

Možnosti aplikace syrovátkových bílkovin do hovězích šunek

Bc. Jiří Doubrava

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. Jiří Doubrava**
Osobní číslo: **T21481**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Možnosti aplikace syrovátkových bílkovin do hovězích šunek**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

Technologické vlastnosti masa.

Využití a aplikace syrovátkových bílkovin do masných výrobků.

II. Praktická část

Laboratorní příprava vzorků masných výrobků.

Měření technologických vlastností masných výrobků.

Interpretace výsledků, diskuze a závěr.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] SERDAROĞLU, M. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science* [online]. 2006, 72(1), 155-163. ISSN 03091740
- [2] HAYES, J.E., E.M. DESMOND, D.J. TROY, D.J. BUCKLEY a R. MEHRA. The effect of whey protein-enriched fractions on the physical and sensory properties of frankfurters. *Meat Science* [online]. 2005, 71(2), 238-243. ISSN 03091740
- [3] YOUSSEF, M.K. a S. BARBUT. Effects of two types of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolates on emulsified meat batters prepared at different protein levels. *Meat Science* [online]. 2011, 87(1), 54-60. ISSN 03091740
- [4] SZERMAN, N., C.B. GONZALEZ, A.M. SANCHO, G. GRIGIONI, F. CARDUZA a S.R. VAUDAGNA. Effect of the addition of conventional additives and whey proteins concentrates on technological parameters, physicochemical properties, microstructure and sensory attributes of sous vide cooked beef muscles. *Meat Science* [online]. 2012, 90(3), 701-710. ISSN 03091740

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Robert Gál, 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 možností přidavku koncentrátu syrovátkové bílkoviny (WPC – *whey protein concentrate*) do hovězí šunky vyráběné z chlazené nebo mražené hovězí kýty. Syrovátkové bílkoviny jsou výhodné nutričně i technologicky. Hodnotil se dopad přidání WPC na sensorické vlastnosti, texturu, sušinu, obsah tuku, celkový obsah bílkovin a ztrátu vody při tepelném opracování. Z výsledků vychází, že příravek koncentrátu syrovátkové bílkoviny má pozitivní vliv na obsah bílkovin ve výrobku bez vlivu na jeho hodnocení sensorickým panelem.

Klíčová slova: hovězí maso, syrovátkové bílkoviny, WPC, šunka

ABSTRACT

This master thesis deals with the possibility of the addition of whey protein concentrate (WPC) to beef ham produced from chilled or frozen beef round. Whey proteins are advantageous both in nutritional and technological aspects. The repercussion of the addition of WPC was evaluated for sensory properties, texture, dry matter, fat content, total protein, and cook loss. The results show, that the addition of WPC has a positive effect on total protein content in ham without any effect on the assessment by the sensory panel.

Keywords: beef, whey proteins, WPC, ham

Mé vřelé díky patří vedoucímu práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za jeho podporu, technologickou pomoc a jeho pevné nervy s mým tempem vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Lence Fojtíkové za odbornou pomoc při analýzách. Rovněž mé díky patří mým blízkým, kteří mne podporovali během celého studia. V neposlední řadě děkuji společnosti TRUMF International s.r.o., která mi umožnila studium během mého zaměstnání, hlavně Ing. Haně Orságové, mé nadřízené, která byla shovívavá k mé časté nepřítomnosti v návaznosti na studium.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HOVĚZÍ MASO	11
1.1 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI HOVĚZÍHO MASA	11
1.1.1 Vliv sarkoplasmatických bílkovin.....	11
1.1.2 Vliv myofibrilárních bílkovin	12
1.1.3 Vliv stromatických bílkovin.....	12
1.1.4 Vaznost.....	12
2 SYROVÁTKA	13
2.1 VLASTNOSTI SYROVÁTKOVÝCH KONCENTRÁTŮ	13
2.2 KONCENTROVÁNÍ SYROVÁTKY	13
2.3 APLIKACE SYROVÁTKOVÝCH PRODUKTŮ V MASNÉM PRŮMYSLU	14
3 ŠUNKA	16
3.1 TECHNOLOGIE TEPELNĚ OPRACOVANÝCH ŠUNEK	16
3.2 VÝROBA DUŠENÝCH ŠUNEK.....	17
3.3 HODNOCENÍ KVALITY ŠUNEK	18
II PRAKTICKÁ ČÁST	19
4 CÍL PRÁCE	20
5 MATERIÁL A METODIKA	21
5.1 SUROVINY PRO VÝROBU VZORKŮ	21
5.1.1 Hovězí maso	21
5.1.2 Dusitan sodný a chlorid sodný	21
5.1.3 Extrakty koření.....	21
5.1.4 Fosforečnan sodný	21
5.1.5 Isoaskorbát sodný	22
5.1.6 Koncentrát syrovátkových bílkovin WPC	22
5.2 METODIKA	22
5.2.1 pH.....	22
5.2.2 Sušina	22
5.2.3 Obsah tuku	23
5.2.4 Obsah bílkovin	24
5.2.5 Ztráta varem	25
5.2.6 Analýza textury	25
5.2.7 Organoleptické vlastnosti.....	26
6 VÝROBA VZORKŮ	28
7 VÝSLEDKY A DISKUZE	31
7.5 ZTRÁTA VAREM.....	34
7.7 SENZORICKÉ HODNOCENÍ	37

8 ZÁVĚR.....	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	41
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	48
SEZNAM TABULEK.....	49
SEZNAM GRAFŮ.....	50
SEZNAM ROVNIC.....	51
SEZNAM PŘÍLOH.....	52

ÚVOD

Hovězí maso pokrývá necelých 11 % spotřeby masa. Je po vepřovém a kuřecím masu třetí nejkonzumovanějším masem na českém trhu. Od roku 2013 jeho spotřeba mírně vzrostla z 7,5 kg na obyvatele za rok na 9,4 kg na obyvatele za rok v roce 2021.

Syrovátka je vedlejším produktem při výrobě sýra. Dříve se považovala za nízko hodnotnou položku a používala se na hnojení nebo pro výkrm dobytka. Nyní se surovina využívá novými technologiemi. Například jejím zakoncentrováním lze získat suroviny s vysokoprocenním obsahem bílkovin, které mají vhodné technologické vlastnosti pro zlepšení texturních, fyzikálních i senzorických vlastností nejen masných výrobků.

Maso jako takové je plnohodnotným zdrojem bílkovin a je proto potřebné ve výživě. Obohacením o masného výrobku o syrovátkové bílkoviny by se mohl zvýšit obsah bílkovin na porci. Toto by mohlo být vhodné pro skupiny s velkým energetickým výdajem či poruchami příjmu potravy.

Šunka je běžným sortimentem v Českých obchodech a je dostupná ve velkém rozmezí různých druhů. Běžně jsou dostupné z vepřového či drůbežního masa. Při zlepšení marketingu přidavkem bílkovin a zaměřením na vybrané skupiny konzumentů by se mohly uchytit ve větší míře.

Tato práce se soustředí na dopady použití koncentráту syrovátkové bílkoviny s obsahem bílkovin 80 % pro aplikaci v hovězí šunce vyrobené z chlazené či mražené kýty. Hodnoceny jsou obsah sušiny, tuku, bílkovin, pH, ztráta varem, pevnost a organoleptické vlastnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HOVĚZÍ MASO

Hovězí maso se získává z hovězího dobytka z podčeledi tur (*Bovinae*). Pro konzum se převážně používá maso masných plemen, které jsou šlechtěny pro vyšší obsah svaloviny, nebo kombinovaných maso-mléčných plemen. Oproti tomu mléčná plemena jsou šlechtěna pro vyšší produkci mléka (1, 2). Toto maso je důležitým zdrojem jak makro i mikro nutrientů. Z makro nutrientů se jedná o kvalitní bílkoviny a nasycené i nenasycené mastné kyseliny. Mezi mikronutrienty získatelné z hovězího jsou vitamíny D, B1, B2, B3, B6 a B12, minerály zinek, selen a hemové železo. Poměr jednotlivých nutrientů je silně ovlivněn plemenem skotu, pohlavím, věkem při porážce, výživou a zvoleným masem (1, 2, 3, 4).

