

Kvalitativní vlastnosti kuřecí šunky

Bc. Tomáš Dostál

Diplomová práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Tomáš Dostál
Osobní číslo:	T20075
Studijní program:	N0721A210004 Technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Kvalitativní vlastnosti kuřecí šunky

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

Charakteristika suroviny a přídatných látek pro výrobu šunek.

Technologie výroby šunky.

II. Praktická část

Výroba modelových vzorků šunky.

Provedení chemických analýz.

Zjištění texturních a reologických vlastností modelových vzorků šunky.

Vyhodnocení a diskuze k výsledkům analýz.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] TOLDRA, Fidel. Handbook of meat processing. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, c2010, xv, 566 p. ISBN 978-081-3821-825
[2] TIWARI, B. K., TROY, D. J. (2015). *Seaweed sustainability: food and non-food applications*. Boston: Elsevier/AP, Academic Press is an imprint of Elsevier
[3] Bioactive seaweeds for food applications: natural ingredients for healthy diets. (2018). San Diego, CA: Academic Press
[4] Carrageenans: sources and extraction methods, molecular structure, bioactive properties and health effects. (2016). Hauppauge, New York: Nova Science Publishers

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Šenkýřová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

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

Tato diplomová práce se zabývá vlivem přídavku různých druhů hydrokoloidů na kvalitativní vlastnosti kuřecích šunek. Teoretická část této práce je věnována charakteristikám surovin pro výrobu šunek, a také samotné technologii výroby. Praktická část této práce je zaměřena na výrobu modelových vzorků kuřecích šunek s použitím různých druhů hydrokoloidů. Vyrobené modelové vzorky kuřecích šunek jsou podrobeny chemickým analýzám, rozboru hmotnostních ztrát při tepelném ošetření, reologické a texturní analýze.

Klíčová slova: kuřecí šunky, hydrokoloid, hmotnostní ztráty, texturní vlastnosti, reologická analýza

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the influence of the addition of different types of hydrocolloids on the qualitative properties of chicken hams. The theoretical part of this work is devoted to the characteristics of raw materials for the production of hams, as well as the production technology itself. The practical part of this work is focused on the production of model samples of chicken hams using different types of hydrocolloids. Produced model samples of chicken hams are subjected to chemical analyses, analysis of weight loss during heat treatment, rheological and textural analysis.

Keywords: chicken ham, hydrocollodi, chemical analysis, weight loss, texture properties, rheological analysis

Chtěl bych touto cestou poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Ing. Janě Šenkýřové Ph.D. za vstřícnost, ochotu a cenné rady při vedení této práce. Také bych chtěl poděkovat panu MVDr. Zdeňku Poláškovvi za odbornou pomoc a vedení zejména při výrobě modelových vzorků.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 CHARAKTERISTIKA SUROVIN A PŘÍDATNÝCH LÁTEK PRO VÝROBU ŠUNEK	11
1.1 SUROVINY PRO VÝROBU ŠUNEK.....	12
1.1.1 Maso	12
1.1.2 Voda	13
1.1.3 Sůl a solící směsi	13
1.2 PŘÍDATNÉ LÁTKY	13
1.2.1 Fosfáty	14
1.2.2 Zahušťovadla.....	15
1.3 BARVIVA	17
1.4 DUSITANY, DUSIČNANY.....	18
2 TECHNOLOGIE VÝROBY ŠUNKY	20
2.1 VÝBĚR VSTUPNÍ SUROVINY PRO VÝROBU	20
2.2 PŘÍPRAVA LÁKU, NÁSTRÍK.....	21
2.3 TENDERIZACE.....	22
2.4 MASÍROVÁNÍ.....	23
2.5 NARÁŽENÍ DÍLA ŠUNKY A FORMOVÁNÍ	24
2.6 TEPelné OPRACOVÁNÍ	25
2.7 CHLAZENÍ A BALENÍ	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
3 CÍL PRÁCE	29
4 METODIKA PRÁCE	30
4.2.1 Receptura.....	31
4.2.2 Výroba modelový vzorků šunek	32
5 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE	38
5.1 VYHODNOCENÍ PH	38
5.2 HĚMOTNOSTNÍ ZTRÁTY VAŘENÍM.....	40
5.3 REOLOGICKÁ ANALÝZA.....	42
5.3.1 Hodnocení elastického modulu G'	43
5.3.2 Hodnocení viskózního modulu pružnosti G''	44
5.3.3 Hodnocení tangenty fázového úhlu posunu	45
5.3.4 Hodnocení komplexního modulu G^*	46
5.3.5 Vyhodnocení komplexního modulu pružnosti G^*	55
5.4 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA.....	56

5.4.1	Tvrdost	57
5.4.2	Soudržnost	58
5.4.3	Žvýkatelnost	59
5.4.4	Gumovitost	61
5.4.5	Lepivost	62
5.4.6	Elasticita	64
5.4.7	Warner – Bratzelův test	65
ZÁVĚR		68
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		70
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		77
SEZNAM OBRÁZKŮ		78
SEZNAM TABULEK		79

ÚVOD

Maso je od pradávna neoddělitelnou složkou lidské stravy. Tato obliba v masu se udržela v současnosti, protože má vysoký obsah výživných látek. Maso je po nutriční stránce velice bohaté, obsahuje plnohodnotné bílkoviny, dále vitamíny, minerální látky a stopové prvky. V neposlední řadě je také zdrojem mastných kyselin, které jsou pro člověka důležité. Maso se těší i v dnešní době velké oblibě, a proto se sortiment hlavně masných výrobků čím dál víc rozšiřuje. Sortiment těchto výrobků je široký a mezi nejoblíbenější patří například šunky, salámy, párky, klobásky, různé polotovary nebo paštiky. Ovšem, aby bylo docíleno vysoké kvality těchto produktů, neobejde se jejich výroba bez přídatných látek.

Přídatné látky se používají při výrobě potravin již po staletí. Používají se hlavně z důvodu prodloužení trvanlivosti potravin potlačením škodlivých mikroorganismů. Také zamezují vznikům defektů v textuře nebo vzhledu výrobku. Ovšem spotřebitel si pod tímto pojmem představuje něco špatného. Na druhou stranu vyžaduje atraktivní vzhled výrobku, ale i dobré sensorické vlastnosti a dlouhou trvanlivost. V současnosti je legislativně stanoveno jaké přídatné látky mohou být při výrobě do potravin přidány a za jakých podmínek. Také je stanoveno maximální množství, které lze do potravin během výroby přidat. Samozřejmě látka by měla být do výrobku přidána v co možná nejmenším množství, při kterém dodá potřebné vlastnosti. Příliš velká dávka přídatné látky by mohla působit kontraproduktivně.

Hydrokoloidy se v potravinářství používají hlavně jako stabilizátory, zahušťovadla, čímž mají částečně schopnost ovlivnit texturu finálního výrobku. Také podporují vázání vody, což může v masném průmyslu zvýšit efektivitu.

Teoretická část práce se zaměřuje na charakteristiku surovin pro výrobu šunek od základních surovin až po přídatné látky. Také je popsána samotná výroba šunek od výběru surovin, přes masírování, tepelné ošetření a balení.

Praktická část se zabývá samotnou výrobou modelových vzorků kuřecích šunek, kdy je při výrobě použito několik druhů hydrokoloidů v receptuře. Je sledován vliv těchto látek na texturní a reologické vlastnosti a také jsou sledovány hmotnostní ztráty během tepelného ošetření.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA SUROVIN A PŘÍDATNÝCH LÁTEK PRO VÝROBU ŠUNEK

Použití názvu „šunka“ je velice striktní, jelikož takto nazvat lze jen výrobek, který je vyroben pouze z vepřového masa, konkrétně vepřové kýty. Nelze použít maso z jiné části prasete. Názvem šunka lze označit výrobek, vyrobený z masa jiného živočišného druhu, například z krůty nebo kuřete, ale tato skutečnost musí být napsána na obalu takového výrobku. [1,2]

Kategorie šunek jsou specifikovány ve vyhlášce č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Dle této vyhlášky se šunky dělí do následujících kategorií. Jedná se o šunku nejvyšší jakosti, která musí splňovat obsah čistých svalových bílkovin minimálně 16 %. U této kategorie šunky se nepřipouští použití barviv, vlákniny, škrobů nebo jiných živočišných či rostlinných bílkovin. Druhou kategorií je šunka výběrová, která musí mít minimálně 13 % čistých svalových bílkovin. U této kategorie se nepřipouští použití barviv, vlákniny, kdy výjimku tvoří přírodní zahušťovadla (karagenan a guma euchema), dále se nepřipouští použití škrobu (včetně modifikovaného), rostlinných nebo živočišných bílkovin, které zvyšují obsah bílkovin ve výrobku. Třetí kategorií je šunka standard, ta musí obsahovat minimálně 10 % čistých svalových bílkovin. Další požadavky na jakost nejsou u této kategorie šunek vyhláškou stanoveny. [2]

Jako každý produkt, i šunky by měli splňovat smyslové požadavky. Ty jsou stanoveny v příloze č. 8 vyhlášky č. 69/2016 Sb. Udávají konzistenci, vzhled v nákreji, chuť a vůni.

Konzistence by měla být v uceleném celku pevná a soudržná. Plátky šunky se nesmějí oddělovat na jednotlivé svaly. Proměnlivé množství aspiku je povoleno u sterilovaného výrobku v konzervě.

Vzhled v nákreji výrobku musí mít odpovídající barvu dle použitého druhu masa. Jednotlivé svaly ve výrobku by měly být spojené jemně rozpracovanou surovinou. Na řezu jsou přípustná drobná a ojedinělá ložiska tuku nebo dutinky.

Vůně a chuť výrobku by měla být typická pro šunku, přiměřeně slaná a lahodná. [2,3]

Kromě masa se při výrobě používají i další suroviny. Tyto ostatní suroviny tvoří lák, který je definován jako solný roztok s konzervačním účinkem. [4,5]

Mezi dalších důležité suroviny patří pitná voda, která se používá v kapalně nebo tuhé formě. Voda musí být zdravotně nezávadná a nesmí představovat zdravotní riziko. Dále se používá

sůl, většinou ve formě dusitanové solící směsi, další přídatné látky, které upravují vlastnosti konečného výrobku. [4,5]

1.1 Suroviny pro výrobu šunek

Suroviny pro výrobu různých kategorií šunek jsou odlišné, ale základem každé šunky je maso (dle druhu šunky), voda, dusitanová solící směs, případně koření a další látky. Každá surovina musí splňovat požadavky na kvalitu a zdravotní nezávadnost podle příslušné vyhlášky. Suroviny je nutno vybírat tak, aby byly kvalitní a optimální pro účel výroby. [6]

1.1.1 Maso

Jako maso se označují všechny požitelné části jatečných a jiných zvířat, které jsou určeny výhradně pro lidskou výživu. Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 69/2016 Sb. se za maso považují výsekové části jatečných těl, dále to jsou živočišné tuky, krev nebo kosti. [2] Maso pro výrobu šunek musí být zdravotně nezávadné a vhodné pro daný druh šunky. Šunka jako taková se vyrábí výhradně z vepřového masa. Masnou částí pro takovou šunku je vepřová kýta, jiná část prasete jako je plec nebo kotleta není povolena. Vyrábí se též ale šunky z jiného, než vepřového masa. [1,3]

Kuřecí maso může být pro výrobu masného výrobku použito, ale musí být řádně označeno na obalu. Kuřecí maso se považuje za lehce stravitelné, protože je tvořeno jemnými svalovými vlákny, která nejsou prostoupena kolagenem. Z tohoto důvodu se maso snadněji kulinářsky upravuje na rozdíl od mas červených. Také má přednosti z hlediska výživy. Obsahuje plnohodnotné bílkoviny, ve kterých jsou aminokyseliny zastoupeny v dobrém poměru. [2,7]

Jako u každého jatečného zvířete, je důležité dbát na dodržování stanovených podmínek pro chov a výkrm tak, aby se zabránilo zanesení nemocí do chovu. Nutné je též dodržovat hygienická opatření při porážce drůbeže, aby byla zajištěna správná jakost masa. [7]

Vlastnosti masa, které se zpracovává, jako vstupní surovina pro výrobu šunek závisí na několika faktorech již při výkrmu zvířat. Doporučeno je krmit tato zvířata takovými krmivy, které jsou doporučena pro určitý druh hospodářského zvířete. Taktéž je doporučeno napájet výhradně pitnou vodou. Tímto postupem se zajistí správná jakost jatečných produktů. [1,3] Při výběru masa pro výrobu je nutné sledovat jeho vlastnosti a kvalitu. Maso, které je základní surovinou udává konečnému výrobku vlastnosti jako je např. vzhled nebo chutnost. [8]

1.1.2 Voda

Voda při výrobě šunky patří k nejdůležitějším surovinám. Musí splňovat vlastnosti a normy pitné vody podle zákona č. 258/2000 Sb., který se zabývá pitnou vodou. Udává, že pitná voda je veškerá voda v původním stavu nebo po úpravě, která je určena k pití, vaření, přípravě jídel a nápojů, voda používaná v potravinářství, voda, která je určena k péči o tělo, k čištění předmětů, který svým určením přicházejí do styku s potravinami nebo lidským tělem, a k dalším účelům lidské spotřeby, a to bez ohledu na její původ, skupenství a způsob jejího dodávání. [9,10]

Pro výrobu šunek lze také použít vodu i v jiné formě, než v kapalně. Používá se šupinkový led, který při zpracování směsi, převážně ve fázi kutrování a mísení zamezuje zahřívání připravované směsi. Aby nedošlo ke znehodnocení láku při výrobě šunky, je dobré používat vodu, která neobsahuje těžké kovy, železo nebo hořčík. Taková voda by mohla způsobit vadu láku a negativně ovlivnit vlastnosti konečného výrobku. Přítomnost železa může ovlivnit stabilitu barvy. [11,12]

Také je dobré, aby voda obsahovala co nejméně hořečnatých a vápenatých iontů, jelikož díky nim dochází ke snížení vaznosti výsledného produktu. [8]

1.1.3 Sůl a solící směsi

Sůl (chlorid sodný) patří mezi další velice důležitou surovinu při výrobě šunek. Jedlá sůl dodá výslednému produktu chuť, ale také konzistenci nebo vaznost. Sůl aktivuje svalové bílkoviny, čímž dodává produktu charakteristické vlastnosti. Obsah soli se v konečném produktu pohybuje kolem 2 %. Ovšem použití soli s sebou nese i zdravotní rizika. Nadměrné užívání soli může mít za následek zvýšení krevního tlaku nebo další kardiovaskulární nemoci. [8,13]

Se snahou udělat výrobek s lepšími vlastnostmi se v současnosti při výrobě používají solící směsi. Většinou se jedná do dusitanové nebo dusičnanové solící směsi. Tyto směsi se využívají při výrobě takových výrobků, u kterých nám záleží na růžovém zbarvení. [14]

1.2 Přídavné látky

Přídavné látky, také nazývány jako aditivní látky, se používají při výrobě potravin již několik století. Nejčastěji se používali pro dlouhodobé uchovávání potravin, například při nakládání masa nebo při konzervaci zeleniny. V současnosti se používají v průmyslové výrobě se

stejným cílem jako v domácnostech, a to pro zajištění kvalitních výrobků. Hrají důležitou roli při zajištění zdravotní nezávadnosti a dostupnosti široké škály produktů. [15]

Potravinářské přídatné látky jsou dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 definovány jako látky, které se běžně nekonzumují jako potravin a není užívána jako charakteristická složka potravin a jejíž záměrné přidání do potravin z technologického hlediska při výrobě, zpracování, přípravě, úpravě, balení, při dopravě nebo skladování má anebo pravděpodobně bude mít za následek, že se přímo tato látka nebo vedlejší produkty této látky stanou přímo nebo nepřímo součástí potravin. [16]

Mezi přídatné látky lze zahrnout emulgátory, stabilizátory, konzervační látky nebo barviva. Ve stejném nařízení jsou také definovány látky, které se za přídatné potravinářské látky nepovažují. Za přídatné látky se nepovažují např. jedlá želatina nebo bělený škrob. Jako přídatné látky nelze brát také látky, které upravují výživové vlastnosti potravin, nebo tuto vlastnost udržují. [16,17]

Dříve se přídatné látky řadily do obecných skupin, které uváděli jejich funkci jako např. barviva, konzervační činidla. Asi v osmdesátých letech minulého století se začaly přídatné látky označovat „E“ kódem. Tento způsob značení má ulehčit orientaci spotřebitele o použití přídatných látek ve výrobcích. Každý kód se skládá z písmene „E“ za kterým je tří, nebo čtyřciferné číslo. Aditiva, která jsou schválena, jsou zařazena do kategorií, a každá kategorie má svůj specifický název a číslo. Například barviva jsou označena jako série E100, označení E200 mají konzervační látky, antioxidanty jsou označovány sérií E300 a emulgátory, zahušťovadla a želírující látky jsou zařazeny do série E400. [15,16]

Každá látka, která je zařazena v seznamu povolených přídatných látek má určité podmínky pro použití při výrobě potravin. Asi nejdůležitější podmínkou je ta, že daná látka může být použita pouze pro potraviny, pro které jsou povoleny. Také se musí dodržovat maximálně povolené množství, které lze použít pro potravinu ve stavu, ve kterém se uvádí na trh. Pokud pro přídatnou látku není stanovené maximální povolené množství, do potravin se přidá pouze nezbytné množství této látky. Dále lze například použít aditivní látku, pokud nepředstavuje riziko pro spotřebitele. [15,16]

1.2.1 Fosfáty

Fosfáty nebo také fosforečnany jsou soli kyseliny trihydrogenfosforečné a jsou široce používány v masném průmyslu. Tyto soli tvoří dvě struktury, a to cyklické a lineární. V potravinářství se jako přídatná látka používají lineární řetězové struktury. Soli cyklické

řetězové struktury jsou považovány za toxické. Obecně vznikají z kladně nabitých iontů kovu a záporně nabitých fosfátových iontů, které jsou odvozeny z odpovídajících kyselin ztrátou vodíkového kationtu. [18,19]

Také se používají polyfosfáty, což jsou soli kyseliny polyfosforečné, a polymer vyrobený kondenzací dvou anebo více molekul kyseliny fosforečné. V potravinářství jsou jako přídatné látky povoleny sodné a draselné soli tripolyfosfátů. Používají se jako emulgátory a dodávají texturu finálnímu produktu. [20]

Fosfáty, které se používají v masných výrobcích, jsou většinou soli kyseliny fosforečné a sodíku nebo draslíku. Používané v masných výrobcích mají několik funkcí. Mezi tyto funkce řadíme zejména vaznost vody nebo úpravu pH. Též snižují hmotnostní ztráty během tepelného opracování masného výrobku. Fosfáty jsou mírně bakteriostatické, protože zpomalují růst některých grampozitivních bakterií, například *Leuconostoc carnosum*, *Bacillus cereus*, *Bacillus stearothermophilus* nebo *Staphylococcus aureus*. Fosfáty nejsou považovány za přímé konzervanty. Ovšem pouze tyto látky mohou dávat potravině žádoucí vlastnosti, pokud jsou použity v kombinaci s jinými složkami potravin, jako je například NaCl nebo dusitany. [19,21]

1.2.2 Zahušť'ovadla

Zahušť'ovadla jsou přídatné látky, které se do potravin přidávají za účelem zahuštění potravin, respektive zvýšení viskozity dané potravin. Také napomáhají udržení struktury výrobků. Hrají důležitou úlohu při výrobě široké škály potravin. Při výrobě masných výrobků jsou důležitou přídatnou látkou, jelikož mají schopnost dobře vázat vodu, také pomáhají udržet jednotnou texturu výrobku. Nejčastěji se pro výrobu šunek používají gummy nebo karagenany. [15,22,23]

1.2.2.1 Karagenany

Karagenany jsou hydrokoloidy získané extrakcí za pomoci vody nebo vodné alkálie z červených mořských řas. Mezi zástupce patří například *Rhodophyceae*, která se vyskytuje na převážně na skalnatém pobřeží Atlantiku v Severní Americe, ale také se vyskytuje v Evropě. Nejdůležitějšími komerčními zdroji jsou například řasy *Eucheima* spp., *Chondrus crispus* nebo *Gigartina* spp. Karagenany jsou lineární polysacharidy o velké molekulové hmotnosti. Skládají se převážně z draselných, sodných, vápenatých, hořečnatých a amonných sulfátových esterů galaktózy a kopolymerů 3,6-anhydrogalaktózy. Jedná se o

látky, které jsou schopné ve vodném prostředí tvořit reverzibilní gely. Touto vlastností jsou tak dominantní v potravinářském průmyslu. Používá se tedy jako zahušťovadlo nebo stabilizátor. Dle směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 1333/2008 má karagenan označení E407 anebo E407a. [16,24,25]

1.2.2.2 *Furcellerany*

Tyto látky se řadí do skupiny karagenanů a nesou i stejné označení dle směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 1333/2008, tedy označení E407, i když původně měl fullcelleran své vlastní číslo. Získávají se z červených mořských řas, konkrétně z *Furcellaria lumbricais*. V minulosti byl furcelleran nazýván jako „dánský agar“, což je termín, který popisuje vlastnosti a původ tohoto materiálu. Jedná se o bílý až žlutý prášek nebo vločky. Složením jsou furcellerany velice podobné karagenanům, ale jsou méně suflované. V potravinářství se používají jako stabilizátory a zahušťovadla. [14,26]

1.2.2.3 *Tara guma*

Tara guma se vyskytuje jako prášek bílé až žlutohnědé barvy, který je téměř bez zápachu. Získává se rozemletím endospermu semen stromu tara. Tara guma se skládá převážně z polysacharidů o vysoké molekulové hmotnosti, které jsou složeny převážně z galaktomannanů. Je rozpustná ve vodě, ale není rozpustná v ethanolu. V masném průmyslu se používá převážně jako zahušťovadlo. Tara guma má označení E417. [15,24]

