosfáty, sůl, karagenany, bílkoviny
70–100	fosfáty, sůl, karagenany, bílkoviny, nativní nebo modifikovaný škrob

Mezi dvě nejčastější přísady solných roztoků je chlorid sodný a nějaký typ fosfátu, například STPP (tripolyfosfát sodný). Přidáním soli (NaCl nebo KCl) k masu dojde ke zvýšení chuti výrobku, zvýšení retence vody, inhibici růstu *Clostridium botulinum* a při vyšších koncentracích může sloužit i jako konzervant [7]. Fosfáty v masných výrobcích zastávají několik funkcí, jakými jsou například: úprava pH, zlepšení texturních a organoleptických vlastností, snížení ztrát při vaření aj. [35, 36]. Kromě toho, mezi potravinové aditiva, které nahrazují výše zmíněné fosfáty ve výrobku, patří hydrokoloidy [7], přičemž jejich aplikace je zaměřena na zlepšení vaznosti vody a textury masných výrobků. A také se využívají z důvodu zlepšení výtěžnosti, reologických vlastností a ke snížení nákladů [8, 37–42].

Podstatná je také posloupnost, v jakém se aditivní látky ve vodě rozpouštějí. Nejprve se přidávají ty přísady, u kterých dochází k lepšímu rozpuštění než ty, u nichž dochází k pouhé disperzi v roztoku. Jako první se do vody přidávají fosfáty, poněvadž vyžadují pro své rozpuštění velké množství volné vody. Rozpuštění trvá přibližně 2–5 minut a celý proces je za neustálého míchání. Hlavním důvodem, proč se nesmí přidávat chlorid sodný do vody jako první je ten, že jedlá sůl na sebe váže velké množství vody, které by pak nezbylo pro rozpuštění fosfátů. Jakmile jsou fosfáty v roztoku rozpuštěny, smí se přidávat proteiny a cukry, následně chlorid sodný a v neposlední řadě karagenany a škroby [34].

Pro přípravu láku, jak uvádí firma Metalquimia, se využívá čelistový koloidní mlýnek, který se otáčí rychlostí 3000 otáček za minutu. Mlýnek je založený na systému stator-rotor, díky němuž vzniká uvnitř kapaliny axiální a radiální proudění. Ten způsobuje, že lehká aditiva zůstávající na povrchu jsou vírem staženy a drceny na minimální průměr [32]. Takto připravený lák je nachystaný pro aplikaci pomocí injekčního zařízení nebo prostým zamasírováním do nařezaných kousků masa [34].

Proces nastříkávání patří mezi nejdůležitější fáze výrobního procesu. Jeho prostřednictvím musí docházet ke stejnoměrnému prosolení celých svalů dusitanovou solí, případně jinými ingrediencemi, které startují reakce tvorby charakteristické růžové barvy, vázání technologicky přidané vody a rozpouštění myofibrilárních proteinů [32, 33]. Při nedostatečném nástřiku láku do masa dochází k nerovnoměrnému probarvení a prosolení, které následně vede k prodloužení zracího procesu o více než 10 hodin, a také k nižší výtěžnosti takové šarže [32].

Sytém je založen na principu aplikace určitého množství dávkovaného láku pod stálým tlakem ve formě spreje do masa. Podle typu injektoru a reologických vlastností láku je uvnitř lákového okruhu dosahováno konstantního tlaku, a to obvykle mezi 6–10 kg/cm² (1 kg/cm² je 0,098 MPa). Uspořádání jehel (běžně 14 otvorů o průměru 0,6 mm) rozložených do několika úrovní vytváří díky vysokému a konstantnímu tlaku sprejový efekt láku. Ten zaručuje, že se do struktury masa dostanou mikrokapky takovým způsobem, aby nedošlo k poškození svalového vlákna. Jako příklad může sloužit sprejový multiinjektor se dvěma nástřikovými hlavami, který disponuje 136 jehlami a 14 otvory na jehlu, čímž celkově dosahuje 1904 nástřivacích bodů. Tento typ injektoru je určen k nástřiku celých kýt a plecí s kostí i celosvalových částí bez kosti [32].

Úroveň nastříkávání a použité složky jsou charakteristické pro každý produkt a určují její kvalitu [43]. Důležité je proto mít dobré nástřivací zařízení, které zajistí stejnoměrné rozložení láku v nastřikované svalové partii bez mrtvých zón, vyloučí potrhání svalů během procesu nástřiku, zajistí sjednocení barvy ve výrobku, minimální odchylku v nástřiku apod [32]. Nejnovější generace nástřivacích zařízení zahrnuje nejen filtraci láku pomocí zásobníku s rotační filtrační jednotkou a kaskádou sítí či pásovou filtrací, ale také i proteinového filtru, jenž zachycuje nejmenší částice. Tím je zajištěno předcházení ucpávání jehel a s tím spojených nákladů k čištění, údržbě, revizi apod. Dalším efektivním řešením je, má-li výrobce druhý jehlový most, kterým se nahradí použitý. Čištění je tak prováděno mimo výrobní proces, což je pohodlné jednak pro obsluhu, tak i pro náklady firmy, neboť dochází k minimálním časovým ztrátám [33].

2.2 Tenderizace a tumblování

Výrobní proces šunek obsahuje krok, při kterém jsou svalové partie masa po nasolení mechanicky namáhány, čímž dochází k větší vaznosti a udržitelnosti láku ve výrobku [44]. Nejdůležitější úlohou tenderizace, jinými slovy zkřehčování masa, je aktivace svalových bílkovin a zvětšení aktivní plochy masa, jenž zajišťuje větší výtěžnost a soudržnost hotového výrobku. Tímto procesem dochází k mechanickému narušení svaloviny a pojivových tkání pomocí jehel, nožových válců apod [33]. Mezi osvědčené tenderizéry na českém trhu patří stroje od německé společnosti HENNEKEN, které díky dvou pneumaticky přitlačných nožových válců se 130 noži maso podélně nařežou, tím zvětší jeho plochu a zkrátí tak dobu masírování [33]. Provedení velkého množství otvorů či řezů do svalových partií má příznivý vliv na snižování ztrát při tepelném opracování a zabraňuje se tak „podlití výrobku“. Celkově tento proces zlepšuje finální vzhled. Dochází také ke zlepšení mezisvalové soudržnosti po tepelném opracování vlivem vyššího množství „svalového výpotku“, čímž dochází k viditelnému snížení dutinek a bublin v šunkovém výrobku [45].

Pro zpracování tužších druhů masa s vyšším obsahem kolagenu, kde je požadováno použití láku s redukováným množstvím aditiv, se doporučuje tzv. předmasáž svalu. Záměrem „naklepávání“ je dosáhnout natažení, podrcení a oddělení svalových vláken, kdy výsledkem je zvláčnění a lepší schopnost absorbovat připravený lák svalovou hmotou [45].

Po tenderizaci následuje tumblování, při kterém dochází převážně k aktivaci svalových bílkovin a tím k větší vaznosti vody v díle. Dříve výrobci šunkových výrobků, uzenáři, museli masírovat kusy masa ručně, což bylo fyzicky náročné. Práci jim však usnadnil objev tumblerů [44]. Při masírovacím procesu dochází dále k rovnoměrnému rozprostření láku v celém objemu díla, vybarvování a zkřehčení masa [33]. K mechanickému namáhání dochází prostřednictvím válcovité konické nádoby pomocí navařených plechových přepážek. Díky pohybům válce, otáčejícího se kolem své vlastní osy, dochází ke přepadávání masa z horních pozic směrem dolů. Naplnění masírek je možné jen z jedné poloviny [44]. Celý proces probíhá jednak 3 až 8 hodin v závislosti na produktu, ale také pod vakuem při teplotách 2–8 °C (z důvodu tření, čímž se vytváří teplo a dochází tak k ohřívání díla) [33, 44]. Proces masírování způsobuje zvýšení sorpce solného roztoku a extrakci proteinů do mezibuněčných prostorů. Vzhledem k tomu, že struktura masa se mění s časem masírování, texturní a reologické vlastnosti se s dalším časem snižují. Ke změně parametrů tak dochází u textury (tvrdost, soudržnost, žvýkání), reologických vlastností (elastický a viskózní modul) a strukturních prvků šunky, jako je např. její průřez [46].

Nicméně, z důvodu šetření času se pro výrobu dušených šunek využívají i tzv. míchačky. Systém pracuje na obdobném principu jako masírka. Míchačky se využívají pro zpracování různých druhů masa na všechny kategorie šunek, avšak nejsou vhodné pro masa s kostí. Jeden z typů míchaček se vyznačují dvěma hřídeli s pádlovými noži orientovanými od sebe. Promíchávání díla probíhá ve formě hnětení po dobu 40–60 minut. Jiné typy míchaček jsou opatřeny například: paralelními pádly, spirálovými míchadly, jedinou vodorovnou hřídelí se spirálovými nebo pádlovými elementy, či dvěma do sebe orientovanými spirálovými hřídeli s vyprazdňovací klapkou [44].

Pomocné suroviny a přídatné látky

K výrobě masných výrobků, kromě libové svaloviny, jsou zapotřebí použít i pomocné suroviny a přídatné látky, které zajistí charakter výrobku, jako je textura, barva, chuť, vůně či údržnost. Ty se ve výrobcích vyskytují jen v nezbytně nutném množství, kdy účelem není klamání spotřebitele, ani falšování potravin či maskování vad a nedostatků. Provozovatel potravinářského podniku musí během používání přidaných látek splňovat technologické požadavky a legislativní předpisy. Díky masmédiím, ať už záměrně nebo pouze z neznalosti autorů, dochází k různým desinformacím týkajících se výrobků a použitých přídatných látek. Dle evropské legislativy se tyto látky označují E kódem, kdy jejich účel, množství, účinky i složení jsou dobře známy a byly schválené pro používání pro dané výrobky [47].

Voda je nejhojnější složkou potravin a je důležitá pro stabilitu většiny potravinářských výrobků. Přispívá k chemické a fyzikální stabilitě potravin, ale také je kontrolním faktorem mikrobiálního znehodnocení [48]. Pro výrobu tepelně opracovaných masných výrobků se doporučuje pitná voda, zbavená těžkých kovů a dvojmocných iontů vápníku, hořčíku a železa. Přítomnost solí kovů v roztoku může způsobit rozložení antioxidantů v láku a tím znehodnotit stabilitu barvy a snížit vaznost masa [32, 49].

Masné zpracování vyžaduje použití **soli**, a to z důvodu, jako je například zachování barvy, vytváření dobrého chuťového profilu, lepší údržnosti výrobku a správné úrovně rozpustnosti bílkovin. Spotřeba sodíku v posledních letech výrazně převyšuje doporučené dávkování, i proto je snaha o jeho omezení. Přebytek sodíku ve stravě předurčuje rozvoj civilizačních chorob, jako je například hypertenze, která je příčinou mrtvice [50, 51, 52]. Výrobci masných produktů proto v reakci na spotřebitele hledají různá technologická řešení, která by umožnila omezit obsah sodíku ve výrobcích. Na jedné straně je snížení obsahu soli velice

žádoucí, na straně druhé to způsobuje obtíže v oblasti technologických procesů i skladování. Příliš nízká koncentrace soli ve výrobcích způsobuje zelenošedé zbarvení na základě biochemických změn svalové tkáně. Nízký obsah soli také zkracuje dobu trvanlivosti samotného produktu [50]. A rozsah, do jaké míry může být sůl omezena, závisí na typu produktu [35].

Jedlá sůl je důležitá pro tvorbu textury a chuti jednak z důvodu rozpuštění myofibrilárních bílkovin, které následně po tepelném opracování vytvoří pevný gel zadržující vodu, ale také kvůli její slané chuti, kterou umocňuje sodný kation a chloridový anion [53, 54]. Kromě negativních účinků se často zapomíná, že chloridový anion je důležitý iont krevní plazmy, který je důležitý pro udržení osmotického tlaku tekutin v těle [53, 55]. Jeden ze způsobů, jak omezit příjem sodíku v masných výrobcích, je jeho nahrazením jinou, avšak podobnou látkou. Chlorid sodný bývá nejčastěji bezpochybně nahrazován chloridem draselným a mléčnanem draselným. Výhodou chloridu draselného je bezesporu jeho mikrobicidní účinek i minimální ovlivnění technologických vlastností, avšak se zvyšující se koncentrací v díle dochází k nežádoucím sladkým, hořkým a kovovým příchutím. Z tohoto důvodu se chlorid sodný nahrazuje jen z 50 %. Náhrada jedlé soli za mléčnan draselný může být také výhodný, a to z důvodu zpomalení oxidaci lipidů a růstu mikroorganismů. Ale mléčnan draselný může mít negativní účinek na texturu ve smyslu snížení soudržnosti a vyšší měkkosti výrobku. Právě z těchto důvodů náhrada za chlorid sodný činí pouze z 30–50 % [53].

V minulosti při výrobním procesu se využíval přídavek dusičnanů, zejména draselného (ledek, sanitr, salnytr nebo E 252), jenž musel být redukován pomocí mikrobiálních enzymů na dusitan. Ke správnému průběhu bylo zapotřebí předsolení masa a jeho zaležení, aby mohla zmíněná mikrobiální redukce dusičnanu na dusitan proběhnout [47].

Pod pojmem „rychlosůl“ si lze představit rychlou reakci přímého použití dusitanu. Používání přímého přídavku dusitanu bývalo zpočátku spojováno s předávkováním a následnou intoxikací. Aby se tomuto jevu předešlo, začala se využívat směs dusitanu s chloridem sodným, který bránil svou slanou chutí případnému předávkování. Na českém trhu zastoupení dusitanu sodného v DSS (dusitanová solící směs známá pod názvem Praganda) bývá okolo 0,5–0,6 %, na německém trhu to je 0,4–0,5 % v NPS. Při běžném solení, které činí zhruba 100 mg/kg (přibližně 2 % solící směsi) dojde u větší části z této dávky ke zreagování, tudíž pro případnou otravu by bylo za potřebí až tisíckrát vyšší množství. V povolených koncentracích je dusitan zdravotně nezávadný a využívá se jednak jako

stabilizátor barvy, ale také i jako konzervant [47]. Svými vlastnostmi napomáhá k potlačení klíčení spor bakterie *Clostridium botulinum* produkující botulotoxin, známý jako „klobásový jed“ [47, 55].

Jak již bylo uvedeno výše, úplné vyloučení dusitanů z receptury není možné, neboť bez něj v důsledku oxidace hemová barviva zhnědnou a tím se snižuje atraktivnost vzhledu tepelně opracovaných masných výrobků. Snaha některých výrobců je „propašovat“ dusitan do masných výrobků takovým způsobem, aby jej nemuseli deklarovat pod označením E 250. Jedná se o přídatky extraktů ze zeleniny, jako je například špenát, mangold či celeru. Do tepelně opracovaných masných výrobků není povoleno přidávat dusičnany pod označením E 251 a E 252 [47].

Pro zintenzivnění rozpustnosti svalových bílkovin, zvýšení vaznosti a omezení ztrát při vaření se mohou využít soli vícemocných kyselin, jež jsou schopné vyvázat vícemocné kationty. Pro tento záměr se při výrobním procesu používají deriváty kyseliny fosforečné nebo citronové. Jako složka fosfolipidů, nukleových kyselin nebo nukleotidů se fosforečnany vyskytují přirozeně v mase. Soli kyseliny fosforečné (fosforečnany, fosfáty, polyfosfáty) jsou označovány na výrobku pod E kódem (E 450, E 451 a E 452), jako regulátory kyselosti či stabilizátory [47]. Jsou sestaveny z řetězce různého množství jednotek kyseliny fosforečné a v závislosti na složení a typu fosfátu jsou poté podle toho využívány [49]. Potravinářské fosforečnany přidávané během procesu výroby masných výrobků jsou zdravotně nezávadné [47]. Vliv fosfátů na výtěžnost, texturní vlastnosti masných výrobků a zejména na rychlost požadovaných procesů je unikátní a bez nich má výrobek zcela odlišené vlastnosti, než které se očekávají [49]. Fosfáty využívané v masném průmyslu jsou soli kyseliny fosforečné a sodíku anebo draslíku a zastávají několik funkcí. Zejména je to úprava pH, ovlivnění iontové síly a distribuce iontových nábojů. Většina fosfátů, stejně jako jejich směsi používané v masných výrobcích, jsou alkalické fosfáty, které po přidání do masného díla vedou ke zvýšení pH [35]. Principiálně stejným způsobem fungují deriváty kyseliny citronové, které se však používají v masné výrobě méně z důvodu nižší efektivity [47].

Antioxidanty jsou potřebné pro stabilizaci a uchování barvy. Zejména se jedná o kyselinu askorbovou (E 300), erythorbovou (E 315) a její soli, askorban sodný (E 301) a erythorban sodný (E 316). Fungují na principu, kdy jako redukční činidlo se zapojují do reakce, ve které dochází k přeměně dusitanu sodného na oxid dusnatý, který následně reaguje s myoglobinem. Ve speciálních výrobcích se mohou vyskytovat antioxidanty na přírodní

bázi [49]. Tyto přírodní antioxidanty jsou extrahovány z různých rostlinných materiálů (hroznová semínka, zelený čaj, borová kůra, rozmarýn, granátové jablko, skořice, kopřiva aj.) a jsou bohaté na fenoly. Poskytují dobrou alternativu k syntetickým antioxidantům. Některé z nich mají dokonce podobné nebo lepší antioxidační vlastnosti ve srovnání s některými syntetickými antioxidanty. Na trhu existuje mnoho sloučenin navržených tak, aby fungovaly na principu antioxidantů, ale jen menší část z nich může být použita v potravinářských výrobcích. Použití antioxidantů podléhá regulačním zákonům země [56, 57].

Bílkoviny i polysacharidy patří mezi další přídatné látky nebo pomocné suroviny, díky nimž dochází ke zvýšení viskozity díla, či zlepšují želírujících účinků [47]. **Škrob** je důležitým biopolymerem [58]. Jedná se o základní složku potravin poskytující velkou část denního kalorického příjmu, ale také je důležitý pro nepotravinářské odvětví, jako je například výroba lepidel [59]. Nejdůležitější surovinou pro produkci potravinářského škrobu jsou obiloviny při ročním objemu produkce okolo 2050 milionů tun, ale významnou pozici zauímají také kořeny a hlízy rostlin s produkcí 679 milionů tun [59].

Chemickou strukturu škrobu tvoří dvě hlavní složky, a to jsou amyulóza a amylopektin. Molekula amylózy je složena z dlouhých lineárních řetězců glukózového polymeru s vazbou (1,4), zatímco molekula amylopektinu je rozvětvený glukózový polymer s vazbami (1,4) a (1,6). Tyto dvě molekuly jsou spojeny dohromady za vzniku semikrystalických škrobových granulátů, které obsahují v malém množství lipidy a fosfáty [59].

Škrob je uspořádán do nespojitých částic, granulí, jejichž tvar, velikost, morfologie, složení a supramolekulární struktura závisí na botanickém zdroji [58, 60]. Průměrně se velikost pohybuje od 1 μm až více než 100 μm a tvary mohou být pravidelné (sférické, vejčité, hranaté) nebo zcela nepravidelné. Granule jsou složeny ze dvou homopolymerů glukopyranózy s různými strukturami [60]. Škrobové granule je komplexní struktura složená z krystalických a amorfních oblastí. Molekuly amylózy a amylopektinu jsou uspořádány v jednotlivé cesty, které se ve strukturálním uspořádání rozvětvily. Amylopektin s krátkým řetězcem má dvojitou spirálovou konformaci a formu krystalických lamel. Jedna část této dvojitě spirály s krystaly tvoří semikrystalicky uspořádanou část škrobové granule, zatímco část druhá dvojitě spirály je neuspořádaná, tvořící amorfní část, která se pomyslně zdá býti složená z řetězců amylopektinu a amylózy. Proto se granule škrobu jeví jako struktury střídáných vrstev semikrystalického a amorfního materiálu [61].

Využití škrobu v potravinářské výrobě je v současnosti jeho neodmyslitelnou součástí [62]. V masném průmyslu se používají pro retenci vody, pro vlastnosti, texturu, pojivo, náklady na složení, zvýšení výtěžku, snížení ztrát při vaření, krájení a šťavnatost, zvýšení vaznosti vody a tuku [63]. Druhy škrobů používaných v masných výrobcích se v jednotlivých regionech liší dle dostupnosti. V Severní Americe se vyskytuje nejčastěji kukuřičný škrob, zatímco v Evropě nejvíce převažuje škrob bramborový [62]. Pro výrobu masných výrobků je využíván modifikovaný kukuřičný škrob. Jeho gelující vlastnosti se využívají jako pojivo pro lepší údržnost textury a stability zpracovaného výrobku [59].

Upravené (modifikované) škroby se využívají ze třech hlavních důvodů:

- poskytují finanční atributy potravinářských aplikací, které nativní škroby normálně nemohou poskytnout;
- je hojný a snadno dostupný;
- může poskytnout ekonomickou výhodu v mnoha aplikacích s vyšší cenou, jako například využívání při procesu výroby gumy [63].