Konzumace červeného a zpracovaného masa je nicméně spojena i s negativními účinky na zdraví. Vysoká konzumace tohoto zboží zvyšuje například pravděpodobnost výskytu rakoviny tlustého střeva a konečníku (3, 5, 6).

1.1 Technologické vlastnosti hovězího masa

Technologické vlastnosti se odvíjejí od kvality obsažených bílkovin, které se podle svých vlastností dělí do tří skupin: sarkoplasmatické, myofibrilární a stromatické. První dvě uvedené se uvádějí společně jako obsah svalových bílkovin (1). Jejich vlivy na vlastnosti masa jsou uvedeny v následujících kapitolách.

1.1.1 Vliv sarkoplasmatických bílkovin

Jak název vypovídá, sarkoplasmatické bílkoviny se vyskytují v sarkoplazmatu, jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích. Technologicky nejvýznamnější zástupci této skupiny jsou hemové barviva, které mohou za zabarvení masa a výrobku. Centrálně vázaný atom železa se může oxidovat z dvojmocného iontu na trojmocný a také na sebe vázat různé ligandy. Podle atomu vázaného na hemové železo rozeznáváme tyto hlavní deriváty: oxymyoglobin, na který je vázán kyslík a má rumělkovou barvu; karbonylmyoglobin, s vázaným oxidem uhličitým je třešňově červený; nitromyoglobin je růžově červený, a je vázaný s molekulou oxidu dusnatého – technologicky se využívá, vzniká při přidání dusitanu do směsi. Rozpadají se při působení oxidačních činidel nebo mikroorganismů na látky s jinými odstíny, tím je možné rozpoznat kažení masa, ovšem také denaturují při tepelné úpravě. Bez přidání dusitanu by výsledné výrobky měli šedou nebo našedlou barvu. Obecně se tyto bílkoviny podílejí na vaznosti vody pouze ze 3 %. Po denuraci tvoří pevný gel. Nutričně jsou to plnohodnotné zdroje bílkovin (1, 2, 7).

1.1.2 Vliv myofibrilárních bílkovin

Myofibrilární bílkoviny jsou největší skupinou masných bílkovin, v živém organismu jsou odpovědné za stah a relaxaci svalů. Díky tomu, že můžou za největší část vázané vody a tímto určují strukturu masného díla (1, 2, 4).

1.1.3 Vliv stromatických bílkovin

Stromatické bílkoviny, jinak nazývané vazivové bílkoviny, se vyskytují se ve šlachách, vazivech, kůži, pojivových tkáních a dalších místech. Nejvýznamnějším zástupcem je kolagen, který tvoří až 25 % všech bílkovin a dle svého složení ovlivňuje křehkost masa. Vzhledem k silným intra molekulovým vazbám je kolagen nerozpustný a při dlouhodobém záhřevu bobtná a přechází na želatinu (2).

1.1.4 Vaznost

Vaznost je vlastnost masa udržet si vlastní nebo přidanou vodu při fyzikálním namáhání – krájení, komprese, záhřev. Je ovlivněna bílkovinou stavbou, procesem zrání a mírou namáhání. Voda se v mase přirozeně vyskytuje jako vázaná na bílkoviny nebo volná (1).

1.2 Vliv zmrazování a rozmrazování na maso

Zamrazování je technologická operace, při které se surovina podchladí pod bod tuhnutí, kdy voda podstoupí fázovou přeměnu na led. Tato skutečnost snižuje množství volné vody, kterou mohou mikroorganismy využít pro svůj metabolismus a rozmnožování, tímto se také prodlouží skladovatelnost suroviny. Prodloužení skladovatelnosti ale trvá pouze po dobu zamražení, při rozmrazování se uvolňující voda stává opět dostupná pro mikroorganismy, které mohou nízké teploty přežít (1, 8, 9, 10). Při teplotách pod -40 °C je blokována většina degradačních procesů v mase, lipázy jsou ale dále schopny štěpení tuků a nízkomolekulární látky se stále mohou rozpouštět do nezmrzlé vody (4).

Při nižší rychlosti zamrazování se vytvářejí větší ledové krystaly, které mohou porušit buněčnou stěnu. Tímto se mohou enzymy a další prooxidativní látky dostat do okolí a urychlit degradaci masa. Oxidované bílkoviny jsou od sebe vzdálenější, tvoří měkčí bílkovinou matrix a zvyšuje se množství vody vyplavené při tepelné úpravě (1, 9).

Rozmrazování je vhodné provádět při chladírenských teplotách, aby na povrchu, na kterém dojde k rozmrazení rychleji, nedocházelo k rozmnožení mikroorganismů, které přežily nízké teploty (11).

2 SYROVÁTKA

Syrovátka je vedlejším produktem výroby sýrů. Jedná se o kapalinu, která zbude po srážení kaseinu v mléce syřidlem nebo kyselinou. Je bohatá na laktózu, bílkoviny a tuky (12, 13), má žlutavě zelenou barvu, která závisí na kvalitě a typu použitého mléka. Složení syrovátky také závisí na tom, zda je syrovátka srážena enzymaticky či kysele. Syrovátka, které nebyla spotřebována se používala jako krmivo pro hospodářská zvířata nebo hnojivo (13, 14, 15). Syrovátkové bílkoviny představují zhruba 15 % celkového obsahu dusíkatých látek v syrovém mléce. Hlavními složkami této frakce jsou β -laktoglobulin, α -laktalbumin, albumin krevního séra, peptonové deriváty β -kaseinu a množství enzymů, které mají globulární uspořádání a denaturují kolem 70 °C (12, 13, 16, 17, 18).

Důležitou technologickou vlastností syrovátkových bílkovin je jejich schopnost tvořit gely a pěny, které vylepšují texturní vlastnosti výrobků (17).

2.1 Vlastnosti syrovátkových koncentrátů

Syrovátkové koncentráty jsou ceněnými surovinami nejen díky svým nutričním hodnotám ale také díky svým technologickým vlastnostem. Podle obsahu bílkovin se pak dělí jejich použití. Koncentrát, který se používá pro výrobu jogurtů, dětské výživy a pekárenství, obsahuje okolo 35 % bílkovin má mírně mléčnou chuť, je vysoce rozpustný a má dobré emulgační vlastnosti. WPC s obsahem 80 % bílkovin má dobré emulgační a pěnotvorné vlastnosti, vysokou pevnost gelu a dobrou vaznost. Díky tomuto se uplatňuje v masném průmyslu a výživě sportovců (12, 17, 22).

2.2 Koncentrování syrovátky

WPC o koncentraci bílkovin 35-85 % se získávají ultrafiltrací za vysokého tlaku přes mikroporézní membránu. Při tomto kroku se přes membránu dostávají malé molekuly vody, solí a laktózy. Nad membránou zůstávají syrovátkové proteiny, tukové kuličky a rozpuštěné pevné látky. Pokud chceme získat ještě více procentního WPC se použijeme diafiltraci, kdy se filtrační koláč promývá vodou, aby se podpořilo odstranění molekul schopných projít membránou. Po filtraci může být koncentrát zahuštěn na odparce nebo rovnou veden ke sprejovému sušení. Pasterizace či UHT (*ultra high temperature* - vysokoteplotní) ošetření je vhodné, protože ultrafiltrace ani diafiltrace neodstraňují bakterie a spory (12, 19, 20, 21).

2.3 Aplikace syrovátkových produktů v masném průmyslu

Použití syrovátkových bílkovin se testovalo již dříve v jiných typech masných výrobků.

Sušenou syrovátku pro použití v tradičních Tureckých masových koulích zkoumala Meltem Serdaroğlu (23), která zjistila, že přídavek syrovátky zlepšuje charakteristiku hotového výrobku za použití různého obsahu tuku. Přídavek 2 ani 4 % syrovátky neměl dopad na senzorické vlastnosti.