1.2.2.4 *Xantanová guma*

Xantanová guma se vyskytuje jako krémově zbarvený prášek, který je dobře rozpustný v horké i studené vodě, ale není rozpustný v alkoholu. Jedná se o vysokomolekulární polysacharid, který se získává fermentací z bakterií *Xanthomonas campestris*. Poté je vyčištěna, vysušena a rozemleta na prášek. Viskozita je méně závislá na teplotě, než u jiných polysacharidů. Komerčně se začala používat od roku 1964. Podle současných nařízení je označována „E“ kódem jako E415. V potravinářství se používá jako významné zahušťovadlo, kdy vytváří vysoce stabilní vodný roztok. [15,27,28]

1.2.2.5 *Konjaková guma*

Konjaková guma je hydrokoloid získaný z hlízy kořene rostliny *Amorphophallus konjac*, která roste v Japonsku a Číně. Hlízy se sklízí, omyjí, nakrájí na malé hranoly. Po vysušení se melou a prosévají vzduchem, který oddělí idioblastové vaky, které obsahují nežádoucí

materiály. Po oddělení se prášek znovu suší a poté se mele. Konjak je po chemické stránce neiontový lineární glukomanan s vysokou molekulovou hmotností. Je dobré zahušťovadlo pro použití v potravinářském průmyslu. Je povolen v Evropě jako potravinářská přídatná látka v běžných potravinách, výjimku ovšem tvoří cukrovinky typu želé. Údajně došlo k incidentům, kdy se děti dusily, proto byl přijat pozměňovací návrh k zamezení jeho použití v želé cukrovinkách. V Evropě je označen pod kódem E425. [15,29]

1.2.2.6 *Guma karubin*

Karubin je bílý až žlutobílý prášek. Získává se z rozemletých endospermů rostliny *Ceratonia siliqua*. Je to hydrokoloid s vysokou molekulovou hmotností, polysacharid, který je složený z galaktózy a manózy. Karubin je rozpustný v horké i studené vodě. Poměrně hojně se používá v potravinářství. V masném průmyslu se používá jako stabilizátor a zahušťovadlo, pro zlepšení textury. U nás má karubin kód E410. [15,30]

1.2.2.7 *Arabská guma*

Arabská guma, nebo také Akáciová guma se vyskytuje jako sušený gumovitý výpotek, který je získaný ze stonku a větví rostliny *Acacia senegal* nebo příbuzných druhů akácie. Produkt se vyskytuje jako bílé, případně žlutobílé fragmenty různé velikosti. Komerčně je dostupný převážně jako vločky, granule nebo prášek bílé/žlutobílé barvy. Arabská guma je rozpustná ve vodě a nerozpustná v alkoholu. Používá se jako stabilizátor a emulgátor v potravinářství. Nese označení E414. [15,28]

1.3 Barviva

Potravinářská barviva jsou definována jako látky, které dodávají nebo obnovují potravině barvu. Mohou to být přírodní složky potravin, nebo přírodní zdroje, které nejsou samostatně považovány za potraviny a přímo se nekonzumují. Jako barviva lze také považovat látky, které byly získány chemickou nebo fyzikální extrakcí z potravin, nebo jiných přírodních jedlých materiálů. [16]

Barviva se při výrobě potravin používají z několika důvodů. Jednat se může o obnovu barvy, kterou potravina ztratila při technologickém procesu výroby. Také se může dodat taková barva potravině, které by nebylo možné bez přidání barviv dosáhnout, nebo dodání barvy potravině, která je nevýrazná. Barva produktu je většinou první věc, na kterou se spotřebitel při výběru produktu zaměřuje. [15]

Potravinářská barviva se dělí do třech základních kategorií. Do první kategorie patří přírodní barviva, do druhé kategorie se řadí syntetická barviva, která jsou identická s těmi přírodními a třetí kategorií jsou syntetická barviva. [15,31]

Jako u všech aditivních látek, které se řídí nařízením ES č. 1333/2008 se pro barviva používá stejný systém označování. Podmínkou pro použití barviva při výrobě potravin je jeho bezpečnost. Pokud je barvivo schváleno a je zařazeno na seznam schválených aditiv, je mu přiděleno označení „E“ kódem. [15,16,32]

1.4 Dusitany, dusičnany

Jedná se o přídatné látky, které se používají při masné výrobě dlouhou dobu. Využívají se za účelem získání stabilní červené barvy a dalších vlastností při konzervaci masných výrobků. Tím se zajistí zájem spotřebitele při nákupu produktu. Ovšem vzhledem k toxicitě dusitanů, bylo v minulosti nutné zavést různá nařízení a přísně sledovat jejich používání. V současné době jejich využití stanovuje Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1333/2008. Do výrobků není dovoleno přidávat samotný dusitan sodný, nebo dusičnan draselný, který nesmí být ani skladován v prostorách výrobního závodu. Použití těchto látek je možné jen ve směsích s chloridem sodným. V nařízení je také stanoven limit pro přídavek dusitanů. [16]

Dusitany se v masných výrobcích používají z následujících důvodů:

- Podporují červenou barvu
- Podporují chuť
- Mají bakteriostatický účinek
- Působí jako antioxidant

U spousty druhů masných výrobků je vyžadována výrazná a stabilní červenorůžová barva. Dodnes se nenašla stabilní a příznivá náhrada za dusitany, a proto se jich stále využívá. Při použití dusitanové, případně dusičnanové solící směsi, se zabrání oxidaci myoglobinu masa, a tím se docílí výsledné žádoucí barvy tepelně opracovaného masného výrobku. Tyto látky mají vliv i na výslednou chuť finálního výrobku. Dobré je i zmínit schopnost inhibovat mikroorganismy. Jedná se například o bakterie *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus* a zejména proti *Clostridium botulinum*. Účinnost proti bakteriím, které mohou způsobit otravu jídlem, je jedním z hlavních důvodů, proč je použití dusitanů povoleno jako přísada do

výrobků. Celkově je zvýšena údržnost finálních výrobků. Jako poslední vlastností jsou antioxidační účinky. [3,8,16,18]

2 TECHNOLOGIE VÝROBY ŠUNKY

Výroba šunky je velmi komplikovaná a zahrnuje mnoho po sobě jdoucích technologických postupů. Dodržení správných technologických postupů zajistí žádoucí vlastnosti konečného masného výrobku, proto je nutné kontrolovat celý technologický postup. V dnešní době existuje již mnoho zařízení, které dokážou celý proces výroby kontrolovat. Dle toho, jaký zvolíme technologický postup výroby, dosáhneme konečných vlastností výrobku. [33,34]

Obecný proces výroby šunek zahrnuje následující fáze:

1. Výběr vstupní suroviny pro výrobu
2. Příprava láku, nástřík
3. Tenderizace masa
4. Masírování masa
5. Narážení díla šunky do forem
6. Tepelné opracování díla
7. Chlazení hotové šunky a balení

2.1 Výběr vstupní suroviny pro výrobu

Pro výrobu šunek se v České republice se používá vychlazená surovina převážně domácího původu. Výjimkou není ovšem ani surovina, která je dovážena ze zahraničí. Při výběru vhodné vstupní suroviny je nutné sledovat kvalitu masa. Kvalita vstupní suroviny je důležitá vzhledem k tomu, že nám určuje údržnost, vzhled nebo chutnost finálního výrobku. Vzhledem k cenám se někteří výrobci schylují k nákupu levnějších surovin, které ovšem nejsou tak kvalitní. [8,33]

Mechanismů pro výběr vhodného a kvalitního masa pro výrobu šunek existuje několik. Mezi nejjednodušší a nejčastější metodou je měření hodnoty pH masa. Je obecně známý fakt, že hodnota pH ovlivňuje kvalitu masa. Dle naměřené hodnoty tak lze určit, zda maso splňuje potřebnou čerstvost pro výrobu. Typická hodnota pH masa se pohybuje mezi 5 až 7. Hodnota pH v mase po porážce se pohybuje okolo hodnoty 7 a optimální hodnota by se měla pohybovat kolem 5,5. Vyšší hodnota pH masa má za následek vadu masa DFD, čili maso tmavé, pevné suché. Takové maso nízkou vodní aktivitu, která při výrobě způsobuje vyšší ztráty při vaření. Naopak nižší hodnota pH má za následek maso bledé, měkké, vodnaté (PSE), které je ovšem více náchylné k mikrobiologické kontaminaci. Problém této metody

může nastat ve chvíli, kdy není známa doba od poražení. Potom má naměřená hodnota pH nízkou váhu při výběru kvalitní suroviny. [33,35,36]

Jako další metodu pro kontrolu kvality masa lze použít měření vodivosti. Vodivost masa popisuje množství protékajícího elektrického proudu přes maso ve stanoveném čase. Měření vodivosti slouží ke stanovení jeho technologické kvality. Tato metoda není tak přesná, jako měření hodnoty pH. [18]

Mezi další metody pro zjištění kvality masa lze zařadit remisi světla, nebo metodu stanovení ztráty odkapáním. Tyto metody jsou o mnoho přesnější, než první dvě zmíněné, ale pokud se tyto kontroly týkají závodů, kde se zpracovává několik tun masa pro výrobu, nelze tak hodnotit každý kus masa samostatně. Tím pádem je nutné se spolehnout na méně přesné metody. Měla by se tedy důkladně dodržovat opatření, která byla přijata v plánu HCCP, a kontrolovat jejich dodržování. Nejdůležitějším opatřením se jeví dodržování hygienických standardů a také dodržování teplot a časů při jednotlivých technologických krocích. [33,37]

2.2 Příprava láku, nástřik

Lák pro výrobu šunek je definován jako solný roztok, kterým je maso konzervováno. Existují dva způsoby následného použití, jedná se buď o nástřik masa, nebo je maso vkládáno do láku. Lák je složen z několika surovin, které se odvíjí také od vyráběného druhu výrobku. Hlavní složkou láku je pitná voda, která musí splňovat hygienické požadavky. Další složkou je sůl. V dnešní době se již běžně používá dusitanová solící směs, která bývá často nazývána jako praga. Tyto směsi dodávají výslednému výrobku červenorůžovou barvu. Antioxidanty, které je možné do láku taktéž přidávat, zvyšují účinnost dusitanů. Při přípravě láku je důležité, aby všechny látky byly důkladně rozpuštěny, a vznikla tak homogenní kapalná směs láku. Pro míchání se používá například koloidní mlýn. [3,4,5,38]

Příprava láku pro výrobu závisí na legislativní kategorii šunky. Tyto kategorie jsou stanoveny ve vyhlášce č. 69/2016 Sb. a odvíjí se podle obsahu čisté svalové bílkoviny. Podle přepočtu množství láku na požadované procento čistých svalových bílkovin v hotové šunce, se získá procento nástřiku:

- pro šunku nejvyšší jakosti 15% nástřik
- pro výběrovou šunku 40% nástřik
- pro šunku standartní 80% nástřik [2,33]

Nastříkování láku patří mezi nejdůležitější technologický postup. V této fázi postupu dochází k rovnoměrnému a rychlému prosolení masa a také zapracování ostatních složek láku. Pokud by lák nebyl do masa zapracován správně, mohlo by dojít k nerovnoměrnému prosolení a masa a dalších surovin. To by mohlo mít za následek například nerovnoměrnou barvu výrobku, s čím souvisí i horší jakost konečného produktu. Pro nastříkování láku se používá injektor. [33]

2.3 Tenderizace

Tenderizace je technologický postup, který následuje po nástřiku láku. Pojem tenderizace znamená zkrhčení masa, většinou mechanickou nebo chemickou cestou. Jsou to procesy, kdy se aktivují svalové bílkoviny, a díky tomu je finální výsledek stabilní a kvalitní. Tenderizací se snižují ztráty při tepelném opracování výrobku, také se tímto procesem omezí výskyt děr na řezu. Maso lze po této operaci lépe krájet nebo žvýkat. [29,33]

Při mechanické tenderizaci dochází k mechanickému narušení tkání a svaloviny masa. Tenderizace se rozděluje do stupňů podle typu produktu. Závisí převážně na tom, jaké má mít výsledný produkt vlastnosti, nebo také na výtěžnosti. Obecně platí, že čím je vyšší výtěžnost, tím je potřeba vyšší stupeň tenderizace. Pokud je třeba jen zlepšení žvýkatelnosti produktu, tak je použito jen mírnější mechanické působení. [33]

Zkřehčování masa je možné provést několika způsoby:

- Pomocí lisů
- Pomocí jehel
- Pomocí válců

Při tenderizaci pomocí lisů dochází k mechanickému naklepání masa, což způsobuje separaci a protažení svalových vláken masa. Takto opracované maso bude dostatečně změkčené, aby docházelo k dobré absorpci solících směsí. Také se tímto způsobem zkrátí čas masírování. [18,39]

Druhým zařízením pro tenderizaci jsou zařízení opatřené jehlami. Jehly pronikají do masa a způsobují v mase vpichy. Tímto způsobem se změkčí svalová hmota, ale nedojde k porušení celistvosti.

Třetím způsobem je válcová tenderizace. Zařízení se skládá ze dvou válců, které se otáčejí proti sobě a mezi kterými prochází maso. Podle toho, jaký se vyrábí produkt, lze použít

například válce s noži. Tyto válce v mase vytvoří povrchové řezy, a to způsobí vysoký stupeň extrakce proteinů. [18,39]

2.4 Masírování

Další fází výrobního procesu šunek je masírování. Jedná se mechanickou operaci, která je velice důležitou fází technologie výroby. Provádí se v chladných podmínkách, během masírování dochází k další absorpci láku, rovnoměrnému rozložení složek a přídatných látek do celých kusů masa. Také dochází k extrakci bílkovin. Masírování má za následek lepší křehkost a šťavnatost finálního výrobku, a také jeho soudržnost. [18,36]

Tuto fázi výroby lze provádět dvěma způsoby. Prvním způsobem je tumblování. Jedná se o systém, kdy je používáno intenzivního mechanického působení na maso. Kusy masa jsou přepážkami na obvodu zvednuty do horní části zařízení. Zvednuté kusy masa poté padají dolů na maso ve spodní části zařízení a tím je dosaženo intenzivního mechanického působení. Dochází ke značnému poškození buněk a tím k optimální extrakci bílkovin. Tumblování je vhodné pro produkty s vysokou výtěžností. Pro optimální provedení, by mělo maso padat z výšky 1 metru. [6,33]

Druhým způsobem je masírování. Tento systém je hladší a na maso působí pomocí míchacího účinku. To způsobuje tření mezi kusy masa, stěnami a přepážkami masírovacího zařízení. Masírování má tedy jemnější účinek, než tumblování. Tento typ masírování je vhodný pro výrobky, kde je žádoucí neporušená struktura a kusy masa. [6,33]

Při masírování rozpustných svalových bílkovin, které jsou uvolněny do nálevu, dochází k vytváření tzv. lepivého svalu, někdy také jako masové lepidlo. To zajistí během tepelného záhřevu soudržnost a následnou krájitelnost výrobku. [33]

Parametry tumblování/masírování, které ovlivňují vlastnosti finálního výrobku, jsou:

- Vlastnosti masa – Zde patří například věk zvířete, stupeň odstranění tuků či pojivové tkáně.
- Složení nálevu – Chlorid sodný a polyfosfáty přispívají k extrakci bílkovin a jejich účinek se zvyšuje masírováním.
- Doba masírování – Čím delší je doba masírování, tím se dosáhne delší extrakce myofibrilárních bílkovin. Delší doba, než je nutná může negativně ovlivnit krájitelnost výrobku.

- Rychlost otáčení při masírování – Vyšší rychlost má za následek větší extrakci bílkovin, ale zároveň také větší poškození svalové struktury. Z těchto důvodů je nutné najít optimální rychlost otáčení.
- Vakuum – Při masírování je nutné mít vysokou úroveň vakua, aby se zabránilo tvorbě pěny. Ta může způsobit vzduchové bubliny mezi svaly. Vakuum zvyšuje extrakci bílkovin a stabilizaci barvy.
- Teplota – Mechanické působení zvyšuje teplotu masa a existuje zde riziko růstu mikroorganismů. Právě z tohoto důvodu se doporučuje mít v zařízení chladicí okruh, aby bylo možné regulovat teplotu. Teplota by měla být při tumblování a masírování mezi 3 až 6 °C, čímž dojde k minimalizaci růstu mikroorganismů a umožní se dostatečná extrakce bílkovin.
- Doba zrání – Kombinace masírování a dozrávání způsobí požadovanou extrakci bílkovin. Pro dobré výsledky se doporučuje masírování minimálně po dobu 24 hodin. Při použití vysokého nástřiku lze zredukovat čas na 4 až 6 hodin.
- Velikost zařízení – Při použití tumblování bude výsledek záviset na výšce, ze které maso padá, a proto je množství masa v masírce relevantním faktorem. Pro dobré výsledky je vhodné zařízení naplnit přibližně na 40 – 50 % jejich kapacity. Příliš malá dávka by mohla způsobit nadměrné poškození suroviny. [6]

2.5 Narážení díla šunky a formování

Po důkladném masírování díla přichází na řadu narážení a plnění do forem, které během vaření dodají konečnému výrobku tvar. Narážení díla se provádí za pomoci kontinuálních vakuových narážek. Tato zařízení jsou schopna narážet dílo tak, aby nedocházelo k deformacím větších kusů masa. Bez ohledu na to, jaký je použit materiál, je nutno dodat polyetylenovou vrstvu, aby nedocházelo k přilepování masa na stěny forem. Výrobek je nutné potom přebalit. Šunky mohou být také naráženy do nepropustných vícevrstvých smrštitelných sáčků nebo folií. Ty mohou částečně, nebo úplně nahradit formu, díky své schopnosti se zmenšit. Existují fólie, které nepropouštějí vodní páru a kouř. Naopak se také používají střeva, která jsou schopna propustit vodní páru a kouř. Někdy se pro šunky používají také plechovky. Důležité je, aby obalové materiály splňovaly zdravotní nezávadnost. S tím souvisí i doba mezi narážením díla a následným tepelným opracováním.

Tato doba by měla být co nejkratší, aby nedošlo k pomnožení mikroorganismů a znehodnocení výrobku. [6,40,41]

K formování naraženého díla v obalech se používají samostatné formy, nebo varné věže. Varné věže jsou výhodné z důvodu nenáročné manipulace, také je dobře mechanizované vyprazdňování hotových produktů. Dalším důležitým parametrem je i ekonomická výhodnost těchto zařízení. [40]

Druhou možností jsou samostatné formy. Vyrábějí se většinou ze slitiny hliníku, jsou opatřeny víkem a pružinami. Formy mají různé tvary, a tím lze docílit i neobvyklých tvarů výsledné šunky, což dodá na atraktivitě výrobku pro spotřebitele. Formy mohou být válcové, obdélníkové, je i snaha vymýšlet nové tvary, zejména pokud se má výsledná šunka prodávat krájená. [6,40]

2.6 Tepelné opracování

Jedná se o další velice důležitou fázi výroby. Hlavním cílem tepelného záhřevu je eliminovat vegetativní formy mikroorganismů, spory se tímto tepelným záhřevem nezničí. Doba, která je potřebná pro tepelné opracování, musí být zvolena tak, aby se dosáhlo co možná nejvyššího efektu zničení nežádoucích mikroorganismů. Tím se docílí prodloužení trvanlivosti výrobku a také se výrazně nezhorší organoleptické vlastnosti. Dochází ke koagulaci bílkovin, což dodává hotovému výrobku konzistenci a pevnost. Tepelný záhřev také stabilizuje růžové zbarvení produktu. Teplota při této fázi dosahuje obecně 70 °C a doba je 40 až 60 minut. U nás se používá teplota 72 °C v jádře výrobku po dobu 10 minut. [6,41]

Šunky, jsou opracovávány ve formách, které jim dodají konečný tvar po tepelném záhřevu. Balené šunky jsou obvykle vloženy do vozíků nebo košů pro vaření v parních hrncích. Také je možno šunky vařit ve vodní lázni. Každý z těchto dvou způsobů má své výhody. Vodní lázeň je účinnější při tepelné výměně. Opracování párou je výhodnější z hygienického hlediska, ale je nutné prodloužit dobu záhřevu. [40]

Lze použít tři druhy vaření:

- Vaření při konstantní teplotě – při tomto způsobu je udržována konstantní teplota od začátku do konce tepelného opracování. Vaření je dokončeno, když je v jádře výrobku dosažena teplota 65 – 72 °C. Tento druh vaření je nejběžnější metodou. "
- Vaření při zvyšující se teplotě – Tato metoda se rozděluje na dva druhy. Vaření krok za krokem a Delta-T vaření. Při vaření krok za krokem se postupně zvyšuje teplota

v průběhu vaření. Ovšem doba vaření je delší než u způsobu s konstantní teplotou. U metody Delta-T vaření se teplota zvyšuje ve vztahu k teplotě v jádru výrobku. U této metody je minimalizováno převaření povrchu a zvýší se výtěžnost. Rozdíl mezi povrchem a jádrem výrobku se zpravidla pohybuje mezi 15 – 25 °C.