Jako pojivo se využívá bramborový škrob v nízkém obsahu pro výrobky se sníženým obsahem tuku, restrukturované nebo emulgované s přidáním vody [63]. Důležitým faktorem při výrobě je jeho želatinace. Želatinace škrobu zahrnuje roztavení granulí ve vodném médiu za zvýšené teploty. Ve vodě se bobtnání granulí zvyšuje s teplotou a vede k tvorbě suspenze vody a škrobových složek. Jakmile teplota dosáhne 60–70 °C, nerozpustné granule jsou narušeny dodávkou energie, což má za následek ztrátu molekulové organizace a následně i její ztrátu krystalinity [60]. Ztráta dvojlomu se vyskytuje pro každý charakteristický typ v různém teplotním rozsahu (pro bramborový škrob je od 56 do 66 °C, pšeničný 52–63 °C, kukuřičný 62–72 °C, rýžový 66–77 °C) [64]. Tento proces vede ke zvýšení viskozity, která je výsledkem nevratných změn. Po zahřátí a želatinování následuje ochlazení, kdy škrob podléhá retrogenaci a řetězce mají tendenci se opět sdružovat v uspořádanou strukturu.

Nativní a modifikované škroby se v potravinářství často využívají. Pro několik aplikací však mohou nativní škroby vykazovat nežádoucí vlastnosti za určitých podmínek, jako je teplota, pH nebo tlak. Tyto vlastnosti mohou omezit jejich průmyslovou aplikaci vzhledem k jejich nízké odolnosti vůči vysokým smykovým rychlostem, tepelnému rozkladu, vysoké retrogenaci a synerezi. Zlepšení těchto vlastností lze dosáhnout úpravami struktury, použitím chemických, fyzikálních a enzymatických metod [60]. Modifikovaný škrob je vhodné volit tam, kde hrozí sedimentace při nastříkávání [49].

Velké množství polysacharidů je produkováno mořskými řasami. Odhaduje se, že fixují kolem 10 tun uhlíku ročně. Polysacharidy jsou zdrojem potravy pro celou populaci mořských zvířat, ale také představují obrovský potenciální přísun obživy, jenž zůstal člověkem relativně nevyužit [65]. Mořské řasy se odlišují od rostlin převážně v tom, že není přítomen žádný systém kořen – kmen – list [65, 66]. Řasy se vyvíjí dlouhodobě a často s pevnou základnou, která jednak drží samotnou řasu na útesech, ale také udržuje rostlinnou strukturu. Existují také plovoucí mořské řasy, například z rodu *Furcellariaceae* [66]. Ve vodách jsou řasy zastoupeny čtyřmi hlavními třídami, jako jsou: *Chlorophyceae* (zelená), *Cyanophyceae* (modro-zelená), *Rhodopyceae* (červená) a *Phaeophyceae* (hnědá). První dvě třídy se vyskytují jak ve sladké, tak i ve slané vodě. Červené a hnědé řasy obývají slané vody, kde jsou známé jako plevele moře [65].

Rychlost růstu je dána světlem, teplotou vody, živinami a formou stébla (povrchovou plochou). V důsledku vlnového působení, chorob a pasoucích se organismů může dojít ke ztrátě produkce biomasy. Jsou-li správné podmínky pro růst, mladé řasy vykazují téměř exponenciální růst. Přesto však účinkem mořských vlnobití během dozrávání dochází ke ztrátě biomasy, což má za následek zmírnění růstu až do stavu ustáleného. Mořské řasy jsou víceleté rostliny, ale jejich délka života je spíše krátká v důsledku environmentálního stresu. Základna, pevně přilnutá ke skálám, může však přetrvat několik let [66].

Vývoj zemědělských technik vedl k vysoké produkci řas prostřednictvím farem. Mezi takto pěstované řasy patří například řasa rodu *Eucheuma*. Tyto zemědělské aktivity se soustřeďují na Filipínách, ale rozšiřují se také na okolní regiony, zejména Indonésii. Správná péče umožňuje vysokou úroveň produktivity. Denní nárůst v biomase je údajně 4–6 %, zatímco za normálních podmínek jsou zisky pouze 2–4 % [66]. Oceánské farmy jsou také udržitelnější ve srovnání s pozemním zemědělstvím. Samotné pěstování mořských řas nevyžaduje sladkou vodu, chemická hnojiva či půdu. Kromě toho, že jsou vynikajícím zdrojem potravy, mořské řasy mohou být významnou surovinou pro produkci biomasy, výrobu biopaliv a jako doplněk ke krmení zvířat [67, 68].

Samotná sklizeň mořských řas je stále pracná a pokusy zavést sofistikované metody do značné míry selhaly. Sběr řas *Eucheuma* je prováděn ručně. *Chondrus* se sklízí pomocí ručních a vláčecích hrábí z člunů. *Furcellaria fastigiata* se sklízí buď za pomoci vlečných sítí nebo shromažďováním materiálu unášeného na břeh. V posledním případě mohou řasy růst ve společenství s *Chondrus* a dávat tak smíšený produkt [66]. Jakmile jsou mořské řasy shromážděny, jsou sušeny na 20–45% zbytkové vlhkosti pro snížení hmotnosti a dosažení

dobré stability pro skladovací podmínky. V tropických oblastech je nejčastější způsob sušení na slunci a například v Kanadě za použití rotačních sušiček [66].

Využívání **karagenanu** z mořských řas byl s největší pravděpodobností využíván již před staletími. Tento produkt pochází patrně z Irska, kde byly červené řasy druhu *Chondrus crispus* známé také pod názvem *irský mech*, používány jako zahušťovadla potravin. Během 19. století se používání irského mechu rozšířilo na trh, kde se uplatňoval k číření piva či klížení textilu. Do třicátých let se produkce karagenanu rozšířila do Spojených států. Význam karagenanu vzrůstal převážně po druhé světové válce a začátkem šedesátých let, kdy většina malých producentů opustila trh a přenechala tak výrobu pro větší korporace [66]. Výroba karagenanu spočívá v extrakci, čištění, zakoncentrování, srážení a sušení. Mezi hlavní výrobce karagenanů patří například: Marine Colloids (USA), Copenhagen Pectin Factory (Dánsko) Satia SA (Francie) a další [66].

Hlavní druhy červených řas (*Rhodophyceae*) používané ke komerční produkci karagenanu jsou *Kappaphycus alvarezii* („Cottonii“) a *Eucheuma denticulatum* („Spinsum“). Tyto druhy pěstované v teplé vodě produkují kappa a iota karagenan. Jsou to ostnaté, huňaté rostliny vysoké asi 50 cm, které rostou na útesech a v mělkých lagunách na Filipínách, v Indonésii či ve východní Africe. Ve vodách dozrávají během 8–12 týdnů a jsou k dispozici celoročně. Naproti tomu druhy studených vod se sbírají každoročně během letních měsíců [69]. *Chondrus crispus* má širokou oblast rozšíření. Tato malá huňatá řasa, asi 10 cm vysoká, se vyskytuje na atlantickém pobřeží od Maroka po Norsko a od New Jersey po Labrador. Šíření řas ze subarktických do teplých zón naznačuje, že *Chondrus crispus* je schopen růst a tolerovat široký rozsah teplot [69, 70, 71].

Karagenan je obecný název pro skupinu lineárních sulfátovaných polysacharidů získaných extrakcí z určitých druhů červených mořských řas (jako jsou rody *Kappaphycus*, *Euchema*, *Chondrus*, *Gigartina* a *Chondracanthu*), sestávající se ze střídavých zbytků 1,3-vázaného β -D-galaktózy a 1,4-vázaného α -D-galaktózy, které mohou být částečně nebo úplně ve formě 3,6-anhydroderivátu [38, 40, 72, 73]. Karagenany se navíc od sebe liší přítomností anebo nepřítomností 3,6-anhydrogalaktózy v 1,4-vázaném zbytku [38]. Je umístěn v buněčné stěně a v mezibuněčné matici rostlinné tkáně [66, 74]. Tvoří hlavní strukturní polysacharidy některých mořských řas, kdy obsah sušiny v komerčních mořských řasách se pohybuje okolo 30–60 % hmotnostních, ale v některých případech může být až 70–80 % [66].

Bylo izolováno nejméně sedm typů karagenanů, které mohou být předchůdci běžnějších forem [65, 69]. Mezi první izolované karagenany patří kappa a lambda [65]. V tržní síti se nabízejí ve dvou formách, a to jako semirafinovaný (mnohdy známý pod názvem guma euchema E407a) a rafinovaný (E 407) [49].

Existují tři primární typy – iota, kappa a lambda. Vlastnosti jim umožňují rozpouštět se ve vodě, tvořit vysoce viskózní roztoky a zůstat stabilní v širokém rozmezí pH [75]. Kappa a iota karagenan tvoří tepelně reverzibilní gely, které se jeví od pevné a křehké po měkkou a elasticou strukturu. Lambda karagenan je typický pro vytvoření gelové struktury. Tento rozdíl je dán obsahem sulfátového esteru. Komerční karagenan, irský mech, byl původně tvořen z 60 % kappa a 40 % lambda karagenanem [69].

Okolo 80 % vyprodukovaného karagenanu je využito v potravinářském průmyslu. Z největší části v pekárenském a mlékárenském, ale také v průmyslu masném [65, 75]. Mimo potravinářství je o karagenan zájem v oblasti produkce biomateriálů. Převážně se jedná o biomedicínské oblasti, tkáňové inženýrství či aplikace ve farmacii [75]. Pro lidskou výživu má význam pouze jako vláknina bez nutriční hodnoty. Na druhé straně však poskytuje jedinečné funkční vlastnosti, které lze použít ke zlepšení vlastností gelů, zahušťování a stabilizaci potravinářských výrobků [69, 75].

V masné výrobě, zejména při produkci šunek a masných specialit je používání karagenanu povoleno. Karagenany jsou aplikovány do masných výrobků převážně z důvodů zvýšení příjmu solného roztoku, eliminace nebo snížení ztráty při vaření a zlepšení konzistence produktu [66, 69]. Přidáním karagenanu typu kappa (1–2 % ve slaném nálevu) a tripolyfosforečnanu sodného do produktu umožňuje absorpci solanky 20–80 % u restrukturované šunky a 40–50 % u šunky injektované. Proces zahrnuje vytvoření jemné disperze karagenanu v solném roztoku, který se následně aplikuje do masného produktu. Tepelným opracováním se karagenan rozpustí a zchlazením vzniká gel. Výsledkem je dobrá vaznost vody a zlepšená struktura masného výrobku [66]. Kappa karagenan také interaguje synergicky s jinými gumami, jako jsou například polymannany, kam můžeme zařadit svatojánskou gumu a konjac. Spolu s iota karagenanem nebo polymannany dávají řadu dobrých gelových vlastností využívaných při injekční aplikaci či výrobě masových konzerv [69].

Kromě karagenanů se v tržní síti objevuje hydrokoloid podobného rázu. **Furcellaran**, známý také jako dánský agar, je výtažek z červených řas *Furcellaria lumbricalis* [65]. V literatuře *Furcellaria lumbricalis* je také znám pod synonymem *Furcellaria fastigiata* a *Fucus fastigiata*. Rozdílná taxonomie je spojena s historií objevování furcellaranu [76, 77]. Tato červenohnědá až nahnědle černá mořská řasa s lesklými, vzpřímenými, válcovitými listy dorůstá až do délky asi 30 cm. Obvykle roste na skalách a kamenech mělkých pobřežních vod do hloubky 20 m. Ve srovnání s jinými červenými a hnědými řasami *Furcellaria lumbricalis* roste pomaleji a úrodnou se stává až po dosažení plné velikosti po 4. až 6. roce jejího života [78]. Tato červená mořská řasa roste ve dvou formách, a to jako připojená anebo nepřipojená k substrátu [78, 79]. Nicméně, volně žijící (plovoucí) *Furcellaria lumbricalis* forma *aegagropila* není široce distribuována [78]. Druhy *Furcellaria* se vyskytují ve studených mořích nízké slanosti [69, 80]. Její distribuce je v Evropě od severního Norska po Biskajský záliv, včetně Faerských ostrovů a Baltského moře. *Furcellaria lumbricalis* byla nalezena v Itálii, Sardinii a taktéž se pravděpodobně vyskytuje v Grónsku a na Islandu. Kromě Severní Ameriky byla nalezena i v Asii, a to v oblasti Pákistánu a Indie [78].

Tento dánský produkt na trhu zaujímá třetí místo mezi sulfátovanými galaktany, hned po agaru a karagenanu. Průmyslová výroba tohoto polymeru začala v roce 1943 v Dánsku jako náhrada za agar, jenž se stal v důsledku druhé světové války nedostupný [65, 77]. Potenciál furcellaranu do té doby pro výrobce hydrokoloidů nebyl znám. Než došlo k jeho uznání, stal se furcellaran známý jako „dánský agar“. S koncem druhé světové války došlo k obnově dodávek agaru z východní Asie a řada továren na výrobu furcellaranu byla uzavřena. Inovace a hledání nového využití pro mořské řasy v padesátých letech vedly k opětovnému oživení průmyslu. V současné době zůstává hlavním producentem Dánsko zpracovávající *Furcellaria lumbricalis* převážně z dánských vod. Doplňková sklizeň a prodej je udávána směsí *F. lumbricalis* a *C. crispus* z Perského zálivu a v neposlední řadě v malém množství z Estonska (společnost Est-Agar AS) [77, 81]. Surový *F. lumbricalis* je extrahován a následně čištěn filtrací. Poté odpařováním vody v bubnové sušičce vznikají šupinaté vločky. Furcellaran může být také izolován srážením s chloridem draselným [81].

Struktura furcellaranu není zcela známá, ale považuje se za podobnou kappa karagenanu [65]. Metylační analýza ukázala, že se skládá ze zbytků 4-sulfát β -D-galaktopyranosy vázané na 3. uhlíku a α -D-galaktopyranosy vázaného na 4. uhlíku. Poslední zbytky mohou existovat jako zbytek 3,6-anhydridu, který může být částečně sulfátovaný v poloze 2. Furcellaranové

přípravky mohou také obsahovat zbytky jiných cukrů [82]. Jak už bylo zmíněno, tento fykokoloid je strukturálně příbuzný řasovému polysacharidu s tím rozdílem, že furcellaran má menší stupeň sulfatace (16–20 %) a byl popsán jako hybrid komplexu kappa/beta karagenanu [69, 81, 82].

Jeho vlastnosti jsou na rozdíl od agaru a karagenanu průměrné, avšak díky jeho obdobným fyzikálním vlastnostem se furcellaran využívá pro stejné typy produktů jako samotný karagenan [65]. Produkuje silné a křehké gely a spolu s cukrem mění texturu gelu od křehké k pružnější. Gel je termoreverzibilní [81]. Přestavuje také vynikající přírodní materiál, který lze použít na výrobu antimikrobiálních nebo antioxidačních biofilmů. Snadno interaguje se škrobem, želatinou a éterickými oleji za vytvoření aktivních biopolymerních filmů. Přidáním těchto přírodních složek spolu s nanomateriály k biopolymerním filmům zlepšují výše zmíněné vlastnosti a jejich použití se může uplatnit v potravinářském odvětví při konzervování či balení [83]. Díky pozoruhodné antioxidační aktivitě, která je dána vysokým obsahem fenolických látek ve srovnání s ostatními červenými řasami, má *Furcellaria lumbicalis* vysokou farmakologickou a kosmetickou hodnotu [79].

V Evropské unii byl furcellaran schválen jako potravinová přídatná látka. Dříve bylo tomuto fykokoloidu přidělena samostatná klasifikace E408 dle právních předpisů o potravinách. Revize však přehodnotila strukturálnost a funkčnost materiálu a klasifikovala jej jako E407 spolu s karagenanem [69].

2.3 Finální úpravy

Po skončení masírovací fáze je třeba zajistit, aby se vymasírované dílo naplnilo do vhodných obalů, které zajistí jednak ochranu proti vnějším vlivům, ale také umožní správné tepelné opracování a v neposlední řadě výrobku propůjčí svůj tvar, velikost a povrchový vzhled [33]. Pro výrobu šunek se využívá systém plnicí techniky pod vysokým vakuem podávacího zařízení s lamelovými komorami. Odřezávací ventil připojený k plničkám slouží pro šunkové výrobky, které jsou naporcovány přímo do nádob, nikoli do střev či překlipsovacích zařízení [85].

Na trhu se vyskytují umělé obaly na bázi polyamidu, celulózy, kolagenu či zesílené vlákniny, které bývají většinou ve výrobním závodě později sejmuty před dalšími operacemi, jako je zejména plátkování [86]. Pro výrobky s nepravidelnými tvary je potřeba použít obal se

zvýšenou smrštiteľností, jenž zaručí dobré kopírovací vlastnosti [87]. Mezi nejčastěji používané obaly patří střeva plastová, která se využívají převážně v průběhu výrobního procesu, je-li potřeba obal z výrobku odstranit [86]. Tento typ obalu je vhodný pro výrobky tepelně opracované ve formě či bez formy [87]. Jejich výhodou je dobrá loupateľnost, jednoduché používání, široká škála rozměrů i dobré bariérové vlastnosti [86]. Pro šunkové výrobky vařené ve formě se využívají tzv. RTS (ready-to-stuff) obaly, které díky jejich dobrým vlastnostem vyplní formy s hladkým povrchem bez nutnosti namáčení výrobku před plněním [87]. Plastové obaly, které umožňují přenos aromat a barviv během tepelného procesu, se díky snaze o zefektivnění výrobních procesů objevují v posledních letech i na českém trhu [86].

Další skupinou obalů, kromě již zmíněných plastových obalů, jsou fázrová střeva. Díky jejich propustnosti pro vodní páry jsou ideálním obalem pro uzené celosvalové výrobky, na rozdíl od obalů plastových, které jsou tímto limitovány. Technologický rozkvět i inovace produktů, firmy nabízejí kromě standardních obalů i obaly s přidanou hodnotou, které dokáží během tepelného procesu přenášet aroma i barvu kouře či pouze samostatně, a to v několika úrovních podle požadovaného konečného výsledku masného výrobku [86].

Dále celulóznové obaly, které nejsou v oblasti výroby celosvalových výrobků tolik rozšířeny, poskytují kromě jednoduchého použití, dobré loupateľnosti a zauditelnosti možnost formování pomocí síttek. Jejich velkou nevýhodou je však krátká údržnost produktu, což činí tento obal nevhodným pro finální prodej výrobku. V poslední řadě existují obaly na bázi kolagenu, které se také mohou využívat na výrobu celosvalových šunek, měkkých salámů, vařených mas a jiných specialit [87].

Pro lepší udržiteľnost finálního výrobku má zásadní význam tepelné opracování. Ta mění strukturu daného masného výrobku, při němž dochází ke změně konzistence, stavitelnosti a organoleptických vlastností, jako je chuť, barva či vůně. Dle vyhlášky č. 69/2016 Sb. je nezbytné dosáhnout tepelného účinku, který odpovídá 70 °C po dobu 10 minut v celé hmotě daného masného výrobku. V Evropské Unii musí výrobek dosáhnout konečné teploty jádra v rozmezí 65–72 °C. K tepelnému opracování dochází buď ve vodní lázni nebo v páře, přičemž je nutné prodloužit dobu pasterizace v parních varných komorách oproti vodě [31, 33, 88]. Proces pasterizace zajišťuje zničení většiny vegetativních buněk v šunce s výjimkou tepelně odolných kmenů, jako je: *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *Micrococcus* sp. a *Lactobacillus viridescens* [89].

K finálním úpravám je pak možné zařadit chlazení, kondicionování, vyjmutí z forem a případné plátkování a balení. Důležitým faktorem chlazení výrobků je rychlé snížení teploty tak, aby nedošlo k pomnožení mikroorganismů a také k hmotnostním ztrátám vody při odpařování [33]. Jestliže je rychlost chlazení pomalá, mikrobiální spory přežívající tepelný proces, kdy mohou klíčit, růst a vytvářet toxiny. Proto by se z bezpečnostních důvodů měla dodržovat minimální doba a teplota během tepelného opracování a poté následovat rychlé zchlazení pro minimalizaci růstu přežívajících patogenů [90]. Nejčastěji se pro rychlejší zchlazení výrobku využívá sprchování studenou vodou, nebo ponoření výrobku do ledové vody, kdy pro dochlazení jádra je nutná minimální teplota +4 °C [88]. Jednou z metod je vakuové chlazení [91], kdy je takto možné zchladit velké šunky ($6,8 \pm 7,3$ kg) ze 70 °C na 10 °C za pouhých 30 minut (ve srovnání s konvenčním vzduchovým chlazením, které trvá 625 minut) [90].

Tepelné opracování a následné chlazení eliminuje vegetativní mikroflóru, avšak tyto produkty nejsou sterilní. V průběhu následného plátkování a opětovného balení produktu může dojít potenciálně k rekontaminaci produktu [92, 93]. Masné výrobky připravované na plátkování jsou kondicionovány na teplotu jádra 0 °C a baleny za působení vysoké sterilační teploty po krátký čas [88]. Tendence, jak zvýšit bezpečnost potravin, je používání aktivního balení, působící jako bariéry proti vnějším vlivům. Typem aktivního obalu je antimikrobiální obal, který působí snížení, inhibici nebo zpomalení růstu mikroorganismů, které by mohly kontaminovat zabalené naplátkované kusy šunky vyrobené bez většího množství přísad [94].