Vliv hydrolyzované syrovátkové bílkoviny na kvalitu a inhibiční aktivitu vzniklých peptidů analyzovala v Mexiku Barrón-Ayala a kol. (24). Z jejích závěrů vyplývá, že lze touto surovinou nahradit až 100 % vody v receptuře frankfurtských párků bez dopadu na pH, výtěžnost či červenou barvu výrobku. Takto vysoký obsah hydrolyzátu má mírný dopad na zvýšenou světlost a žlutost a mírně snižuje texturní vlastnosti výrobku.

Beta-laktoglobulinové frakce syrovátkových bílkovin s různým obsahem minerálů použil Hayes (25) pro testování jejich vlivu na fyzikální a senzorické vlastnosti. Minerálně neobohacené frakce měly ve výrobku dopad na ztráty varem, žvýkatelnost a pevnost. Frakce obohacené o minerály vylepšily ztrátu varem a žvýkatelnost oproti neobohaceným, aniž by měly negativní dopad na chuť a celkovou přijatelnost výrobků.

Také bylo zkoumáno nahrazení živočišného tuku v jemném hovězím salámu pomocí mikročásticové syrovátkové bílkoviny, které zkoumala Ozturk-Kerimoglu (26). Zde bylo potvrzeno, že pro toto použití mají syrovátkové bílkoviny potenciál. Reformulací receptury bylo dosaženo snížení celkového obsahu tuku a významného zlepšení technologických, funkčních a stabilitních parametrů bez negativního dopadu na senzorické hodnocení.

WPC, které je v této diplomové práci testováno, bylo zkoušeno na hovězím mase upraveném metodou *sous vide*, kde Szerman (27) porovnávala vliv WPC, modifikovaného WPC a trifosforečnanu sodného na technologické, fyzikálně chemické a senzorické parametry oproti kontrolnímu vzorku, který obsahoval pouze přídavek soli ve stejné míře jako u testovaných surovin. Fosforečnan vykazoval v této studii nejlepší výsledky hmotnostních ztrát, stříhových sil a zlepšoval senzorické parametry. Efekty WPC a modifikovaného WPC měly podobný dopad na parametry masa a dopadly lépe než kontrolní vzorek. Způsob modifikace WPC nebyl v práci více upřesněn.

Výzkum Ensor (28) se zaměřil na porovnání emulgačních vlastností WPC, izolátu sójové bílkoviny a odvápněného, odtučněného sušeného mléka při použití v jemných párcích

ze směsi hovězího a dvou vepřových mas. Bylo zjištěno, že WPC je vhodnou náhradou izolátu sójových bílkovin a sušeného mléka. WPC poskytoval obdobné texturní, stabilitní a sensorické vlastnosti jako suroviny, oproti kterým byl porovnáván.

V kuřecích párcích zkoumala Andrés (29) vliv WPC a hydrokoloidů na texturu a barvu. Společně s WPC byla použita guarová a xanthanová guma. Porovnávány byly různé hladiny přidaného tuku, WPC a směsi hydrokoloidů. Změny ve ztrátě varem nebyly signifikantně ovlivněny hladinami ani jedné z měnících se koncentrací. Zvýšení obsahu WPC a gum snižovalo pevnost. Sensorický panel hodnotil příznivě přídavky gum i WPC do receptury, a to i ve vzorku bez přidaného tuku. Použití hydrokoloidů a WPC mělo u nízkotučných párků pozitivní dopad na funkční vlastnosti.

Efekt suroviny s ještě vyšším obsahem bílkoviny než WPC, tedy izolátu syrovátkové bílkoviny, zkoumal Youssef (30) v jemně mleté masové směsi. V této studii byly použity nativní a předeřtý izolát syrovátkové bílkoviny, nízko gelující izolát sójové bílkoviny a vysoko gelující izolát sójové bílkoviny. Bylo jimi nahrazeno 1,5 % masa při formulacích receptur obsahujících 12, 13 a 14 % celkové bílkoviny. Při použití nemasových bílkovin, které vykazují lepší emulgační schopnosti než bílkoviny obsažené v mase, byla pozorována zvýšená emulgační stabilita. Zvýšení obsahu bílkovin z 12 na 14 % vedlo k vyšším ztrátám při tepelném opracování. Texturní vlastnosti se lišily dle použitého izolátu bílkoviny, předeřtí izolátu syrovátkové bílkoviny se ukázalo jako efektivní metoda zlepšení textury výrobku, do kterého byl přidán. Všechny přídavky bílkovinných izolátů vedly ke změně barvy na světlejší a méně červenou, než měl výrobek pouze z masa.

3 ŠUNKA

Šunka je druh tepelně opracovaného masného výrobku, definovaný českou legislativou. Pokud se tedy tento název použije, musí výrobek splňovat legislativní požadavky uvedené v tabulce 1. Mezi další požadavky patří nutnost uvedení živočišného druhu a části jatečného těla, pokud se nejedná o vepřovou šunku. Výjimku tvoří vepřová šunka, jenž může být vyrobena pouze z kýty a nemusí se tedy specifikovat (31).

Tabulka 1 Legislativní požadavky na složení tepelně opracované šunky (31)

Třída	Charakteristika jakosti
Nejvyšší jakosti	<p>Celosvalový výrobek s obsahem čistých svalových bílkovin nejméně 16 % hmotnosti.</p> <p>Nepřipouští se použití škrobu, vlákniny, barviv, rostlinných a jiných živočišných bílkovin a dalších látek, které zvyšují obsah bílkovin ve výrobku.</p>
Výběrová	<p>Celosvalový výrobek, obsah čistých svalových bílkovin je minimálně 13 % hmotnosti.</p> <p>Dovoleno použití karagenanu a gumy euchemy. Ostatní látky stejně jako u třídy Nejvyšší jakosti jsou zakázány.</p>
Standardní	<p>Obsah čistých svalových bílkovin nejméně 10 % hmotnosti.</p>

3.1 Technologie tepelně opracovaných šunek

Kvalitu šunek ovlivňuje několik faktorů, zejména použité maso, technologie jeho porcování, velikost nástřihu láku, masírování a způsob tepelného opracování (32).

Výroba tepelně opracovaných šunek se vyvinula ve snaze docílit požadavkům zákazníka na snížený obsah soli a z hlediska snížení nákladu; zkrátit dobu technologického zpracování a možnosti technologického zpracování masa z méně vypasných prasat. Aby bylo možno použít méně kvalitní maso jsou přidávány látky zvyšující vaznost, např. škroby, bílkoviny a karagenany (33).

3.2 Výroba dušených šunek

Průběh výroby šunek se skládá z po sobě navazujících operací a začíná výběrem vhodného masa. PSE (*pale, soft, exudative* – bledý, měkký, vodnatý) maso poskytuje sušší šunky s vyššími ztrátami varem z důvodu nízkého pH a špatné vodovaznosti. DFD (*dark, firm, dry* – tmavý, pevný, suchý) maso má dobrou vodovaznost, ale je náchylnější k růstu mikroorganismů. Ideální na snížení ztrát varem je maso s hodnotou pH 5,8-6,2 (1, 33, 40). Vady PSE a DFD jsou způsobeny nestandardním zráním masa, kdy u PSE masa dojde k rapidnímu poklesu pH a produkci tepla. Toto má za následek částečnou denuraci bílkovin. U DFD naopak nedochází k dostatečnému poklesu pH a maso váže více vody než je běžné (1, 4).

Zvolené maso se očistí, a dle požadavku receptury případně tenderizuje, kdy dochází k narušení struktury masa, např. nožem řezačky, a použitý lák lépe proniká do svaloviny a zvyšuje se extrakce svalových bílkovin (7, 33, 50).

Lák je směs vody, ledu, soli, případných přídatných látek zlepšujících údržnost, výtěžnost a organoleptické vlastnosti. Mimo tyto látky může také obsahovat plnidla, která se používají z důvodu ekonomizace výrobku, ovšem jejich přídavek může mít za důsledek snížení organoleptických vlastností. Obvykle se láky nastříkují pomocí jehel do svaloviny, ale injekce může být přeskočena (7, 33, 36, 50).