- Vaření při klesající teplotě – Tepelný záhřev začíná při vysoké počáteční teplotě, která dosahuje například 80 – 90 °C. Až je v jádru výrobku dosažena předem stanovená teplota, tak se sníží například na 70 – 75 °C po zbytek záhřevu. Tato metoda je rychlá, ale může vést k nadměrnému provaření povrchu výrobku, dále může způsobit nižší výtěžnost a špatnou soudržnost. [6,42]

2.7 Chlazení a balení

Proces chlazení je velice důležitý, protože ovlivňuje účinnost pasterizace a může ovlivnit výtěžnost a také kvalitu. Také se snižuje množství vývaru a hmotnostní ztráty. Používají se tři typy chlazení, a to sprchováním, ponořením do vody nebo chlazení proudem vzduchu. [6,40]

Při chlazení je nutné dosáhnout teploty v jádře výrobku minimálně +4 °C. Na konci fáze chlazení se šunky ponoří do studené vody nebo se studenou vodou osprchují, a poté se převezou do chladírenských místností. Tím se minimalizuje růst přežívajících mikroorganismů. Doba potřebná k chlazení produktu se považuje za kritickou. Rozmezí teplot se pohybuje od 40 do 15 °C, proto pokud je to možné, měla by být doba chlazení omezena maximálně na 4 hodiny. Příliš pomalé chlazení by mohlo mít za následek nárůst nežádoucích mikroorganismů. [6]

Po procesu chlazení přichází na řadu balení šunek. Šunky se vyjmou z forem a balí se jako celé kusy, nebo se mohou být nakrájené na plátky, které se balí po určité gramáži. Produkt může být znovu kontaminován v důsledku manipulace při balení. Z tohoto důvodu je vhodné použít po přebalení postpasterizaci. Ta není nutná, pokud jsou šunky tepelně opracované v jejich finálních obalech. Finální produkty by se měli udržovat při teplotě 2 – 4 °C až do doby, než se dostanou ke konečnému spotřebiteli. [6]

V současné době se šunky často prodávají již nakrájené na plátky, které jsou vakuově balené, nebo balené v ochranné atmosféře. U některých šunek se plátky prokládají folií, aby se od sebe snadněji oddělovaly. Trvanlivost závisí na bakteriologických vlastnostech konečného produktu. Také na přísadách, které byly použity při přípravě láku, například obsah laktátu sodného nebo draselného, a způsobu balení. [1,6]

Balení s upravenou atmosférou se používá pro zvýšení trvanlivosti plátků šunky a také pro zajištění jejich snadného oddělení. Používají se plyny, které jsou směsí dusíku a oxidu uhličitého. Koncentrace kyslíku by měla být snížena na méně než 0,15 % pro zachování růžové barvy. Z tohoto důvodu je důležité používat obalové materiály s nízkou propustností kyslíku. [1,6]

Po zabalení šunek, se balení patřičně označí a převeze se do skladu. Ze skladu se poté zabalené šunky převáží v přepravním balení do obchodu a dostávají se k cílovému spotřebiteli. [40]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo vyrobit vzorky standartních kuřecích šunek za použití různých hydrokoloidů a zjistit jejich vliv na kvalitativní vlastnosti. Dále vyrobit řadu vzorků, do kterých nebyla přidána fosfátová sůl a sledovat vliv této látky na vlastnosti kuřecích šunek.

V teoretické části této práce byla popsána charakteristika a požadavky surovin pro výrobu šunek, dále byly popsány přídatné látky a také jednotlivé technologické fáze výroby.

K dosažení cíle je potřeba:

- Výroba modelových vzorků kuřecí šunky s přidavkem hydrokoloidu
- Provedení analýzy pH, hmotnostních ztrát, reologie a texturní profilové analýzy
- Vyhodnocení získaných výsledků a jejich diskuze

4 METODIKA PRÁCE

4.1 Použitý materiál a pomůcky

4.1.1 Suroviny pro výrobu vzorků

- kuřecí prsa
- pitná voda
- dusitanová solící směs (DSS) - praga
- fosfát – difosforečnan tetrasodný ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)
- guma karubin, xantanová guma, karagenan, guma tara, arabská guma, karagenan + dextróza, Ricogel (karagenan, hydrokkoloidní gumy a draselná sůl standardizovaná s monosacharidem), karagenan iota, konjaková guma, furcellaran + 15% KCl, furcellaran + 20% KCl

4.1.2 Zařízení a pomůcky

- laboratorní váhy (Kern)
- magnetické míchadlo (Heildolph)
- masírka (Sunnhow)
- elektrický mlýnek na maso
- ruční metličkový mixér (ETA)
- pH metr (Foodcare, HI 99161)
- konvektomat (Rational, SCC WE61)
- vakuová balička (Henkelman, Mini jumbo)
- výrobce ledu
- reometr (Kinexus Pro+, Malvern)
- texturometr (TA.XT plus, Stable Micro System Ltd.)
- běžné kuchyňské a laboratorní vybavení

4.2 Receptura pro výrobu vzorků šunky

4.2.1 Receptura

Pro výrobu vzorků kuřecí šunky byla použita kuřecí prsa. Celková hmotnost směsi byla 750 g. Maso bylo dle receptury naváženo na 500 g. Pro výrobu byl použit 50 % nástřík. Následně byl vytvořen lák, do kterého byla použita dusitanová solící směs, fosforečná sůl a vybrané vzorky hydrokoloidů. Jako dusitanová solící směs byla použita prapaga. Jako fosforečná sůl byl použit difosforečnan tetrasodný. Byly vyrobeny 2 řady vzorků šunek s různými druhy hydrokoloidů lišící se přísadkou/absencí fosfátové soli. U kontrolního vzorku byl hydrokoloid nahrazen pitnou vodou. U série šunek, ve kterých nebyl přísadka fosforečné soli, byla tato hmotnost nahrazena také pitnou vodou.

Seznam použitých hydrokoloidů:

- guma karubin – GK
- xantanová guma – XG
- karagenan – K
- tara guma – TG
- arabská guma – AG
- karagenan + dextróza – KD
- Ricogel – R
- karagenan Iota – KI
- konjak guma – KG
- furcellaran + 15% KCl – F15
- furcellaran + 20% KCl – F20

Tabulka 1 – Surovinové složení modelových vzorků šunek sady I s fosforečnou solí

	Svalovina [g]	Dusitanová solící směs [g]	Hydrokoloid [g]	Fosforečná sůl [g]	Pitná voda [g]
Kontrola	500	15	0	2,93	235,82
Vzorek	500	15	3,75	2,93	232,07

Tabulka 2: Surovinové složení modelových vzorků šunek sady II bez fosforečné soli

	Svalovina [g]	Dusitanová solící směs [g]	Hydrokoloid [g]	Fosforečná sůl [g]	Pitná voda [g]
Kontrola	500	15	0	0	238,75
Vzorek	500	15	3,75	0	235

4.2.2 Výroba modelový vzorků šunek

Pro výrobu šunek byla použita kuřecí prsa, která byla očištěna a zbavena šlach. Očištěná kuřecí prsa byla poté nakrájena a namleta na požadovanou homogenitu na elektrickém mlýnku na maso. Následně rozvážena po 500 g, ze kterých se následně vyrobily modelové vzorky. Modelové vzorky šunek pro první sadu, byly vyráběny standartní technologií podle receptury, která je v tabulce 1. Vzorky se lišily v použitém hydrokoloidu. Bylo vyrobeno 11 – vzorků šunek s hydrokoloidem a jeden kontrolní vzorek (standart), který neobsahoval žádný hydrokoloid. Hmotnost hydrokoloidu byla nahrazena pitnou vodou. V druhé sadě nebyla použita fosfátová sůl, jinak se receptura vzorků nezměnila. U druhé sady byl taktéž vyroben kontrolní vzorek. Následně byl připraven lák s přídatnými látkami a jednotlivými hydrokoloidy, který byl následně přidán k odváženému množství kuřecích prs. Výsledná směs byla promíchána a vložena do masírek, ze kterých byl pomocí vakuové baličky odsát vzduch, čímž se vytvořilo vakuum. Proces masírování ve vakuu probíhal 10 hodin při teplotě +2 °C. Po ukončení procesu masírování byla směs vložena do plastových prachovnic, ze kterých se v průběhu plnění částečně odsál vzduch, aby se zamezilo vzniku kapes v šunce. Po naplnění byly prachovnice vloženy do konvektomatu a tepelně opračovány. Fáze tepelné úpravy byla provedena v souladu s legislativou, tedy byla dodržena teplota 72 °C v jádře výrobku po dobu 10 minut. Po důkladném tepelném ošetření, byly vzorky šunek řádně zchlazeny a vloženy do lednice. Minimálně po 72 hodinách byly šunky podrobeny analýzám.

Konkrétně se jednalo o stanovení pH, které bylo měřeno v průběhu výroby modelových vzorků. Po fázi masírování byla provedena reologická analýza a vážení vzorků pro stanovení hmotnostních ztrát. Druhé vážení pro stanovení hmotnostních ztrát bylo provedeno minimálně po 72 hodinách od vaření. Po tomto časovém období byla provedena i texturní profilová analýza a Warner – Bratzlerův test.

4.3 Chemické analýzy

4.3.1 Stanovení pH

Hodnota pH je míra kyselosti nebo zásaditosti látky. Je definováno jako záporný logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Hodnota pH může nabývat hodnot od 0 do 14, přičemž hodnota 7 je brána jako neutrální. To znamená, že potraviny, u kterých je naměřená hodnota pod pH 7 jsou kyselé. Naopak potraviny, které mají hodnotu pH vyšší než 7 jsou zásadité. [20]

Hodnota pH byla měřena v několika fázích při výrobě modelových vzorků šunek. Jako první bylo měření provedeno pouze u masa jako suroviny. Dále byla hodnota pH měřena u láku, a na závěr bylo pH měřeno u namasírovaného díla šunky. Stanovení hodnot pH bylo prováděno pomocí pH metru Foodcare HI 99161 s vpichovou elektrodou. Každé měření bylo provedeno pětkrát.

Z naměřených hodnot byl vypočítán průměr podle vzorce:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

a směrodatná odchylka podle vzorce:

$$\sigma^2 = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

4.4 Hmotnostní ztráty vařením

Hmotnostní ztráty mohou vznikat v několika případech. Jedná se například o skladování, porcování nebo při tepelném ošetření výrobku. Při tepelné úpravě dochází k hmotnostním ztrátám převážně ztrátou vody, popřípadě některých dalších látek. Do takových látek je možné zařadit například tukové látky. Dochází ke změně poměru vody k ostatním složkám. [43]

Všechny modelové vzorky kuřecích šunek byly zváženy před tepelným záhřevem, a poté po tepelném záhřevu. Pro kontrolu a každý typ hydrokoloidu byly vyrobeny dva modelové vzorky, které byly podrobeny vážení.

Hmotnostní ztráty vařením byly vypočítány pomocí vzorce:

$$\text{hmotnost. ztráty [\%]} = \frac{\text{hmotnost před vařením [g]} - \text{hmotnost po vaření [g]}}{\text{hmotnost před vařením [g]}} \cdot 100$$

Vypočtené hodnoty byly zprůměrované a uvedeny v procentech se směrodatnou odchylkou.

4.5 Stanovení reologických vlastností

Reologická analýza se zabývá deformací hmoty, a v případě potravin je to studium deformace toku surovin, meziproductů či hotového výrobku. Klíčové parametry reologické analýzy jsou měření tlaku a napětí. Fázovým úhlem a komplexním modulem je reprezentováno viskoelastické chování. Komplexní modul vyjadřuje viskoelastické odezvy daného materiálu při dynamickém zatížení a dané úrovni deformace. Komplexní modul zahrnuje viskózní modul a také elastický modul. Fázový úhel udává zpoždění mezi odezvou elastickou a viskózní. [44,45]

Vzorek namasírovaného díla bylo nutné pro reologickou analýzu upravit. Z namasírovaného díla pro výrobu kuřecích šunek bylo odebráno malé množství, které bylo protlačeno přes speciální jemnou matici pomocí elektrického mlýnku na maso. Dále bylo nutné z takto upravené směsi odsát vzduch pomocí vakuové baličky, aby se zabránilo zkreslení výsledků. Měření bylo prováděno na přístroji Kinexus Pro+ (Malvern). Každý vzorek šunky byl změřen dvakrát. Pro měření byla použita geometrie 40mm vroubkovaná deska vychlazená na +5 °C, na kterou se nanášel upravený vzorek. Mezera mezi geometriemi byla nastavena na 1,5 mm. Vzorky byly měřeny při frekvenci 1 Hz a teplotám simulující tepelný záhřev při výrobě. Měření začalo při teplotě 5 °C a postupně se směs zahřívala až na 70 °C, při této

teplotě byla držena 10 minut. Následovalo postupné chlazení na 5 °C. Tento režim teploty a času byl zvolen tak, aby simuloval fázi tepelného opracování při výrobě. Na spodní desku se nanoslo požadované množství směsi. Po zadání příslušných parametrů do přístroje se spustila horní deska geometrie a vytlačila přebytečné množství směsi, které bylo odstraněno. Následně bylo spuštěno samotné měření.

Z měření byly získány parametry komplexní viskozity (η^*), elastického modulu pružnosti (G'), viskózního modulu pružnosti (G''). Z těchto hodnot byl následně vypočítán komplexní modul pružnosti (G^*).

Výpočet komplexního modulu pružnosti:

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2}$$

Dále byla z elastického a ztrátového modulu pružnosti vypočtena hodnota tangenty úhlu fázového posunu.

Vzorec pro výpočet:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'}$$

4.6 Texturní profilová analýza

Texturní profilová analýza (TPA) je metoda, která simuluje podmínky, jakým je potravina vystavena v ústech při konzumaci. Jedná se o objektivní instrumentální metodu. Při zkoušce se vzorek potravin vyvíjí dvěma deformačním cykly. Ve většině případů se používá způsob, kdy se jedna deska pochybuje konstantní rychlostí a měří se průběh síly, která působí na desku druhou skrze vzorek potravin. Výsledkem této zkoušky je zátěžová křivka, což je závislost síly na deformaci vzorku. Z této křivky je potom možné určit jednotlivé texturní parametry zkoumaného vzorku potravin. Mezi tyto parametry patří:

- Tvrdost – Je definována jako síla, která je potřebná k dosažení deformace při prvním kompresním cyklu. Odolnost vzorku potravin vůči této síle udává tuhost potravin. Tuhost je udávána v Newtonech.
- Soudržnost – Někdy také kohezivnost je poměr sil, který je zaznamenán během druhého a prvního kompresního cyklu. Soudržnost je bezrozměrná.

- Žvýkatelnost – Jedná se o násobek tvrdosti, soudržnosti a pružnosti. Jinak ji lze popsat jako množství práce, které je potřebné pro rozkousání potraviny do takového stavu, kdy jej lze dobře polknout. Žvýkatelnost je udávána v Newtonech.
- Gumovitost – Gumovitost je násobek tvrdosti a soudržnosti. Také se vztahuje k soudržnosti a křehkosti potraviny. Pro polotuhé potraviny, které mají vysoký stupeň soudržnosti a nízký stupeň tvrdosti je charakteristická gumovitost. Jednotkou gumovitosti je N.
- Lepivost – Lze ji definovat jako sílu, která je potřebná pro překonání síly mezi povrchem zkoumané potraviny a dalším povrchem se kterým přichází do kontaktu. Jednotka lepivosti je N.
- Elasticita – Definována jako síla, která působí při maximálním stlačení během druhého kompresního cyklu. Elasticitu lze také definovat jako tuhost potraviny při druhém zakousnutí. Udávána v N·s. [46,47]

Texturní vlastnosti byly měřeny na přístroji TA.XT Plus. Vzorek pro analýzu byl vykrojen ze šunky pomocí válce o průměru 35 mm a výška vzorku byla asi 15 mm. Takto připravený vzorek byl vložen pod válcovou sondu textuometru. Byl proveden kompresní test, kdy konstantní rychlost komprese při testu byla $2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$ o síle 0,049 N. Vzorky kuřecí šunky byly stlačeny na 50 % jejich původní výšky ve dvou cyklech. Každý vzorek šunky byl změřen šestkrát při laboratorní teplotě. Výsledkem testu byla křivka závislosti síly potřebné k deformaci vzorku kuřecí šunky na čase. Následně byl proveden i test Warner – Bratzler.

4.6.1 Warner – Bratzlerův test (WBR)

Jedná se o stříhový test, kterým je možné měřit sílu potřebnou pro překrojení vzorku. Lze jím také simulovat, jak se chová potravina při prvním skousnutí při konzumaci. Vzorek je nařezán za pomoci nože Warner – Bratzler, po kterém je tato metoda pojmenována. Nůž se zařezává do zkoumaného vzorku až do doby, než je vzorek zcela přeříznut. Během tohoto pohybu se měří maximální síla, a také potřebný tlak pro přestřížení vzorku. Výsledkem Warner – Bratzlerova testu je hodnota tvrdosti zkoumaného vzorku. [48]

Pro Warner – Bratzlerův test byl použit analyzátor textury TA.XT Plus. Na analyzátor bylo nainstalováno potřebné příslušenství pro daný test. Skládalo se z podstavce se šterbinou, na který byly následně pokládány vzorky kuřecích šunek, které bylo pro účel testu potřeba nakájet do tvaru kvádrů o rozměrech 2 x 1 x 1 cm. Takto upravené vzorky byly přeříznuty

pomocí Warner – Bratzlerova nože ve tvaru písmena „V“. Konstantní rychlost řezu nože při testu byla nastavena na $1 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$. Testem byla naměřena maximální stříhová síla, která udává odolnost měřených vzorků šunek vůči noži při přerýznutí. Měření vzorků kuřecích šunek se opakovalo osmkrát, kvůli možnému výskytu chyb během přípravy vzorků. Následně byl vypočítán průměr se směrodatnou odchylkou.

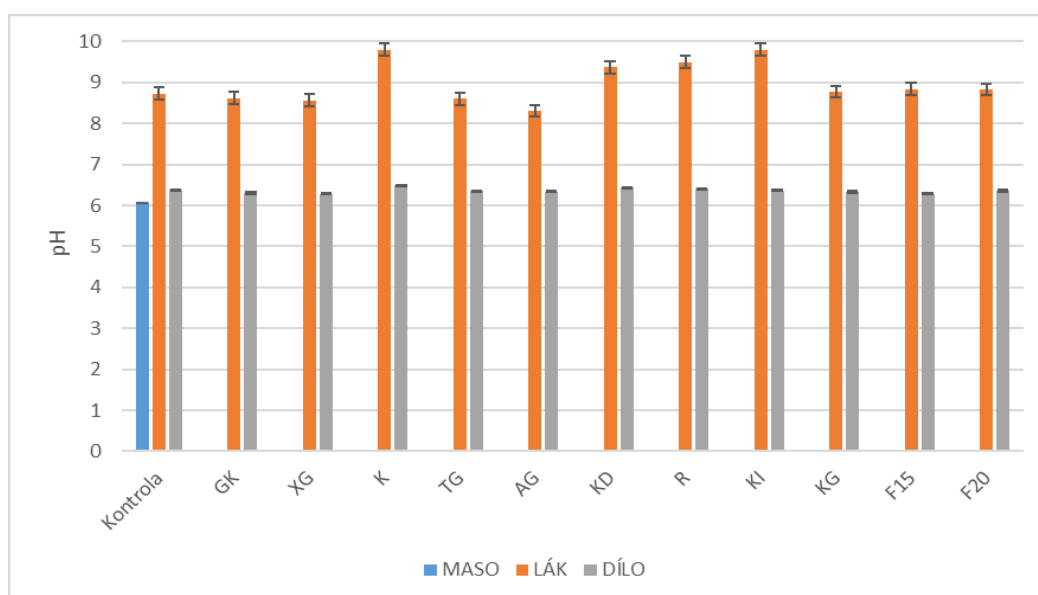
5 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUZE

Pro účel praktické části této diplomové práce bylo vyrobeno 12 modelových vzorků kuřecích šunek ve dvou sadách s přidavkem různých druhů hydrokoloidů. U první sady vzorků byl použit fosfát, u druhé sady byl z receptury zcela vyřazen. Vzorky kuřecích šunek byly tepelně ošetřeny, zchlazeny a poté skladovány při chladírenské teplotě. Následně byly na modelových vzorcích provedeny chemické, reologické a texturní analýzy.

5.1 Vyhodnocení pH

Měření hodnoty pH bylo provedeno u syrového masa, vyrobeného láku a namasírovaného díla. U každé složky bylo provedeno celkem 5 měření, která byla následně zprůměrována. Průměrné hodnoty pH jsou uvedeny pro první sadu vzorků na obrázku 1, pro druhou sadu na obrázku 2.

U syrového kuřecího masa bylo naměřeno pH 6,08, což je nižší hodnota, než u namasírovaného díla standardu pro první sadu, kde byla naměřena hodnota pH 6,38. Ke zvýšení došlo pravděpodobně v důsledku použitých složek láku, který byl složen z pitné vody, dusitanové solící směsi a fosfátové soli.



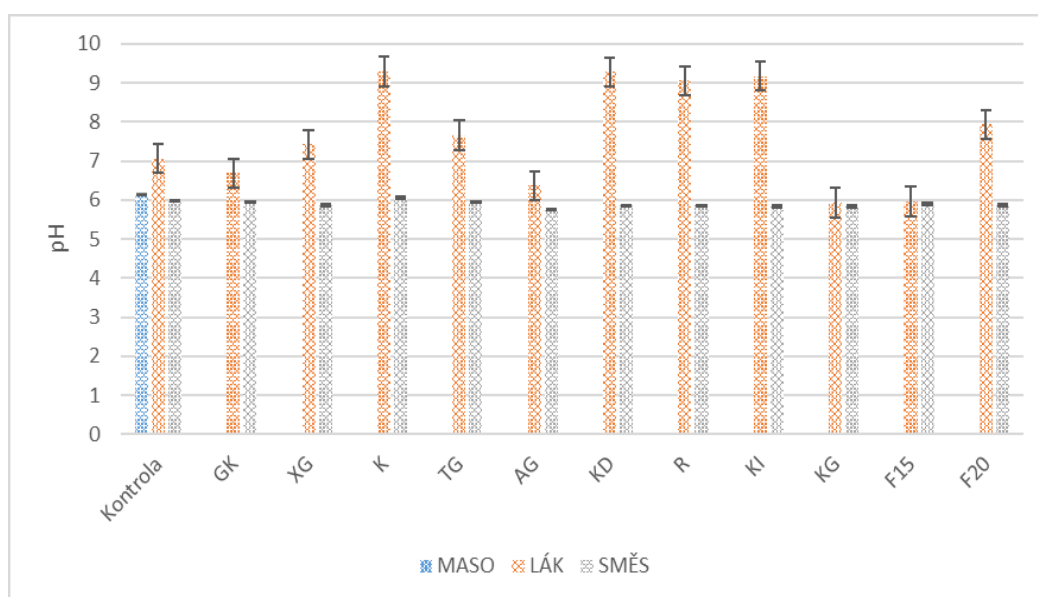
Obrázek 1: Hodnota pH masa, láku a díla pro sadu vzorků šunek s fosfátovou solí

Sada I – s fosfátovou solí

Láky vykazovaly vyšší hodnoty pH díky jejich složení, což mělo za následek i zvýšení pH namasírovaného díla. U kontrolního vzorku byla hodnota láku pH 8,73. Nejnižší hodnotu pH (8,31) vykazoval lák s arabskou gumou (AG). Nejvyšší hodnota pH u láku (9,80), byla

naměřena současně u dvou vzorků. Konkrétně se jednalo o lák s přídavkem karagenanu (K), dále pak u láku pro šunku s karagenanem iota (KI). Tato skutečnost může být způsobenou úzkou příbuzností obou látek.