Tepelně opracovaný masný výrobek typu šunky se skladuje při 0 až +5 °C v celistvém obalu. Naplátkovaný výrobek se skladuje při teplotách od 0 do +4 °C. Minimální trvanlivost šunkového výrobku je do čtyřiceti dnů od data uvedeného na klipse, datum použitelnosti je uveden na etiketě výrobku [95]. Po ukončení této fáze je produkt připraven k odbytu a absolvování logistické cesty přes obchod až ke spotřebiteli [88].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem práce bylo zjistit vliv furcellaranu a kappa karagenanu na texturní a viskoelastické vlastnosti modelových vzorků kuřecí šunky v průběhu skladování při $(4 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C})$ v trvání 336h době. Dílčí úkoly zvolené k dosažení cíle:

- zjistit, při jaké koncentraci hydrokoloidů má šunkový výrobek lepší vlastnosti,
- porovnat texturní vlastnosti mezi jednotlivými modelovými vzorky šunky,
- porovnat viskoelastické vlastnosti mezi jednotlivými modelovými vzorky šunky,
- zjistit vliv skladování (24, 168, 336 h) na texturní vlastnosti modelových vzorků.

3.1 Metodika experimentu

Hlavní surovinou pro výrobu šunky byla kuřecí prsa (*musculus pectoralis*) zbavena tuku, šlach a zbytků kostí. Takto připravená surovina byla jemně mēlněna pomocí stolní rezačky, čímž bylo dosaženo požadované homogenity vzorku. Surovina byla odvážena na požadovanou hmotnost 1 kg a následně došlo k výrobě tří druhů modelových vzorků, které se lišily koncentrací [0,00 (kontrola); 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] a typem fykokoloidu. Pro výrobu kuřecí šunky byl použit furcellaran Estgel 1000, Estgel 8500 a kappa karagenan. Dále k surovině byla přidána dusitanová solící směs, tripolyfosfát sodný a voda ve zvolené hmotnosti. Směs byla promíchána tak, aby nástřik byl co nejvíce homogenní. Proces masírování probíhal 8 hodin při rychlosti 14 otáček za minutu a teplotě do $+3 \text{ } ^\circ\text{C}$. Po skončení masírovacího procesu bylo dílo naplněné do prachovniček a odvakuováno. Tepelné opracování probíhalo v konvektomatu do $70 \text{ } ^\circ\text{C}$ v jádře s následnou tepelnou výdrží 10 minut. Po ochlazení byly vzorky skladovány 24, 168 a 336 hodin při teplotě $(4 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C})$. Po uplynutí doby skladování byly vzorky podrobeny chemickým a fyzikálním (instrumentálním) analýzám.

Použité přístroje:

- stolní řezačka (SP-800A SPAR, Itálie)
- magnetické míchadlo (HEIDOLPH MR Hei-Mix S, Německo)
- masírka (GM100, Gourmia, New York, USA)
- vakuová balička (Henkelman, Mini jumbo, Holandsko)
- konvektomat (SCC WE 61, Rational, Praha, Česká republika)
- pH metr (EUTECH INSTRUMENTS, Nizozemsko)
- lyofilizátor (ALPHA 1-4 LSC, CHRIST, LABICOM s. r. o., ČR)
- sušárna Venticell (BMT, Brněnská medicínská technika a. s.)
- analytické váhy Explorer Pro (model EP 214CM, OHAUS)
- spektrofotometr (UVmini-1240 Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Německo)
- vakuová rotační odparka (Heidolph Laborota 4010 digital HB/GB, Německo)
- univerzální kuchyňský robot (SPAR SP-100, Taiwan)
- mineralizační jednotka Block Digest 12 (J. P. Selecta laboratory equipment manufacturer, Španělsko)
- destilační aparatura Behr S2 (Behr Labor-Technik GmbH, Německo)
- texturometr TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Velká Británie)
- rotační viskozimetr (Thermo Scientific™ HAAKE RheoStress 1, Brémy, Německo)
- topné hnízdo (LTHS 2000)
- automatická pipeta

Použité chemikálie:

- voda
- kappa karagenan (Sigma-Aldrich s. r. o., Praha, Česká republika)
- furcellaran Estgel 1000 (Est-Agar AS, Kärla, Estonsko)
- furcellaran Estgel 8500 (Est-Agar AS, Kärla, Estonsko)
- dusitanová solící směs
- tripolyfosfát sodný (Sigma-Aldrich s. r. o., Německo)
- roztok pufru, pH 4,00
- roztok pufru, pH 6,88
- roztok pufru, pH 5,45
- hydroxid sodný
- chlorid draselný
- etanol
- dietyléter
- síran měďnatý
- síran sodný
- kyselina boritá
- peroxid vodíku
- kyselina sírová
- kyselina chloristá
- roztok 4-hydroxyprolinu
- 2-propanol
- p-dimethylaminobenzaldehyd p.a
- indikátor Tashiro

Chemická analýza

Stanovení pH

Hodnoty pH v modelových vzorcích kuřecí šunky byly stanoveny dle referenční metody pro maso a masné výrobky – ČSN ISO 2917:1999 [96]. Do každého modelového vzorku byly udělány za pomoci nože otvory takovým způsobem, aby se vložená elektroda nepoškodila. Měření bylo provedeno na různých částech jednoho daného vzorku, a to pětkrát po sobě. Každý ze vzorků byl zároveň měřen při teplotním rozsahu (20 ± 2) °C. Toto opakování bylo prováděno z důvodu možnosti vnesení chyby při měření a manipulaci s modelovými vzorky během skladování. Výsledky hodnot pH jsou stanoveny jako aritmetický průměr pro všechna měření pro daný modelový vzorek se směrodatnou odchylkou.

Stanovení obsahu vody

Obsah vlhkosti v modelových vzorcích kuřecí šunky byl stanoven dle referenční metody pro zkoušení výrobků z masa a sterilovaných pokrmů v konzervách – ČSN 57 6021 [97]. Do hliníkových misek spolu se skleněnou tyčinkou a předem předsušeným pískem bylo odváženo na analytických vahách 5 g modelového vzorku rozmělněného pomocí laboratorního mlýnku s přesností na čtyři desetinná místa. Po pečlivém promíchání modelového vzorku spolu s křemenným pískem byla hliníková miska spolu se skleněnou tyčinkou vložena do sušárny a sušena do konstantní hmotnosti při teplotě (103 ± 2) °C. Poté hliníkové misky s obsahem byly umístěny ze sušárny do exikátoru a ponechány k vychladnutí při pokojové teplotě a následně zváženy s přesností na 0,0001 g. Každý modelový vzorek kuřecí šunky byl měřen třikrát a výsledky jsou udávány v procentech.

Stanovení obsahu volného tuku

V modelových vzorcích kuřecí šunky byl obsah tuku stanoven extrakcí pomocí metody pro maso a masné výrobky dle ČSN ISO 1444:1996 [98]. Do patry bylo vloženo 10 g lyofilizovaného modelového vzorku kuřecí šunky. Za pomoci extrakčního rozpouštědla byl vzorek extrahován a následně odpařen. Vysušený vzorek byl po ochlazení vážen s přesností na čtyři desetinná místa. Měření bylo provedeno pro každý vzorek dvakrát a výsledky jsou udávány v procentech.

Stanovení obsahu dusíku

Množství dusíku odpovídající množství uvolněného amoniaku bylo stanoveno pro modelové vzorky kuřecí šunky dle ISO 937 [99]. S přesností na čtyři desetinná místa byly navážené modelové vzorky šunky. Spolu s koncentrovanou kyselinou sírovou, peroxidem vodíku a katalyzátorem byly vloženy do Kjeldahlovy baňky připravené k mineralizování (400 °C po dobu 1 h). Po přeměně organického dusíku na amonné ionty se barva směsi zbarvila na světle modrozelenou. Po skončení varu byla směs ochlazená a připravena k destilaci. Po jejím ukončení bylo přidáno pár kapek indikátoru Tashiro a titrováno do červenofialového zbarvení. Stanovení obsahu dusíku bylo provedeno dvakrát pro každý modelový vzorek kuřecí šunky.

Stanovení obsahu hydroxyprolinu spektrofotometricky

Obsah hydroxyprolinu v modelových vzorcích kuřecí šunky byl stanoven dle Věstníku MZe 1/2014 [100]. Po kyselé hydrolyze vzorku byl do zkumavek napipetován síran měďnatý, hydroxid sodný a peroxid vodíku v nezměněném pořadí. Zkumavky zbarvené do modra ve vodní lázni byly následně ochlazeny a protřepány spolu s kyselinou sírovou a činidlem. Po opětovném zahřátí a vychlazení zkumavek následovalo měření na spektrofotometru při vlnové délce 550 nm. Měření probíhalo pro každý modelový vzorek dvakrát. Výsledná koncentrace 4-hydroxyprolinu v modelovém vzorku šunky byl přepočítán specifickým faktorem k dosažení výsledné koncentrace kolagenu ve vzorku. Výsledek je udáván v procentech.

Instrumentální analýzy

Texturní profilová analýza

Tato analýza, jenž pomocí stlačování vzorku stanovuje jednotlivé texturní parametry, napodobuje kousání a žvýkání v dutině ústní [101]. Vyřezaný modelový vzorek kuřecí šunky o tvaru válce o velikosti 10,0 x 32,0 mm (výška x průměr) byl vložen pod hliníkovou válcovou sondu P/50 o průměru 50 mm. Test dvojitého kompresního cyklu byl proveden konstantní rychlostí 2 mm/s o síle 0,049 N, přičemž modelové vzorky byly stlačeny na 50 % jejich původní výšky. Pomocí softwarem vyhodnocených křivek vyznačujících závislost síly na čase byly vypočteny následující parametry, jako je tvrdost, soudržnost, pružnost a žvýkatelnost. Tvrdost je definována jako odpor prvního kompresního cyklu při maximálním stlačení, jenž představuje první kousnutí. Soudržnost je bezrozměrný poměr kladné síly mezi oblastí prvního a druhého kompresního cyklu. Pružnost reprezentuje sílu při maximální kompresi během druhého kompresního cyklu a žvýkání je energie potřebná ke žvýkání pevného vzorku do ustáleného stavu polykání [101, 102]. Každý modelový vzorek kuřecí šunky byl měřen čtyřikrát.

Warner-Bratzlerova metoda

Nejrozšířenější metoda běžně používána jako ukazatel sensorické tvrdosti (křehkosti) masa je Warner-Bratzlerův smykový test. Tento test měří sílu potřebnou ke stříhu vzorku masa [101]. Vzorky kvádrového tvaru o průřezu 2,0 x 1,0 x 1,0 cm (délka x výška x šířka) byly vyříznuty z tepelně opracovaného modelového vzorku kuřecí šunky. Tyto vzorky byly stříhány pomocí nože HDP/90, který je složen z 1 mm ocelové čepele se střížnou hranou trojúhelníkového tvaru. Během testu se řez čepele pohybovala konstantní rychlostí skrze kvádrový vzorek do štěrbině široké 2 mm malého stolu, připomínající gilotinu. Smyková zkouška byla provedena rychlostí 1 mm/s s 25 mm posunem čepele. Zaznamenaným parametrem byla maximální síla stříhu, což je nejvyšší vrchol křivky, který udává maximální odolnost daného vzorku vůči stříhu čepele. Každý modelový vzorek kuřecí šunky byl šestkrát měřen z důvodu možného zanesení chyby během přípravy kvádrových vzorků.

Dynamická oscilační reometrie

Z často využívaných metod pro stanovení viskoelastických vlastností potravin je dynamická oscilační reometrie. Pro stanovení viskoelastických vlastností modelových vzorků kuřecí šunky byl použit dynamický oscilační reometr s geometrií deska–deska (35 mm průměr, 1 mm mezera) s dopředu vytemperovanou teplotou přístroje (5 ± 1 °C). Modelový vzorek šunky, o parametrech 1,0 x 35,0 mm (výška x průměr), byl vložen mezi statickou a oscilující desku rotačního viskozimetru. V oblasti lineární viskoelasticity byla vybrána amplituda smykového napětí (20 Pa). Opatrně odstraněné přesahující hrany vzorku byly pokryty tenkou vrstvou silikonového oleje k zabránění dehydrataci během analýzy. Všechny modelové vzorky byly měřeny při frekvenci smykového napětí v rozmezí 0,01 až 10,00 Hz při ($20 \pm 0,1$ °C). Výsledky elastického modulu (G'), ztrátového (G'') a fázového úhlu (δ ; poměr ztrátového modulu ku modulu elastickému) byly získány z počítačového softwaru. Všechny modelové vzorky byly měřeny třikrát [103, 104, 105].

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

V rámci této diplomové práce byly vyrobeny tři druhy modelových vzorků kuřecí šunky. Hlavní surovinou byla vykostěná kuřecí prsa (*musculus pectoralis*) zbavena tuku a šlach. Vyrobené modelové vzorky kuřecí šunky se lišily koncentrací [0,00 (kontrola); 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] a typem fykokoloidu. Pro analýzu byly vybrány tyto fykokoloidy: kappa karagenan, furcellaran Estgel 1000 a furcellaran Estgel 8500. Vzorky byly podrobené skladovacímu pokusu 24, 168 a 336 h po tepelném ošetření. Během této doby byly vzorky skladovány při teplotě (4 ± 2 °C). Po uplynutí skladovací doby byly vzorky podrobeny chemické a instrumentální analýze.

4.1 Chemická analýza

Textura masa je závislá na mnoho faktorech, a to jednak na vnějších (pohlaví, věk, plemeno), ale také na vnitřních faktorech (chemické složení, míra zralosti masa, aj.). Z pohledu chemického složení nejvíce texturu masa ovlivňuje obsah vody a s ním spojený obsah sušiny, obsah intramuskulárního tuku, bílkovin i obsah kolagenu a s ním spojené parametry [106]. Hlavní surovinou této práce, jak již bylo zmíněno, byla vykostěná kuřecí prsa, která po stanovení chemické analýzy vykazovala následující hodnoty: $73,78 \pm 0,51$ % (w/w) obsahu vody; hodnotu pH $5,91 \pm 0,03$; obsahu tuku $1,22 \pm 0,06$ % (w/w), hrubou bílkovinu $22,98 \pm 1,36$ % (w/w) a obsah kolagenu, který byl stanoven na hodnotu $0,68 \pm 0,03$ % (w/w).

Mezi nejdůležitější a nejčastější měřené fyzikálně chemické parametry v masném průmyslu, vzhledem k údržnosti masa a jeho kvalitě, patří stanovení pH [107, 108]. Autoři, jako jsou Berri a kol. [109], Santé a kol. [110], Chueachuaychoo a kol. [111], uvádí pH nižší, Qiao a kol. [112] a Dvořák a kol. [107] naopak uvádí hodnotu vyšší než je v předložené diplomové práci stanovená hodnota pro syrovou část prsních svalů. Ostatní námi naměřené parametry jsou téměř identické s prací Petracci a kol. [113] a Chueachuaychoo a kol. [111].

U šunek a jiných masných výrobků je důležitá mikrostruktura, která má vliv na texturu výrobku, jeho barvu, chuť a stabilitu. Za standardních podmínek je tato mikrostruktura tvořena narušením a následným uvolněním svalových bílkovin, jenž po tepelném opracování tvoří viskózní trojrozměrnou síť, která zachycuje částičky svaloviny, vaziva a tuku. Stabilitu konečného výrobku určuje jednak správný výrobní postup, ale také použití hydrokoloidů a ostatních přídatných látek ve správné koncentraci [114]. Základní chemické složení výrobku ovlivňuje taktéž způsob opracování suroviny, množství tuku a pojivové tkáně, která zůstane na mase [115]. Pro výrobu tepelně opracovaných masných výrobků je mezní

hodnota pH velice důležitá, neboť je podstatná pro vaznost masa a s tím spojenou celkovou výtěžnost šunek po tepelném opracování. Ideální hodnota pH pro samotnou surovinu je hodnota vyšší, a to v rozmezí 5,6 až 6,3. Tím vzniká kompromis mezi schopností vázat vodu (výtěžek, konzistence, soudržnost plátku při krájení), schopností absorpce soli, vývoje barvy, skladovatelností (růstové prostředí pro bakterie) a organoleptickou kvalitou (chuť, šťavnatost) [115, 116, 117]. Finální hodnotu pH výrobku ovlivní použitá aditiva aplikovaná do díla prostřednictvím láku [115]. Počáteční pH modelových vzorků kuřecí šunky před tepelným opracováním se pohybovalo mezi 6,04 až 6,09. Proto nebyl zaznamenaný žádný významný rozdíl v hodnotách pH v důsledku přidání kappa karagenanu a furcellaranu Estgel 1000 a Estgel 8500 do díla. Podobné výsledky uvedli Bradford a kol. [118] a Candogan a Kolsarici [119]. Avšak během 336h skladovacího pokusu se hodnoty pH konečných modelových vzorků pohybovaly od 6,28 do 6,44. I přes mírné zvýšení hodnot pH jsou naměřené analyzované výsledky v souladu s prací Kameník a kol. [115].

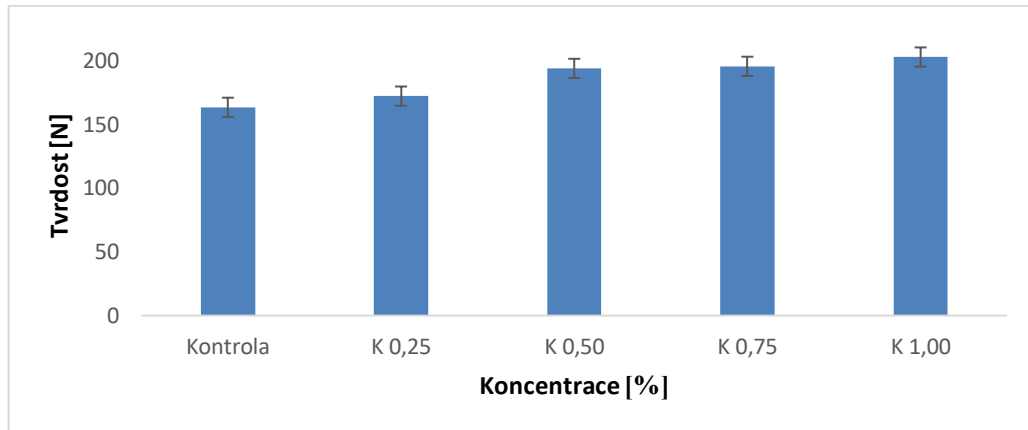
Šunka představuje jeden z mnoha zástupců tepelně opracovaných masných výrobků, která je dle platné legislativy dělena do jakostních tříd na základě obsahu čistých svalových bílkovin [120]. Stupeň opracování suroviny je proces, který zásadně ovlivňuje konečný obsah nejen tuku, ale také i kolagenu [115]. Stanovený obsah vody vyrobených konečných vzorků (včetně vzorku kontrolního a vzorků s různými koncentracemi a typy fykokoloidů) se pohyboval v rozmezí 77,13 až 78,52 % (w/w). Obsah tuku během skladovacího pokusu se pohyboval v rozmezí 0,85 až 1,03 % (w/w), hrubá bílkovina byla stanovena v rozmezí 19,35 až 19,82 % (w/w) a obsah kolagenu byl stanoven v rozmezí 0,46 až 0,51 % (w/w). Stanovený obsah vody během skladovacího pokusu v konečných vzorcích je téměř identický s výzkumem autorů Kameník a kol. [115]. Autoři Kameník a kol. [115], kteří srovnávali základní chemické parametry u šunky výběrové a standardní, dále uvádí ve svém příspěvku vyšší obsah tuku než v této diplomové práci analyzovaný konečný vzorek, a to z důvodu odstranění přebytečné tukové části z prsního svalu. Naměřené výsledky jsou v souladu s Kim a kol. [121].

4.2 Texturní profilová analýza

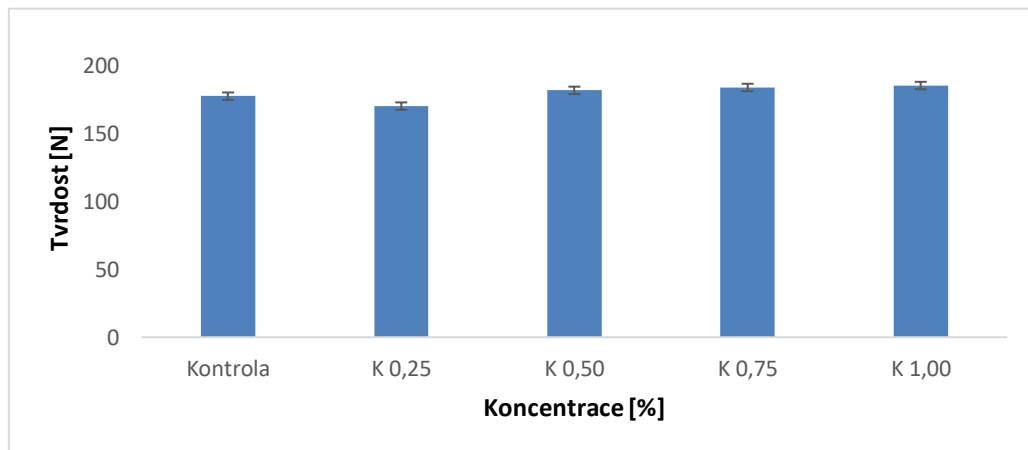
Jak již bylo uvedeno, důležitým znakem kvality masných výrobků, dokonce důležitějším než je aroma či barva masa, je textura. Vlastnosti výrobku, jako je tuhost, soudržnost a šťavnatost, se nejčastěji uvádějí k charakterizaci textury výrobku. Pro hodnocení textury se používají metody instrumentální. Všechny tyto zmiňované metody pracují na principu měření odolnosti potravin proti účinkujícím silám větším, než je samotná gravitace. Protože použitá síla přesahuje hranici pevnosti testované potravin a během měření dochází k porušení čili k deformaci textury, mají tyto metody destruktivní charakter na testovaný výrobek [122].