Dalším krokem je masírování či tumblování masa. Během tohoto kroku dochází k pronikání láku do masa za současné extrakce bílkovin do roztoku, tyto bílkoviny se pak podílejí na vázání vody ve výrobku a jeho texturních vlastnostech. Dále také dochází k rovnoměrnému rozptýlení ochucovacích složek pro jednotnější chuť. Tento krok probíhá za vakua a chladu po dobu delší než deset hodin. Při tumblování dochází v masírovacím bubnu ke zvedání masa na stěně bubnu, ze které ve výšce uvolní a dopadne na zbylé maso na spodní části bubnu. Jiným způsobem je frikční masáž, kdy se v bubnu kusy masa přes sebe pouze převalují (33, 36, 38, 50).

Plnění díla do obalu neboli narážení se provádí na vakuových narážkách do několikvrstevných, nepropustných, fóliových obalů, které se pro dosažení požadovaného tvaru následně lisují ve formách. Dříve se šunky tradičně plnily do plechových obalů (1, 50).

Tepelné opracování šunek probíhá ponořením do vody nebo vařením v páře. Tato operace je důležitá z důvodu zajištění minimalizace rizika výskytu patogenů a inaktivace enzymů. Cílem je prodloužení údržnosti výrobku bez negativního dopadu na sensorické vlastnosti.

Dochází k denaturaci bílkovin a tím tvorbě texturních vlastností výrobku a změně barvy (7, 33, 36, 50). Aby byl výrobek považován dle legislativy za tepelně opracovaný, musí ve všech jeho částech působit teplota vyšší než 70 °C alespoň po dobu deseti minut (31).

Po vaření následuje zchlazení na chladírenskou teplotu, maximálně 4 °C. Nejkritičtější je rozmezí teplot 40 až 15 °C, které jsou vhodné pro rozmnožování mikroorganismů. Toto rozmezí by mělo být překročeno rychleji než za 4 hodiny. Chlazení může probíhat proudem vzduchu, v chladné místnosti, ponořením či sprchováním studenou vodou (33, 50). Zchlazené výrobky je pak možno prodávat v celku nebo nakrájené na plátky a zabalené.

3.3 Hodnocení kvality šunek

U hotových výrobků je nutno zkontrolovat jejich požadované vlastnosti. U vepřových šunek je typická lehce růžová barva způsobena reakcí oxidu dusnatého s myoglobinem za vzniku nitrosomyoglobinu, který se teplem rozkládá na nitrosylmyochromogen s růžovočervenou barvou. Díky jinému bílkovinovému složení bývají drůběží šunky světlejší a z hovězího masa tmavší (1, 4, 33).

Texturní vlastnosti se stejně jako u ostatních masných výrobků odvíjejí od použitého masa, použitých, velikosti nástřiku, kvalitě extrakce myofibrilárních bílkovin a stupni denaturace bílkovin při tepelném záhřevu (7, 32, 33). Bylo zjištěno, že na českém trhu se vyskytují šunky v rozmezí pevnosti 10 až 26 N (32).

Obsah čistých svalových bílkovin je pro požadavky české legislativy definován jako bílkovina ze svalové tkáně zvířat bez bílkoviny pojivové tkáně a bílkovin rostlinného původu (31). Pro výpočet obsahu svalových bílkovin se využívá výsledku analýzy celkového obsahu bílkovin, např. dle Kjeldahla, od kterého se odečte stanovený obsah kolagenu. Další možností je využití stanovení obsahu keratinu nebo keratininu. Obsah čistých svalových bílkovin je pak získán vydělením výsledných hodnot empiricky zjištěným faktorem. (1, 4)

Dále se také provádí sensorické hodnocení, aby byla zajištěna stálá kvalita vyráběné šunky.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda přídavek koncentrátu syrovátkové bílkoviny do hovězí šunky povede k navýšení nutriční hodnoty tohoto výrobku za zachování nebo vylepšení původních vlastností tohoto výrobku. Také se zjišťovalo, zda by bylo možné použít tuto surovinu při výrobě z mraženého masa.

Experiment byl testován s vzorky koncentrátu syrovátkové bílkoviny a koncentrátu syrovátkové bílkoviny instantizovaného přídavkem sójového lecitinu. V tomto případě šlo o zjištění, zda přídavek lecitinu, který měl zlepšit rozpustnost koncentrátu nebude mít záporný efekt oproti čistému koncentrátu.

5 MATERIÁL A METODIKA

V této kapitole jsou uvedeny suroviny a metodiky, které byly pro účely této práce použity.

5.1 Suroviny pro výrobu vzorků

5.1.1 Hovězí maso

Pro výrobu byla použita hovězí kýta a to část tzv. ořech ze skotu ze Spojeného království, poraženého v Nizozemí. Výřez byl zakoupen v obchodním řetězci MAKRO. Surovina byla zvolena kvůli lehké opracovatelnosti a požadavkům receptury.

5.1.2 Dusitan sodný a chlorid sodný

Jako zdroj dusitanu a chloridu sodného byla zvolena dusitanová solící směs od společnosti K+S solné mlýny a.s.

Dusitany se používají jako konzervanty v masném průmyslu. Zamezují zešednutí masa tepelnou úpravou tím, že se váží na hemoglobin. Zabraňují oxidaci tuků, mají také inhibiční vlastnosti na *Clostridium botulinum* (7, 34, 35, 37). Dusitany a dusičnany jsou však také spojeny s možnou karcinogenitou (37, 39).

Do lidské stravy se dostávají především konzumací zeleniny a masných výrobků (37).

Zvolená dusitanová solící směs obsahuje dle specifikace 0,5-0,6 % dusitanu, minimálně 99 % chloridu sodného, 33–58 mg/kg jodičnanu draselného a maximálně 0,1 % protispěškové látky. Přítomný chlorid sodný je důležitý pro zlepšení chuti a vylepšení technologických vlastností, zejména zvyšuje rozpustnost myofibrilárních bílkovin do láku, tímto pomáhá vytvořit prostorovou strukturu výrobku (7, 40).

5.1.3 Extrakty koření

Extrakty zde byly použity hlavně pro úpravu chuti. Použity byly extrakty pepře a česneku nanesené na nosiči – maltodextrin. Oproti přírodnímu koření mají lepší stabilitu aroma, jsou standardizovatelné a při jejich použití je menší šance zanesení kontaminujících mikroorganismů do díla (7).

5.1.4 Fosforečnan sodný

Jako zdroj fosforečnanu byl použit výrobek Carfosel 990 od společnosti Prayon S.A., obsah P_2O_5 57,3% v sušině, jedná se o trifosforečnan sodný $Na_5P_3O_{10}$, označován jako E 451.

Přídavek fosfátu do masného díla podporuje zvýšením pH díla efekt soli na extrakci myofibrilárních bílkovin ze svaloviny (33, 41, 42, 51) také zlepšuje trvanlivost výrobků svými antioxidačními účinky, především oddaluje oxidaci tuků (18, 51). Pipek a Craig uvádějí, že již přídavek 0,3 % zlepšuje chuť, šťavnatost, křehkost a snižuje přípachy (7, 43). Přídavek fosfátů, vyjádřených jako P_2O_5 je legislativně omezen, a to na hodnotu max 5 000 mg/kg výrobku. (48). Toto omezení je z důvodu že nadměrná konzumace může vést v těle konzumenta k nevyváženosti koncentrace vápníku (7, 51).

5.1.5 Isoaskorbát sodný

Stejně jako přídavek dusitanu sodného, pomáhá přídavek isoaskorbátu sodného v inhibici *Clostridium botulinum* (34). A také pomáhá s vybarvováním masa dusitanem tím, že jej redukuje na oxid dusnatý (7, 44, 45).