U dvojice vzorků viz výše, které vykazovaly u láku shodné hodnoty pH, došlo u namasírovaného díla ke změně. Namasírované dílo pro šunku s karagenanem (K) vykazovalo pH 6,49, což je vyšší hodnota než u díla s přídavkem karagenanu iota (KI). U něj bylo naměřeno pH 6,37. Zároveň hodnota u vzorku s karagenanem byla nejvyšší. Vyšší hodnoty pH (6,43) byla zjištěna u díla šunky s karagenanem a dextrózou (KD). Nejnižší hodnota pH (6,28) u namasírovaného díla byla naměřena současně u vzorku s xantanovou gumou (XG) a vzorku s přídavkem furcellaranu a 15% KCl (F15).



Obrázek 2: Hodnota pH masa, láku a díla pro sadu vzorků šunek bez fosfátové soli

Sada II – bez fosfátové soli

U druhé sady vzorků, jejichž hodnoty jsou graficky znázorněny na obrázku 2, došlo k mírnému poklesu pH láků, a to pravděpodobně z důvodu eliminace fosfátu v receptuře. Syrová kuřecí prsa pro druhou sadu šunek vykazovala pH 6,13, což je vyšší hodnota u syrového masa použitého pro výrobu vzorků než v první sadě. Tento jev mohl být způsoben delší dobou skladování masa.

Ve své publikaci Baston et al. (2008) uvádí, že hodnota pH kuřecího masa se zvyšuje s dobou skladování. Tato skutečnost se potvrdila i v našem případě. [49]

Kontrolní vzorek láku vykazoval hodnotu pH 7,06. Ve srovnání s tímto lákem vykazoval nejnižší hodnotu (5,93) lák s přídavkem konjakové gumy (KG). Nízkou hodnotu pH (5,96)

byla zjištěna u láku s přidavkem furcellaranu s 15% KCl. Vzorek láku s přidavkem karagenanu (K), vykazoval hodnotu pH 9,29, což byla nejvyšší hodnotu láku v porovnání se standardem. Téměř stejnou kyselost (9,28) byla stanovena u láku s karagenanem a dextrózou (KD).

I v tomto případně pH kleslo po smíchání všech surovin a namasírování díla. Kontrola vykazovala pH (5,97). Snížení bylo zjištěno u díla, do kterého byl přidán lák s arabskou gumou (AG). U tohoto díla byla naměřena hodnota pH 5,75. Nejvyšší hodnota (pH 6,05) u namasírovaného díla byla stanovena u směsi s karagenanem (K). Totožné hodnoty pH (5,85) vykazovalo namasírovaného díla pro šunku s Ricogelem (R), současně také u díla s přidavkem karagenanu s dextrózu (KD).

Vliv přidavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Z porovnání obou sad vzorků je patrné, že přidavek fosfátu mírně zvýšil pH připravovaných láků, což se projevilo i u namasírovaného díla. Konkrétně kontrolní lák s přidavkem fosfátu vykazoval pH 8,73. U láku kontrolního vzorku, kde byl eliminován fosfát, byla zjištěna hodnota pH 7,06 Tedy eliminace fosfátu způsobila mírné snížení pH, což ve své publikaci uvádí i Goemaere et al. (2017). [50]

V obou případech, jak ve vzorcích s fosfátem, tak i bez něj, byl pozorován trend zvýšení pH v přítomnosti karagenanu. Lze tedy říci, že karagenan v obou případech způsobil zvýšení pH, ale vyšších hodnot dosahoval současně s přidavkem fosfátu. Lák s přidavkem karagenanu a dextrózy vykazoval minimální rozdíly v pH při porovnání obou sad. U xantanové gumy byl pozorován nejmenší rozdíl kyselosti mezi sadami vzorků namasírovaného díla.

5.2 Hmotnostní ztráty vařením

U vyrobených modelových vzorků kuřecích šunek byly stanoveny hmotnostní ztráty vařením. V tabulce 3 jsou zaznamenány průměrné hodnoty hmotnostních ztrát se směrodatnou odchylkou.

Sada I – s fosfátovou solí

U šunek sady I byly ztráty u kontrolního vzorku stanoveny na $4,28 \pm 0,17$ %. U šunek s přidavkem hydrokoloidu lze říci, že hmotnostní ztráty jsou obecně nižší. Minimální ztráty

($0,73 \pm 0,06$ %) byly u šunky s tara gumou (TG). Vyšší ztráty byly zjištěny u šunky s přídavkem furcellaranu a 15% KCl (F15). Zde byly ztráty $4,80 \pm 0,26$ %.

Dá se tedy usoudit, že tara guma napomohla k vyššímu zadržení vody během tepelného opracování výrobku. Jako vhodný hydrokoloid pro snížení ztrát při současném použití fosfátem se jeví i xantanová guma (XG), nebo také konjaková guma (KG).

Kang et al. (2003) ve své práci uvedly, že ztráty při vaření masných výrobků s hydrokoloidy, jako je karagenan nebo xantanová guma, byly nižší než u kontrol. [51]

Sada II – bez fosfátové soli

Obecně došlo ke zvýšení hmotnostních ztrát u všech modelových šunek. U druhé sady vzorků, byly hmotnostní ztráty u kontrolního vzorku vypočítány na $30,00 \pm 0,04$ %. V této sadě vzorků se jedná o nejvyšší procento hmotnostních ztrát. Vyšší ztráty ($11,99 \pm 0,06$) byly zjištěny také u šunky s arabskou gumou (AG). Z této skutečnosti lze usoudit, že absence fosfátu způsobila zvýšení hmotnostních ztrát, ale přídavek hydrokoloidu má pozitivní vliv na zadržení vody během fáze tepelného ošetření. U nejnižších ztrát se projevil stejný trend jako u první sady, tedy nejnižší hodnotu ($1,86 \pm 0,42$ %) vykazoval vzorek s tara gumou (TG). Stejně tak u konjakové gumy (KG) byly zaznamenány poměrně nízké hmotnostní ztráty. Dá se tedy říci, že u těchto vzorků neměl fosfát významný vliv na hmotnostní ztráty.

Tabulka 3: Hmotnostní ztráty u jednotlivých vzorků šunek

Vzorek	Hmotnostní ztráty [%]	
	Sada s fosfátem	Sada bez fosfátu
Kontrola	$4,28 \pm 0,17$	$30,00 \pm 0,04$
GK	$1,90 \pm 0,35$	$3,67 \pm 0,25$
XG	$1,50 \pm 0,07$	$2,44 \pm 0,05$
K	$2,57 \pm 0,64$	$3,33 \pm 1,57$
TG	$0,73 \pm 0,06$	$1,86 \pm 0,42$
AG	$3,34 \pm 0,02$	$11,99 \pm 0,06$
KD	$2,97 \pm 0,03$	$4,49 \pm 0,58$
R	$2,80 \pm 0,45$	$7,10 \pm 0,21$
KI	$3,00 \pm 0,64$	$3,65 \pm 0,02$
KG	$1,60 \pm 0,03$	$1,93 \pm 0,20$
F15	$4,80 \pm 0,26$	$6,85 \pm 0,05$
F20	$3,87 \pm 0,13$	$6,78 \pm 2,78$

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

V porovnání kontrolních vzorků obou sad je jasné, že fosfáty mají vliv na zadržení vody ve výrobku během vaření, jelikož trend zvýšení hmotnostních ztrát se projevil u všech modelových vzorků, bez přídavku fosfátu. Z výsledků je také patrné, že tara guma (TG) způsobila podstatné snížení hmotnostních ztrát, a to jak s přídavkem fosfátu, tak i v případě jeho absence. Xantanová guma (XG) nebo konjaková guma (KG) jsou poměrně vhodné hydrokoloidy pro snížení hmotnostních ztrát. Jako nevhodné se jeví použití furcellaranu s 15% KCl (F15), nebo také arabská guma (AG).

Ve své studii Glorieux et al. (2017) tvrdí, že přidání sodných a draselných solí kyseliny fosforečné má pozitivní vliv na hmotnostní ztráty u šunek. Šunky mají vyšší výnosy a nižší hmotnostní ztráty, což se potvrdilo i v porovnání s našimi výsledky. [50]

Glorieux et al. (2017) také publikují, že eliminace fosfátů měla za následek vysoké ztráty během tepelného ošetření u vařených uzenin, což se potvrdilo také u našich modelových vzorků. [50]

Song et al. (2002) uvedli, že ztráty při vaření kontrolních hovězích placiček byly vyšší, než u placiček s karagenanem, xantanovou a guarovou gumou. [52]

5.3 Reologická analýza

Modelové vzorky byly podrobeny reologické analýze. Měření reologických vlastností bylo prováděno pomocí reometru Kinexus Pro+ od společnosti Malvern. Získané hodnoty pro elastický modul pružnosti G' , viskózního modulu pružnosti G'' a ztrátového faktoru $\tan \delta$ jsou uvedeny v tabulce 4. Ze získaných hodnot G' a G'' byla následně vypočítána hodnota komplexního modulu pružnosti G^* a úhel fázového posunu $\tan \delta$ pro frekvenci 1 Hz. Komplexní modul pružnosti udává tuhost výrobku a tangenta úhlu fázového posunu je vyjádřením převahy viskózního, či elastického chování výrobku. Grafické znázornění výsledků závislosti komplexního modulu pružnosti (G^*) na teplotě při frekvenci 1 Hz jsou vyobrazeny na obrázcích 3 – 14.

Pro G' , G'' a tangentu úhlu fázového posunu $\tan \delta$ byly vybrány teploty 5, 30 a 70 °C popisující celý průběh měření simulace tepelného opracování.

5.3.1 Hodnocení elastického modulu G'

Během reologického měření, byl u modelových vzorků obou sad stanoven elastický modul pružnosti, jehož hodnoty jsou umístěny v tabulce 4.

Sada I – s fosfátovou solí

U kontrolního vzorku první sady byl zaznamenán pokles elastického modulu pružnosti G' při záhřevu na 30 °C, nárůst opětovně pokračoval při pokračování tepelného záhřevu. Tento trend se projevil u všech vzorků. V porovnání s modelovým kontrolním vzorkem vykazovala nejnižší hodnoty během tepelného opracování šunka, která obsahovala xantanovou gumu (XG) a fosfát. Nižší hodnoty byly zjištěny i u vzorků s přídavkem arabské gumy (AG). Naopak nejvyšší hodnoty elastického modulu pružnosti vykazoval vzorek, do kterého byl karagenan s dextrózou (KD).

Sada II – bez fosfátové soli

Vzorky kuřecích šunek, do kterých nebyl přidán fosfát, vykazovaly nižší hodnoty elastického modulu pružnosti. Stejně jako u sady s fosfátem, byl i druhé sady zaznamenán trend poklesu (při 30 °C) a následného nárůstu hodnot během tepelného záhřevu (70 °C). Modelová kuřecí šunka s obsahem tara gumy (TG) vykazovala blízké hodnoty G' během záhřevu jako kontrolní vzorek této sady, ale při 70 °C vykazoval tento vzorek nejvyšší hodnoty ze sady.

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

U první i druhé sady byl zaznamenán trend poklesu elastického modulu pružnosti při záhřevu na 30 °C, a následně došlo k jeho nárůstu při dalším zahřívání vzorků na 70 °C. Ve srovnání hodnot vzorků standardů lze vidět poměrně velké rozdíly. Zde lze říci, že na tuto skutečnost má vliv použití fosfátu. Vzorek, ve kterém nebyl obsažen fosfát, vykazoval řádově nižší hodnoty. Podobný trend byl zaznamenán u tří dvojic měřených šunek. Jednalo se o vzorek s přídavkem karagenanu (K) a karagenanu dextrózou (KD), dále s přídavkem karagenanu iota (KI) a vzorek s konjak gumou (KG).

U kontrolního vzorku bez fosfátu byla zjištěna druhá nejnižší hodnoty v dané sadě. Dá se tedy konstatovat, že na tento parametr měl přídavek hydrokoloidu vliv. To popisují i autoři Yasin et al. (2016) se po přidání hydrokoloidu zvýšila hodnota elastického modulu pružnosti. [53]

5.3.2 Hodnocení viskózního modulu pružnosti G''

Během reologického měření byly také stanoveny viskózní (ztrátové) moduly pružnosti G'' u modelových vzorků kuřecích šunek. I u viskózního modulu pružnosti G'' se projevil podobný trend, stejně jako u elastického modulu pružnosti G' . U všech měřených vzorků byl průběh obdobný. Na začátku měření byla hodnota viskózního modulu pružnosti vyšší, během záhřevu na 30 °C se tato hodnota snižovala, a během dalšího záhřevu na teplotu 70 °C hodnota znovu stoupala.

Sada I – s fosfátovou solí

U kontrolní šunky se projevil obdobný trend jako u měření viskózního modulu pružnost. V porovnání s tímto vzorkem byly významné rozdíly zjištěny u dvou modelových kuřecích šunek během teplotního záhřevu. Jednalo se o šunky s přísadkou gummy karubin (GK), obsahující karagenan a dextrózu (KD). Výrazně vyšších hodnot G'' při dalším záhřevu na 70 °C bylo dosaženo u vzorku s konjakovou gumou (KG).

Sada II – bez fosfátové soli

Kontrolní vzorek kuřecí šunky vykazoval nižší hodnoty viskózního modulu pružnosti než kontrolní šunka fosfátové sady. Projevil se trend snížení hodnot během záhřevu k 30 °C, a k následnému zvýšení hodnot došlo při dalším záhřevu na 70 °C. Nejnižších hodnot G'' dosahoval kontrolní vzorek. Významně vyšších hodnot při záhřevu na 70 °C oproti kontrolnímu vzorku vykazoval modelový vzorek s obsahem tara gummy (TG) a také vzorek s přísadkou gummy karubin (GK).

Vliv přísady fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Porovnáním hodnot viskózního modulu pružnosti kontrolních vzorků šunek bylo zjištěno, že vzorek s fosfátem vykazoval vyšší hodnoty v celém rozsahu tepelného režimu. Stejný trend byl pozorován u šunek s obsahem karagenanu a dextrózy (KD), také u vzorku s přísadkou karagenanu iota (KI) a modelového vzorku s konjakovou gumou (KG).

Z výsledných hodnot G'' je možné konstatovat, že přísada fosfátu do receptury kuřecích šunek měl na tento parametr vliv. Mezi vzorky s přísadkou hydrokoloidu byly zjištěny rozdíly viskózního modulu pružnosti během tepelného záhřevu, ovšem u sady I nebyly rozdíly velké. U většiny vzorků obou sad se projevil stejný trend snížení hodnoty viskózního modulu pružnosti při záhřevu vzorků na 30 °C, a při dalším zahřívání vzorků docházelo ke zvyšování hodnot. Použití hydrokoloidu mělo vliv na viskózní modul pružnosti. U druhé

sady byly rozdíly ve viskózním modulu pružnosti vyšší. Největší rozdíly byly zjištěny při záhřevu na 70 °C, kdy šunka s tara gumou (TG) vykazovala řádově vyšší hodnotu. Nejnižších hodnot viskózního modulu pružnosti dosahoval kontrolní vzorek bez přídavku fosfátu. Dá se tedy říci, že přídavek hydrokoloidu v této sadě mělo za následek nárůst hodnot viskózního modulu pružnosti. Podle autorů Polášek et al. (2021) měl přídavek hydrokoloidu vliv na viskózní modul pružnosti. [54]

Tabulka 4: Naměřené hodnoty elastického modulu pružnosti G' , viskózního modulu pružnosti G'' a $\tan \delta$ fázového posunu při teplotě 5 °C, 30 °C a 70 °C.

vzorek	5 °C			30 °C			70 °C		
	G' [Pa]	G'' [Pa]	$\tan \delta$	G' [Pa]	G'' [Pa]	$\tan \delta$	G' [Pa]	G'' [Pa]	$\tan \delta$
kontr_fs	2574	469,0	0,182	2070,0	433,6	0,214	15810	1308	0,083
kontr_bfs	954,2	254,6	0,278	782,4	181,6	0,232	9289	847,4	0,091
GK_fs	2545	577,8	0,227	2140,0	501,2	0,234	25760	2568	0,100
GK_bfs	1238	345,9	0,279	763,4	229,6	0,301	91480	16480	0,180
XG_fs	1439	300,3	0,209	1080,0	295,8	0,272	14240	1265	0,089
XG_bfs	300,4	109,0	0,363	209,5	76,2	0,364	16920	2193	0,130
K_fs	2050	405,0	0,198	1827,0	371,2	0,203	13870	1106	0,080
K_bfs	2419	492,2	0,203	1953,0	383,4	0,196	16990	1682	0,099
TG_fs	2205	523,6	0,237	1625,0	487,3	0,300	20400	2151	0,105
TG_bfs	943,7	324,4	0,344	606,4	227,5	0,375	123000	23330	0,190
AG_fs	1493	342,9	0,230	1333,0	312,6	0,235	18090	1613	0,089
AG_bfs	1332	292,9	0,220	917,7	204,6	0,223	19290	2351	0,122
KD_fs	3213	544,3	0,169	2556,0	509,8	0,199	28800	3245	0,113
KD_bfs	1451	362,2	0,250	1252,0	254,3	0,203	20360	2166	0,106
R_fs	1980	401,7	0,203	1733,0	370,0	0,214	15800	1401	0,089
R_bfs	1751	393,6	0,225	1435,0	287,2	0,200	16670	1696	0,102
KI_fs	2684	453,0	0,169	2186,0	424,5	0,194	34480	4085	0,118
KI_bfs	1402	354,3	0,253	1219,0	262,0	0,215	15160	1634	0,108
KG_fs	1985	440,8	0,222	1681,0	419,1	0,249	59030	8128	0,138
KG_bfs	1731	473,7	0,274	1198,0	343,9	0,287	32600	5049	0,155
F15_fs	2154	436,4	0,203	1995,0	402,8	0,202	21350	2024	0,095
F15_bfs	1452	364,1	0,251	1233,0	262,1	0,213	62400	9713	0,156
F20_fs	2224	412,2	0,185	1782,0	379,3	0,213	21370	1942	0,091
F20_bfs	2083	457,2	0,219	1707,0	337,5	0,198	34840	3823	0,110

5.3.3 Hodnocení tangenty fázového úhlu posunu

Z výsledků reologického měření byla u modelových vzorků kuřecích šunek vypočítána tangenta fázového úhlu posunu, která znázorňuje poměr mezi viskózním a elastickým modulem pružnost. Udává, zda je látka více viskózní, či elastická. Tangenta úhlu fázového posunu vykazovala rozdílné hodnoty u modelových vzorků.

Sada I – s fosfátovou solí

U kontrolního vzorku se hodnota tangenty úhlu fázového posunu v průběhu záhřevu na 30 °C zvyšovala, ale při dalším záhřevu opět klesala. Tento trend se projevil i u ostatních šunek z první sady. Nejnižší rozdíly v hodnotách ve srovnání s kontrolou vykazoval vzorek s přidavkem furcellaranu a 20% KCl. Nejvyšší rozdíly byly shledány u vzorku s tara gumou (TG).

Sada II – bez fosfátové soli

U druhé sady se projevil obdobný trend, stejně jako u první sady. V porovnání s kontrolním vzorkem byly vyšší rozdíly v průběh zaznamenány u vzorku s přidavkem xantanové gumy (XG). Významné rozdíly byly zjištěny i u modelového vzorku s tara gumou (TG). Nízké hodnoty vykazovala šunka s obsahem karagenanem (K).

Vliv přidavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Tangenta fázového úhlu modelových šunek během záhřevu při měření kolísala. Ze začátku měření při teplotě 5 °C dosahovala větších hodnot tangenty fázového úhlu sada vzorků, do kterých nebyl přidán fosfát. Mezi kontrolami byly během záhřevu zaznamenány rozdíly. Výjimku tvořil vzorek s arabskou gumou (AG), u kterého byla hodnota šunky s fosfátem 0,230 a vzorku bez fosfátu 0,220. Stejný trend se projevil u téhož vzorku i při 30 °C, ovšem při záhřevu na 70 °C byla hodnota pro šunku bez fosfátu vyšší.

Jelikož hodnota tangenty fázového úhlu posunu byla nižší než 1, to potvrzuje, že naše vzorky šunek vykazovaly více elastické vlastnosti.