Analýza texturního profilu je objektivní instrumentální metoda, jež simuluje podmínky, kterým je daný výrobek vystaven v ústech [122]. Tvrdost modelových vzorků kuřecí šunky byla stanovena pomocí analyzátoru textury TA.XT plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, Velká Británie). Parametry měření byly uvedeny v podkapitole 3.1 Metodika experimentu. Texturní profilová analýza byla provedena pro všechny modelové vzorky kuřecí šunky po 24, 168 a 336h skladování při teplotě (4 ± 2 °C). Grafické znázornění poukazuje na vývoj tvrdosti modelových vzorků kuřecí šunky. Maximální síla [N] byla vypočtena v závislosti na typu [κ karagenan (K), furcellaran Estgel 1000 (FRC1) a furcellaran Estgel 8500 (FRC2)] a koncentraci [0,00 (kontrola); 0,25; 0,50; 0,75 a 1,00 % (w/w)] hydrokoloidů. Pro všechny výše zmíněné modelové vzorky kuřecí šunky byly vypočteny standardní chybové úsečky.

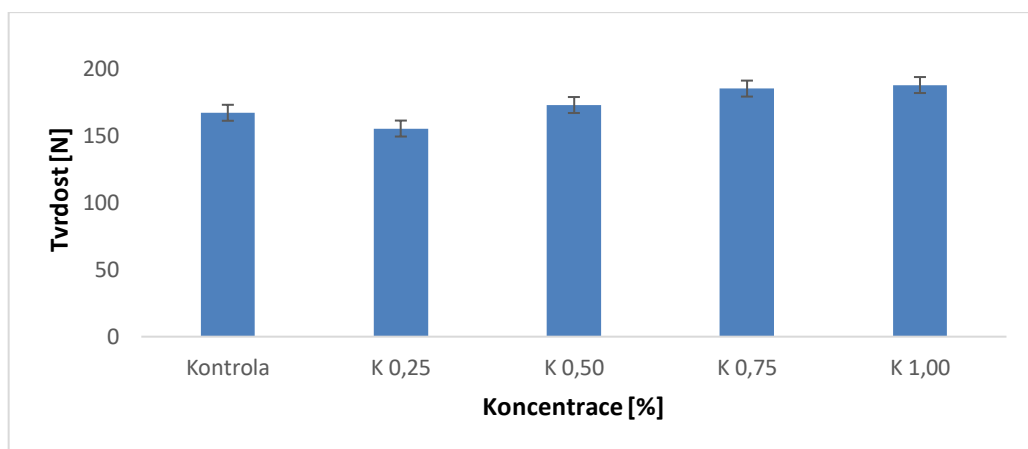
Výsledky tvrdosti pro modelové vzorky kuřecí šunky pro κ karagenan ve výše zmíněných koncentracích jsou graficky znázorněny na Obr. 1–3. Kontrolní vzorek, jak lze z grafů vyzorovat, během skladování měnil své chování. Po uplynutí 24h doby skladování byla z kontrolního vzorku vyhodnocena tvrdost 163 N. Testovaný vzorek po 168 h vykazoval tvrdost vyšší, přičemž po 336h skladovacího pokusu naměřená tvrdost vykazovala hodnotu téměř stejnou jako po uplynutí prvních 24 h skladování. U modelových vzorků při koncentracích 0,25 a 0,50 % (w/w) bylo vyzorováno mírné klesání s dobou skladování. Vyšší hodnoty tvrdosti byly naměřeny po uplynutí 24 h při koncentraci 0,75 % (w/w) než po 168 a 336h době skladování (naměřené hodnoty tvrdosti byly téměř identické). Toto chování je z grafů patrné i pro koncentraci 1,00 % (w/w).



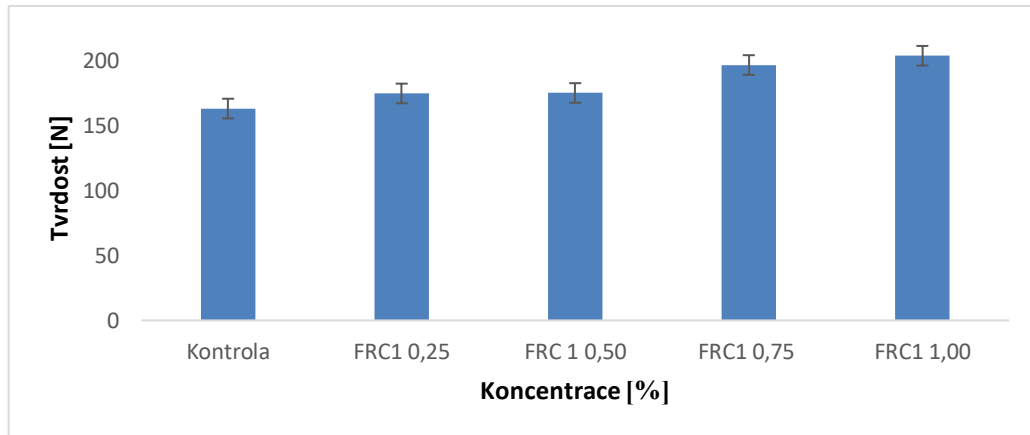
Obr. 1: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



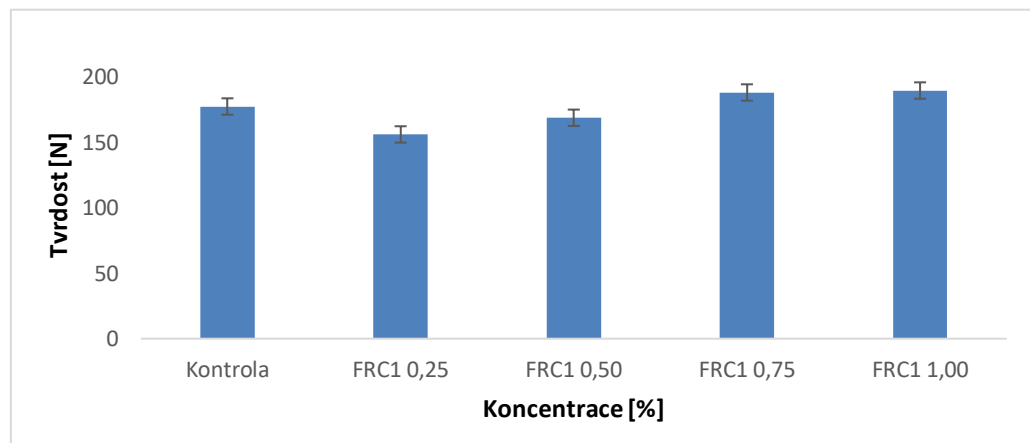
Obr. 2: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování



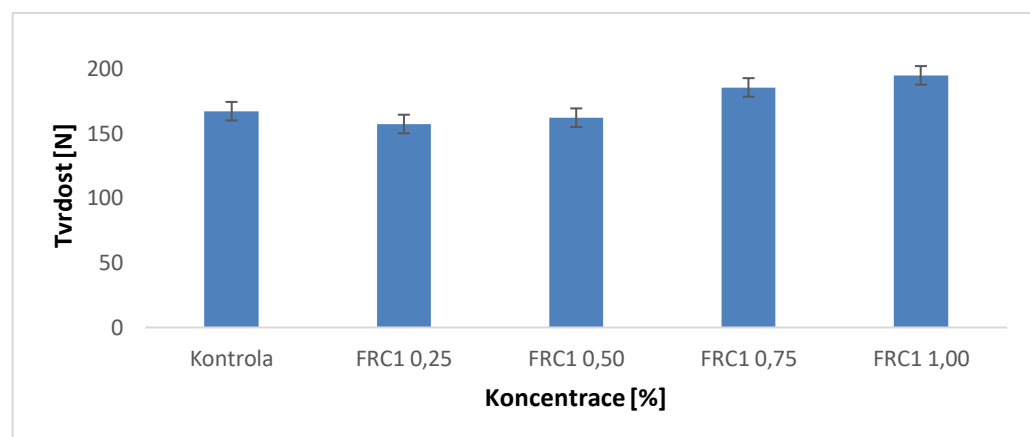
Obr. 3: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování



Obr. 4: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



Obr. 5: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování

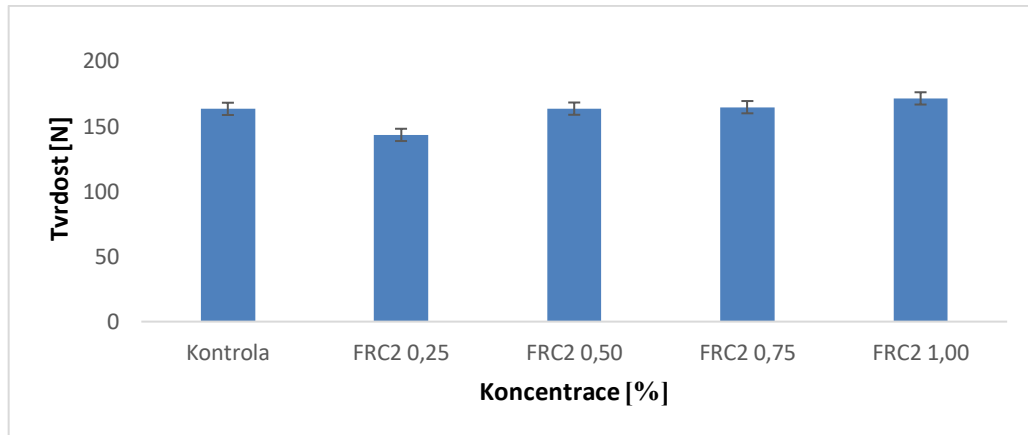


Obr. 6: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování

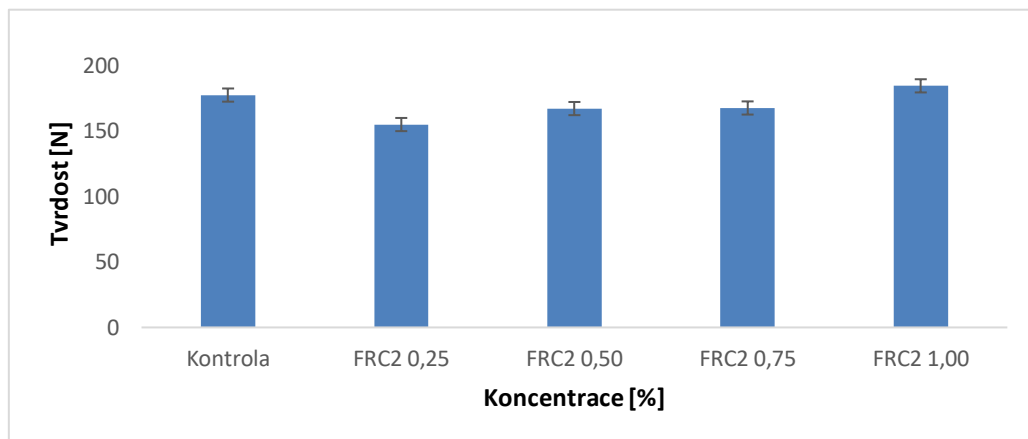
Z grafů (Obr. 4–6) lze vypožorovat, že při koncentraci 0,25 % (w/w) došlo k poklesu hodnot tvrdosti u modelových vzorků kuřecí šunky s použitím furcellaranu typu 1. Ačkoliv hodnoty tvrdosti klesly ze 175 N na 155 N po 24 a 168h době skladování, po 336h době skladování se naměřená hodnota tvrdosti již nezměnila. Při koncentracích 0,50 a 0,75 % (w/w) došlo pouze k mírnému poklesu zaznamenaných hodnot. Kromě toho, naměřená tvrdost vzorků při koncentraci 1,00 % (w/w) během skladování nejprve výrazně klesla, ale následně se vrátila téměř k původní hodnotě. Taktéž lze z grafu po 24h době skladování vyčíst, že všechny naměřené hodnoty tvrdosti jsou větší než hodnota kontrolního vzorku. Výrazný pokles byl zaznamenán u vzorku, jenž byl skladován 168 h po tepelném ošetření. Zde byl při koncentraci 0,25 % (w/w) pozorován pokles oproti kontrolnímu vzorku, a to ze 177 N na 155 N. Po uplynutí 168 a 336h době skladování vzorky při koncentracích 0,25 a 0,50 % (w/w) byly zaznamenány s nižší hodnotou tvrdosti než hodnoty tvrdosti kontrolních vzorků.

Obr. 7–9 znázorňuje závislost tvrdosti vzorků na různých koncentracích furcellaranu typu 2. Je možné konstatovat, že vzorky FRC2 0,00 byly zaznamenány s vyššími hodnotami tvrdosti než jednotlivé vzorky FRC2 0,25. A taktéž oproti vzorku kontrolnímu byly zaregistrovány hodnoty tvrdosti nižší u vzorků FRC2 0,50 a FRC2 0,75 po 168 a 336h době skladování. Koncentrace 0,50 a 0,75 % (w/w) modelových vzorků kuřecí šunky (24 a 168 h po tepelném opracování) měly takřka shodný průběh tvrdosti.

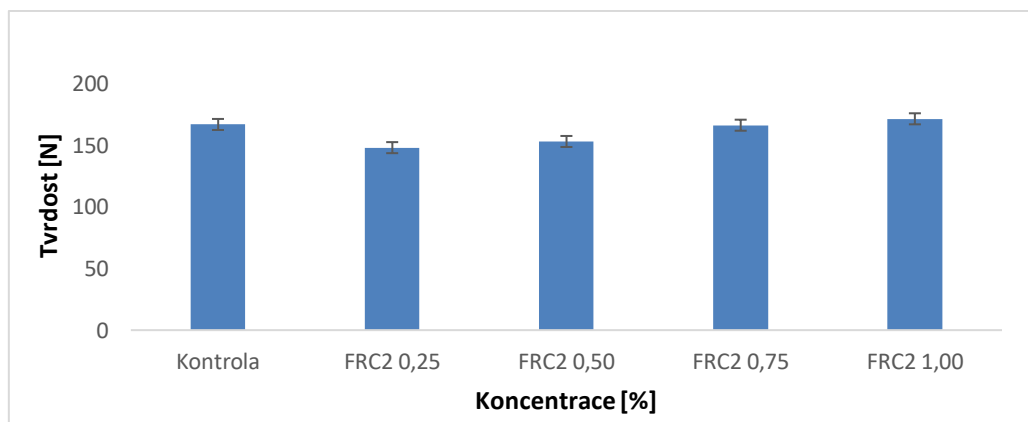
Jak již bylo zmíněno výše, Obr. 1–9 znázorňuje vývoj hodnot tvrdosti vyrobených modelových vzorků kuřecí šunky s přidáním kappa karagenanu (K) a dvou typů furcellaranů (FRC1 a FRC2) během 336h skladovacího pokusu. Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že přidavek hydrokoloidů do modelových vzorků významně ovlivnil jejich tvrdost. Ve všech případech, bez ohledu na aplikovaný typ hydrokoloidů, stoupla tvrdost všech vzorků s prodlužováním doby skladování. Tento jev lze připsat schopnosti karagenanů (i furcellaranu) strukturovat vodu v důsledku interakce s vodou prostřednictvím iontové a vodíkové vazby [119]. Kromě toho mohlo být zvýšení tvrdosti daných vzorků způsobeno ztrátou vody. Ayadi a kol. [123] uvádí, že karagenanový gel během skladování způsobuje synerezi. Lze konstatovat, že se vzrůstajícím množstvím přidávaných hydrokoloidů stoupá hodnota tvrdosti vzorků.



Obr. 7: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



Obr. 8: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování



Obr. 9: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování

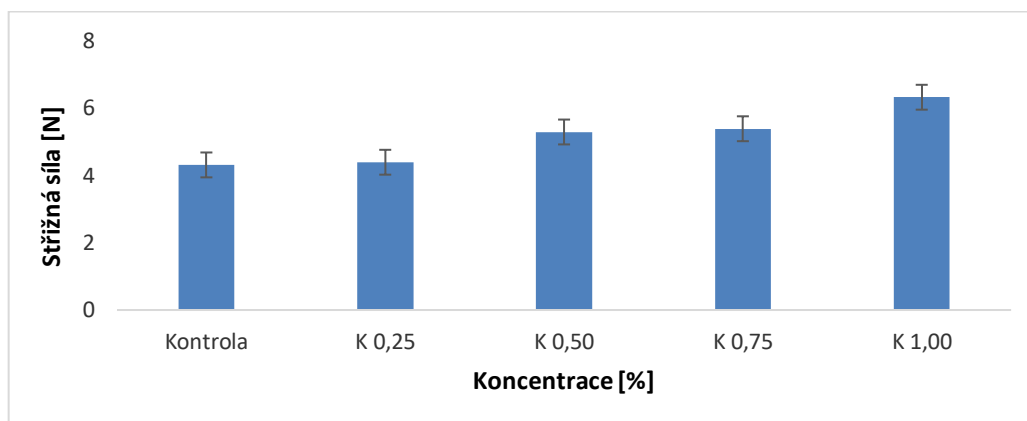
K intenzivnějším změnám došlo při použití K a FRC1 ve srovnání s použitým FRC2. Nejvyšší hodnoty tvrdosti byly uvedeny u vzorku obsahujícího 1,00 % (w/w) K, zatímco nižší hodnoty byly uvedeny u kontrolního vzorku. Získané hodnoty tvrdosti se navíc zvýšily v následujícím pořadí, a to bez ohledu na množství aplikovaných hydrokoloidů; $K > FRC1 > FRC2 >$ kontrolní vzorek. S prodloužením doby skladování u sledovaných parametrů (soudržnost, gumovitost a žvýkání) vzorky taktéž vykazovaly rostoucí hodnoty. Ačkoli zde nejsou tyto hodnoty uvedeny, výsledky gumovitosti a žvýkatelnosti byly obdobné výsledkům tvrdosti.

V případě zvyšujících se hodnot tvrdosti je nasnadě hypotéza, že karagenanové molekuly mohou interagovat s proteiny v rozvinuté matici. Tyto molekuly tedy mohou na proteinech interagovat s negativně nabitými karbonylovými skupinami skrze kationtový most nebo mohou přímo interagovat s pozitivně nabitými aminoskupinami přítomného proteinu. Přesto mohou při stabilizaci tohoto proteino-polysacharidového systému hrát důležitou roli také jiné interakce, jako jsou například vodíkové vazby či hydrofobní nebo kovalentní vazby [124]. Obecně přítomnost hydrokoloidů může zvýšit kapacitu zadržování vody a kapacitu vázání vody v masných výrobcích tvorbou pevnějších gelů. Aplikace karagenanu může zvýšit výtěžek a zlepšit strukturu konečných produktů [125]. Dalším možným vysvětlením by mohlo být vytvoření dodatečného karagenanového/furcellaranového gelového systému, jenž se může tvořit v proteinech svalové tkáně. Takto může být vytvořena kontinuální síť karagenanového/furcellaranového gelu vytvořeného spojením s již existující gelovou sítí [123].

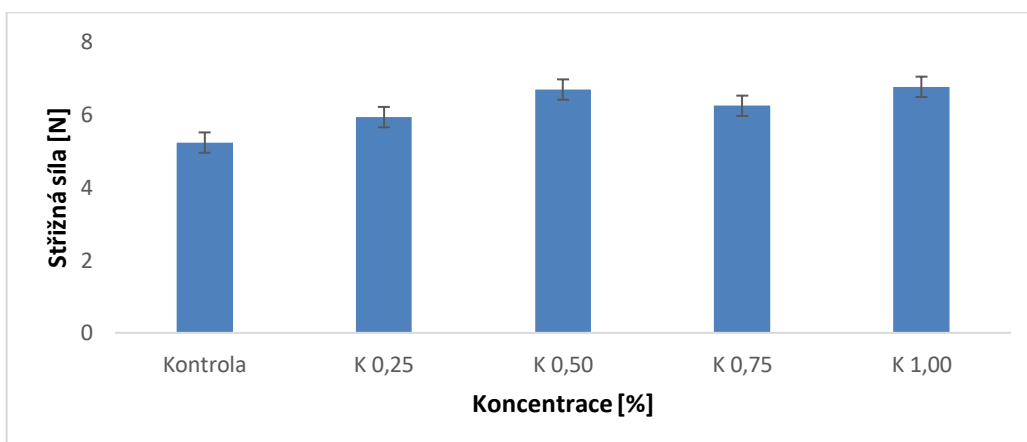
Jak již zde zaznělo, furcellaran má jednu sulfátovou esterovou skupinu na jeho molekule ve čtvrté poloze galaktózové jednotky. Hodnoty se však mohou lišit. Karagenan teoreticky obsahuje jednu sulfátovou esterovou skupinu na dimer. Rozdílnost v iontové citlivosti, jako vazebné vlastnosti kationtů, jsou odvozeny od rozdílu v hustotě náboje karagenanu a furcellaranu. Počet sulfátových esterových skupin a 3,6-anhydrogalaktózových jednotek se u všech typů liší. Vzhledem k počtu sulfátových skupin dochází k různým konformacím, jež ovlivňují jejich vlastnosti [126, 127, 128]. Toto tvrzení by mohlo sloužit jako možné vysvětlení sledovaných rozdílů v hodnotách tvrdosti u zkoumaných vzorků vyrobených s různými typy hydrokoloidů. Obecně jsou výsledky shodné s těmi, jež byly uvedeny dříve ve studii Ruusunen a kol. [125].