5.1.6 Koncentrát syrovátkových bílkovin WPC

Vzorky koncentráту syrovátkových bílkovin byly zajištěny od společnosti SIMANDL, spol s.r.o. V obou případech šlo o osmdesáti procentní WPC, z nichž jeden – dále značen jako WPC-i – byl instantizován přídavkem sójového lecitinu. Přídavek lecitinu měl podle dodavatele zlepšit rozpustnost WPC a tímto usnadnit aplikaci do receptury.

5.2 Metodika

Ve vzorcích byly stanoveny níže uvedené parametry podle metodik dostupných na univerzitě.

5.2.1 pH

Hodnota pH byla stanovena ve vzorku před i po tepelné úpravě vpichovým pH metrem HI 99161, společnosti Hanna Instruments. V obou případech bylo provedeno pět měření, z nichž byl vypočítán průměr.

5.2.2 Sušina

Sušina byla stanovena vázkově lyofilizací tepelně upraveného vzorku. Nakrájený vzorek byl navážen do hliníkové misky, která byla následně na tři dny vložena do mrazáku při $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ a následně do lyofilizátoru Alpha 1-4 LSC od společnosti Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH. Vzorek byl následně opětovně zvážen a z rozdílu hmotnosti byla vypočtena sušina podle rovnice 1. Měření proběhlo pro každý vzorek třikrát.

Rovnice 1 Výpočet procenta sušiny

Sušina [%]

$$= \frac{\text{hmotnost misky s lyofilizovaným vzorkem [g]} - \text{hmotnost prázdné misky [g]}}{\text{hmotnost navážky vzorku [g]}} \cdot 100$$

5.2.3 Obsah tuku

Obsah tuku byl stanoven v lyofilizovaném vzorku pomocí extrakce hexanem v přístroji SOXTHERM od společnosti C. Gerhardt GmbH & Co. KG, obrázek 1, ovládaném softwarem SXOTHERM Manager od stejné společnosti. Do předem vysušených a zvážených varných baněk byly vloženy extrakční patrony obsahující rozdrcený lyofilizovaný vzorek navážený s přesností na čtyři desetinná místa. Dále bylo do baněk přidáno 100 ml hexanu. Naplněné baňky byly vloženy do přístroje, kde byly podrobeny opakované extrakci. Ta trvala 4x 30 minut, s celkovou dobou programu 142 minut. Zbytky hexanu byly opatrně odpařeny na topném hnízdě a baňky byly následně vloženy na půl hodiny do sušárny při 65 °C. Po zchlazení na laboratorní teplotu v exikátoru byly zváženy a ze znalosti navážek byl vypočten obsah tuku v sušině za použití rovnice 2.

Rovnice 2 Výpočet obsahu tuku v sušině

Obsah tuku v sušině [%]

$$= \frac{\text{hmotnost nádoby s tukem [g]} - \text{hmotnost prázdné, vysušené nádoby [g]}}{\text{hmotnost lyofilizovaného vzorku [g]}} \cdot 100$$



Obrázek 1 Přístroj SOXTHERM

5.2.4 Obsah bílkovin

Celkový obsah bílkovin byl stanoven Kjeldahlovou metodou, kdy bylo 0,25 g testovaného vzorku s přesností na čtyři desetinná místa naváženo do mineralizační zkumavky. Ke vzorku bylo přidáno 10 ml koncentrované kyseliny sírové, 0,5 ml peroxidu vodíku a 1 lžička katalyzátoru (síran sodný a síran měďnatý v poměru 10:1). Tato směs byla zahřívána na 400 °C v přístroji „Bloc Digest 12“ ovládaným kontrolním panelem RAT-2 – obojí od společnosti JP SELECTA, s.a., obrázek 2. Tato teplota se udržovala 60 minut. Po vychladnutí zkumavek byl obsah převeden do 25 ml odměrné baňky a doplněn demineralizovanou vodou. Dva 10 ml podíly byly odpipetovány do čistých mineralizačních zkumavek a pomocí přístroje pro parní destilaci S2 od společnosti Behr Labor-Technik GmbH, obrázek 3, byly předestilovány. V tomto kroku se ke vzorku přidá nadbytek hydroxidu sodného, který vytěsni amonné ionty, které byly vázány na síran. Pára tento uvolněný amoniak předestiluje do připravené 2% kyseliny borité. Titrací zachyceného destilátu do bodu ekvivalence pomocí odměrného roztoku kyseliny sírové na indikátor Tashiro je zjištěna koncentrace amonných iontů. Pomocí vypočteného obsahu dusíku se přes empiricky zjištěný faktor s hodnotou 6,25 pro hovězí maso, vypočítáme obsah bílkovin ve vzorku dle rovnice 3.

Rovnice 3 Výpočet obsahu bílkovin

$$\begin{aligned} & \text{Celkové bílkoviny [mg} \cdot \text{g}^{-1}] \\ & = (\text{spotřeba } H_2SO_4 [l] \cdot \text{koncentrace } H_2SO_4 [\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}] \\ & \cdot \text{atomová hmotnost dusíku} \cdot \text{faktor titrace} \\ & \cdot \text{zřed'ovací faktor}) / \text{navážka vzorku [g]} \cdot 1000 \cdot 6,25 \end{aligned}$$



Obrázek 2 Mineralizátor BLOC DIGEST 12



Obrázek 3 Destilační jednotka S2 od společnosti Behr

5.2.5 Ztráta varem

Ztráta varem byla počítána v tepelně opracovaném vzorku podle rovnice 4 jako hmotnostní podíl uvolněné šťávy vůči celkové hmotnosti obsahu sklenice. Po otevření sklenice s tepelně opracovaným vzorkem byla opatrně odlita tekutina do předem zvážené kádinky, šunka byla uvolněna od stěn, vyjmuta nechána okapat ke zbytku tekutiny a zvážena. Případná tekutina zbývající ve sklenici byla přidána k dříve odebrané a společně byly zváženy. Jedná se o vodu, která se přidala v rámci masírování a která se společně s vodou a tukem přirozeně obsaženými v masu uvolnila při tepelné úpravě. Tato šťáva s sebou může odnášet senzorycké a výživové významné molekuly pryč z díla (4, 7).

Rovnice 4 Výpočet ztráty varem

$$\text{Ztráta varem [\%]} = \frac{\text{hmotnost uvolněné vody [g]}}{\text{hmotnost šunky [g]} + \text{hmotnost uvolněné vody [g]}} \cdot 100[\%]$$

5.2.6 Analýza textury

Pevnost hotového díla byla stanovena penetračně na přístroji TA.XT plus od společnosti Stable Micro Systems – za použití parametrů uvedených v tabulce 2. Měření probíhalo ihned po vyjmutí vzorku z chladu, na řezu díla, aby došlo k eliminaci vlivů způsobených nerovným povrchem.

Tabulka 2 Nastavení parametrů texturometru pro analýzu

Parametr	Hodnota
Sonda	6mm válec z nerezové oceli, styčná plocha 28,27 mm, číslo dílu P/6
Rychlost pohybu sondy	0,50 mm/s
Hloubka vpichu	14,000 mm
Spouštěcí síla	4 g



Obrázek 4 Texturometr TA.XT plus se sondou P/6

5.2.7 Organoleptické vlastnosti

Organoleptické vlastnosti všech výrobků byly hodnoceny senzoričným panelem, který se skládal z 8 osob působících na Technologické fakultě Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Všichni přítomní byli zkušenými hodnotiteli. Hedonicky byly hodnoceny tyto deskriptory: vzhled na povrchu, příjemnost vůně, chuť a celkový dojem. Šťavnatost, křehkost, rozpadavost, slanost, kovová příchut' byly hodnoceny intenzitně. Hodnocení deskriptoru zaznačili panelisté do formuláře, viz příloha 1, kde byly všechny grafické záznamy značeny na 10 cm dlouhou linii (46, 47).

Všem hodnotitelům byly připraveny dva plátky od každého vzorku na jednom talíři, s označením jednotlivých vzorků. K dispozici byly také voda a bílé pečivo jako neutralizátory chuti a vidlička, v případě, že by ji hodnotitelé preferovali.