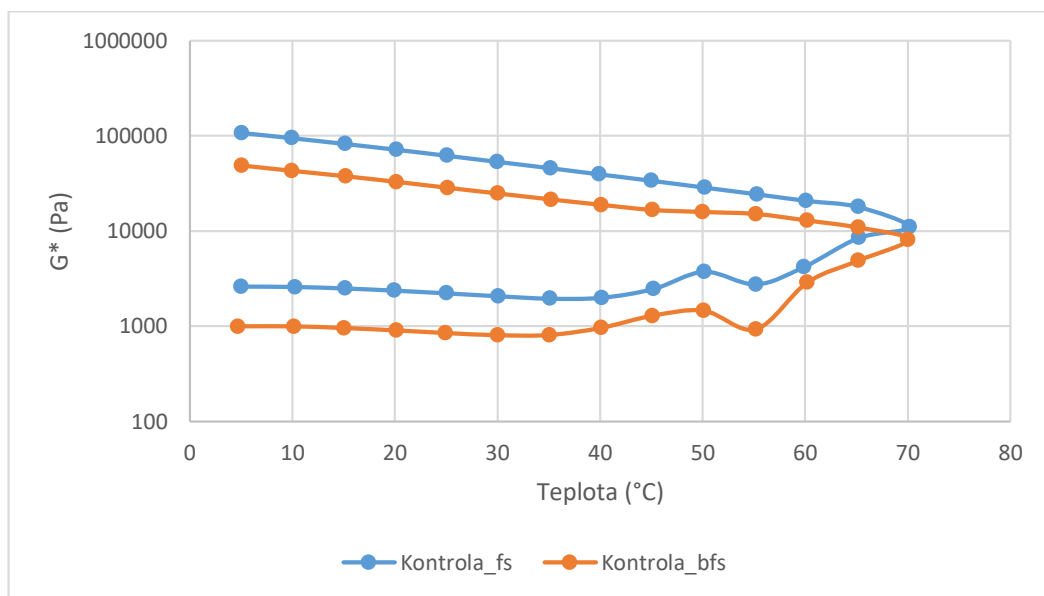
U všech našich modelových vzorků kuřecích šunek byly hodnoty elastického modulu pružnosti vyšší, než hodnoty viskózního modulu pružnosti. Nárůst hodnot elastického modulu pružnosti poukazuje na to, že během tepelného opracování došlo k denuraci, následné agregaci a myozinových struktur, což píše ve své práci autoři Yang et al. (2016). Z toho vyplývá, že u všech modelových vzorků převažovaly elastické vlastnosti nad viskózními. Také je možné konstatovat, že přidavek hydrokoloidu do modelových vzorků kuřecích šunek ovlivnil viskoelastické vlastnosti. [55]

5.3.4 Hodnocení komplexního modulu G^*

Proběhlo reologické měření a z výsledných hodnot byly vytvořeny grafy závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě při konstantní frekvenci 1 Hz. Sledován byl vliv fosfátu na průběh, ale i přidavek hydrokoloidu. Komplexní modul pružnosti udává tuhost

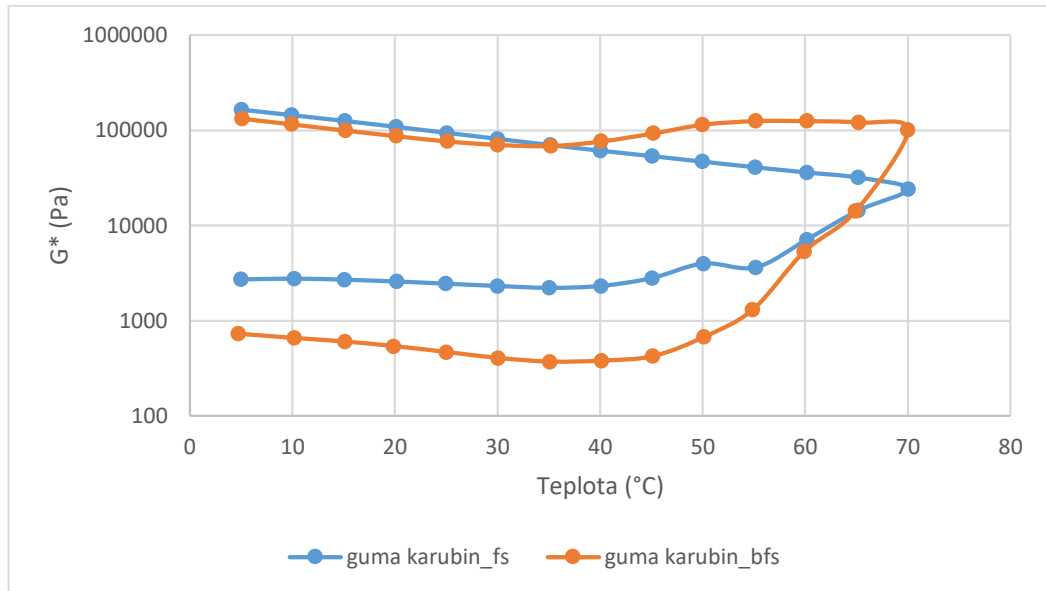
zkoumaného materiálu. Porovnání kontrolních vzorků se nachází na obrázku 3. Srovnání jednotlivých druhů hydrokoloidů u obou sad s přidavkem a absencí fosfátu se nachází na obrázcích 4 – 14.

Při měření reologických vlastností byly shledány odlišnosti mezi všemi našimi vzorky. V porovnání vzorků standardů, jsou patrné rozdíly v komplexním modulu pružnosti v závislosti na teplotě při použití fosfátu a bezfosfátové variantě. Nicméně průběh se u obou standardů výrazně neliší.



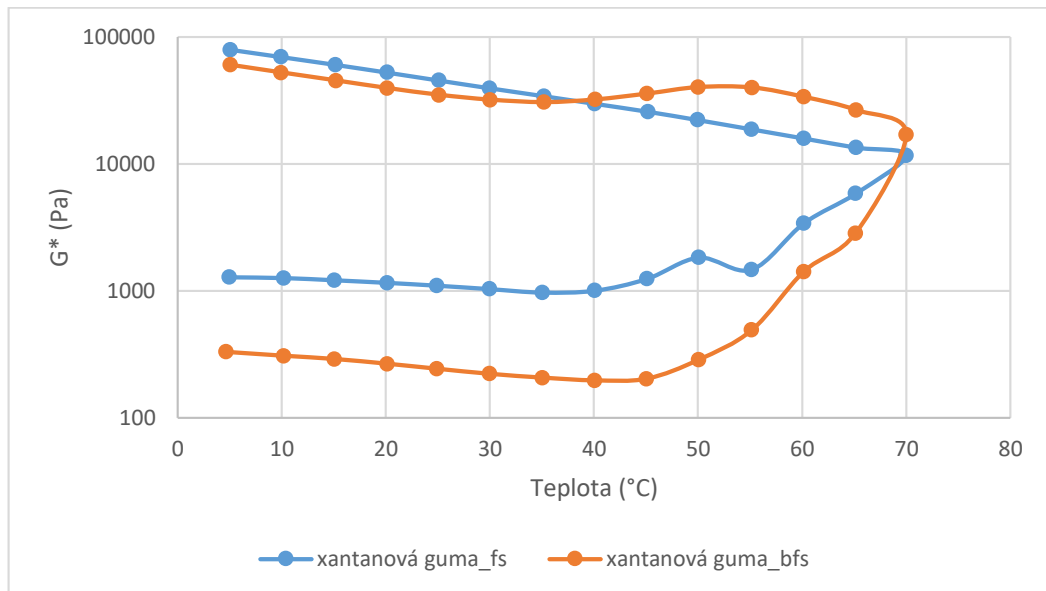
Obrázek 3: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro kontrolní vzorky kuřecích šunek

Na obrázku 3 je grafické znázornění závislosti komplexního modulu pružnosti na teplotě při konstantní frekvenci 1 Hz pro kontrolní vzorky šunek. Je zde patrné zvýšení hodnot kontrolního vzorku s přidavkem fosfátu vůči kontrole bez fosfátu v celém průběhu měření. Lze tedy říci, že fosfát způsobil vyšší tuhost.



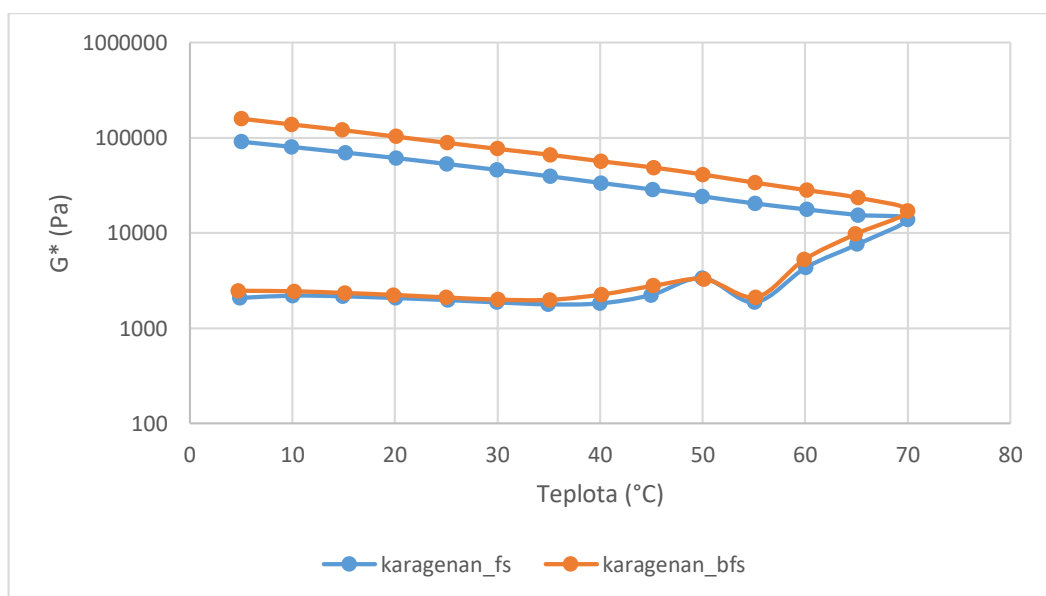
Obrázek 4: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s gumou karubin

Po přidavku gumy karubin (obr. 4) do šunek došlo ke změně průběhu komplexního modulu pružnosti u vzorku bez fosfátu vůči vzorku s fosfátem. Zatím co modelový vzorek s přidavkem fosfátu vykazoval podobný průběh jako kontrola, u vzorku bez fosfátu došlo k významné změně. Komplexní modul pružnosti v průběhu záhřevu klesal až do teploty 40 °C, při dalším záhřevu k významnému zvýšení komplexního modulu pružnosti. Při 70 °C vykazoval vzorek bez fosfátu vyšší hodnotu. V průběhu chlazení došlo k ustálení a snížení komplexního modulu pružnosti. Lze tedy konstatovat, že eliminace fosfátu způsobila významný rozdíl komplexního modulu pružnosti v průběhu záhřevu.



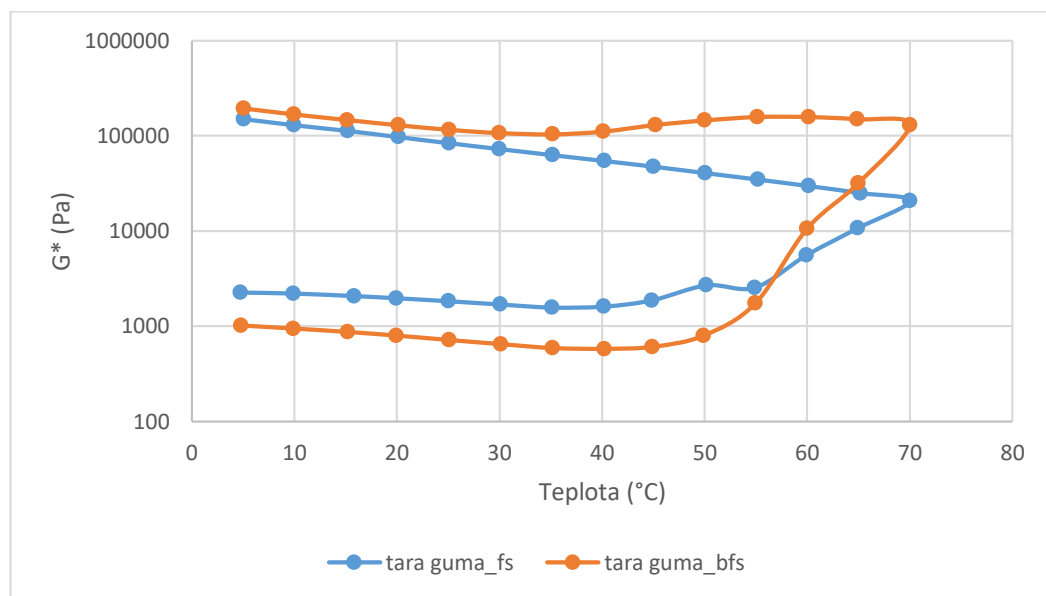
Obrázek 5: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s xantanovou gumou

Přidáním xantanové gumy do vzorku s fosfátem došlo k celkovému snížení komplexního modulu pružnosti v celém průběhu teplotního režimu (obr. 5). Vzorek šunky (XG), do kterého nebyl přidán fosfát, vykazoval odlišný průběh, během fáze teplotního zahřevu byl komplexní modul pružnosti nižší než u fosfátové sady. Tento vzorek bez fosfátu měl také při 70 °C vyšší hodnotu. V průběhu chlazení došlo k ustálení hodnot a snížení. Z výsledků lze usoudit, že absence fosfátu měla výrazný vliv na průběh komplexního modulu pružnosti během teplotního režimu.



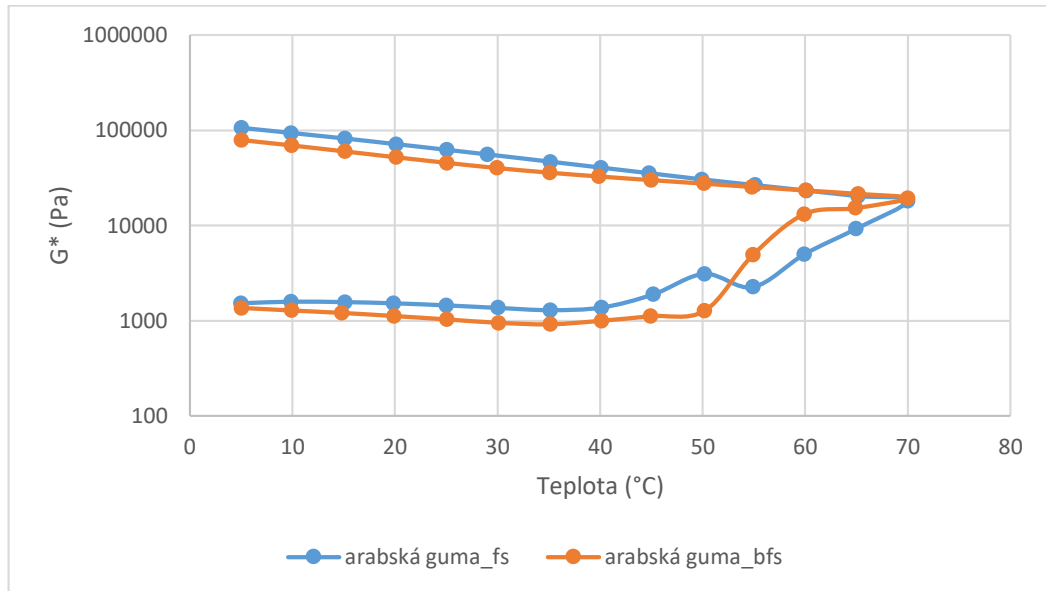
Obrázek 6: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s karagenanem

U vzorku modelových šunek s přidavkem karagenanu je z grafu na obrázku 6 patrné, že se jedná o vzorek, kde byl průběh komplexního modulu pružnosti při tepelném režimu obou sad více méně totožný. Oba vzorky v průběhu fáze zahřívání vykazovaly blízké hodnoty komplexního modulu pružnosti. Ve fázi chlazení poté došlo ke zvýšení komplexního modulu pružnosti u vzorku bez fosfátu. Při použití karagenanu u šunek lze konstatovat, že fosfát neměl výrazný vliv na komplexní modul pružnosti. Absence fosfátu v tomto případě způsobila zvýšení tuhosti vzorku v průběhu chlazení.



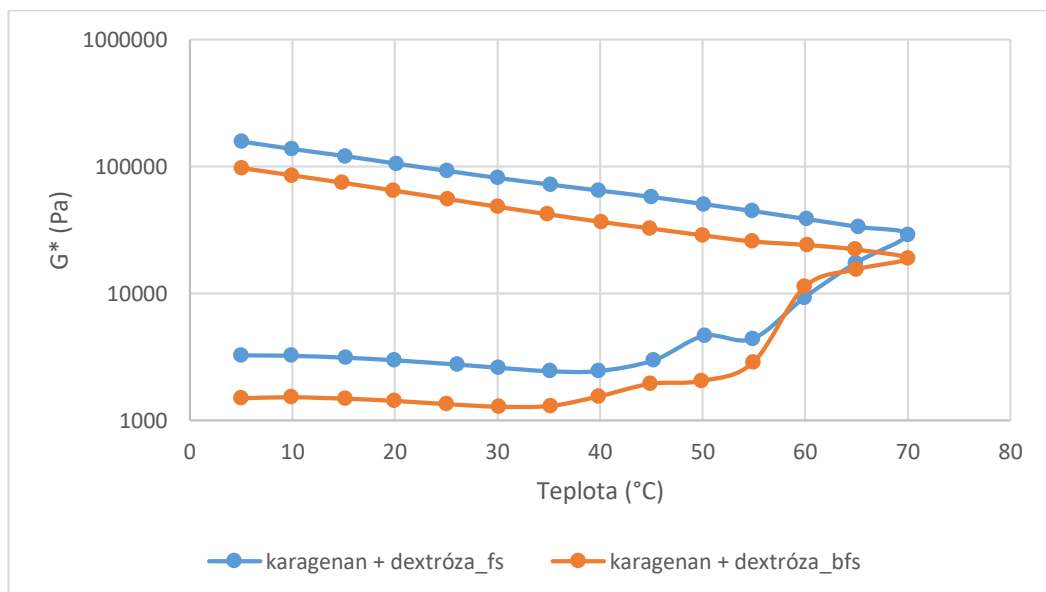
Obrázek 7: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s tara gumou

Po přidavku tara gumy byl pozorován menší rozdíl G^* v průběhu tepelného záhřevu, jak je zobrazeno na obrázku 7. Ovšem při 55 °C došlo u šunky bez přidavku fosfátu k vyššímu nárůstu komplexního modulu pružnosti než u vzorku s fosfátem. Tento vzorek vykazoval vyšší hodnoty i při 70 °C. V průběhu chlazení se hodnoty stabilizovaly, a na konci měření vykazovala šunka bez fosfátu vyšší tuhost. Modelový vzorek s fosfátem vykazoval obdobný průběh jako kontrolní. Tara guma způsobila zvýšení tuhosti šunky, kde byl vynechán fosfát z receptury.



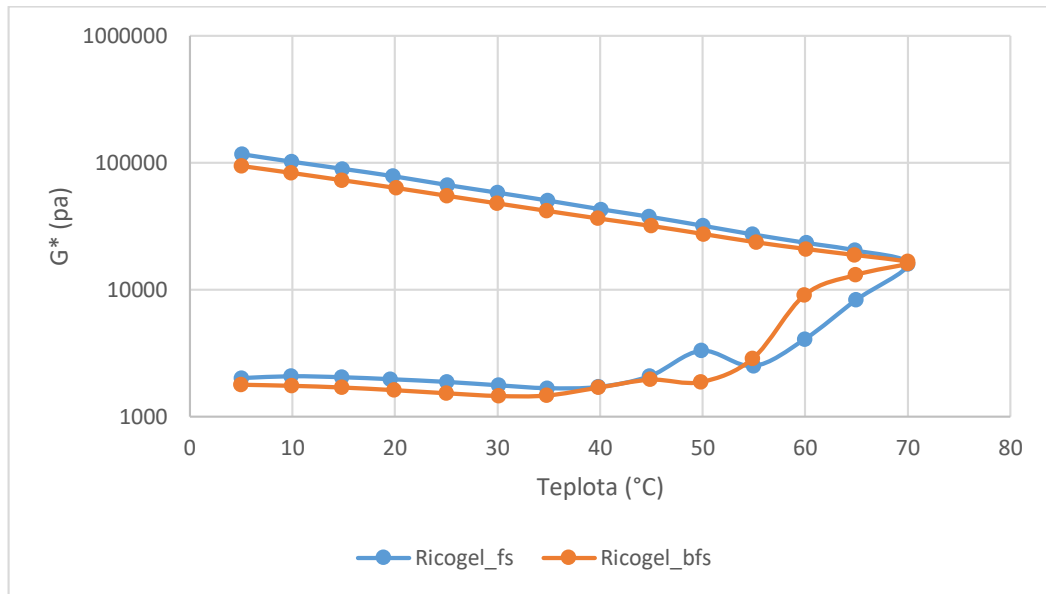
Obrázek 8: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s arabskou gumou

U vzorků kuřecích šunek s obsahem arabské gumy (AG) nebyl pozorován výrazný rozdíl v průběhu teplotního režimu, viz obrázek 8. Výjimka byla zjištěna během zahřevu mezi 40 až 70 °C. Při teplotě 70 °C oba vzorky vykazovaly téměř stejné hodnoty. Během tohoto rozmezí teplot došlo u šunky bez fosfátu ke zvýšení komplexního modulu pružnosti. Během chlazení se hodnoty opět srovnaly. Vzorek s přidavkem fosfátu vykazoval při chlazení vyšší tuhost.



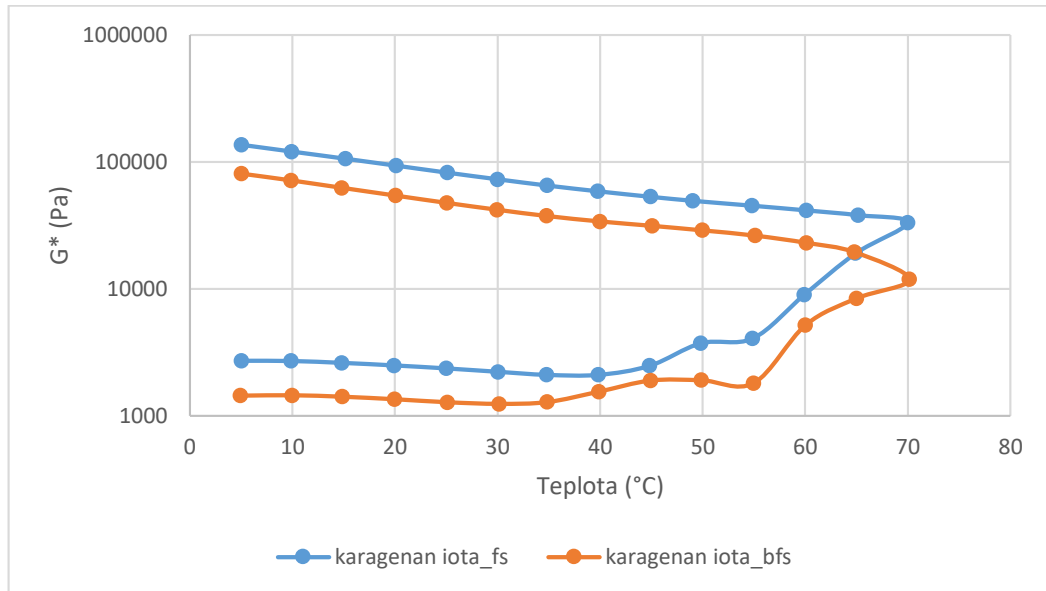
Obrázek 9: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s karagenanem a dextrózou

Přídavkem karagenanu s dextrózou (obr. 9) do výrobků se celkově zvýšil komplexní modul pružnosti oproti kontrolním šunkám. V celkovém měřítku vykazoval vzorek (KD) s fosfátem vyšší hodnoty v průběhu teplotního režimu. Fosfát měl tedy u tohoto vzorku vliv na zvýšení komplexního modulu pružnosti.