4.3 Warner-Bratzlerův test

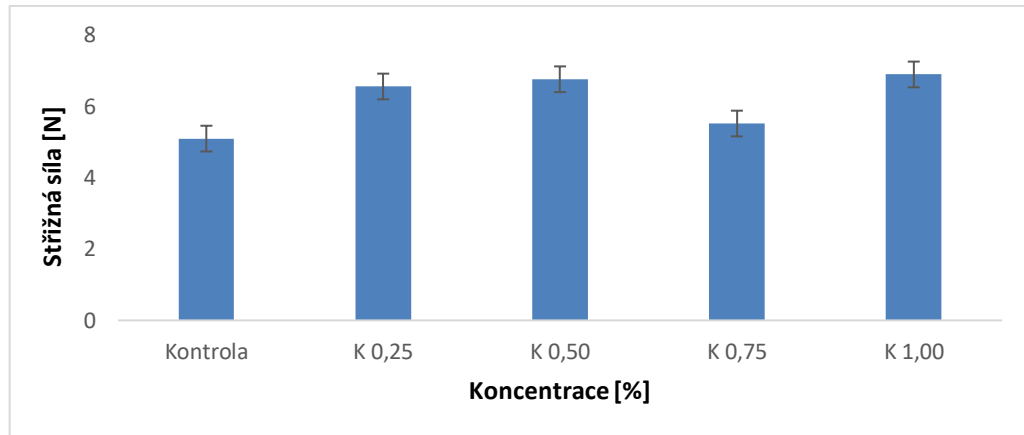
Mezi další instrumentální metodu, která taktéž zjišťuje texturní vlastnosti, můžeme zařadit Warner-Bratzlerův smykový test. Jak již bylo uvedeno výše, tento test měří sílu potřebnou k přestřižení vzorku, čímž simuluje chování potraviny při prvním skousnutí. Výsledkem tohoto měření je tvrdost (tuhost) vzorku vypočtená jako maximální stříhová síla [N] [122]. Tvrdost modelových vzorků kuřecí šunky byla stanovena pomocí analyzátoru textury TA.XT plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, Velká Británie) se specifikacemi uvedené v podkapitole 3.1 Metodika experimentu. Byl sledován vývoj tvrdosti modelových vzorků vůči stříhu v závislosti na typu a koncentraci hydrokoloidu [(K, FRC1, FRC2); 0,00 (kontrola); 0,25; 0,50; 0,75 a 1,00 % (w/w)] během 336h skladovacího pokusu při (4 ± 2 °C). Pro všechny vzorky byla vypočtena standardní chyba.



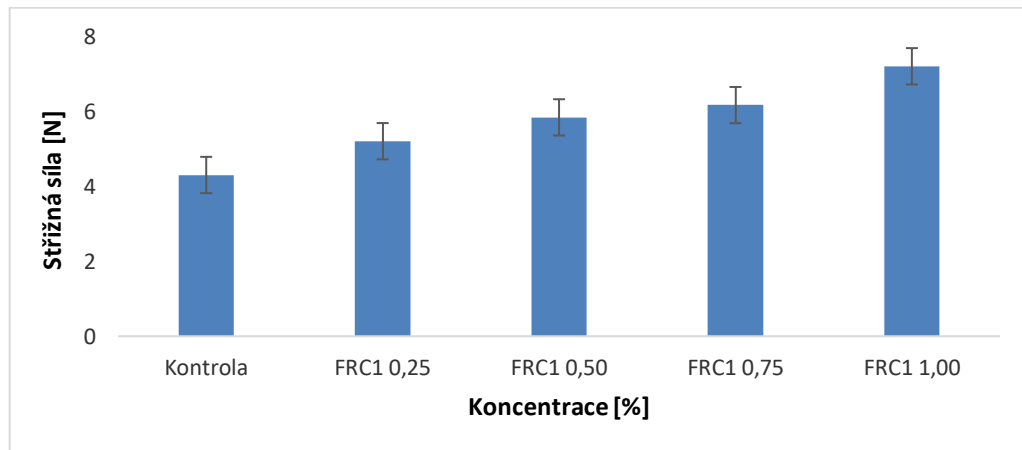
Obr. 10: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



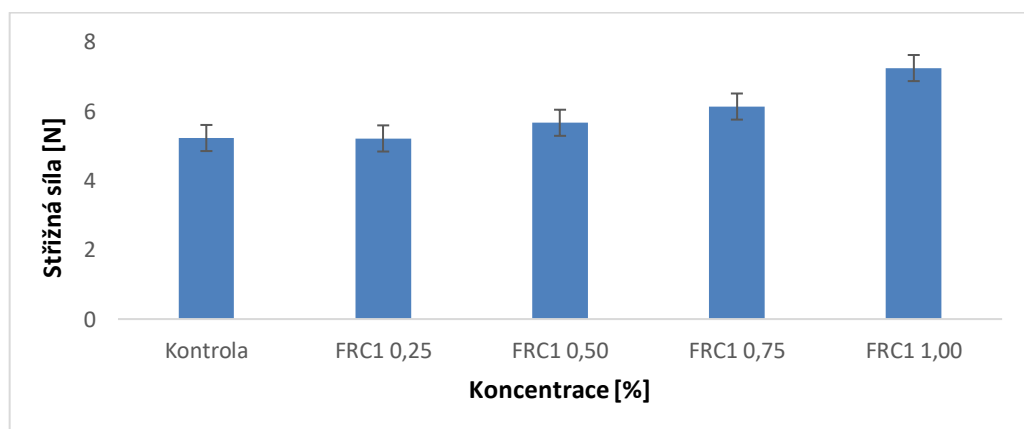
Obr. 11: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování



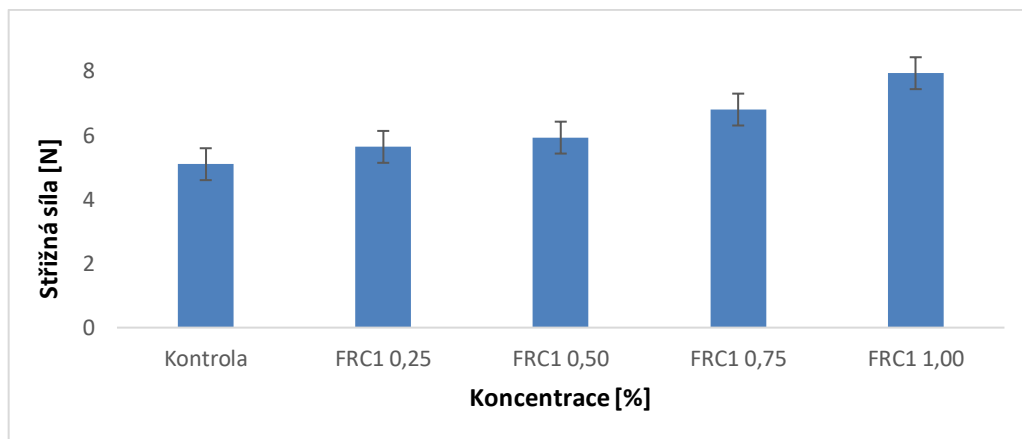
Obr. 12: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování



Obr. 13: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



Obr. 14: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování

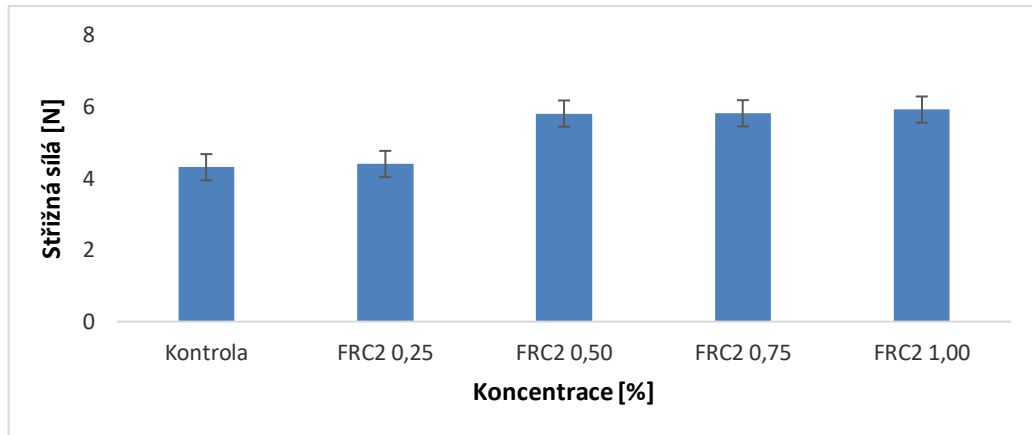


Obr. 15: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování

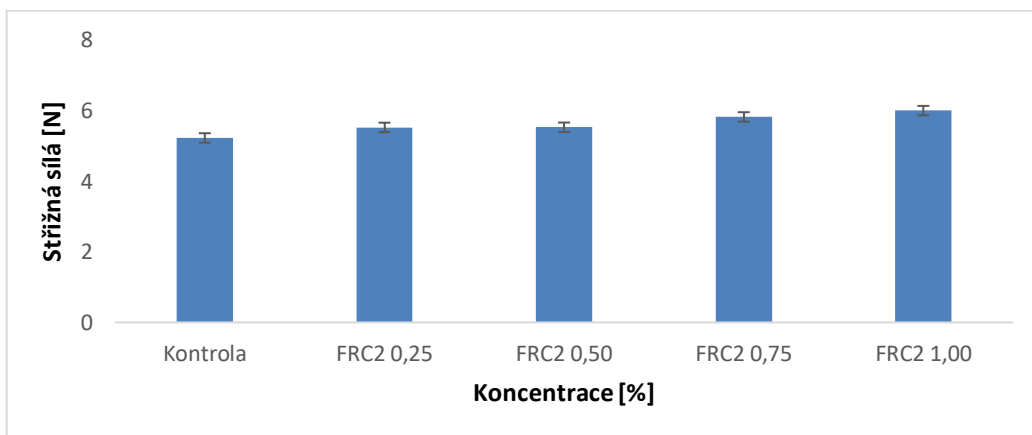
Vývoj závislosti střížné síly [N] modelových vzorků kuřecí šunky na různých koncentracích kappa karagenanu byl graficky znázorněn na Obr. 10–12. Grafické vyobrazení hodnot po 24h době skladování (Obr. 10) ukazuje, že hodnota kontrolního vzorku byla nejnižší. Také nízkou a kontrolnímu vzorku hodnotu podobnou zaznamenala i koncentrace 0,25 % (w/w). Taktéž podobnost tohoto chování lze vyčíst při koncentraci 0,50 a 0,75 % (w/w). Během této doby skladování nejvyšší hodnota byla zaznamenána při koncentraci 1,00 % (w/w).

Obr. 11 a 12 ukazují sílu potřebnou k přestřížení vzorku při různých koncentracích karagenanu po době skladování 168 a 336 h. Během této skladovací doby zde byly zaznamenány nejnižší hodnoty kontrolních vzorků vůči hodnotám ostatních koncentracích. Ačkoliv při koncentracích 0,25 a 0,50 % (w/w) byl zaznamenán lineární narůstající trend, u koncentrace 0,75 % došlo k poklesu hodnot. Kromě toho k výraznějšímu poklesu došlo při 336h době skladování. Nicméně pro koncentraci 1,00 % (w/w) byly opět zaznamenány narůstající hodnoty. Nejvyšší hodnota pro tento typ modelového vzorku byla zaznamenána pro koncentraci 1,00 % (w/w) po 336h době skladování při $(4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C})$.

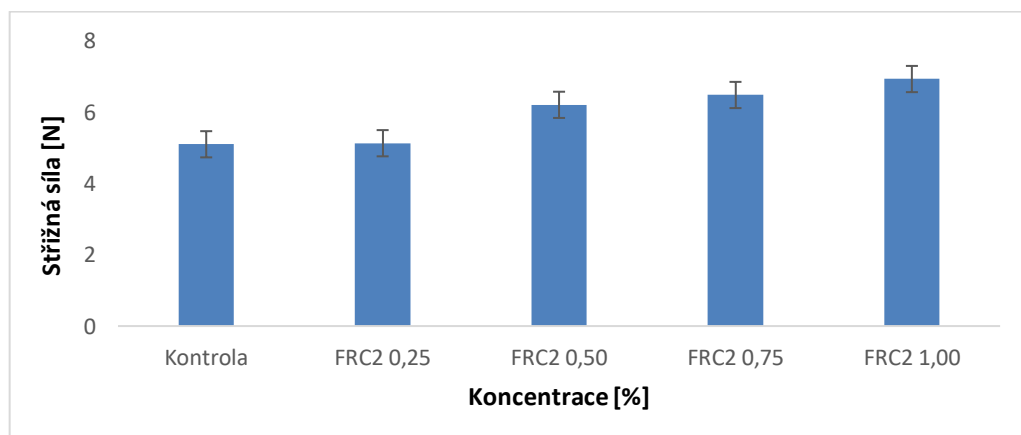
Obr. 13–15 graficky znázorňuje vývoj tvrdosti modelových vzorků na různých koncentracích furcellaranu 1. typu. Ačkoliv nebyl zaznamenán větší skok hodnot mezi vzorky FRC1 0,50 a FRC1 0,75, i přesto po 24h době skladování (Obr. 13) byl zaregistrován narůstající trend. Podobnost tohoto chování bylo zaznamenáno mezi vzorky K 0,50 a K 0,75 po uplynutí 24h skladování při $(4 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C})$.



Obr. 16: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



Obr. 17: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování



Obr. 18: Závislost střížné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování

Naměřená hodnota střižné síly vzorku FRC1 0,25 byla nižší než hodnota střižné síly kontrolního vzorku po uplynutí 168h doby skladování. Přesto však až na toto jediné vychýlení naměřené hodnoty vykazují vzrůstající trend. U vzorku FRC1 1,00 (po 336h době skladování) byla zaznamenána nejvyšší hodnota tvrdosti (7,94 N) vůči všem naměřeným výsledkům této experimentální práce.

Vývoj tvrdosti furcellaranu 2. typu (FRC2) byl vyneseno do grafů a znázorněn na Obr. 16–18. Byl zaznamenán malý vzrůstající trend pro vzorek FRC2 (24 h po tepelném opracování). Ačkoliv všechny naměřené koncentrace měly vyšší hodnoty oproti hodnotě kontrolního vzorku, byly naměřeny podobné hodnoty pro koncentrace 0,00 a 0,25 % (w/w). A taktéž podobné hodnoty byly naměřeny i pro koncentrace 0,50, 0,75 a 1,00 % (w/w).

Rovněž podobné chování bylo zaregistrováno 168 h po tepelném opracování (Obr. 17). I zde byly zaznamenány vyšší hodnoty oproti hodnotě vzorku kontrolního, avšak s velmi malým vzrůstajícím trendem. A jak z grafu vyplývá, malý rozdíl hodnot byl upozorován i mezi vzorky FRC2 0,25 a FRC2 0,50 a taktéž i mezi vzorky FRC2 0,75 a FRC2 1,00.

V neposlední řadě podobné chování střižné síly u modelových vzorků kuřecí šunky bylo zaznamenáno i po 336h době skladování. Jako v předchozích případech i zde byl zachován vzrůstající trend, kdy byly naměřeny vyšší hodnoty u všech ostatních koncentracích oproti hodnotě kontrolního vzorku. Podobné výsledky střižné síly vykazovaly hodnoty FRC2 0,00 a FRC2 0,25.

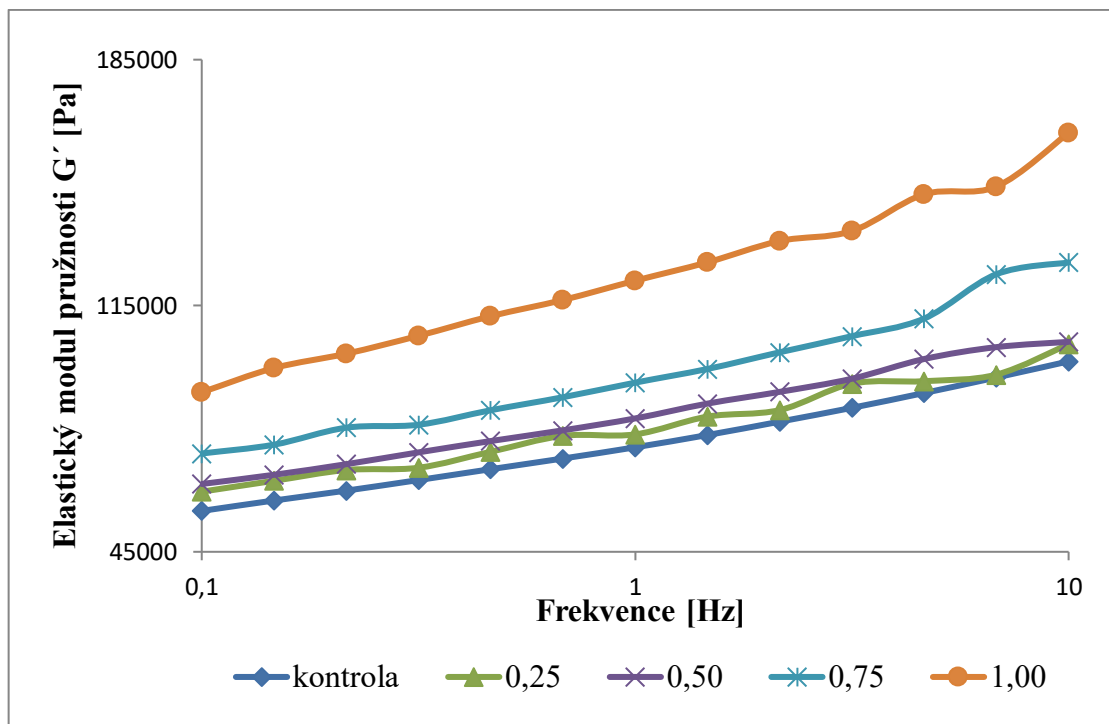
Obě metody, v porovnání s texturní profilovou analýzou, pravděpodobně měří podobné texturní vlastnosti. [122, 129]. Tento test by mohl sloužit jako jeden z nedůležitějších atributů masných výrobků a poskytovat tak informace o křehkosti produktu. Zejména masné výrobky s nízkou střižnou silou jsou žádoucí [130]. Testované hydrokoloidy významně ovlivnily hodnoty střižné síly. Nejvyšší hodnoty byly u vzorků připravených z FRC1 při koncentraci 1,00 % (w/w). Naopak nejnižší hodnoty byly pozorovány pro kontrolní vzorek. Experimentální výsledky analýzy Warner-Bratzlerova smykového testu a texturní profilové analýzy obecně vykazovaly podobné chování.

4.4 Reologická analýza

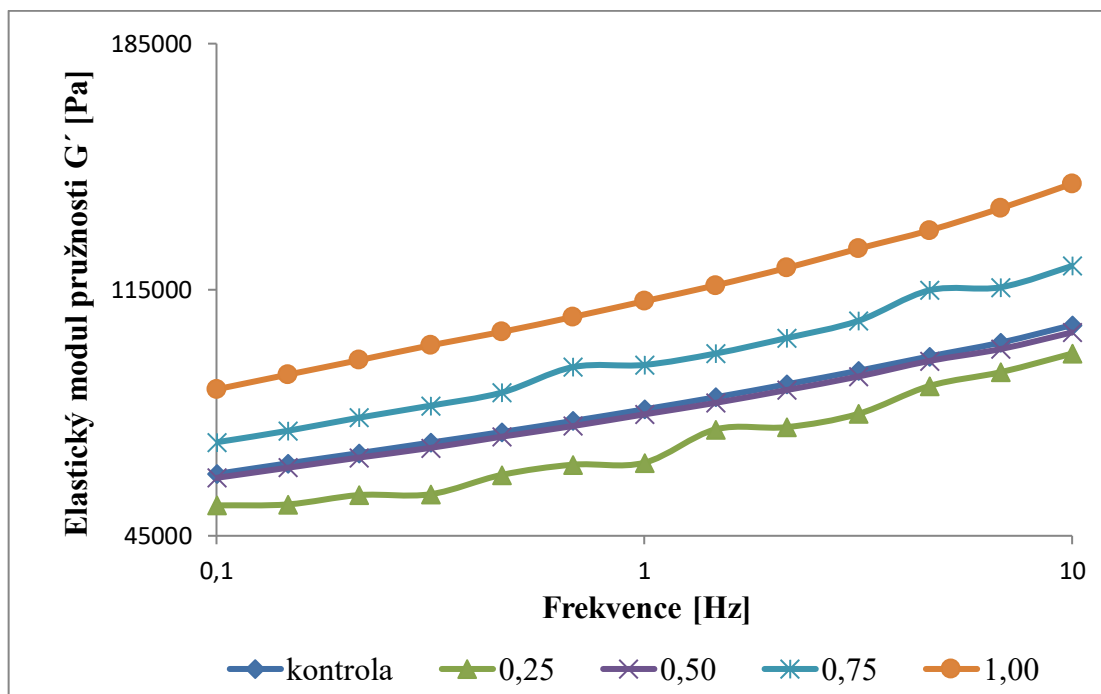
Dynamická mechanická analýza studuje elastické a viskoelastické chování materiálů během cyklického namáhání daného vzorku za předem definovaných podmínek (teplota, frekvence a s ní spojené vibrace na daný materiál) [131, 132]. Elastický modul (G') udává jednak velikost energie, která je součástí zkoumaného materiálu nebo také to, co je během deformačního cyklu opět obnovitelné. Ztrátový modul (G'') svědčí o viskózním chování kapalných složek [133, 134].