K interpretaci výsledků pořadové zkoušky byla použita Friedmanova zkouška s hodnotou rizika 0,05 (49) v následujícím znění.

Rovnice 5 Testové kritérium Friedmanovy zkoušky

$$F_{test} = \frac{12}{j \cdot p(p+1)} (R_1^2 + \dots + R_j^2) - 3j(p+1)$$

Kdy j je počet posuzovatelů, p je množství výrobků, R je pořadí součtů hodnocení

Pro analýzu dat z grafických záznamů byl použit Kruskal-Wallisův test s hladinou spolehlivosti 95 %. Testovaná hypotéza u Kruskal-Wallisova testu zní: Mezi výrobky neexistuje statisticky významný rozdíl, jsou si tedy podobné. Alternativní hypotézou je: Alespoň jeden z testovaných výrobků je rozdílný od alespoň jednoho z ostatních. V případě, že by platila alternativní hypotéza, provede se párové srovnání výrobků pomocí Nemenyiho metodu vícenásobného párového porovnání nezávislých výběrů (46). Pro výpočet byly použity následující dvě rovnice.

Rovnice 6 Testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

$$Q_{KW} = \frac{12}{n \cdot (n+1)} \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3 \cdot (n+1)$$

Kdy R je počet výrobků, n je počet posuzovatelů, n_r počet posuzovatelů v r -tém výběru, je T_r je součet pořadí jednotek r -tého výběru.

Rovnice 7 Korigované testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

$$Q_{KW}^* = \frac{Q_{KW}}{1 - \frac{\sum_{k=1}^K (n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}}$$

Kdy K je počet kategorií, n_k je počet pozorování v k -té kategorii.

6 VÝROBA VZORKŮ

Hovězí maso bylo v den nákupu očištěno od blan a tuku. Část masa byla oddělena pro test funkčnosti po zamražení a byla vložena do mrazáku nastaveného na -80 °C. Následně bylo maso nařezáno na řezačce od společnosti SPAR Food Machinery MFG. CO., LTD., přes desku s otvory ve tvaru ledviny. K rozváženému namletému masu byly přidána koření extrakty spolu s přídatnými látkami rozpuštěnými ve vodě s ledem. Všechny navážky jsou uvedeny v tabulce 3. Dávka syrovátkového koncentrátu byla aplikována posypáním směsí masa a láku. Tyto směsi byly přeneseny do bubnu přístroje MULTI-MARINATOR společnosti SUNHOW. Po utěsnění víka byl z nádoby odsát vzduch pomocí funkce tohoto přístroje. V lednici následně probíhalo masírování díla po dobu 14ti hodin v režimu 40 minut masírování, 10 minut pauzy.

Tabulka 3 Surovinová skladba šunky z chlazeného masa

Název suroviny	Nulový vzorek [g]	S přídatkem WPC [g]	S přídatkem WPC-i [g]
Hovězí kýta – čerstvá	1350	1350	1350
Pitná voda + led	150	150	150
Dusitanová solící směs	27	27	27
Česnekový extrakt	1,5	1,5	1,5
Pepř černý – extrakt	3	3	3
Fosfát sodný	22,5	22,5	22,5
Isoaskorbát sodný	0,68	0,68	0,68
WPC	-	30	-
WPC-i	-	-	30



Obrázek 5 Naplněné sklenice před tepelnou úpravou

Vymasírované dílo bylo plněno do čistých 200 ml sklenic do výšky zhruba centimetr pod okraj. Z díla ve sklenici byl dvakrát odstraněn vzduch pomocí vakuovačky BOXER 42 od společnosti HENKELMAN. Odstraňování vzduchu bylo prováděno dvacet sekund a bylo při něm dosaženo tlaku -1 bar. Skleničky pak byly uzavřeny víčky, která byla popsána názvem díla a datem výroby, toto lze vidět na obrázku 5. Uzavřené skleničky byly podrobeny TO v konvektomatu SCC WE 61 od společnosti Rational AG.



Obrázek 6 Nastavení konvektomatu a sklenice v něm

TO probíhalo v páře při teplotě 82 °C, kdy bylo po 35 minutách dosaženo teploty v jádře 72 °C. Tato teplota byla zvolena jako dostatečná pro mikrobiální bezpečnost výrobku a zároveň dostatečně nízká, aby nedošlo k nadměrné denaturaci bílkovin. S rostoucí teplotou se dle Dvořáka (4) denaturace zrychluje. Obě teploty byly monitorovány interními sondami konvektomatu. Po dobu 10ti minut byly dále drženy tyto podmínky. Jakmile uplynula tato doba, byly sklenice přeneseny do chladicí lázně a po krátké temperaci (5 minut) byly zasypány ledem. Chlazení ledem bylo udržováno, dokud neklesla teplota na 10 °C v jádře

kontrolního vzorku. Následně byly sklenice umístěny do chladicí místnosti při teplotě 4 °C a zde byly uchovávány do provedení následných analýz.

Stejným způsobem byly připraveny vzorky ze zmraženého masa, které bylo vyjmuto z mrazu a ponecháno v chladničce k rozmrazení 24 hodin před zpracováním za stejného postupu uvedeného výše. Surovinová skladba je uvedena v tabulce 4. Vzhledem ke stále nízké teplotě masa byl led nahrazen vodou. Záhřev této dávky trval 36 minut a zchlazení proběhlo stejně jako u vzorků z chlazeného masa.

Tabulka 4 Surovinová skladba šunky z mraženého masa

Název suroviny	Nulový vzorek [g]	S přídatkem WPC [g]	S přídatkem WPC-i [g]
Hovězí kýta – rozmražená	810	810	810
Pitná voda	90	90	90
Dusitanová solící směs	16,2	16,2	16,2
Česnekový extrakt	0,9	0,9	0,9
Pepř černý – extrakt	1,8	1,8	1,8
Fosfát sodný	13,5	13,5	13,5
Isoaskorbát sodný	0,41	0,41	0,41
WPC	-	18	-
WPC-i	-	-	18

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Stanovení pH

Jak můžeme vidět v tabulce 5, při přidání WPC-i do čerstvého masa bylo pozorováno snížení hodnoty pH před i po TO na obdobné hodnoty, jako vykazovaly vzorky z masa mraženého. Toto mohlo být způsobeno zjednodušením rozpouštění složek masa do roztoku pomocí přítomného lecitinu.

Přídavek fosfátu vedl k navýšení pH oproti hodnotě, která by byla typická pro hovězí maso (1, 8). Zvýšení pozoroval Pietrasik (8) při nástřiku fosfátů do hovězího masa, kde pH kontrolního vzorku 5,64 bylo nejnižší. U nástříknutých vzorků se pH pohybovalo v rozmezí 5,81 až 5,95, dle použité koncentrace soli a fosforečnanu v nástřiku, toto odpovídá vyšší hodnotě pH námi změřených vzorků.

Nižší pH u výrobků z mraženého masa oproti těm z čerstvého bylo způsobeno změnami během mražení a rozmrazání, kdy vznikající ledové krystaly mohly porušit buněčnou stěnu a vyplavit obsah buněk do okolí (9). Mohl se zde projevit i vliv pomalého rozmrazování, který uvádí docent Pipek, při němž během pomalého rozmrazování rychle mraženého masa může docházet k rekrystalizaci intracelulárních krystalů a toto vede k poškození buněk a uvolnění jejich obsahu (1).