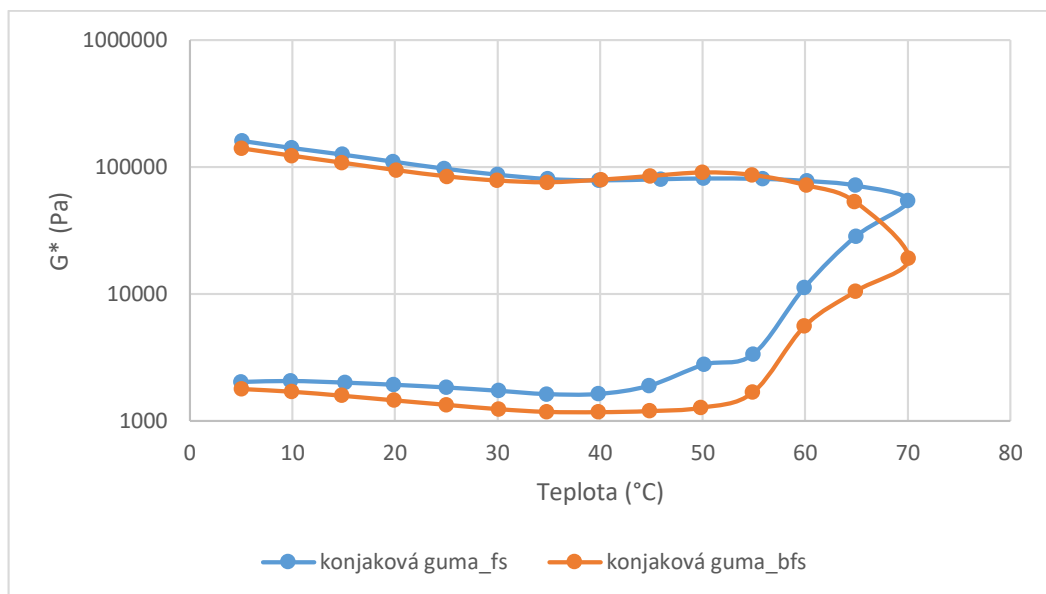
Obrázek 10: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s Ricogelem

Modelové šunky s Ricogelem vykazovaly v průběhu tepelného režimu, který je graficky znázorněn na obrázku 10, podobný průběh komplexního modulu pružnosti. Také vykazovaly téměř shodné hodnoty při teplotě 70 °C. Projevil se zde obdobný trend jako u šunek s přídavkem arabské gumy.



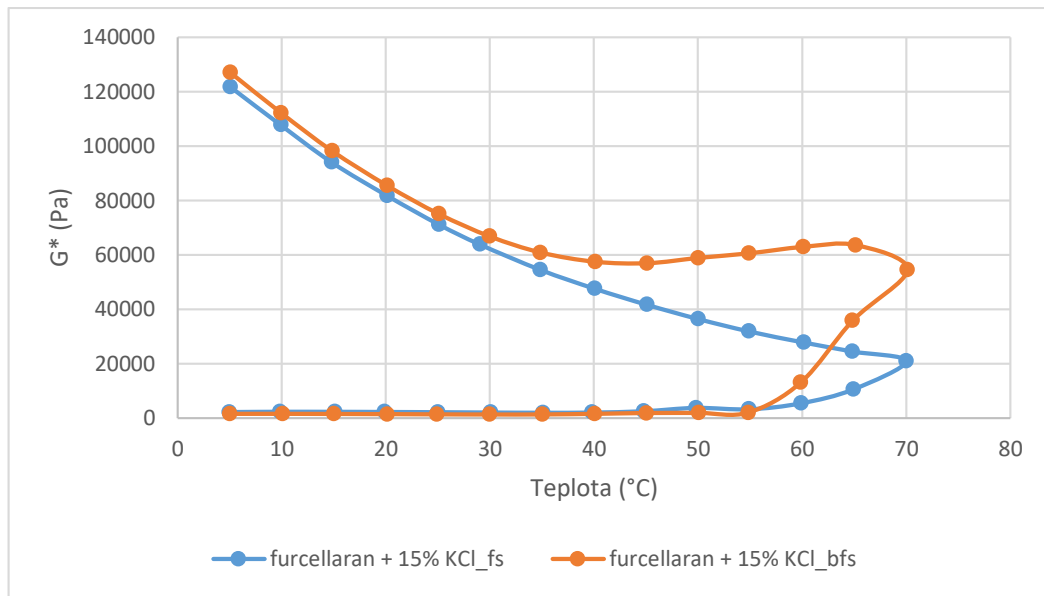
Obrázek 11: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s karagenanem iota

Modelová šunka s přidavkem karagenanu iota (obr. 11) a fosfátem dosáhla vyšší hodnoty komplexního modulu pružnosti než kontrolní vzorek, který je zobrazen na obrázku 3. V porovnání se vzorkem bez fosfátu dosahoval vyšších hodnot během celého teplotního režimu. Šunka, kde byl eliminován fosfát, dosahovala vyšších hodnot komplexního modulu pružnosti, než kontrola, dá se tedy říci, že karagenan iota má vliv na tuhost výrobku.



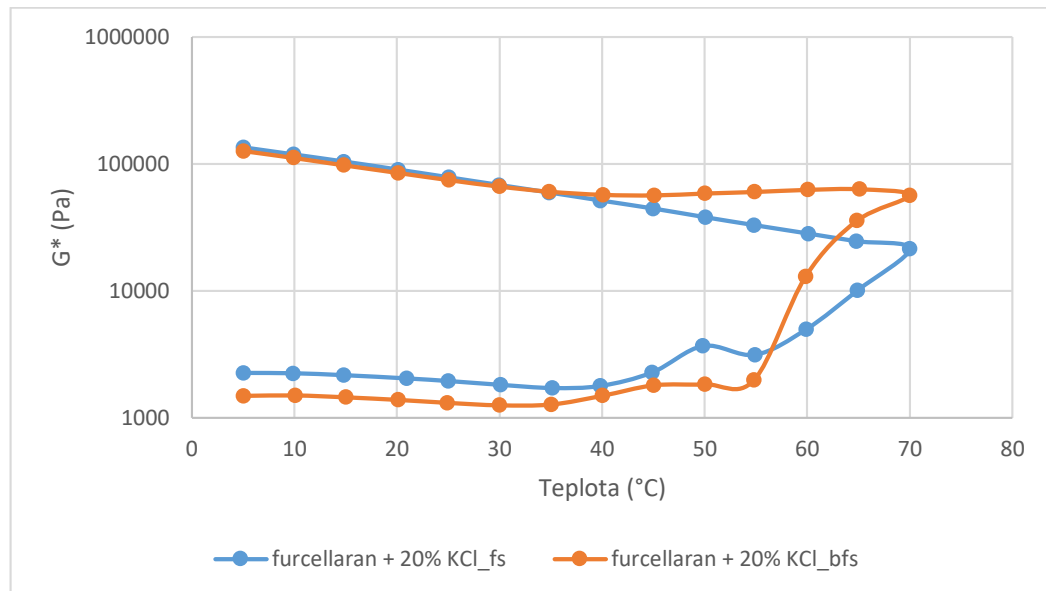
Obrázek 12: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s konjakovou gumou

Konjaková guma způsobila zvýšení komplexního modulu pružnosti (obr. 12). V porovnání s kontrolními vzorky se průběh lišil. Přídavek konjakové gummy způsobil u obou vzorků zvýšení hodnot komplexního modulu pružnosti, a tedy i tuhosti vzorků. Při záhřevu na 70 °C dosahoval vzorek s fosfátem vyšších hodnot. Vzorek s fosfátem v konečném důsledku vykazoval mírně vyšší hodnoty na konci procesu chlazení.



Obrázek 13: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s furcellaranem a 15 % KCl

Po přidavku furcellaranu s 15% KCl do šunky bez fosfátu projevil během teplotního režimu v konečné fázi tepelného záhřevu významný nárůst komplexního modulu pružnosti, kdy při 70 °C vykazoval bezfosfátový vzorek vyšší hodnotu. Dále v průběhu chlazení se ustálil, a dosáhl mírně vyšších hodnot G^* , než fosfátový vzorek. Lze zde tedy pozorovat vliv fosfátu na průběh komplexního modulu pružnosti během tepelného režimu, ale i vliv furcellaranu s chloridem draselným.



Obrázek 14: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s furcellaranem a 20 % KCl

Na obrázku 14 je vyobrazen průběh komplexního modulu pružnosti šunky s přidavkem furcellaranu s 20% KCl. U vzorku šunky bez fosfátu během tepelného režimu při záhřevu k významnému nárůstu komplexního modulu pružnosti ve srovnání s kontrolním vzorkem. Také v porovnání s fosfátovou variantou byly hodnoty G^* během záhřevu a výdrže vyšší, ale při chlazení došlo ke srovnání hodnot a snížení. Vzorek s fosfátem vykazoval na konci chlazení mírně vyšší hodnoty, z čehož lze vyvodit, že konečný produkt je při použití fosfátu mírně tužší.

5.3.5 Vyhodnocení komplexního modulu pružnosti G^*

Sada I – s fosfátovou solí

Při porovnání G^* u šunek s fosfátem byly shledány rozdíly mezi použitými hydrokoloidy. V porovnání s kontrolou vykazoval obdobný průběh během tepelného režimu vzorek s přidavkem karagenanu (obr. 6). Podobný trend vykazovala i šunka s přidavkem Ricogelu (obr. 10), což může být způsobeno tím, že Ricogel ve svém složení obsahuje také karagenan. Karagenan s dextrózou (obr. 9) měl během měření podobný průběh, jako kontrolní vzorek, ale v celém průběhu vykazoval vyšší hodnoty. Šunka s přidavkem furcellaranu a 15% KCl vykazovala významné rozdíly ve srovnání s kontrolou. Na rozdíl od kontrolního vzorku byl komplexní modul pružnosti konstantní a ke konci záhřevu se zvyšoval. Během chlazení docházelo k významnému nárůstu G^* u šunky s furcellaranem a 15% KCl. Rozdílný průběh

vykazovala i šunku s přidavkem xantanové gumy (XG), kde byl v receptuře eliminován fosfát. Podobný průběh byl zjištěn i vzorku bez fosfátu a s gumou karubin (GK).

Sada II – bez fosfátové soli

Výsledky byly porovnávány s kontrolním vzorkem a byly zjištěny významné rozdíly. Podobný průběh komplexního modulu pružnosti byl zjištěn u vzorku s karagenanem (obr. 6). Vzorek s přidavkem karagenanu iota (obr. 11) se mírně lišil. Vzorek s arabskou gumou (obr. 8) vykazoval podobný průběh jako ten, do kterého byl přidán Ricogel (obr. 10). Odlišnosti vykazovaly i vzorky do kterých byl přidán furcellaran s KCl v odlišné koncentraci 15 a 20%. Je tedy pravděpodobné, že koncentrace KCl měla vliv na průběh komplexního modulu pružnosti během teplotního režimu.

Vliv přidavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Při porovnání kontrolních vzorků lze konstatovat, že přidavek fosfátů má vliv na tuhost výsledného výrobku. U vzorku s karagenanem iota, a také s karagenanem a dextrózou byl zjištěna vyšší tuhost. Opačný trend se projevil po přidavku karagenanu, kdy během chlazení došlo ke zvýšení tuhosti u vzorku bez fosfátu. Velké rozdíly v průběhu byly zjištěny po přidavku xantanové gumy (obr. 5), ale hodnoty komplexního modulu pružnosti byly v obou případech významně vyšší. Nejvyšší rozdíly byly změřeny u vzorku s přidavkem furcellaranu a 15% KCl.

Karagenan se jeví jako vhodný hydrokoloid pro použití v potravinářském průmyslu, jelikož má v porovnání obdobný průběh. Při eliminaci fosfátu vykazuje vyšší hodnoty. Autoři Verbeken et al. (2005) ve své publikaci píší, že za vytvoření trojrozměrné sítě jsou zodpovědné masové proteiny rozpustné v soli a nikoli karagenan. [56]

5.4 Texturní profilová analýza

U vzorků kuřecí šunky, byly texturní vlastnosti měřeny minimálně 72 hodin od výroby za pomoci textuometru TA.XT Plus. Každý modelový vzorek byl změřen šestkrát, při laboratorní teplotě. Byl proveden kompresní test a byly získány parametry tvrdosti, soudržnosti, žvýkatelnosti, gumovitosti a lepivosti. Po vyhodnocení byly z dat vytvořeny grafy pro každý parametr textury.

5.4.1 Tvrдость

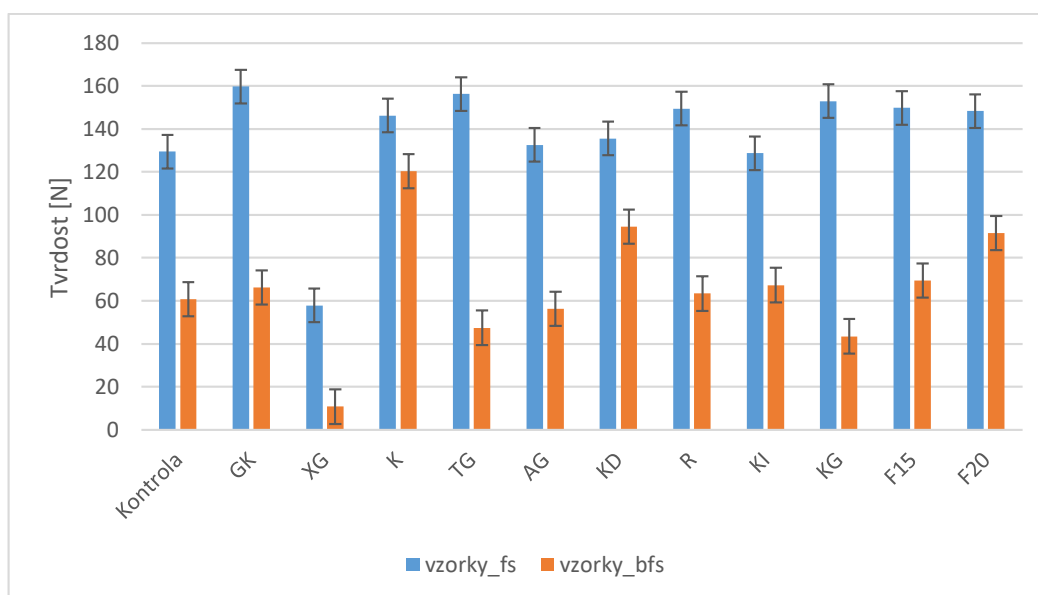
Ze sloupcového grafu, který je znázorněn na obrázku 15 lze vidět rozdíly v tvrdosti modelových vzorků šunek při použití rozdílných hydrokoloidů současně s kontrolním vzorkem, kde nebyl použit žádný hydrokoloid. Ve stejném grafu jsou znázorněny vzorky fosfátové sady a bezfosfátové varianty.

Sada I – s fosfátovou solí

U kontrolního vzorku s fosfátem byla stanovena tvrdost 129,42 N. Xantanová guma (XG) guma vykazovala v porovnání s kontrolou nejnižší hodnotu tvrdosti, a to 57,84 N. Nízkou tvrdost (128,68 N) také vykazovala šunka s přísádkem karagenanu iota. Tato hodnota je velice blízká s kontrolním vzorkem. Jako nejtvrdší šunka se v této sadě jevila šunka s přísádkem gumy karubin (KG), u které byla tvrdost stanovena na 159,70 N. Poměrně podobnou tvrdost jako guma karubin vykazovala šunka s tara gumou (TG) 156,29 N.

Sada II – bez fosfátové soli

U sady modelových šunek bez fosfátu, lze vidět trend snížení tvrdosti u všech vzorků. Kontrolní vzorek v této sadě měl tvrdost 60,79 N. V porovnání s kontrolou byla nejnižší tvrdost (10,78 N) stanovena u vzorku šunky s přísádkem xantanové gumy (XG). Také u šunky s konjakovou gumou (KG) vykazovala poměrně nízkou tvrdost. U modelového vzorku s gumou karubin (GK) byla stanovena nejvyšší tvrdost (159,70 N) z druhé sady vzorků.



Obrázek 15: Hodnoty tvrdosti modelových vzorků kuřecích šunek

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Ze srovnání obou sad vzorků lze vyvodit, že fosfát má přímý vliv na tvrdost vyrobených kuřecích šunek. Tento trend se projevil u všech modelových vzorků. Použitím xantanové gumy se docílí významného snížení tvrdosti šunek. Dá se tedy říci, že xantanová guma v obou případech snižovala tvrdost šunek, což potvrzují i Hasret et al. (2006) v publikaci, kde píše, že po přídavku xantanové gumy do mělněného masového výrobku došlo ke snížení tvrdosti. [57]

Naopak nejvyšší tvrdosti bylo docíleno přídavkem gumy karubin, a to jak v sadě s fosfátem, tak i v případě absence fosfátu. Podle autorů Glorieux et al. (2017) může mít na tvrdost vliv ztráta vody nebo tuku. [50]

Největší rozdíl v tvrdosti u stejného hydrokoloidu, byl zjištěn u vzorků, kde byla přidána konjaková guma. Naopak nejmenšího rozdílu v tvrdosti šunek bylo docíleno přídavkem karagenanu.

5.4.2 Soudržnost

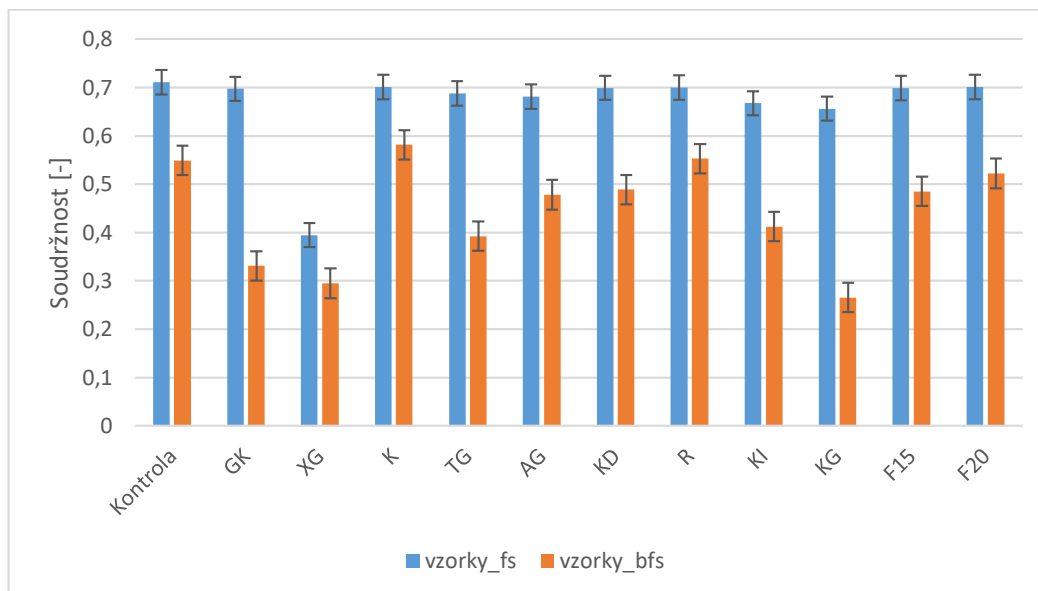
Jako druhý parametr u texturní profilové analýzy byla zkoumána soudržnost vzorků, jejichž výsledky jsou graficky znázorněny na obrázku 16.

Sada I – s fosfátovou solí

Kontrolní vzorek s fosfátem vykazoval soudržnost 0,71, což byla také nejvyšší soudržnost v této sadě vzorků. Ve srovnání s kontrolou nebyla soudržnost většiny vzorků s hydrokoloidy významně rozdílná. Podobné soudržnosti (0,70) bylo docíleno přídavkem karagenanu (K) a furcellaran s 20% KCl (F20). Výjimku tvořila modelová šunka s přídavkem xantanové gumy (XG), která jevila významně nižší soudržnost (0,39).

Sada II – bez fosfátové soli

U vzorků modelových šunek bez fosfátu se projevil trend snížení soudržnosti u všech vzorků. Kontrolní vzorek vykazoval soudržnost 0,55. Nejnižší soudržnost (0,26) v této sadě byla stanovena u šunky s konjakovou gumou (KG). Nízkou hodnotu (0,29) vykazoval také vzorek s přídavkem xantanové gumy (XG). V porovnání s kontrolním vzorkem byla vyšší soudržnost stanovena u třech modelových vzorků šunek. Nejvyšší soudržnost (0,58) byla zjištěna u šunky s karagenanem (K). Dále také vzorek s Ricogelem (R) nebo šunka s furcellaranem a 20% KCl.



Obrázek 16: Hodnoty soudržnosti modelových vzorků kuřecích šunek

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Ze srovnání výsledků soudržnosti obou sad vzorků lze vyvodit, že fosfát napomáhá soudržnosti finálních šunek. Toto tvrzení potvrzují i autoři Gál et al. (2011) ve své publikaci, kde mluví o tom, že přídavek fosfátů do masných výrobků má vliv na soudržnost, gumovitost a žvýkatelnost finálních výrobků. Tato skutečnost byla potvrzena u všech modelových vzorků kuřecích šunek. [21]

Významný vliv na snížení soudržnosti má xantanová guma, která v obou sadách vykazovala nízké hodnoty. Opačný trend byl zjištěn o šunky s karagenanem, o kterém se dá říct, že eliminace fosfátu zde neměla výrazný vliv na soudržnost. Dle studie autorů Demirci et al. (2014) přídavek karagenanu zvýšil tvrdost, žvýkatelnost a gumovitost masových kuliček. [58]

U šunky s konjakovou gumou byl zjištěn významný rozdíl mezi vzorkem s fosfátem a vzorkem, kde byl fosfát eliminován. V případě tohoto hydrokoloidu byl znatelný vliv fosfátu na soudržnost.