Cílem této práce bylo zjistit vliv furcellaranu (FRC1 a FRC2) a kappa karagenanu (K) na viskoelastické vlastnosti modelových vzorků kuřecí šunky a zjistit, při jaké koncentraci použitých těchto hydrokoloidů má modelový vzorek lepší efektivnost. Výsledky této práce byly měřeny pomocí dynamicko-mechanického reologického analyzátoru (Thermo Scientific™ HAAKE RheoStress 1, Brémy, Německo) s parametry, jež jsou uvedeny v podkapitole 3.1 Metodika experimentu. Byly naměřeny hodnoty elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti při frekvenci 0,1–10,0 Hz. Nicméně pro tuto práci byly zde graficky znázorněny pouze elastické moduly pružnosti (G') pro všechny modelové vzorky kuřecí šunky po 24, 168 a 336h době skladovacího pokusu.

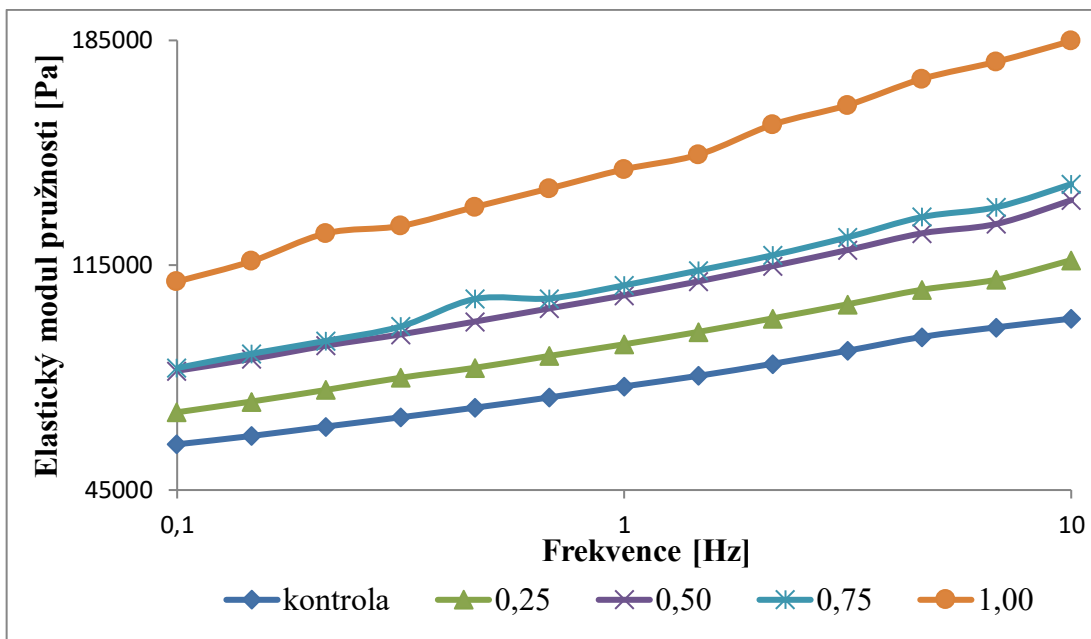
V grafickém znázornění (Obr. 19–21) byla vynesena závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky kuřecí šunky za použití kappa karagenanu (K) po 24, 168, 336 h skladovacího pokusu. Z grafu lze vyčíst, že po 24 h skladování (Obr. 19) s přidáním množstvím karagenanu hodnoty úměrně vzrůstají. Kontrolní vzorek (0,00 % (w/w)) byl zaznamenán s nejnižší hodnotou, a naopak K s nejvyšší hodnotou byl při koncentraci 1,00 % (w/w). Nicméně, po uplynutí 168h doby skladování (Obr. 20) lze pozorovat rozdílný průběh, než byl zaznamenán na Obr. 19. Naměřené hodnoty vzorku K 0,50 měl téměř identický průběh jako hodnota vzorku K 0,00 a s nejnižší zaznamenanou hodnotou elastického modulu pružnosti byl v tomto případě vzorek K 0,25. Na Obr. 21 lze zaznamenat výrazný skok u vzorku K 1,00. I v tomto případě byla u kontrolního vzorku opět zaznamenána nejnižší hodnota oproti koncentracím 0,50 a 0,75 % (w/w), které překrytím přímek ukazují na téměř identický průběh.



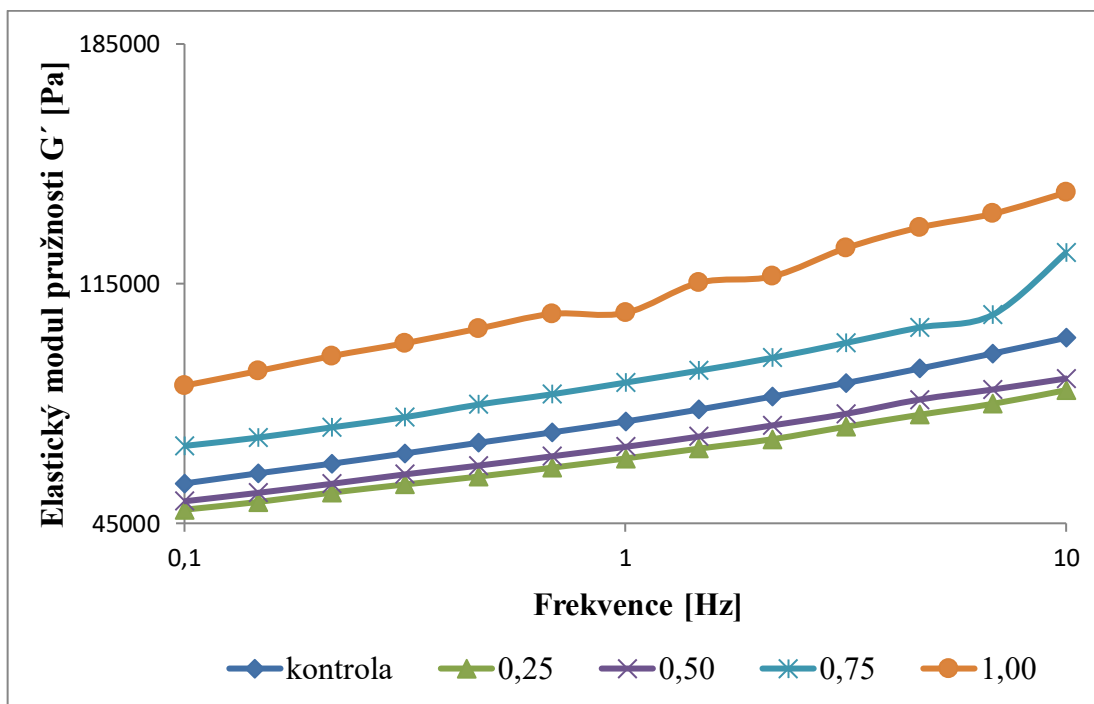
Obr. 19: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s kappa karagenanem o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



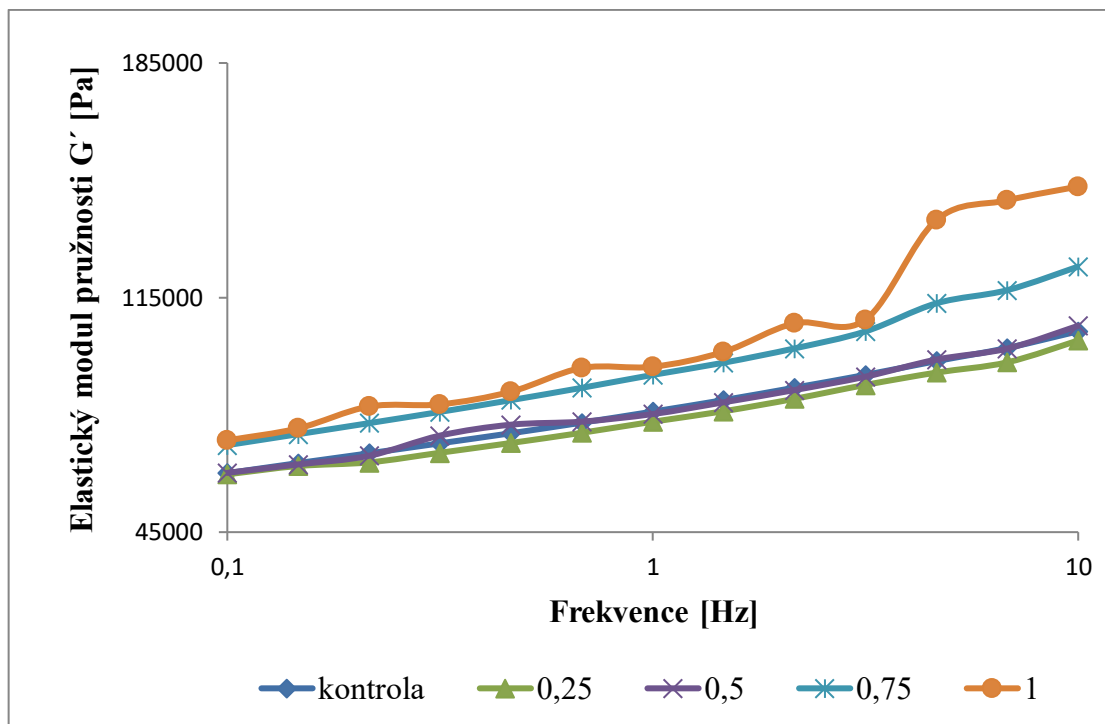
Obr. 20: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s kappa karagenanem o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování



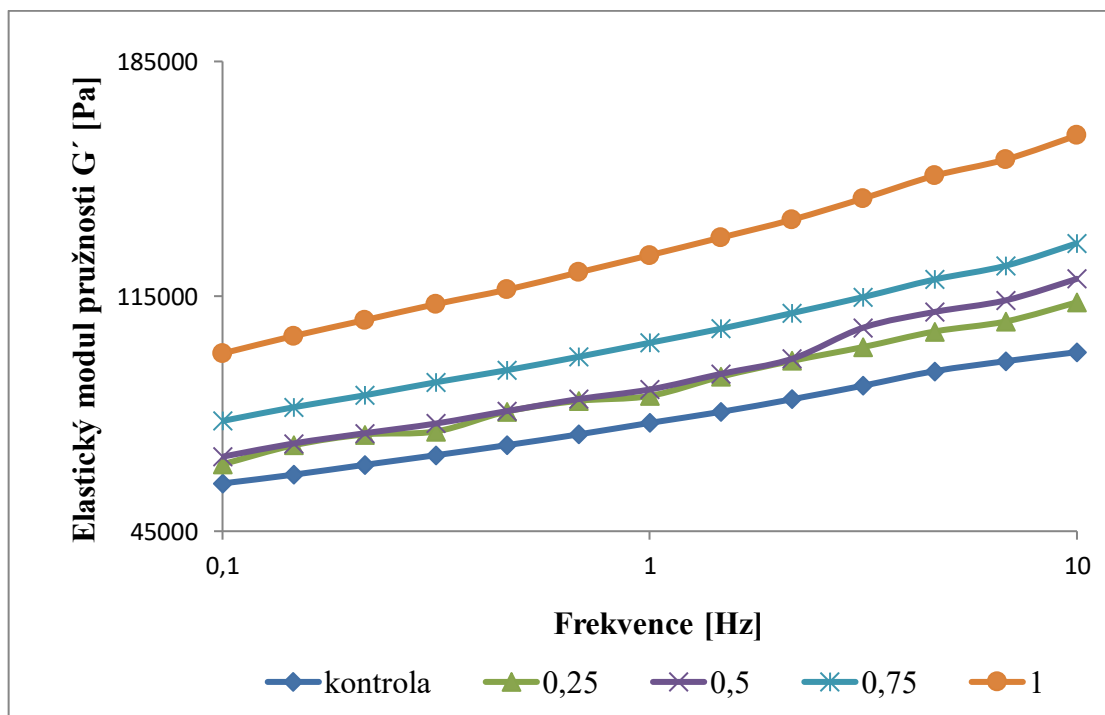
Obr. 21: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s karagenanem o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování



Obr. 22: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 1 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



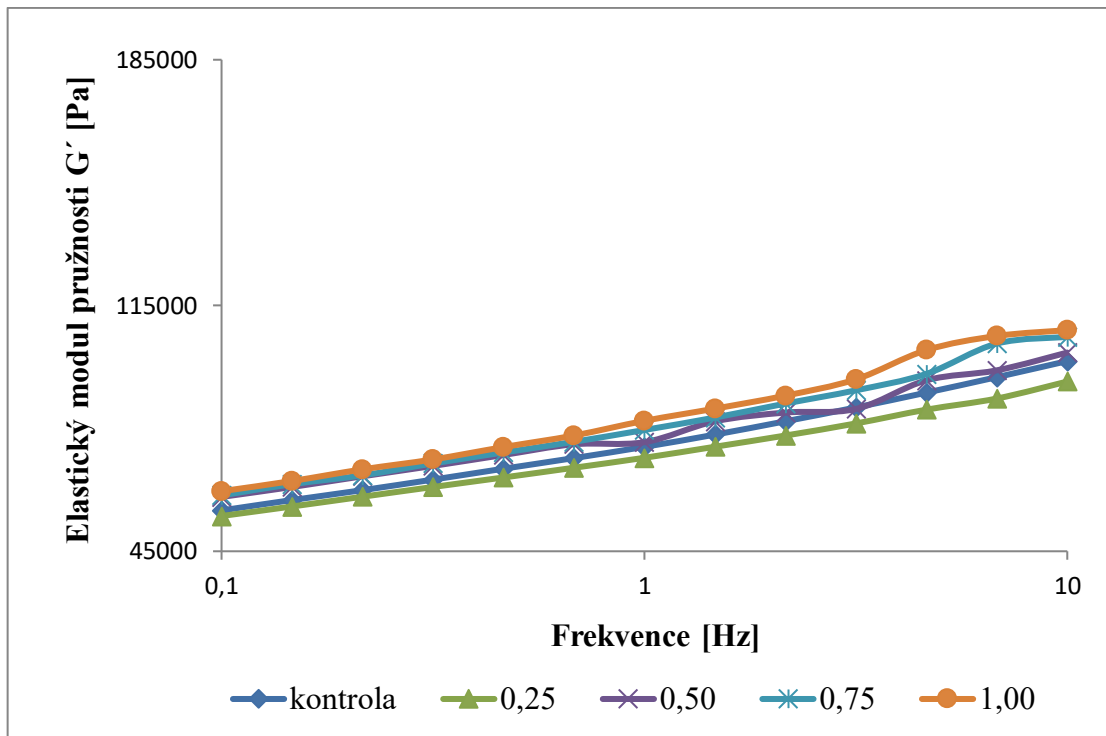
Obr. 23: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 1 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování



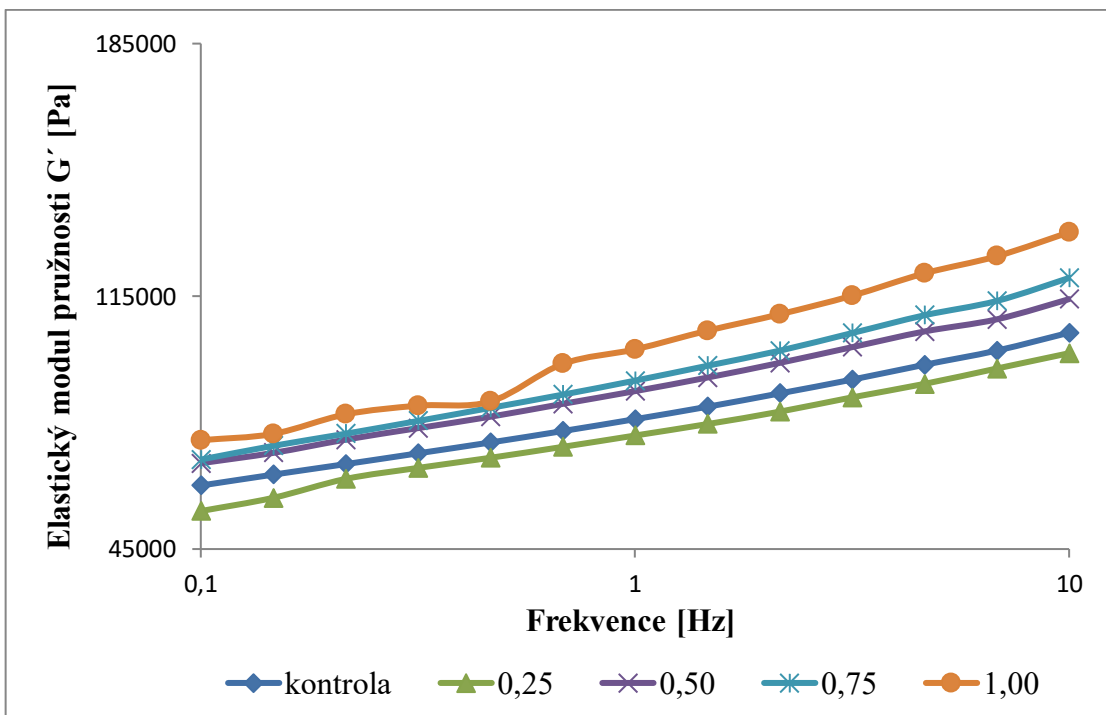
Obr. 24: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 1 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování

Na Obr. 22–24 byla graficky znázorněna závislost elastického modulu pružnosti na frekvenci pro modelové vzorky kuřecí šunky při různých koncentracích furcellaranu 1. typu (FRC1) během skladování. Na Obr. 22 (24 h po tepelném opracování) byly zaznamenány nižší hodnoty pro vzorky FRC1 0,25 a FRC1 0,50 oproti vzorku FRC1 0,00. Podobnost tohoto chování bylo zaznamenáno u vzorku karagenanu (Obr. 20) po 168h době skladování. Zvláštního chování vzorku FRC1 po uplynutí 168h doby skladování bylo vyzorováno na Obr. 23. Přímký v grafickém znázornění pro modelové vzorky FRC1 0,00, FRC1 0,25 a FRC1 0,50 byly začínající téměř se stejnou počáteční hodnotou při frekvenci 0,1 Hz. S následující přibývajícím frekvencí byly zaznamenány nižší hodnoty pro koncentraci 0,25 % (w/w). Nicméně, až na nepatrné výkyvy (0,2–0,7 Hz), hodnoty vzorků FRC1 0,00 a FRC1 0,50 byly opět téměř identické. Na Obr. 24 je znázorněný průběh posledního dne skladování pro vzorek FRC1. Ačkoliv křivky vzorků FRC1 0,25 a FRC1 0,50 byly prolínány mezi sebou, pro koncentraci vzorku 0,25 % (w/w) byly zaznamenány málo, avšak znatelně, hodnoty nižší než pro vzorek s koncentrací 0,50 % (w/w). Kromě toho byl zaznamenán větší skok hodnot u vzorku FRC1 1,00 oproti ostatním vzorkům (jedná se převážně o vzorky s FRC1 po 24 a 336h době skladování).

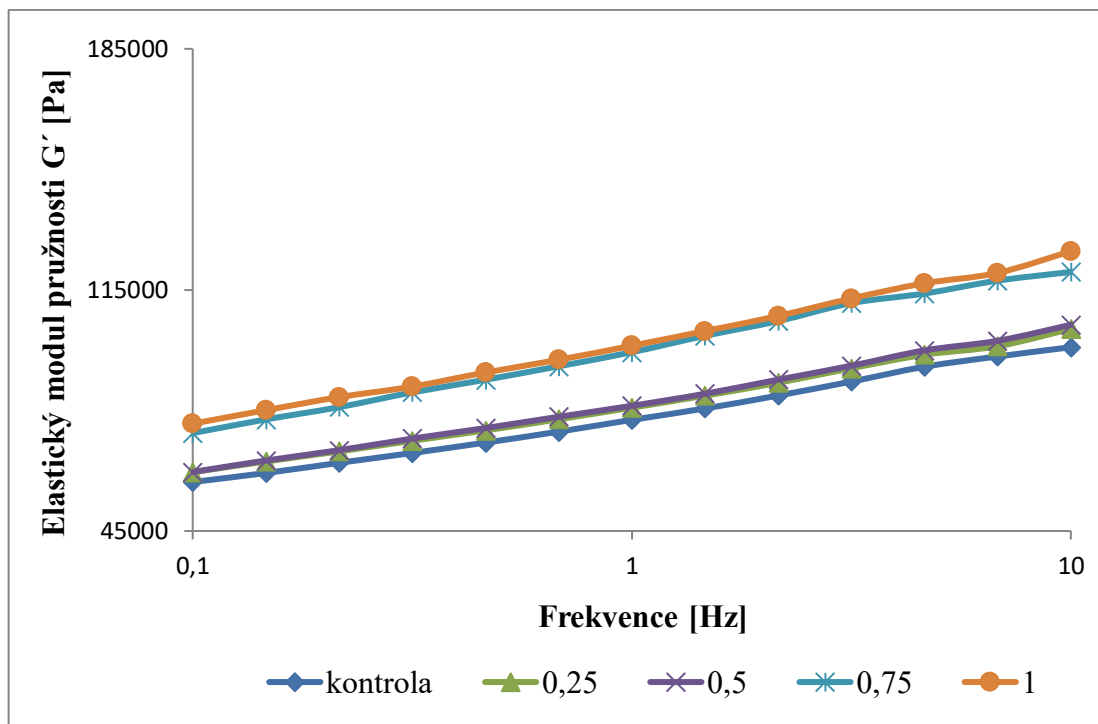
Závislost elastického modulu na frekvenci za použití furcellaranu typu 2 (FRC2) byl graficky vynesena na Obr. 25–27. Po 24 a 168h době skladování (Obr. 25 a 26) bylo oproti kontrolnímu vzorku zaznamenáno nižších hodnot pro vzorek s koncentrací 0,25 % (w/w). Kromě toho bylo zaznamenáno rozdílné chování u vzorku FRC2 po 336h době skladování než u předchozích vzorků, kdy naměřené hodnoty vzorků FRC2 0,25 a FRC2 0,50 měly takřka identický průběh. Tento náznak podobnosti byl vyzorován i pro FRC1 také po 336h době skladování (Obr. 24). Zajímavostí je, že pro tento typ furcellaranu nebyl zaznamenán rapidní skok při koncentraci 1,00 % (w/w), jako ve vzorcích při použití furcellaranu typu 1.