Tabulka 5 Naměřené výsledky pH

Název vzorku	pH před TO	σ	pH po TO	σ
0	6,57	0,03	6,76	0,05
WPC	6,52	0,04	6,78	0,02
WPC-i	6,27	0,09	6,60	0,02
M0	6,33	0,04	6,64	0,03
MWPC	6,30	0,05	6,63	0,03
MWPC-i	6,28	0,05	6,60	0,02

Obdobná změna pH mezi syrovým a tepelně opracovaným výrobkem souhlasí s dalšími pracemi tepelně opracovaných vzorků. Byla pozorována i u hovězího masa s přídatnými látkami a WPC připravovaného metodou *sous vide* ve studii od Szerman (27), rozdíl pH mezi tepelně neopracovaným a opracovaným výrobkem byl 0,31. Také ji zaznamenala Serdaroğlu při testování sušené syrovátky u nízkotučných masových koulí (23), zde se zvýšení pH pohybovalo od 0,1 do 0,5 dle poměru obsahu tuku a sušené syrovátky. Nejvyšší rozdíl byl v receptuře obsahující 5 % tuku a 2 % syrovátky a nejnižší v recepturách

obsahujících 20 % tuku a 2 nebo 4 % syrovátky a také v receptuře s 10 % tuku a 2 % syrovátky.

Tato změna pH je spojena s komplexními biochemickými pochody, které probíhají během tepelného opracování masa (7).

7.2 Stanovení sušiny

Přídavek WPC se ve všech případech projevil zvýšením sušiny, což je zapříčiněno nezměněným množstvím vody v receptuře ale navýšením pevného podílu. U mražených vzorků je podíl sušiny vyšší, zde se nejspíše projevila ztráta vody, která se z masa uvolnila zamražením (1, 4, 9). Tato uvolněná voda nebyla po nařezání masa navážena a zůstala jako odpad. Vzorky z mraženého masa zároveň vykazovaly i menší ztráty vody po tepelné úpravě, což je uvedeno níže v tabulce 6.

Výsledek sušiny u nulového vzorku odpovídá přibližnému obsahu vody 73,5 % v syrové hovězí kýtě, kterou uvádí Pipek ve své knize (1). Zvýšení obsahu vody na 74,9 % v nulovém vzorku je způsobeno navázáním přidané vody během masírování. Hodnoty sušiny jsou u všech vzorků hovězí šunky vyšší než u většiny vepřových šunek z českého trhu, které analyzovala Válková (32).

Tabulka 6 Získané hodnoty sušiny

Název vzorku	sušina [%]	σ
0	25,1	0,3
WPC	25,6	0,4
WPC-i	26,0	0,1
M0	26,1	0,1
MWPC	27,1	0,3
MWPC-i	27,4	0,3

Stejně snížení schopnost vaznosti rozmraženého hovězího masa jako v této práci, pozoroval již Pietrasik ve studiu hovězího masa nastříknutého roztokem soli a fosfátů (8).

7.3 Stanovení tuku

Z tabulky 7 vyplývá, že u chlazeného masa s přídavkem WPC-i došlo k výraznému snížení obsahu tuku. Lecitin nejspíše pomohl rozptýlit tuk i do vody, která se z díla uvolnila a nebyla tedy zahrnuta do navažování při přípravě na stanovení, kdy se vážil pouze pevný podíl. Tomuto snížení obsahu tuku mohlo u mraženého vzorku zabránit menší množství vody, které se uvolnilo při tepelném opracování.

Tabulka 7 Obsah tuku v sušině a přepočítání na obsah tuku v celku

Název vzorku	Tuk v sušině [%]	σ	Obsah tuku v celém výrobku [%]
0	9,0	0,1	2,3
WPC	8,8	0,3	2,2
WPC-i	4,7	0,2	1,2
M0	7,4	0,5	1,9
MWPC	9,0	0,6	2,4
MWPC-i	8,6	0,8	2,4

Mírně nižší hodnota obsahu tuku u vzorku z mraženého masa bez bílkoviny mohla být způsobena nehomogenním odběrem vzorku.

Naměřené hodnoty obsahu tuku jsou nižší, než odpovídá použitému hovězímu masu. Pipek uvádí hodnotu tuku v kýtě 5% (1). Došlo ale k očištění svaloviny od extramuskulárního tuku a přidavku přídatných látek. Oba tyto zákroky logicky musely vést ke snížení obsahu tuku. Obsah tuku je obdobný jako u některých vepřových šunek z českého trhu, které zkoumala Válková (32).

Další z předchozích výzkumů syrovátkových bílkovin, se zaměřoval na náhradu tuku bílkovinou nebo na použití v emulzích, kde je obsah tuku mnohonásobně vyšší. Surovátka nebo její koncentráty byly úspěšně použity pro formulaci výrobků se sníženým obsahem tuku nebo se zlepšenou emulgací přidaného oleje (23, 26, 29, 30).

7.4 Stanovení bílkoviny

Zvýšení obsahu bílkovin bylo u chlazených vzorků významnější při použití WPC, u mražených nebyl mezi WPC a WPC-i významný rozdíl oproti nulovému vzorku, který měl nižší obsah bílkovin, jak můžeme vidět v tabulce 8. Opět zde mohlo dojít k lepšímu uvolnění do roztoku při použití WPC s lecitinem a nenávržení uvolněného podílu při analýze.

Tabulka 8 Celkový obsah bílkoviny

Název vzorku	Celková bílkovina [mg/g]	σ
0	190	9
WPC	209	1
WPC-i	196	7
M0	193	4
MWPC	203	9
MWPC-i	201	3

Obdobných pozitivních výsledků navýšení obsahu bílkovin ale dosáhli při použití mikročásticové syrovátkové bílkoviny, kdy pomocí ní nahrazovali tuk v párcích ve studiu od Ozturk-Kerimoglu (26) a také byl pozorován Hayesem (25) při použití vápníkem obohacených frakcí beta-laktoglobulinu v frankfurtských párcích.

Ačkoliv Serdaroğlu (23) ve své studii nízko tučných masových koulí použila pouze sušenou syrovátku s obsahem bílkovin 13 %, tento obsah u ní ale nebyl dostačující pro změnu obsahu bílkovin ve finálním výrobku.

Ensor (28) při porovnávání sójových a syrovátkových proteinových koncentrátů nestanovoval obsah bílkovin. Stejně také Szerman (27) tyto hodnoty neuvádí. Změnu obsahu bílkovin nekommentuje ani Andrès (29) při zkoumání vlivu WPC a hydrokoloidů na texturu a barvu kuřecích párků. Tyto studie tedy nelze použít k porovnání získaných výsledků.

Youssef (30) se zaměřil pouze na obsah bílkoviny v krémové vrstvě díla, výsledky tedy není možno porovnat s touto prací.

7.5 Ztráta varem

Z tabulky 9 vyplývá že vzorky z mraženého masa vykazovaly nižší ztrátu šťávy tepelnou úpravou než vzorky z masa chlazeného. Přídavek WPC-i mělo ve vzorku z chlazeného negativní dopad na údržnost šťávy a průměrně ztratilo o 1 % hmotnosti více než ostatní vzorky z tohoto masa, tento jev se však neprojevil u vzorků z mraženého masa. Při přihlédnutí k použití chlazeného nebo mraženého masa, mezi zbývajících vzorky, s a bez WPC není významný rozdíl. Nejspíše šlo tedy opět o negativní dopad lecitinu přítomného v této směsi.

Tabulka 9 Ztráty šťávy tepelným opracováním

Název vzorku	Ztráta varem	σ
0	4,8	0,9
WPC	4,9	0,3
WPC-i	5,9	0,2
M0	3,5	0,2
MWPC	3,4	0,3
MWPC-i	3,3	0,4

Ke stejnému závěru došla i Andrès (29), která vyhodnotila, že přídavek gum, WPC ani obsahu tuku v její studii kuřecích párků nemá signifikantní vliv na ztrátu hmotnosti při

tepelné úpravě. Ani hydrolyzovaná syrovátka, kterou zkoumala Barrón-Ayala (24) u vepřových párků neměla vliv na výtěžnost po tepelné úpravě. Oba výzkumy použily ve svých recepturách fosfáty. Jejich přidavek mohl, stejně jako v případě této práce být dostatečný pro udržení šťávy ve výrobku. Tomuto napovídá a výsledek Szerman (27), která zkoumala rozdíl vlivu WPC a trifosforečnanu sodného na parametry hovězího masa upraveného metodou *sous vide*. Z její studie vyplývá, že trifosforečnan poskytuje vyšší výtěžnost oproti použití WPC.