5.4.3 Žvýkatelnost

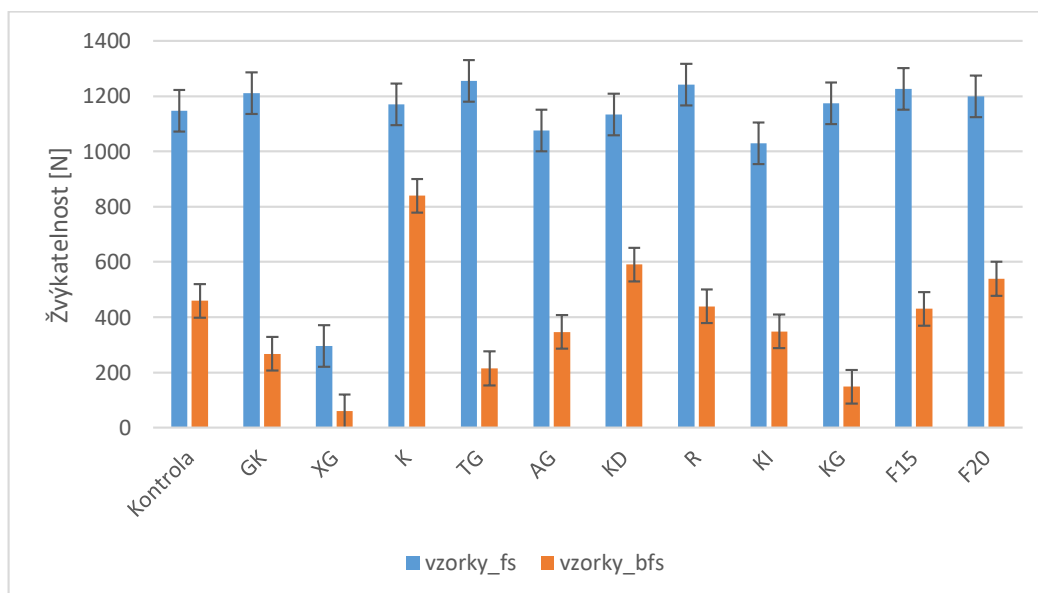
U obou sad modelových vzorků šunek, byl stanoven parametr žvýkatelnosti. Jednotlivé vzorky v sadě se porovnávaly s kontrolním vzorkem. Grafické vyobrazení výsledku se nachází na obrázku 17.

Sada I – s fosfátovou solí

Kontrolní vzorek šunky v sadě s fosfátem vykazoval žvýkatelnost 1147,05 N. Většina vzorků z této sady vykazovala žvýkatelnost mezi 1000 – 1200 N. Výjimku tvoří šunka s přídavkem xantanové gumy (XG), u které byla stanovena nízká žvýkatelnost, a to 295,98 N. Vysoké hodnoty (1254,59 N) bylo docíleno přídavkem tara gumy do modelového vzorku šunky. Podobnou žvýkatelnost (1241,31 N) měl i vzorek s Ricogelem (R).

Sada II – bez fosfátové soli

U sady modelových šunek bez fosfátu se projevil trend snížení žvýkatelnosti u všech vzorků, také je z grafu na obrázku 17 patrné, že mezi vzorky jsou odlišnosti. Kontrolní vzorek vykazoval žvýkatelnost 459,38 N. Stejně jako u sady s fosfátem, byla zjištěna nejnižší žvýkatelnost (59,48 N) u šunky s xantanovou gumou (XG). Nízká žvýkatelnost (148,27 N) byla zjištěna u vzorku s přídavkem konjakové gumy (KG). Nejvyšší hodnoty (839,90 N) bylo docíleno s přídavkem karagenanu (K) do vzorku šunky.



Obrázek 17: Hodnoty žvýkatelnosti modelových vzorků kuřecích šunek

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

V porovnání obou sad vzorků je zřejmé, že fosfát má poměrně velký vliv na tento parametr a jeho použití ve výrobku zvyšuje žvýkatelnost. Konkrétně u vzorku s tara gumou, nebo konjakovou gumou je patrné, že fosfát má na žvýkatelnost vliv.

Toto tvrzení je shodné s publikací autorů Gál et al. (2011), kde uvádí, že přidavek fosfátu do masných výrobků má vliv na soudržnost, gumovitost a žvýkatelnost finálních výrobků. V případě vzorku s přidavkem karagenanu bylo docíleno snížení rozdílu žvýkatelnosti mezi sadami. Autoři Caine et al. (2003) ve své publikaci hovoří o tom, že žvýkatelnost je závislá na obsahu vody, kterou masný výrobek zadržuje. [21,59]

Ovšem v porovnání vzorků, do kterých byl přidán karagenan je patrné, že rozdíl mezi sadami při použití není tak velký, v porovnání s ostatními vzorky. Podle autorů Demirci et al. (2014) přidání karagenanu do masových kuliček zvýšil tvrdost, žvýkatelnost a gumovitost daného masného výrobku. [58]

5.4.4 Gumovitost

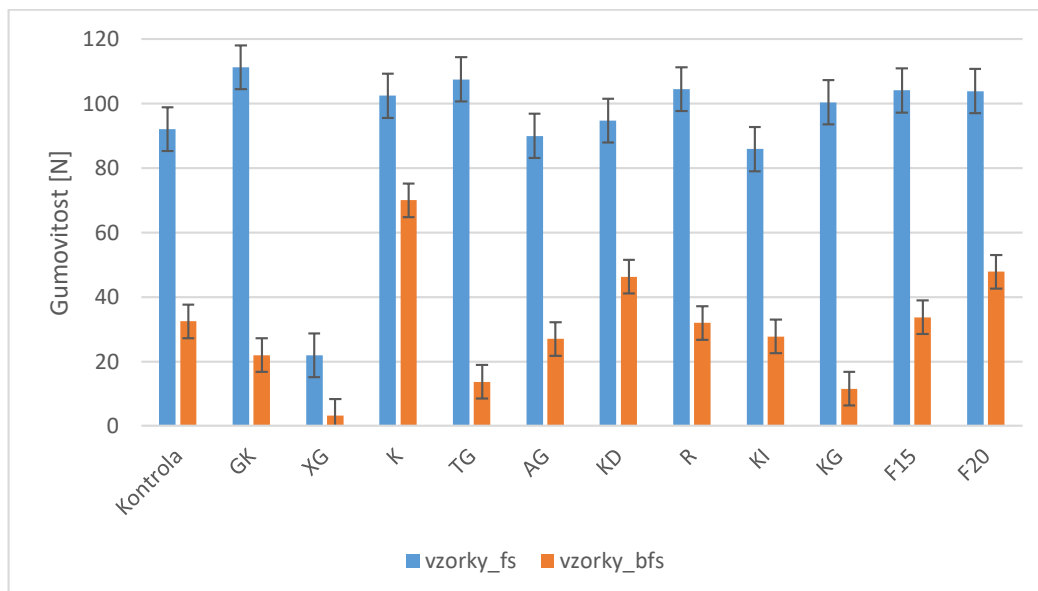
U stanovení gumovitosti modelových vzorků kuřecích šunek, byly zjištěny významné rozdíly mezi oběma sadami vzorků. Grafické znázornění výsledků je vyobrazeno na obrázku 18.

Sada I – s fosfátovou solí

U sady modelových vzorků kuřecích šunek lze konstatovat, že přidavek fosfátu způsobil zvýšení gumovitosti. Kontrolní modelový vzorek vykazoval hodnotu 92,05 N. V porovnání s ním, byl zjištěn významný pokles v gumovitosti u šunky s xantanovou gumou (XG). Tento vzorek měl hodnotu gumovitosti 21,92 N. Nižší hodnoty zjištěny také u vzorků šunek s přidavkem karagenanu iota (KI), kde byla stanovena gumovitost 85,89 N. Dále u šunky s arabskou gumou (AG), u níž byl stanoven výsledek 89,97 N. Nejvyšší gumovitost (111,28 N) vykazovala modelová šunka s přidavkem gummy karubin (GK).

Sada II – bez fosfátové soli

U sady kuřecích šunek, kde byl eliminován fosfát lze pozorovat pokles gumovitosti. Také lze pozorovat, rozdíly mezi jednotlivými vzorky šunek. U kontroly byla zjištěna gumovitost 32,47 N. Významně nižší hodnotu gumovitosti (3,16 N) vykazoval modelový vzorek s xantanovou gumou (XG). Nízká gumovitost (11,52 N) byla také zjištěna u šunky s přidavkem konjakové gummy (KG). Významně vyšší gumovitost (70,01 N) v porovnání s kontrolou byla zaznamenána u modelového vzorku s přidavkem karagenanu. Vyšší hodnotu vykazovala také šunka s furcellaranem a 20% KCl (F20) nebo vzorek s přidavkem karagenanu a dextrózy (KD).



Obrázek 18: Hodnoty gumovitosti u modelových vzorků kuřecích šunek

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Při srovnání sad modelových kuřecích šunek lze pozorovat trend snížení gumovitosti přidáním fosfátu do vzorků šunek. Gál et al. (2011) hovoří o vlivu přídavku fosfátu do masných výrobků na soudržnost, žvýkatelnost a gumovitost finálních výrobků. [21]

Významného rozdílu při eliminaci fosfátu došlo u šunky s obsahem tara gummy. V tomto případě lze konstatovat, že fosfát měl významný vliv na gumovitost šunky, a tara guma není tedy vhodná pro výrobu šunek s eliminací fosfátů. Podobný trend lze také pozorovat při použití konjakové gummy.

Nejmenšího rozdílu v gumovitosti mezi sadami vzorků bylo zjištěno u vzorku s přídavkem karagenanu (K). Což potvrzují ve své studii i autoři Demirci et al. (2014) kdy po přidání karagenanu do masových kuliček došlo ke zvýšení tvrdosti, žvýkatelnosti a gumovitosti. Dalo by se říci, že karagenan je vhodný pro výrobu, pokud je žádoucí eliminace fosfátů. [58]

5.4.5 Lepivost

V porovnání výsledků vzorků obou sad, které jsou na obrázku 19, bylo zjištěno, že rozdíly mezi sadami jsou v některých případech významné.

Sada I – s fosfátovou solí

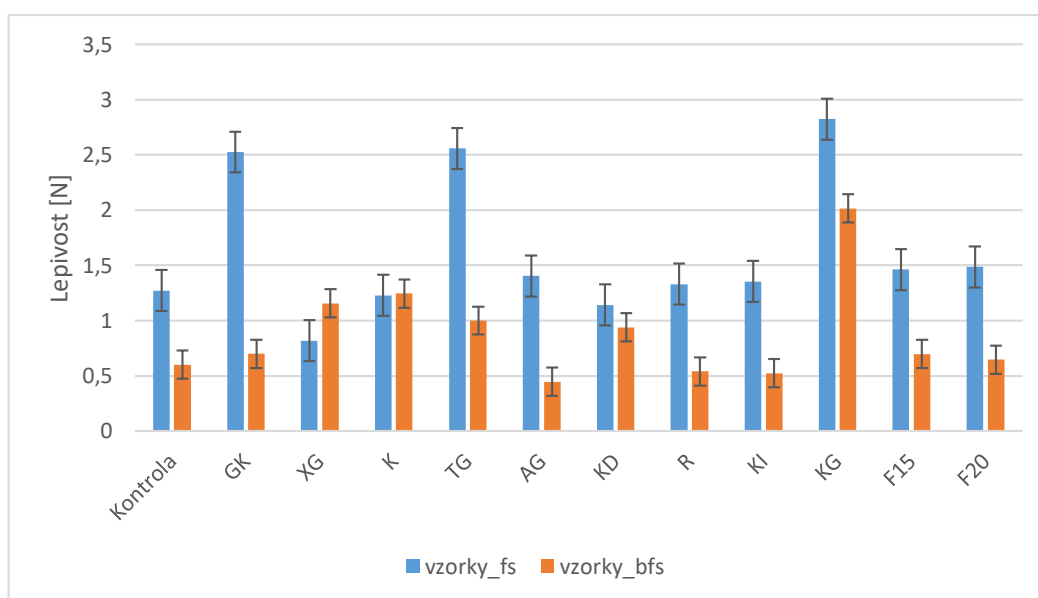
Lepivost u kontrolního vzorku byla stanovena na 1,27 N. V porovnání s tímto vzorkem, byla zjištěna nižší lepivost u tří vzorků. Nejnižší lepivost (0,82 N) vykazovala šunka s přídavkem

xantanové gumy (XG). Nižší lepivost (1,14 N) byla také zjištěna u vzorku s karagenanem a dextrózou (KD). Karagenan vykazoval lepivost 1,23 N, která je poměrně blízká kontrolnímu vzorku. Nejvyšší lepivosti (2,82 N) bylo dosaženo přidavkem konjakové gumy (KG). Také u vzorku s gumou karubin (GK) a tara gumou (TG) bylo dosaženo významně vyšší lepivosti, než u vzorku kontroly. Guma karubin v tomto případě měla lepivost 2,53 N a tara guma 2,56 N.

Sada II – bez fosfátové soli

Modelové vzorky šunek vykazovaly ve většině případů nižší hodnoty lepivosti, než vzorky z první sady. Výjimku tvořily dva vzorky, u kterých byla zjištěna vyšší lepivost, než u jejich fosfátové varianty. Jednalo se o šunku s xantanovou gumou (XG), která vykazovala lepivost 1,16 N. Druhým vzorkem, byla šunka s přidavkem karagenanu, kde byla lepivost stanovena na 1,25 N. Ovšem v tomto případě byl rozdíl mezi vzorkem s fosfátem a bez něj nepatrný.

U sady vzorků bez fosfátu, byla u standardu lepivost 0,60. Vzorek s arabskou gumou (vz. 5) vykazoval nejnižší lepivost (0,45). Nejvyšší lepivost v porovnání se standardem byla stanovena u vzorku 9, do kterého byla přidána konjak guma (2,01). Nejnižší lepivost (0,45 N) vykazoval modelový vzorek s arabskou gumou (AG).



Obrázek 19: Hodnoty lepivosti u modelových vzorků kuřecích šunek

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

Při srovnání obou sad se u většiny vzorků projevil trend snížení lepivosti. Jak již bylo řečeno výše, výjimka byla zjištěna u vzorku s xantanovou gumu, který vykazoval vyšší lepivost než její bezfosfátová varianta. Podobný trend byl zjištěn také u šunky, která obsahovala karagenan, kde byl zjištěn nepatrný rozdíl. Současně se jedná o vzorky, u nichž byla stanovena vyšší lepivost než u většiny vzorků. Zde tvořila výjimku šunka s přídavkem konjakové gummy. Podobných výsledků v lepivosti bylo dosaženo u modelových vzorků, do kterých se přidával furcellaran s chloridem draselným v určité koncentraci. Rozdíly mezi těmito vzorky jsou poměrně malé a dá se tedy říci, že koncentrace chloridu draselného u tohoto parametru neměla vliv.

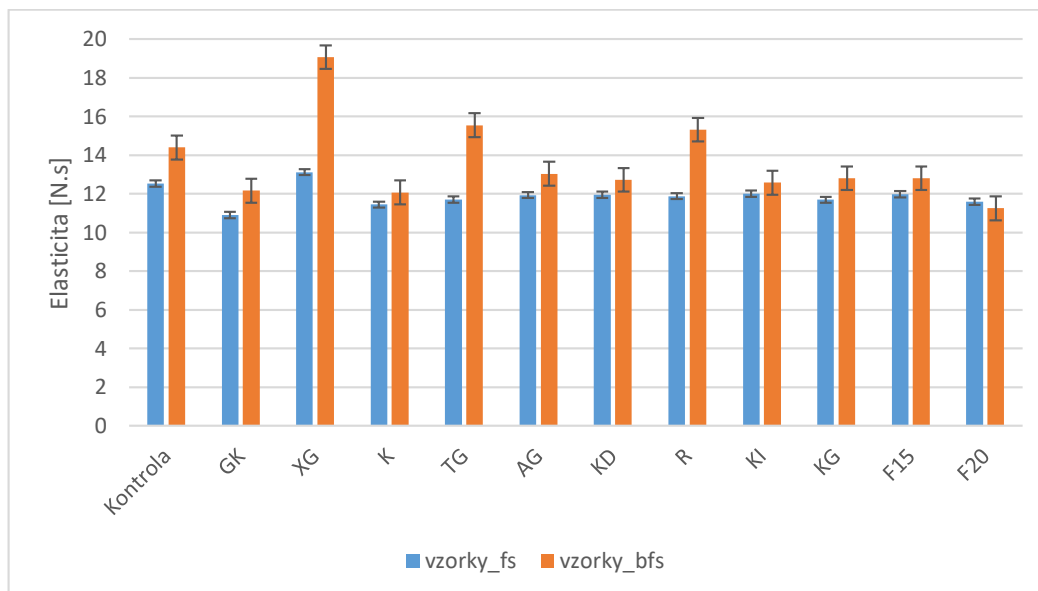
Dá se usoudit, že fosfát měl u vzorků vliv na lepivost šunek, což potvrzují i autoři Barbieri et al. (2016), kteří ve své studii poukazují na to, že přídavkem fosfátových solí dochází ke zvýšení lepivosti vepřových šunek. [60]

5.4.6 Elasticita

Z výsledků elasticity na obrázku 20 je patrné, že se jedná o jediný parametr, kdy jsou výsledné hodnoty sady šunek bez fosfátu, vyšší než šunek s fosfátem. Celkově lze z grafu také vidět, že rozdíly mezi sadami nejsou tak razantní.

Sada I – s fosfátovou solí

Při pohledu na graf, který je na obrázku 20, lze vidět, že rozdíly mezi modelovými šunkami s fosfátovou solí nejsou tak značné. Kontrolní vzorek vykazoval elasticitu 12,53 N.s. V porovnání se vzorkem kontroly bylo zjištěno, že pouze u jedné šunky byla stanovena vyšší lepivost. Tento vzorek šunky obsahoval přídavek xantanové gummy (XG) a vykazoval elasticitu 13,12 N.s. Současně se jednalo o šunku, která měla nejmenší rozdíl v porovnání s kontrolním vzorkem. Nejnižší elasticita (10,91 N.s.) z této sady modelových vzorků byla zjištěna u vzorku s gunou karubin (GK). Ostatní vzorky vykazovali velice blízké hodnoty elasticity. Hodnoty u těchto šunek se pohybovali v rozmezí 11,45 – 12,01 N.s.



Obrázek 20: Hodnoty elasticity u modelových vzorků kuřecích šunek

Sada II - bez fosfátové soli

Modelové vzorky kuřecích šunek bez přídavku fosfátu vykazovaly vyšší rozdíly. U kontrolního vzorku byla elasticita stanoven na 14,40 N.s. Při porovnání vzorku kontroly s ostatními vzorky šunek, vykazovaly tři vzorky vyšší elasticitu. Nejvyšší elasticitu 19,07 N.s. byla zjištěna u vzorku s xantanovou gumou (XG). Dále u modelového vzorku s tara gumou byla stanovena hodnota elasticity 15,55 N.s. Také při použití Ricogelu (R), bylo docíleno vyšší elasticity (15,32 N.s.), než u kontrolního vzorku. Nejnižší hodnota (11,26 N.s.) byla zjištěna u vzorku s přídavkem furcellaranu s 20% KCl (F20).

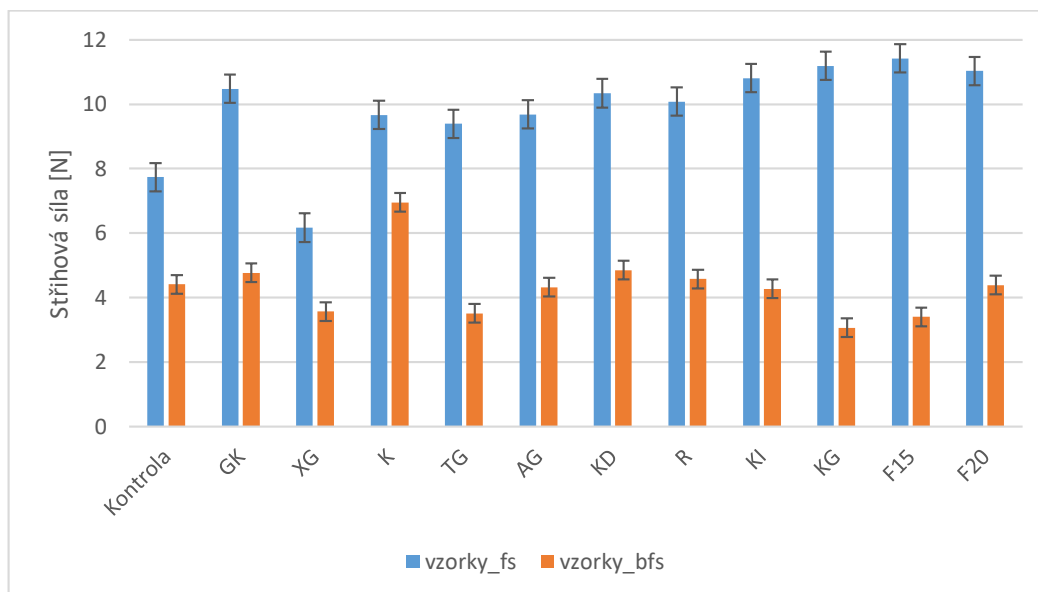
Vliv přídavku fosfátu na vlastnosti kuřecích šunek

Při porovnání výsledných hodnot mezi oběma sadami vzorků lze usoudit, že v tomto případě má přídavek fosfátu do výrobku za následek snížení elasticity. Což potvrzují i Jin et al. (2021), kteří ve studii o optimální surovinové skladbě vepřových šunek mluví o tom, že přídavek fosfátu má za následek snížení elasticity. Výjimku v porovnání tvoří pouze vzorek s furcellaranem a 20 %KCl, který vykazoval vyšší elasticitu při přídavku fosfátu. Eliminací fosfátu a přídavkem vhodného hydrokoloidu lze docílit stejné, případně vyšší elasticity u finálního produktu. [61]

5.4.7 Warner – Bratzelův test

Při stanovení texturní profilové analýzy byly naše vzorky modelových kuřecích šunek podrobeny i Warner – Bratzelovu testu, který měří sílu potřebnou pro přeříznutí vzorku

šunky. U šunek se sledovala jejich pevnost v závislosti na přídavku fosfátu, a také na použitém hydrokoloidu. Výsledky této metody jsou graficky vyobrazeny na obrázku 21, a konkrétní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6.