Obr. 25: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 2 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování



Obr. 26: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 2 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování



Obr. 27: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 2 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování

Tyto hydrokoloidy byly používány, ať už jednotlivě nebo jako směsi, v různých masných výrobcích ke zlepšení kvality texturních a reologických charakteristik. Směsi hydrokoloidů jsou běžně používány k dodávání nových a vylepšených reologických znaků a vlastností potravinářských výrobků. Povaha synereze může být způsobena asociací různých hydrokoloidních molekul. Pokud se dvě molekuly hydrokoloidu sdružují, pak může dojít ke srážení nebo gelovatění. Opačně nabité hydrokoloidy se pravděpodobně přidruží a vytvoří sraženinu. Nicméně existují důkazy, kterými lze prokázat, že u některých tuhých polysacharidových molekul má asociace za následek tvorbu gelu [135].

Obecně z naměřených a v této diplomové práci uveřejněných výsledků reologické analýzy lze konstatovat, že typ a množství použitého hydrokoloidu ovlivnil viskoelastické vlastnosti vyrobených modelových vzorků kuřecí šunky. Elastické a viskózní chování viskoelastických materiálu lze dále popsat pomocí modulů elastického (G') a ztrátového (G'') [136, 137]. Je-li v poměru $G'' > G'$, naměřený materiál vykazuje viskózní chování a naopak [138].

Ve všech testovaných vzorcích během celého experimentu ukázala analýza viskoelastické chování, a to v poměru $G' > G''$. Nárůst hodnot G' svědčí o tom, že došlo k denuraci a agregaci myozinových struktur během tepelného opracování [134]. Tepelné opracování

přispělo k stmelení systému a všech jeho složek, a to nejen proteinů obsažených ve svalech a v pojivových tkáních, ale také vyplňování vnitřních a mezibuněčných prostorů svalů hydrokoloidy [132]. Následné ochlazení a s ním spojená želatinace má velký vliv na výnos a texturní vlastnosti zpracovaných masných výrobků. Přítomné hydrokoloidy v meziprostorech proteinové sítě po ochlazení vytváří gelové fragmenty [139]. Tento jev byl intenzivnější, když byly použity K, FRC1 a FRC2 ve srovnání se vzorkem kontrolním. Lze tedy říci, že aplikované hydrokoloidy skutečně gelují během chlazení. S ohledem na naměřené výsledky lze konstatovat, že karagenan a furcellaran podporují proces gelování během chlazení. Celkově byly naměřené hodnoty dynamických modulů zkoumaných vzorků souvztažně ovlivněny s trendem hodnot tvrdosti [122]. Výsledky naměřené v diplomové práci jsou v souladu s výsledky, které uvádí Verbeken a kol. [139].

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zhodnotit vliv přídavku kappa karagenanu a furcellaranu na reologické a texturní vlastnosti modelových vzorků kuřecí šunky v průběhu 336h skladování při (4 ± 2 °C). Modelové vzorky kuřecí šunky byly vyrobeny při koncentracích [0,00 (kontrola); 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] použitých hydrokoloidů. Modelové vzorky byly následně podrobeny chemickým a fyzikálním analýzám.

Z výsledků modelových vzorků kuřecí šunky byly vyvozeny následující závěry:

- Přídavek hydrokoloidů neměl významný vliv na hodnoty pH modelových vzorků. Hodnota pH byla v rozmezí 6,28–6,44.
- Tvrdost testovaných vzorků byla ovlivněna typem a koncentrací aplikovaného hydrokoloidu a dobou skladování.
- Výsledky stanovení tvrdosti Warner-Bratzlerovým smykovým testem a texturní profilovou analýzou měly stejný trend jako výsledky reologické analýzy.
- Během Warner-Bratzlerova smykového testu byla zaznamenána největší hodnota tvrdosti u vzorku FRC1 při koncentraci 1,00 % (w/w) po 168h době skladování.
- Všechny zkoumané hydrokoloidy ovlivnily viskoelastické vlastnosti modelových vzorků kuřecí šunky.
- U všech vzorků hodnoty $G' > G''$ vykazovaly více elastické chování než viskózní.
- Největší vliv na elastický modul měl $K > FRC1 > FRC2$.
- Vzorky připravené s K a FRC1 v koncentraci 1 % (w/w) vykazovaly vyšší hodnoty tvrdosti pro G' a G'' .

Výsledky této práce poukazují na možnost využití furcellaranu jako alternativu známého a dobře prozkoumaného karagenanu také v oblasti masné výroby. Tento experiment přinesl námět na hlubší prozkoumání přídavku furcellaranu do šunek a jiných masných výrobků. Touto otázkou by bylo dobré se zabývat vzhledem k nízké počáteční ceně furcellaranu a tím ke snížení výrobních nákladů. Jak prokázaly výsledky této předložené práce, taktéž v případě studované problematiky je možné potvrdit, že tuhost hotových výrobků se zvyšuje s rostoucí koncentrací furcellaranu a jeho vlivu na viskoelastické vlastnosti kuřecí šunky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KRÁL, O., 2019. Maso a masné výrobky v naší stravě jako odraz doby. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **30**(7), 6-10. ISSN 1210-4086.
- [2] ČESKO, 2016. Vyhláška č. 69/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. IN: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné také z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>
- [3] WEHMEYER, Tatjana a Tobias PEHLE, 2008. *Šunka, salámy & spol.: uzeniny, delikatesy z masa, recepty*. Čestlice: Rebo. ISBN 978-80-7234-782-7.
- [4] MEAD, G.C., 2004. Meat quality and consumer requirements. *Poultry Meat Processing and Quality* [online]. Elsevier, 1-20 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1533/9781855739031.1. ISBN 9781855737273. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781855737273500061>
- [5] GRAU, Raúl et al., 2011. Nondestructive assessment of freshness in packaged sliced chicken breasts using SW-NIR spectroscopy. *Food Research International* [online]. **44**(1), 331-337 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.10.011. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996910003741>
- [6] ELLIS, David I a Royston GOODACRE, 2001. Rapid and quantitative detection of the microbial spoilage of muscle foods: current status and future trends. *Trends In Food Science Technology* [online]. **12**(11), 414-424 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/S0924-2244(02)00019-5. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224402000195>
- [7] ALVARADO, C. a S. MCKEE, 2007. Marination to Improve Functional Properties and Safety of Poultry Meat. *Journal of Applied Poultry Research* [online]. **16**(1), 113-120 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1093/japr/16.1.113. ISSN 10566171. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1056617119316022>

- [8] SOMBOONPANYAKUL, Promluck et al., 2007. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate. *LWT - Food Science and Technology* [online]. **40**(3), 498-505 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.lwt.2005.12.008. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643805002689>
- [9] VANDENDRIESSCHE, Frank, 2008. Meat products in the past, today and in the future. *Meat Science* [online]. (78), 104-113 [cit. 2020-01-24].
- [10] ZAMAROVSKÝ, Vojtěch, 2015. *Dějiny psané Římem*. Vydání páté. Praha: Garamond. ISBN 978-80-7407-287-1.
- [11] BUDIG, J., 2012. Pražská šunka - minulost a současnost. *Maso: Odborný časopis pro obor zpracování masa*. **23**(1), 27-32. ISSN 1210-4086.
- [12] ZIMMER, Stefan, ed. *Keltové: mýtus a realita*. Vydání druhé. Přeložil Jan HLAVIČKA. V Praze: Vyšehrad, 2019. ISBN 978-80-7601-152-6.
- [13] PETRÁŇ, Josef, 2001. *Příběh Ouběnic: mikrohistorie české vesnice*. 2. vyd. Praha: Nakladatelství Lidové noviny. Knižnice Dějin a současnosti. ISBN 80-710-6469-6.
- [14] TOLDRÁ, Fidel, c2002. *Dry-cured meat products*. Trumbull, Conn.: Food and nutrition press. ISBN 09-176-7854-0.
- [15] TOLDRÁ, Fidel, 2017. The Storage and Preservation of Meat. *Lawrie's Meat Science* [online]. Elsevier, s. 265-296 [cit. 2020-01-29]. DOI: 10.1016/B978-0-08-100694-8.00009-1. ISBN 9780081006948. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780081006948000091>
- [16] *Dictionary of food science and technology*, 2009. 2nd ed. IFIS: Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-4051-8740-4.
- [17] BEZDĚK, Jaroslav, 1999. *Výroba uzenin, specialit a konserv*. Vyd. 3., upr. Tábor: OSSIS. ISBN 80-902-3916-1.
- [18] BUDIG, Jan, 2012. Prague ham: the past and the present. *Maso International: Journal of Food Science and Technology* [online]. Brno, Česká Republika, **23**(1), 77-80 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <http://www.maso-international.cz/>

- [19] LEDESMA, E., M. RENDUELES a M. DÍAZ, 2017. Smoked Food. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* [online]. Elsevier, 201-243 [cit. 2020-01-28]. DOI: 10.1016/B978-0-444-63666-9.00008-X. ISBN 9780444636669. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B978044463666900008X>
- [20] JERKOVIĆ, Igor, Josip MASTELIĆ a Snježana TARTAGLIA, 2007. A study of volatile flavour substances in Dalmatian traditional smoked ham: Impact of dry-curing and frying. *Food Chemistry* [online]. **104**(3), 1030-1039 [cit. 2020-01-28]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.01.013. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814607000660>.
- [21] LAUREATI, Monica et al., 2014. Characterization and differentiation of Italian Parma, San Daniele and Toscano dry-cured hams: A multi-disciplinary approach. *Meat Science* [online]. **96**(1), 288-294 [cit. 2020-01-25]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.07.014. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174013003410>
- [22] IACUMIN, Lucilla et al., 2019. Natural levels of nitrites and nitrates in San Daniele dry cured ham PDO, and in meat, salt and sugna used for its production. *Food Control* [online]. (100), 257-261 [cit. 2020-01-25]. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.01.016. ISSN 09567135. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713519300234>
- [23] CHMIEL, Marta, Mirosław SŁOWIŃSKI a Krzysztof DASIEWICZ, 2011. Lightness of the color measured by computer image analysis as a factor for assessing the quality of pork meat. *Meat Science* [online]. **88**(3), 566-570 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.02.014. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174011000714>
- [24] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH, 2012. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.
- [25] KIM, Gap-Don et al., 2010. The Relationship between Meat Color (CIE L* and a*), Myoglobin Content, and Their Influence on Muscle Fiber Characteristics and Pork Quality. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* [online]. **30**(4), 626-633 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.5851/kosfa.2010.30.4.626. ISSN 1225-8563. Dostupné z: <https://www.researchgate.net>

- [26] DRANSFIELD, E a AA SOSNICKI, 1999. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science* [online]. **78**(5), 743-746 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.1093/ps/78.5.743. ISSN 00325791. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119410006>
- [27] SWATLAND, H.J., 2003. Photometry of light passing longitudinally along red and white pork muscle fibers at pH 5.5 and 7.0. *Food Research International* [online]. **36**(6), 545-549 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.1016/S0963-9969(02)00200-4. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996902002004>
- [28] XIONG, Y.OULING L., 1992. Thermally Induced Interactions and Gelation of Combined Myofibrillar Protein from White and Red Broiler Muscles. *Journal of Food Science* [online]. **57**(3), 581-585 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1992.tb08047.x. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1992.tb08047.x>
- [29] BEDNÁŘOVÁ, M. a J. KAMENÍK, 2016. Problematika kvality dušených šunek - výskyt zón se změněnou strukturou masa. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **27**(1), 28-30. ISSN 1210-4086.
- [30] LENGERKEN, Gerhard von, Steffen MAAK a Michael WICKE, 2002. MUSCLE METABOLISM AND MEAT QUALITY OF PIGS AND POULTRY. *VETERINARIJA IR ZOOTECHNIKA*. Germany, **20**(42), 82-86. ISSN 1392-2130.
- [31] KATINA, Jan, c2010. *Označování masných výrobků*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-904633-0-1.
- [32] BUDIG, Jan a Marta XARGAYÓ, 2011. Výroba celosvalových tepelně opracovaných masných výrobků má budoucnost. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků*. **22**(1), 5-9. ISSN 1210-4086.
- [33] IVANOVSKÝ, Karel, 2018. Celosvalové masné výrobky - výrobní postup a potřebné technické vybavení. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **29**(6), 7-11. ISSN 1210-4086.

- [34] KAMENÍK, Josef a Ondřej KRÁL, 2012. "S" jako solení. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **23**(5), 25-32. ISSN 1210-4086.
- [35] NGUYEN HUYNH BACH SON LONG, Robert GÁL a František BUŇKA, 2011. Use of phosphates in meat products. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY* [online]. **10**(86), 19874-19882 [cit. 2020-02-25]. DOI: 10.5897/AJBX11.023. ISSN 16845315. Dostupné z: <http://www.academicjournals.org>
- [36] DYKES, Gary A. et al., 2019. Phosphates. *Encyclopedia of Food Chemistry* [online]. Elsevier, 218-224 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21583-7. ISBN 9780128140451. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780081005965215837>
- [37] FRIEDENTHAL, Margus et al., 2000. Effects of drying on the gel strength and cation mobility of furcellaran. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. **1**(4), 275-279 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/S14668564(00)000278. ISSN 14668564. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1466856400000278>
- [38] KRAVCHENKO, Anna O. et al., 2020. Structural characteristics of carrageenans of red alga *Mastocarpus pacificus* from sea of Japan. *Carbohydrate Polymers* [online]. **229** [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.carbpol.2019.115518. ISSN 01448617. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861719311865>
- [39] ROBAL, Marju et al., 2017. Monocationic salts of carrageenans: Preparation and physico-chemical properties. *Food Hydrocolloids* [online]. **63**, 656-667 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2016.09.032. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X1630460X>
- [40] SALURI, Mihkel, Marju ROBAL a Rando TUVIKENE, 2019. Hybrid carrageenans as beer wort fining agents. *Food Hydrocolloids* [online]. **86**, 26-33 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.12.020. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X17316788>
- [41] WURM, Florian et al., 2019. Structural elucidation of mixed carrageenan gels using rheometry. *Food Hydrocolloids* [online]. **95**, 533-539 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.05.005. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X19303170>

- [42] YANG, Dongying, Shuai GAO a Hongshun YANG, 2020. Effects of sucrose addition on the rheology and structure of iota-carrageenan. *Food Hydrocolloids* [online]. **99** [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.105317. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X19308641>
- [43] CASIRAGHI, Ernestina, Cristina ALAMPRESE a Carlo POMPEI, 2007. Cooked ham classification on the basis of brine injection level and pork breeding country. *LWT - Food Science and Technology* [online]. **40**(1), 164-169 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1016/j.lwt.2005.07.007. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643805001593>
- [44] LOEFFLER, F., 2014. Míchačky pomáhají při výrobě šunek: Moderní technika zvyšuje aktivaci bílkovin a rovnoměrné rozložení přísad. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **25**(5), 16-19. ISSN 1210-4086.
- [45] XARGAYÓ, Marta, Eva FERNÁNDEZ a Daniel BORRELL, 2010. Tenderizace: Jeden ze způsobů, jak snížit nepříznivý vliv PSE masa na jakost dušené šunky a celosvalových výrobků. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků*. **21**(4), 34-35. ISSN 1210-4086.
- [46] LACHOWICZ, K et al., 2003. Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. *Meat Science* [online]. **63**(2), 225-233 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00073-6. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174002000736>
- [47] PIPEK, P., 2019. Přidatné látky v masných výrobcích - věčné téma. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **30**(3), 4-10. ISSN 1210-4086.
- [48] CAMPBELL-PLATT, Geoffrey, 2017. *Food science and technology* [online]. Second edition. Hoboken, NJ, USA: Wiley [cit. 2020-02-18]. ISBN 978-1-11884-624-7. Dostupné z: www.ebsco.com
- [49] KRÁL, Ondřej, 2014. Výroba celosvalových, tepelně opracovaných masných výrobků z pohledu přidatných látek. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **25**(5), 8-15. ISSN 1210-4086.

- [50] STELMASIAK, Adrian, Jarosław WYRWISZ a Agnieszka WIERZBICKA, 2019. Effect of packaging methods on salt-reduced smoked-steamed ham using herbal extracts. *CyTA - Journal of Food* [online]. **17**(1), 834-840 [cit. 2020-02-24]. DOI: 10.1080/19476337.2019.1660409. ISSN 1947-6337. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2019.1660409>
- [51] KAMENÍK, Josef et al., 2017. Salt, sodium chloride or sodium? Content and relationship with chemical, instrumental and sensory attributes in cooked meat products. *Meat Science* [online]. **131**, 196-202 [cit. 2020-02-25]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2017.05.010. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030917401730058X>
- [52] JIMÉNEZ-COLMENERO, F., J. CARBALLO a S. COFRADES, 2001. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science* [online]. **59**(1), 5-13 [cit. 2020-02-25]. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00053-5. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174001000535>
- [53] PIPEK, P., T. ŠKORPILOVÁ a A. ADAMCOVÁ, 2017. Vliv snížení obsahu sodíku na kvalitu masných výrobků. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **28**(2), 36-40. ISSN 1210-4086.
- [54] PIPEK, P. et al., 2016. Možnosti snížení obsahu sodíku v masných výrobcích. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **27**(6), 42-45. ISSN 1210-4086.
- [55] SALÁKOVÁ, Alena, 2016. Sůl nad zlato?!: Aneb jak jsme na tom se solí. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **27**(1), 34-38. ISSN 1210-4086.
- [56] SHAH, Manzoor Ahmad, Sowriappan John Don BOSCO a Shabir Ahmad MIR, 2014. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science* [online]. **98**(1), 21-33 [cit. 2020-02-26]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.03.020. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174014001089>
- [57] KARRE, Liz, Keyla LOPEZ a Kelly J.K. GETTY, 2013. Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science* [online]. **94**(2), 220-227 [cit. 2020-02-26]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.01.007. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174013000302>

- [58] LI, Jeng-Yune a An-I YEH, 2003. Effects of starch properties on rheological characteristics of starch/meat complexes. *Journal of Food Engineering* [online]. **57**(3), 287-294 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1016/S0260-8774(02)00309-6. ISSN 02608774. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877402003096>
- [59] BURRELL, M. M., 2003. Starch: the need for improved quality or quantity--an overview. *Journal of Experimental Botany* [online]. **54**(382), 451-456 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1093/jxb/erg049. ISSN 0022-0957. Dostupné z:
<https://academic.oup.com/jxb/article-lookup/doi/10.1093/jxb/erg049>
- [60] Trends in starch applications, 2009. BERTOLINI, Andrea. *Starches: Characterization, Properties, and Applications* [online]. 2009. Boca Raton: CRC Press, s. 1-19 [cit. 2020-02-13]. ISBN 9780429141720. Dostupné z:
<https://www.taylorfrancis.com/books/e/9780429141720>
- [61] BENKEBLIA, NOUREDDINE, 2014. Potato Starches. *Polysaccharides: Natural Fibers in Food and Nutrition* [online]. 2014. Boca Raton: CRC Press, s. 105-130 [cit. 2020-02-13]. ISBN 9780429101632. Dostupné z:
<https://www.taylorfrancis.com/books/e/9780429101632>
- [62] JOLY, Ghislaine a Björn ANDERSTEIN, 2009. Starches. *Ingredients in Meat Products* [online]. New York, NY: Springer New York, 25-55 [cit. 2020-02-12]. DOI: 10.1007/978-0-387-71327-4_2. ISBN 978-0-387-71326-7. Dostupné z:
http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-71327-4_2
- [63] TOTOSAUS, Alfonso, 2009. The Use of Potato Starch in Meat Products. *Food: Global Science Book* [online]. **3**(1), 102-108 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z:
<http://www.globalsciencebooks.info>
- [64] COLONNA, Paul a Alain BULEON, 2009. Thermal transitions of starches. BERTOLINI, Andrea. *Starches: Characterization, Properties, and Applications* [online]. 2009. Boca Raton: CRC Press, s. 71-102 [cit. 2020-02-13]. ISBN 9780429141720. Dostupné z:
<https://www.taylorfrancis.com/books/e/9780429141720>