Obrázek 21: Hodnoty stříhové síly u modelových vzorků kuřecích šunek

Sada I – s fosfátem

Z grafu na obrázku 21 je patrné, že vzorky které neobsahovaly fosfát, vykazují nižší stříhovou sílu. Z toho je možné vyvodit, že fosfát má vliv na pevnost kuřecích šunek. Při porovnání standardu a vzorků s fosfátem se zjistilo, že pouze jedna šunka vykazovala nižší stříhovou sílu. Hodnota $6,17 \pm 0,91$ N byla naměřena u vzorku, do kterého byla přidána xantanová guma (XG). Naopak nejvyšší pevnost ($11,42 \pm 1,12$ N) byla zjištěna u vzorku šunky, do kterého byl přidán furcellaran s 15% KCl (F15).

Sada II – bez fosfátu

V případě sady II. (obr. 21), kde nebyl pro výrobu šunek použit fosfát, byla u standardu naměřena stříhová síla $4,41 \pm 0,78$ N. V porovnání s tímto vzorkem, byla nejnižší hodnota stříhové síly ($3,06 \pm 0,60$ N) naměřena u šunky, do níž byla přidána konjak guma (KG). Nejvyšší pevnost byla v této sadě naměřena u šunky, do které byl přidán karagenan (K). Naměřená stříhová síla byla $6,95 \pm 2,17$ N.

Vliv přídavku fosfátu na vzorky kuřecích šunek

V porovnání obou sad modelových vzorků lze konstatovat, že vzorek s karagenanem (K), ve kterém byl eliminován fosfát, vykazuje poměrně blízké hodnoty jako vzorek standardu

s fosfátem. Nejvyšší pevnosti šunky bylo docíleno přidavkem furcellaranu a 15% KCl za současného použití fosfátové soli. V případě kuřecích šunek s eliminací fosfátové soli vykazoval největší pevnost vzorek s přidavkem karagenanu. Pokud je tedy snaha eliminovat fosfáty, tak pro tento účel je vhodný přídavek karagenanu. Autoři Ruiz de Hudobro et al. (2005) ve své publikaci dospěli k závěru, že metoda WB je lepší pro vzorky tepelně ošetřené.[62]

Tabulka 5: Hodnoty stříhové síly u modelových vzorků kuřecích šunek

Vzorek	Stříhová síla [N]	
	Sada s fosfátem	Sada bez fosfátu
Kontrola	7,74 ± 0,93	4,41 ± 0,78
GK	10,48 ± 1,26	4,77 ± 1,18
XG	6,17 ± 0,91	3,57 ± 1,26
K	9,67 ± 0,77	6,95 ± 2,17
TG	9,39 ± 1,00	3,51 ± 1,76
AG	9,68 ± 0,69	4,32 ± 0,78
KD	10,34 ± 0,71	4,85 ± 0,44
R	10,08 ± 0,94	4,58 ± 0,67
KI	10,81 ± 0,95	4,27 ± 0,99
KG	11,19 ± 1,97	3,06 ± 0,60
F15	11,42 ± 1,12	3,40 ± 0,84
F20	11,03 ± 1,00	4,39 ± 0,36

ZÁVĚR

V současné době se objevuje trend výroby masných výrobků se snahou eliminovat množství přídatných látek, za současného udržení dobré kvality. Ovšem výroba masných výrobků bez přídatných látek není zcela možná.

Cílem této práce bylo porovnat vliv přídavku/absence fosfátů na kvalitativní vlastnosti kuřecí šunky. Taktéž byl zkoumán vliv přídavku různých druhů hydrokoloidů na různé parametry šunek.

Z naměřených a vyhodnocených dat lze vyvodit závěry pro sadu s fosfátem:

- Přídavek hydrokoloidu nezpůsobil výraznou změnu v hodnotě pH namasírovaného díla.
- Přídavkem fosfátu do kuřecích šunek se snižují hmotnostní ztráty. Hmotnostní ztráty lze ještě více snížit přídavkem hydrokoloidu. Konkrétně tara guma měla za následek minimální ztráty.
- Reologickou analýzou bylo zjištěno, že všechny modelové vzorky sady dosahovaly vyšších hodnot elastického modulu pružnosti, než viskózního modulu pružnosti. To značí, že všechny modelové vzorky vykazovaly více elastické vlastnosti, než viskózní.
- Lze usoudit, že přídavek fosfátů do kuřecích šunek měl pozitivní vliv na texturní vlastnosti. Fosfát měl za následek zvýšení tvrdosti, soudržnosti, žvýkatelnosti, gumovitosti a lepivosti. Přídavek karagenanu měl pozitivní vliv na tyto parametry.

Dále lze z vyhodnocených dat vyvodit závěry pro sadu bez fosfátu:

- Absencí fosfátové soli v receptuře kuřecích šunek se mírně snižovala hodnota pH namasírovaného díla.
- Eliminací fosfátu do kuřecích šunek se zvyšují hmotnostní ztráty během tepelného opracování. Hmotnostní ztráty lze snížit přídavkem hydrokoloidu. U šunek bez přídavku fosfátu lze významně snížit hmotnostní ztráty přídavkem hydrokoloidu. Přídavkem tara gummy lze hmotnostní ztráty snížit až o 28 %.
- Reologickou analýzou bylo zjištěno, že všechny vzorky sady mají elastické vlastnosti. Také bylo zjištěno, že eliminací fosfátu docházelo ke změně vývoje

komplexního modulu pružnosti během teplotního režimu. Karagenanem bylo docíleno téměř stejného průběhu, jako u vzorku s fosfátem.

- Všechny použité hydrokoloidy ovlivnily viskoelastické vlastnosti kuřecích šunek, docházelo ke zvýšení pevnosti.
- Absence fosfátu měla za následek zvýšení elasticity modelových vzorků. Přídavek karagenanu měl pozitivní vliv na texturní vlastnosti kuřecích šunek, konkrétně na tvrdost a soudržnost.

Z těchto závěrů lze konstatovat, že použití fosfátové soli při výrobě modelových kuřecích šunek má značný vliv na jednotlivé parametry výrobku. Absence fosfátové soli měla za následek zhoršení některých vlastností kuřecích šunek. Jednalo se hlavně o hmotnostní ztráty během tepelného opracování, dále také soudržnost, tvrdost, nebo žvýkatelnost.

Kvalitativní vlastnosti lze zlepšit přidavkem některých druhů hydrokoloidů. Karagenan se jeví jako dobrý hydrokoloid pro použití při průmyslové výrobě. Také Ricogel vykazuje dobré výsledky. Naopak negativní vliv na texturní vlastnosti měla xantanová guma, která vykazovala nízkou soudržnost, žvýkatelnost a gumovitost. Za zmínku stojí i fakt, že kombinace různých druhů hydrokoloidů by mohlo umožnit dosažení optimálních vlastností finálního produktu. Pro zjištění ideální směsi hydrokoloidů a také poměru těchto látek jsou potřebné další studie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. KADLEC, P. a kol., 2012. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava. ISBN 978-80-7418-145-0
2. Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požiadavkách na mäso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultúry a výrobky z nich, vajcia a výrobky z nich. Zbierka zákonov Českej republiky [online]. Dostupné z: 69/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vej... (zakonyprolidi.cz).
3. INGR, I. *Produkce a zpracování masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-719-7.
4. WEHMEYER, T., PEHLE, T., 2008: *Šunka, salámy & spol.: lexikon: uzeniny, delikatesy z masa, recepty*. 1. vyd. Čestlice: Rebo, 293 s. ISBN 978-80-7234-782-7.
5. GAHM, B., 2012: *Uzení, nakládání a konzervování: od šunky po žebírka*. 1. vyd. Praha: Grada, 128 s. ISBN 978-80-247-4266-3.
6. DIKEMAN, M., DEVINE, CARRICK., *Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition)*, [online]. 2014 [cit. 2023.04.2] Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6G8PB/encyclopedia-meat-sciences>
7. *Potravinářská revue: odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod*. Praha: AGRAL. ISSN 1801-9102. vyd. 1/2009, cit:[19.04.2023]
8. KRÁL, O., 2011: *Hlavní suroviny a přísady při výrobě celosvalových masných výrobků*. *Maso*. 22(1): 10–13. ISSN 1210-4086.
9. ČESKO., zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů - znění od 1. 1. 2023. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2023 [cit. 27. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258/zneni-20230101?porov=20221201#f2066813>
10. STEINHAUSER, L. a kol. *Hygiena a technologie masa*. Brno: Last, 1995. ISBN 80-900260-4-4.
11. PIPEK, P. 1995. *Technologie masa I*. Praha: VŠCHT. 334 s. ISBN 890-7080
12. KROČKO, M. et al. 2018. *Technológia spracovania mäsa II*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 162 s. ISBN 978-80-552-1789-5.

13. GREIFF, K., MATHIASSEN, J. R., MISIMI, E., HERSLETH, M., AURSAND, I. G., 2015: *Gradual Reduction in Sodium Content in Cooked Ham, with Corresponding Change in Sensorial Properties Measured by Sensory Evaluation and a Multimodal Machine Vision System*. PloS one. 10(9). ISSN 1932-6203.
14. PHILLIPS, G.O., WILLIAMS, P.A.. *Handbook of hydrocolloids*. Second edition. Cambridge: Woodhead publishing, 2009. ISBN 978-1-84569-414-2.
15. BABIČKA, L. 2012. *Přídavné látky v potravinách*. In Publikace české technologické platformy pro potraviny. 1. vyd. Praha. ISBN 978-80-905096-3-4.
16. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách
17. FEKETE, G., TSABOURI, S. 2017. *Common food colorants and allergic reactions in children : Myth or reality?* In Food Chemistry [on-line], vol 230, p. 578-588. ISSN 0308- 8146. Dostupné z: Common food colorants and allergic reactions in children: Myth or reality? – ScienceDirect.
18. FEINER, GERHARD., 2006., *Meat Products Handbook - Practical Science and Technology*. Woodhead Publishing. Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMPHPST0H/meat-products-handbook/meat-products-handbook>
19. HRABĚ, F., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P., *Technologie výroby potravin živočišného původu*. UTB Zlín 2006, 182 s., ISBN 80-7318-405-2.
20. International Food Information Service. 2009. Dictionary of Food Science and Technology (2nd Edition) - Teratogenicity. International Food Information Service (IFIS Publishing). Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt006QFXW3/dictionary-food-science/teratogenicity> (3.03.2023)
21. GÁL, R., N.H. B. S. LONG a F. BUŇKA. AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY: *Use of phosphates in meat products*. [online]. 30.12.2011 [cit. 2023- 04-27]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.5897/AJBX11.023>
22. KRÁL, O., 2014: *Výroba celosvalových, tepelně opracovaných masných výrobků z pohledu přídatných látek*. Maso. 25(5): 8–14. ISSN 1210-4086.

23. O'SULIVAN, MAURICE G., 2017. *Průručka pro senzorický a spotřebitelsky řízený vývoj nových produktů*. Elsevier. Převzato z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt01149EM1/handbook-sensory-consumer/meat-products>
24. The United States Pharmacopeial Convention. 2015. *Dietary Supplements Compendium 2015, Volume 1 and 2 - Tara Gum*. The U.S. Pharmacopeia (USP). Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00UC1DJ7/dietary-supplements-compendium/tara-gum>
25. STEPHEN, ALISTAIR, M., GLYN, O. PHILLIPS a P. A. WILLIAMS. *Food polysaccharides and their applications. 2nd ed.* Boca Raton, FL: CRC/Taylor & Francis, 2006. Food science and technology (Taylor & Francis). ISBN 9780824759223
26. SMITH, JIM HONG-SHUM, LILY. 2011. *Food Additives Data Book (2nd Edition) - Furcellaran*. John Wiley & Sons. [online], Převzato z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011ASPG1/food-additives-data-book/furcellaran>
27. FINK, JOHANNES. 2020. *Hydraulic Fracturing Chemicals and Fluids Technology (2nd Edition) - 3.2.4 Viscoelastic Formulations*. Elsevier. [online] Převzato z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012LW7T5/hydraulic-fracturing/viscoelastic-formulations>
28. The United States Pharmacopeial Convention. (2018). *Food Chemicals Codex (11th Edition)*. The U.S. Pharmacopeia (USP). Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011MDRV6/food-chemicals-codex/locust-carob-bean-gum>
29. BAINES, DAVID SEAL, RICHARD. 2012. *Natural Food Additives, Ingredients and Flavourings - 8.3.5 Gum Arabic*. Woodhead Publishing. Převzato z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C5D065/natural-food-additives/gum-arabic>
30. BEMILLER, JAMES N.. 2019. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists (3rd Edition) - 9.3.2 Locust Bean Gum*. Elsevier. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011Y8372/carbohydrate-chemistry/locust-bean-gum>

31. VELÍŠEK, J. – HAJŠLOVÁ, J. 2009. *Chemie potravin II.* 3. vyd. Tábor: Osis, 2009, 644 s. ISBN 978-80-86659-12-1.
32. FIKSELOVÁ, M. – KUNOVÁ, S. 2012. *Food adulteration and authentication.* Slovak University of Agriculture in Nitra: Faculty of Biotechnology and Food Sciences. ISBN 978- 80-552-0950-0.
33. BUDIG J., XARGAYÓ M., 2011a: *Výroba celosvalových tepelně opracovaných masných výrobků má budoucnost.* Maso. 22(1): 5–9. ISSN 1210-4086.
34. JANDÁSEK J., 2013. *Koření a další přídatné látky pro výrobu celosvalových a formovaných dušených šunek a jiných specialit.* Maso. ISSN 1210- 4086.
35. SUN, DA-WEN. 2009. *Infračervená spektroskopie pro analýzu a kontrolu kvality potravin - 8.3.2.2 pH masa.* Elsevier. Převzato z <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00BJWHI1/infrared-spectroscopy/meat-ph>
36. TOLDRA, FIDEL. *Handbook of meat processing.* Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, c2010, xv, 566 p. ISBN 978-081-3821-825.
37. NEYRINCK E. a kol. 2015. *Application of near-infrared spectroscopy for the classification of fresh pork quality in cooked ham production.* Food and Bioprocess Technology. 8(12): 2383–2391. ISSN 1935-5149
38. PIPEK P., 1998: *Technologie masa II. 1. vyd.* Kostelní Vydří: Karmelitánské nakl., 348 s. ISBN 80-7192-283-8.
39. XARGAYÓ M., LAGARES J., FERNÁNDEZ E., BORRELL D., SANZ D., 2011: *The impact of tenderization on increased slicing yield.* In: en.metalquimia.com [13.4.2023]
40. BUDIG J., XARGAYÓ M., 2011b: *Výroba celosvalových tepelně opracovaných masných výrobků má budoucnost II. část.* Maso. 22(2): 34–38. ISSN 1210-4086.
41. STEINHAUSER L. et al., 2000: *Produkce masa.* Tišnov: Last, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
42. ČERNÝ L., 2007: *Co a jak s masem. 1. vyd.* Velké Bílovice: TeMi CZ, 103 s. ISBN 978-80-903873-6-2.
43. PAULUS, J. CIDLINSKÝ, L. *Ztráty při kuchyňské úpravě pokrmů, 2. vyd.* Praha: Merkur, 1989, 160 s

44. AHMED, J. PTASZEK, P. BASU, S.. 2017. *Advances in Food Rheology and its Applications*. Elsevier. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt01146JNL/advances-in-food-rheology>
45. COBLAS, D., RADULESCU A.V., HAJJAM M, MONNET P, JARNY S. *Rheology of viscoelastic fluids: an experimental approach*. Annals of the Oradea University. Fascicle of Management and Technological Engineering [online]. 2011, 1(1) [cit. 2022-03-09]. ISSN 15830691. Dostupné z: UTB ve Zlíně, Fakulta technologická 87 https://www.researchgate.net/publication/307774328_RHEOLOGY_OF_VISCOELASTIC_FLUIDS_AN_EXPERIMENTAL_APPROACH
46. BUŇKA, F. a kol. *Senzorická analýza potravin I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN 978-80-7318-628-9
47. SZCZESNIAK, A. S., HALL B. J. 2005. *Application of the General Foods Texturometer to specific food products*. In Journal of Texture Studies. roč. 6, č. 1, s. 117- 138. ISSN 1745-4603.
48. SALÁKOVÁ, Alena. *Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products* [online]. Brno [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: <http://www.masointernational.cz/download/maso-international-2012-2-page-107-114.pdf>
49. Baston, Octavian & Tofan, Ioan & Alexandru, Lucian & Stroia, & Moise, Daniela & Octavian, Barna. (2023). Refrigerated chicken meat freshness. Correlation between easily hydrolysable nitrogen, pH value and biogenic amine contents. [17. 4. 2023]
50. GLORIEUX S, GOEMAERE O, STEEN L, FRAE, FRAEYE I, 2017. *Phosphate Reduction in Emulsified Meat Products: Impact of Phosphate Type and Dosage on Quality Characteristics*. Food Technology and Biotechnology. 55(3). ISSN 13309862. Dostupné z: doi:10.17113/ftb.55.03.17.5089
51. KANG, Eun-Zoo; KIM, Sun-Young; RYU, Chung-Hee. *A study on preparation of wanjajun for cook/chill system II quality characteristics of wanjajun containing hydrocolloids*. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 2003, 32.5: 667-672.

52. SONG, Hyung-Ik, et al. *Quality and palatability of beef patty containing gums*. JOURNAL-KOREAN SOCIETY OF FOOD SCIENCE AND NUTRITION, 2002, 31.1: 64-68.
53. YASIN, H., A. Salam BABJI a H. ISMAIL. *Optimization and rheological properties of chicken ball as affected by κ -carrageenan, fish gelatin and chicken meat*. LWT - Food Science and Technology [online]. 2016, vol. 66, s. 79-85. ISSN 0023- 6438. [cit. 8. 5. 2023]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815302383>.
54. POLÁŠEK, Z. et al. *The effect of furcellaran or κ -carrageenan addition on the textural, rheological and mechanical vibration damping properties of restructured chicken breast ham*. Lwt [online]. [cit. 8. 5. 2023]. 2021, vol. 138, s. 110623. ISSN 0023-6438. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364382031611X>.
55. YANG H., AMMAR KHAN M., YU X., ZHENG H., HAN M., XU X., ZHOU G., *Changes in protein structures to improve the rheology and texture of reduced-fat sausages using high pressure processing*, Meat Science, Volume 121, 2016, ISSN 0309-1740, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.004>.
56. VERBEKEN D., NEIRINCK N., VAN Der MEEREN P., DEWETTINCK K., *Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins*, Meat Science, Volume 70, Issue 1, 2005, Pages 161-166, ISSN 0309-1740, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.12.007>.
57. HASRET, U. *Effects of carrageenan and guar gum on the cooking and textural properties of low fat meatballs*. Food Chemistry. 2006,(95), 600-605.
58. DEMIRCI ZO, YILMAZ I., DEMIRCI AŞ. *Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs*. J Food Sci Technol. 2014 May;51(5):936-42. doi: 10.1007/s13197-011-0588-5. Epub 2011 Nov 18. PMID: 24803701; PMCID: PMC4008741.
59. W.R Caine, J.L Aalhus, D.R Best, M.E.R Dugan, L.E Jeremiah, *Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks*, Meat Science, Volume 64, Issue 4, 2003, ISSN 0309-1740, dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00110-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00110-9).

60. BARBIERI, G. a kol. LWT: *Reduction of NaCl in cooked ham by modification of the cooking process and addition of seaweed extract (Palmaria palmata)* [online]. 2016, Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.057>
61. JIN, S. K. a kol. Meat Science: *Optimal raw material formulation to produce pressed pork ham at the least cost* [online]. 2021. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108460>
62. RUIZ de HUIDOBRO F., MIGUEL E., BLÍZQUEZ E., ONEGA A., *Comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat*, Meat Science, Volume Issue 3, 2005, Pages 527-536, ISSN 0309-1740,

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

fs	fosforečná sůl
bfs	bez fosforečné soli
vz.	vzorek
tzn.	to znamená
°C	stupeň Celsia
mm	milimetr
N	Newton
N.s.	Newton sekunda
Pa	Paskal
Hz	Herz
G'	elastický modul pružnosti
G''	viskózní (ztrátový) modul pružnosti
tan δ	úhel fázového posunu

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Hodnota pH masa, láku a díla pro sadu vzorků šunek s fosfátovou solí</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 2: Hodnota pH masa, láku a díla pro sadu vzorků šunek bez fosfátové soli.....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 3: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro kontrolní vzorky kuřecích šunek</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 4: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s gumou karubin</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 5: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s xantanovou gumou.....</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 6: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s karagenanem</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 7: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s tara gumou.....</i>	<i>50</i>
<i>Obrázek 8: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s arabskou gumou.....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 9: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s karagenanem a dextrózou.....</i>	<i>51</i>
<i>Obrázek 10: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s Ricogelem</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 11: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s karagenanem Iota</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 12: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s konjakovou gumou</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 13: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s furcellaranem a 15 % KCl.....</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 14: Závislost komplexního modulu pružnosti G^* na teplotě při frekvenci 1 Hz pro modelové vzorky kuřecích šunek s furcellaranem a 20 % KCl.....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 15: Hodnoty tvrdosti modelových vzorků kuřecích šunek.....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 16: Hodnoty soudržnosti modelových vzorků kuřecích šunek.....</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 17: Hodnoty žvýkatelnosti modelových vzorků kuřecích šunek.....</i>	<i>60</i>
<i>Obrázek 18: Hodnoty gumovitosti u modelových vzorků kuřecích šunek</i>	<i>62</i>
<i>Obrázek 19: Hodnoty lepivosti u modelových vzorků kuřecích šunek.....</i>	<i>63</i>
<i>Obrázek 20: Hodnoty elasticity u modelových vzorků kuřecích šunek.....</i>	<i>65</i>
<i>Obrázek 21: Hodnoty stříhové síly u modelových vzorků kuřecích šunek.....</i>	<i>66</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 – Surovinové složení modelových vzorků šunek sady I s fosforečnou solí</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 2: Surovinové složení modelových vzorků šunek sady II bez fosforečné soli</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 3: Hmotnostní ztráty u jednotlivých vzorků šunek</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 4: Naměřené hodnoty elastického modulu pružnosti G', viskózního modulu pružnosti G'' a $\tan \delta$ fázového posunu při teplotě 5 °C, 30 °C a 70 °C.</i>	<i>45</i>
<i>Tabulka 6: Hodnoty střihové síly u modelových vzorků kuřecích šunek</i>	<i>67</i>