- [65] WOOD, Clair G., 1974. Seaweed extracts: A unique ocean resource. *Journal of Chemical Education* [online]. **51**(7), 449-452 [cit. 2020-02-09]. DOI: 10.1021/ed051p449. ISSN 0021-9584. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed051p449>
- [66] THERKELSEN, GEORG H., 1993. CARRAGEENAN. *Industrial Gums* [online]. Elsevier, 145-180 [cit. 2020-02-08]. DOI: 10.1016/B978-0-08-092654-4.50011-5. ISBN 9780080926544. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780080926544500115>
- [67] TIWARI, Brijesh K. a Declan J. TROY, 2015. Seaweed sustainability – food and nonfood applications. *Seaweed Sustainability* [online]. Elsevier, 1-6 [cit. 2020-02-09]. DOI: 10.1016/B978-0-12-418697-2.00001-5. ISBN 9780124186972. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124186972000015>
- [68] PEREIRA, Neelam a V. K. DHARGALKAR, 2005. SEAWEED : PROMISING PLANT OF THE MILLENNIUM. *Science And Culture* [online]. **71**(3-4), 60-66 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z: <http://drs.nio.org/drs/handle/2264/489>
- [69] IMESON, A., 2010. *Food stabilisers, thickeners and gelling agents* [online]. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell Pub. [cit. 2020-02-09]. ISBN 978-1-4051-3267-1. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781444314724>
- [70] Bioactive seaweeds for food applications: natural ingredients for healthy diets. (2018). San Diego, CA: Academic Press.
- [71] SIMPSON, F. J. a P. F. SHACKLOCK, 1979. The Cultivation of *Chondrus crispus*. Effect of Temperature on Growth and Carrageenan Production. *Botanica Marina* [online]. **22**(5), 295-298 [cit. 2020-02-09]. DOI: 10.1515/botm.1979.22.5.295. ISSN 0006-8055. Dostupné z: <https://www.degruyter.com/view/j/botm.1979.22.issue-5/botm.1979.22.5.295/botm.1979.22.5.295.xml>
- [72] DONG, Min et al., 2018. Preparation of carrageenan fibers with extraction of *Chondrus* via wet spinning process. *Carbohydrate Polymers* [online]. **194**, 217-224 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.carbpol.2018.04.043. ISSN 01448617. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861718304296>

- [73] GERENIU, Collin Rudolf Nobbs, Periaswamy Sivagnanam SARAVANA a Byung-Soo CHUN, 2018. Recovery of carrageenan from Solomon Islands red seaweed using ionic liquid-assisted subcritical water extraction. *Separation and Purification Technology* [online]. **196**, 309-317 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.seppur.2017.06.055. ISSN 13835866. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1383586617315344>
- [74] WONG, Kwan F. a James S. CRAIGIE, 1978. Sulfohydrolase Activity and Carrageenan Biosynthesis in *Chondrus crispus* (Rhodophyceae). *Plant Physiology* [online]. **61**(4), 663-666 [cit. 2020-02-09]. DOI: 10.1104/pp.61.4.663. ISSN 0032-0889. Dostupné z: <http://www.plantphysiol.org/lookup/doi/10.1104/pp.61.4.663>
- [75] PEREIRA, Leonel, 2016. *Carrageenans: sources and extraction methods, molecular structure, bioactive properties and health effects* [online]. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers [cit. 2020-02-09]. ISBN 978-1-63485-534-1. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/308919952>
- [76] BUČAS, Martynas, 2009. Distribution patterns and ecological role of the red alga *furcellaria lumbricalis* [online]. Klaipėda [cit. 2020-04-14]. Doctoral dissertation. University of Klaipėda coastal research and planning institute.
- [77] BIRD, C. J., G. W. SAUNDERS a J. MCLACHLAN, 1991. Biology of *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) Lamouroux (Rhodophyta: Gigartinales), a commercial carrageenophyte. *Journal of Applied Phycology* [online]. **3**(1), 61-82 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1007/BF00003920. ISSN 0921-8971. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00003920>
- [78] Rayment, W.J. 2008. *Furcellaria lumbricalis* A red seaweed. In Tyler-Walters H. and Hiscock K. (eds) *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*, [online]. Marine Biological Association of the United Kingdom. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1616>

- [79] KERSEN, Priit et al., 2017. Biotechnological applications of the red alga *Furcellaria lumbricalis* and its cultivation potential in the Baltic Sea. *Botanica Marina* [online]. **60**(2), 207-218 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1515/bot-2016-0062. ISSN 1437-4323. Dostupné z: <http://www.degruyter.com/view/j/botm.2017.60.issue-2/bot-2016-0062/bot-2016-0062.xml>
- [80] KOSTAMO, Kirsi, Helena KORPELAINEN a Sanna OLSSON, 2012. Comparative study on the population genetics of the red algae *Furcellaria lumbricalis* occupying different salinity conditions. *Marine Biology* [online]. **159**(3), 561-571 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1007/s00227-011-1835-z. ISSN 0025-3162. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00227-011-1835-z>
- [81] NUSSINOVITCH, Amos, 2013. *Cooking Innovations* [online]. Boca Raton: CRC Press [cit. 2020-02-10]. DOI: 10.1201/b15547. ISBN 9780429108204. Dostupné z: <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429108204>
- [82] LAOS, K, G BROWNSEY a S RING, 2007. Interactions between furcellaran and the globular proteins bovine serum albumin and β -lactoglobulin. *Carbohydrate Polymers* [online]. **67**(1), 116-123 [cit. 2020-02-09]. DOI: 10.1016/j.carbpol.2006.04.021. ISSN 01448617. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861706002220>
- [83] JAMRÓZ, Ewelina et al., 2019. Intelligent and active composite films based on furcellaran: Structural characterization, antioxidant and antimicrobial activities. *Food Packaging and Shelf Life* [online]. **22** [cit. 2020-02-09]. DOI: 10.1016/j.fpsl.2019.100405. ISSN 22142894. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2214289418305489>
- [84] KRÁL, Ondřej, 2018. Je lepší šunka bez "éček"? *Maso: Odborný časopis pro obor zpracování masa*. **29**(6), 4-7. ISSN 1210-4086.
- [85] BÜCHELE, A., 2016. Plnička s vysokým vakuem firmy Handtmann pro výrobu šunek. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **27**(1), 27-28. ISSN 1210-4086.
- [86] ŠERHAKL, D., 2016. Technologické obaly Viscofan. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **27**(5), 4-6. ISSN 1210-4086.

- [87] ŠERHAKL, D., 2014. Obaly pro celosvalové výrobky. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **25**(5), 20-22. ISSN 1210-4086.
- [88] BUDIG, Jan a Marta XARGAYÓ, 2011. Výroba celosvalových tepelně opracovaných masných výrobků má budoucnost: II. část. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků*. **22**(2), 34-38. ISSN 1210-4086.
- [89] DELAQUIS, P. J., R. BAKER a A. R. MCCURDY, 1986. Microbiological Stability of Pasteurized Ham Subjected to a Secondary Treatment in Retort Pouches. *Journal of Food Protection* [online]. **49**(1), 42-46 [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.4315/0362-028X-49.1.42. ISSN 0362-028X. Dostupné z:
<https://meridian.allenpress.com/jfp/article/49/1/42/166192/Microbiological-Stability-of-Pasteurized-Ham>
- [90] MCDONALD, Karl a Da-Wen SUN, 2000. Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review. *Journal of Food Engineering* [online]. **45**(2), 55-65 [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00041-8. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877400000418>
- [91] DESMOND, E.M, T.A KENNY a P WARD, 2002. The effect of injection level and cooling method on the quality of cooked ham joints. *Meat Science* [online]. **60**(3), 271-277 [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00133-4. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174001001334>
- [92] STEELE, JAMES E. a MICHAEL E. STILES, 1981. Microbial Quality of Vacuum Packaged Sliced Ham1. *Journal of Food Protection* [online]. **44**(6), 435-439 [cit. 2020-03-05]. DOI: 10.4315/0362-028X-44.6.435. ISSN 0362-028X. Dostupné z: <https://meridian.allenpress.com/jfp/article/44/6/435/188703/Microbial-Quality-of-Vacuum-Packaged-Sliced-Ham1>
- [93] MARCOS, Begonya et al., 2008. High-pressure processing and antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham. *Food Microbiology* [online]. **25**(1), 177-182 [cit. 2020-03-05]. DOI: 10.1016/j.fm.2007.05.002. ISSN 07400020. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0740002007000615>

- [94] SANTIAGO-SILVA, Paula et al., 2009. Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA® 2351) on preservation of sliced ham. *Food Control* [online]. **20**(1), 85-89 [cit. 2020-03-05]. DOI: 10.1016/j.foodcont.2008.02.006. ISSN 09567135. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713508000613>
- [95] TUREK, P., 2016. Celosvalové masové výrobky. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **27**(1), 6-12. ISSN 1210-4086.
- [96] ČSN ISO 2917, *Maso a masné výrobky - Měření pH - Referenční metoda*, 1999. Druhé. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [97] ČSN 57 6021, *Metody zkoušení výrobků z masa a sterilovaných pokrmů v konzervách – Stanovení obsahu vody (Referenční metoda)*, 1999. Praha: Český normalizační institut.
- [98] ISO 1444:1996, *Maso a masné výrobky - Stanovení obsahu volného tuku: upraveno*, 1997. Druhé. Praha: Český normalizační institut.
- [99] ČSN ISO 937, *Maso a masné výrobky - Stanovení obsahu dusíku (Referenční metoda): upraveno*, 2002. Praha: Český normalizační institut.
- [100] Stanovení čisté svalové bílkoviny v mase a výrobcích z masa - Stanovení obsahu hydroxyprolinu spektrofotometricky, 2014. In: *Věstník Ministerstva zemědělství České republiky*. Částka 1, s. 25-28. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/file/413782/_10028._1_Stanoveni_obsahu_hydroxyprolinu_spektrofotometricky.pdf
- [101] DE HUIDOBRO, F. Ruiz et al., 2005. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Science* [online]. **69**(3), 527-536 [cit. 2020-03-15]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.09.008. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030917400400244X>
- [102] RUIZ-RAMÍREZ, J. et al., 2006. Effect of pH₂₄, NaCl content and proteolysis index on the relationship between water content and texture parameters in biceps femoris and semimembranosus muscles in dry-cured ham. *Meat Science* [online]. **72**(2), 185-194 [cit. 2020-03-17]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.06.016. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174005002627>

- [103] WESTPHALEN, A.D., J.L. BRIGGS a S.M. LONERGAN, 2005. Influence of pH on rheological properties of porcine myofibrillar protein during heat induced gelation. *Meat Science* [online]. **70**(2), 293-299 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.01.015. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174005000574>
- [104] CHATTONG, Utaiwan, Arunee APICHARTSRANGKOON a Alan E. BELL, 2007. Effects of hydrocolloid addition and high pressure processing on the rheological properties and microstructure of a commercial ostrich meat product “Yor” (Thai sausage). *Meat Science* [online]. **76**(3), 548-554 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.01.012. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174007000265>
- [105] AHMED, Jasim a Hosahalli S. RAMASWAMY, 2007. Dynamic rheology and thermal transitions in meat-based strained baby foods. *Journal of Food Engineering* [online]. **78**(4), 1274-1284 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.12.035. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877406000422>
- [106] DOMINIK, P. et al., 2011. Vliv rozpustného kolagenu na texturu dančího masa. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. Brno: České a Slovenské odborné nakladatelství, **22**(6), 29-31. ISSN 1210-4086.
- [107] DVOŘÁK, P. et al., 2017. Porovnání dvou fyzikálních principů stanovení pH v mase. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **28**(3), 44-46. ISSN 1210-4086.
- [108] BEDNÁŘ, J., 2019. Hodnota pH: významná veličina pro určování vlastností červeného masa. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **30**(5), 32-36. ISSN 1210-4086.
- [109] BERRI, C. et al., 2007. Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of Pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens1. *Journal of Animal Science* [online]. **85**(8), 2005-2011 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.2527/jas.2006-398. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/85/8/2005/4778298>

- [110] SANTÉ, Véronique a X FERNANDEZ, 2000. The measurement of pH in raw and frozen turkey Pectoralis superficialis muscle. *Meat Science* [online]. **55**(4), 503-506 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00174-6. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174099001746>
- [111] CHUEACHUAYCHOO, A., S. WATTANACHANT a S. BENJAKUL, 2011. Quality characteristics of raw and cooked spent hen Pectoralis major muscles during chilled storage: Effect of salt and phosphate. *International Food Research Journal* [online]. Thailand, **18**, 601-613 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/>
- [112] QIAO, M. et al., 2002. The Relationship Between Raw Broiler Breast Meat Color and Composition. *Poultry Science* [online]. **81**(3), 422-427 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1093/ps/81.3.422. ISSN 00325791. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119436031>
- [113] PETRACCI, Massimiliano et al., 2016. Effect of White Striping on Chemical Composition and Nutritional Value of Chicken Breast Meat. *Italian Journal of Animal Science* [online]. **13**(1), 179-184 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.4081/ijas.2014.3138. ISSN 1828-051X. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.4081/ijas.2014.3138>
- [114] POSPIECH, M. et al., 2015. Bezpečnost a rizika používání karagenanů v masném průmyslu. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. Brno: České a Slovenské odborné nakladatelství, **26**(3), 44-48. ISSN 1210-4086.
- [115] KAMENÍK, J. et al., 2016. Hodnocení fyzikálně-chemických parametrů šunek v České republice v průběhu let 2011 a 2014/2015. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. Brno: České a Slovenské odborné nakladatelství, **27**(1), 20-23. ISSN 1210-4086.
- [116] CHENG, Qiaofen a Da-Wen SUN, 2007. Effect of cooking bag and netting packaging on the quality of pork ham during water cooking. *Meat Science* [online]. **75**(2), 243-247 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1016/j-meatsci.2006.06.030. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174006002397>

- [117] TOMOVIĆ, Vladimir M. et al., 2013. Sensory, physical and chemical characteristics of cooked ham manufactured from rapidly chilled and earlier deboned *M. semimembranosus*. *Meat Science* [online]. **93**(1), 46-52 [cit. 2020-03-19]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.07.015. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174012002689>
- [118] BRADFORD, D.D. et al., 1993. Potassium Lactate Effects on Low-Fat Fresh Pork Sausage Chubs During Simulated Retail Distribution. *Journal of Food Science* [online]. **58**(6), 1245-1248 [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.1111/j.13652621.1993.tb06157.x. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1993.tb06157.x>
- [119] CANDOGAN, Kezban a Nuray KOLSARICI, 2003. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science* [online]. **64**(2), 207-214 [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00182-1. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174002001821>
- [120] POSPIECH, M., B. TREMLOVÁ a Z. JAVŮRKOVÁ, 2016. Mikrostruktura masných výrobků: Celosvalové masné výrobky. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **27**(1), 14-19. ISSN 1210-4086.
- [121] KIM, Tae-Kyung et al., 2018. Effect of hydrocolloids on the quality of restructured hams with duck skin. *Poultry Science* [online]. **97**(12), 4442-4449 [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.3382/ps/pey309. ISSN 00325791. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119302755>
- [122] SALÁKOVÁ, A., 2012. Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků. *Maso: odborný časopis pro obor zpracování masa*. **23**(5), 37-42. ISSN 1210-4086.
- [123] AYADI, M.A. et al., 2009. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering* [online]. **93**(3), 278-283 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877409000399>

- [124] TRIUS, A., J. G. SEBRANEK a Tire LANIER, 2009. Carrageenans and their use in meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. **36**(1-2), 69-85 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1080/10408399609527719. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408399609527719>
- [125] RUUSUNEN, Marita et al., 2003. Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages. *Meat Science* [online]. **64**(4), 371-381 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00178-X. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030917400200178X>
- [126] ROCHAS, Cyrille et al., 1986. ¹³C-N.M.R.-spectroscopic investigation of agarose oligomers. *Carbohydrate Research* [online]. **148**(2), 199-207 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1016/S0008-6215(00)90388-4. ISSN 00086215. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0008621500903884>
- [127] ZHANG, Wei, Lennart PICULELL a Svante NILSSON, 1991. Salt dependence and ion specificity of the coilhelix transition of furcellaran. *Biopolymers* [online]. **31**(14), 1727-1736 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1002/bip.360311407. ISSN 0006-3525. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/bip.360311407>
- [128] ZHANG, Wei et al., 1994. Cation specificity and cation binding to low sulfated carrageenans. *Carbohydrate Polymers* [online]. **23**(2), 105-110 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1016/0144-8617(94)90033-7. ISSN 01448617. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0144861794900337>
- [129] CAINE, W.R et al., 2003. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Science* [online]. **64**(4), 333-339 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00110-9. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174002001109>
- [130] JEONG, Kiyoung et al., 2018. Effects of sous-vide method at different temperatures, times and vacuum degrees on the quality, structural, and microbiological properties of pork ham. *Meat Science* [online]. **143**, 1-7 [cit. 2020-03-24]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.04.010. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174017313864>

- [131] WUNDERLICH, Bernhard. *Thermal analysis of polymeric materials*. Berlin: Springer, c2005. ISBN 978-3-540-23629-0.
- [132] KRZYWDZIŃSKA-BARTKOWIAK, Mirosława, Ryszard REZLER a Hanna GAJEWSKA-SZCZERBAL, 2016. The influence of meat muscle structural properties on mechanical and texture parameters of canned ham. *Journal of Food Engineering* [online]. **181**, 1-9 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2016.02.015. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877416300474>
- [133] GENCCELEP, Huseyin et al., 2015. The effect of starch modification and concentration on steady-state and dynamic rheology of meat emulsions. *Food Hydrocolloids* [online]. **48**, 135-148 [cit. 2020-03-25]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2015.02.002. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X15000636>
- [134] YANG, Huijuan et al., 2016. Changes in protein structures to improve the rheology and texture of reduced-fat sausages using high pressure processing. *Meat Science* [online]. **121**, 79-87 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.06.004. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174016301681>
- [135] YASIN, Hazmi, Abdul Salam BABJI a Hidayah ISMAIL, 2016. Optimization and rheological properties of chicken ball as affected by κ -carrageenan, fish gelatin and chicken meat. *LWT - Food Science and Technology* [online]. **66**, 79-85 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.10.020. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643815302383>
- [136] SALEK, Richardos Nikolaos et al., 2019. Evaluation of various emulsifying salts addition on selected properties of processed cheese sauce with the use of mechanical vibration damping and rheological methods. *LWT* [online]. **107**, 178-184 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.03.022. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643819302038>

- [137] GENCCLEP, Huseyin et al., 2015. The effect of starch modification and concentration on steady-state and dynamic rheology of meat emulsions. *Food Hydrocolloids* [online]. **48**, 135-148 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2015.02.002. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X15000636>
- [138] SOŁOWIEJ, Bartosz et al., 2015. The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. *Food Hydrocolloids* [online]. **44**, 1-11 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2014.08.022. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X14002987>
- [139] VERBEKEN, Dirk et al., 2005. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science* [online]. **70**(1), 161-166 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.12.007. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174005000264>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

HACCP	System analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů
GMP	Správná výrobní praxe
DSS	Dusitanová solící směs
NPS	Nitrit-Pökelsalz-Gesetz
STPP	Tripolyfosfát sodný
K	Kappa karagenan
FRC1	Furcellaran Estgel 1000
FRC2	Furcellaran Estgel 8500
G'	Elastický modul pružnosti
G''	Ztrátový modul pružnosti
CHOP	Chráněné označení původu
PSE	Pale, soft, exudative; bledé, měkké, vodnaté
aj.	A jiný / a jiní / a jinak
tj.	To jest
apod.	A podobně
N	Newton
MPa	Megapascal

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....	47
Obr. 2: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....	47
Obr. 3: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....	47
Obr. 4: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....	48
Obr. 5: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....	48
Obr. 6: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....	48
Obr. 7: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....	50
Obr. 8: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....	50
Obr. 9: Závislost tvrdosti [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....	50
Obr. 10: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....	52
Obr. 11: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....	52
Obr. 12: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] kappa karagenanu [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....	53
Obr. 13: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....	53
Obr. 14: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....	53
Obr. 15: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 1 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....	54
Obr. 16: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....	55

- Obr. 17: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....55
- Obr. 18: Závislost střižné síly [N] modelových vzorků šunky na koncentraci [%] furcellaranu typu 2 [0,00; 0,25; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....55
- Obr. 19: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s kappa karagenanem o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....58
- Obr. 20: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s kappa karagenanem o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....58
- Obr. 21: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s kappa karagenanem o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....59
- Obr. 22: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 1 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....59
- Obr. 23: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 1 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....60
- Obr. 24: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 1 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....60
- Obr. 25: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 2 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 24h době skladování.....62
- Obr. 26: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 2 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 168h době skladování.....62
- Obr. 27: Závislost elastického modulu pružnosti G' [Pa] na frekvenci [Hz] pro modelové vzorky šunky s furcellaranem typu 2 o různých koncentracích [0,00; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 % (w/w)] po 336h době skladování.....63

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Běžně používaná aditiva při výrobě dušených šunek - převzato z [56]..... 21