Hayes (25), ve své práci přišel na vliv iontů vápníku obsažených v různých koncentracích ve frakcích syrovátkových bílkovin, které používal. Ovšem vzhledem k tomu, že se WPC vyrábí ultrafiltrací (12, 19, 20, 21), v mé práci bude vliv vápenatých iontů z WPC minimální.

U masových koulí ve studii Serdaroğlu (23) přidavek sušené syrovátky vedl ke zvýšení výtěžnosti při tepelné úpravě. V této studii měla syrovátka pozitivní vliv na udržení vody i tuku oproti kontrolnímu vzorku. Stejně také Ozturk-Kerimoglu (26) pozorovala ve studiu párků s mikročásticovou bílkovinou zlepšení údržnosti tuku i vody. Při nahrazování masových bílkovin bílkovinami syrovátkovými či sójovými Youssefem (30) v jemných masových výrobcích bylo také naměřeno zlepšení výtěžnosti.

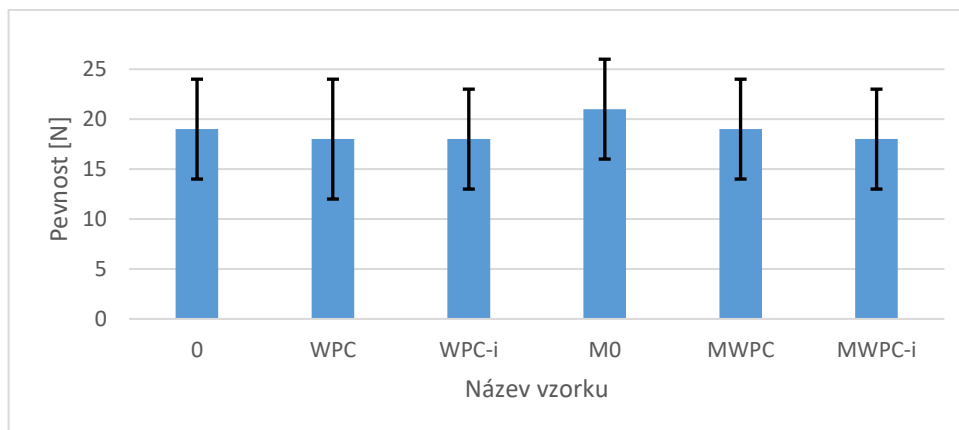
Rozdíl oproti výsledkům v této práci a těch ve výše uvedených je nejspíše zapříčiněn nepřidáním tuku a tím, že v této práci byla použita i další přídatné látky, zejména fosfát.

Jak je již popsáno v kapitole 6.2, mají vzorky z mraženého masa zároveň vyšší sušinu, z čehož vyplývá, že maso ztratilo část své vody při zamrazení a nemohlo tedy dojít k tak rozsáhlému uvolnění vody při tepelném opracování.

7.6 Texturní vlastnosti

Jak lze vyčíst z grafu 1, vliv přidání bílkovin ani zamrazení neměl dostatečně velký vliv na znatelnou změnu pevnosti. Při přihlédnutí ke směrodatným odchylkám je rozdíl zanedbatelný.

Válková (32) měřila pevnost u vepřových šunek dostupných na trhu. Její výsledky se pohybují od 10 do 26 N. Naše výsledky z hovězích šunek do této škály zapadají. Tento výsledek by mohl být považován za pozitivní, protože si zákazník nemusí zvykat na jinou pevnost výrobku, než na kterou je na našem trhu zvyklý.



Graf 1 Výsledky penetračního testu

Velikost směrodatných odchylek byla nejspíše posílena vlivem vzduchových kavern, které se v díle vytvořily. Těmto by se dalo předejít změnou obalu a jeho lépe technologicky zvládnutým plněním, které by správně mělo probíhat za vakua, nejčastěji do několika vrstevých nepropustných fólií či polyamidových střev (50).

Andrès (29) pozorovala u kuřecích párků významné rozdíly v pevnosti mezi vzorky s různým obsahem WPC a gum. Jejich přidavek se projevoval snížením pevnosti. Snížená pevnost byla naměřena i Barrón-Ayalou (24) ve vepřových frankfurtských párcích s přidáním hydrolyzátem syrovátky.

Naopak Ensor (28) ve své studii jemných párků pozoroval zvýšení pevnosti při přidání WPC a to na hodnoty shodné nebo převyšující hodnoty získané použitím izolátu sójové bílkoviny, nebo sušeného mléka. Všechny přísadky měly hodnotu pevnosti vyšší než kontrolní vzorek. Hayes (25) při použití frakcí beta-laktoglobulinu ve výrobě frankfurtských párků toto navýšení pevnosti pozoroval také. I Youssef (30) zaznamenal nárůst pevnosti při použití izolátů syrovátkových bílkovin, pozoroval, že nejvyšší hodnoty jsou naměřeny při použití přehřátého proteinu. Tyto tři studie obsahovaly relativně vyšší podíl tuku než předchozí dvě, které vykazovaly opačný trend pevnosti.

Ozturk-Kerimoglu (26) sledovala vliv dvou koncentrací tuku, vody a mikročásticového syrovátkového proteinu oproti kontrolním vzorkům se standardním a sníženým obsahem tuku. Nejvyšší pevnosti dosahoval vzorek s redukováným obsahem tuku (kdy byl tuk nahrazen vodou), nižší pevnost měl vzorek s redukováným obsahem tuku a pěti procenty syrovátkové bílkoviny. Kontrolní vzorek se standardním obsahem tuku byl v pevnosti třetí a nejměkčí byl vzorek s redukováným obsahem tuku a 10 % syrovátkové bílkoviny.

Při zkoumání vlastností nízkotučných masových koulí Serdaroğlu (23) byla pevnost hodnocena pouze senzoričky a nemohu tedy porovnat s výsledky v naší studii.

Z rozporujících výsledků pevnosti výše uvedených výzkumů vyplývá, že schopnost syrovátkových bílkovin ovlivnit pevnost jedním či druhým směrem se odvíjí od obsahu tuku a vody v díle.

Přídavek fosforečnanu pomáhá narušovat bílkovinové struktury mezi aktinem a myozinem, které tak mohou přecházet lépe do roztoku a podílet se tvorbě struktury (51). Přídavek fosforečnanu tedy mohl způsobit obdobnou pevnost vzorků hovězí šunky.

7.7 Senzorické hodnocení

Pro senzoričky hodnocení byly výrobky maskovány tří číselným kódem, viz tabulka 10.

Tabulka 10 Kódování výrobku pro senzoričku analýzu

Výrobek	Kód
0	769
WPC	341
WPC-i	424
M0	512
MWPC	402

Pořadová zkouška byla vyhodnocena Friedmanovou zkouškou. Kritická hodnota F pro 8 posuzovatelů, 6 výrobků a hladinu významnosti 0,05 je 10,68 (49). Nulovou hypotézou je, že mezi vzorky není statisticky významný rozdíl.

Tabulka 11 Hodnoty získané pořadovou zkouškou

Posuzovatel	Vzorek					
	402	769	424	341	654	512
M/49	6	4	3	2	5	1
M/37	6	2	3	1	4	5
Ž/41	2	5	6	1	4	3
Ž/50	1	6	5	4	3	2
M/27	6	4	1	5	2	3
Ž/24	4	2	1	3	6	5
Ž/43	6	1	2	4	3	5
M/66	2	3	1	6	5	4
Suma	33	27	22	26	32	28
Průměr	4,125	3,375	2,75	3,25	4	3,5
Suma ²	1089	729	484	676	1024	784

Rovnice 8 Výpočet Friedmanovy zkoušky

$$F_{test} = \frac{12}{8 \cdot 6(6 + 1)} (1089 + 729 + 484 + 676 + 1024 + 784) - 3 \cdot 8(6 + 1) = 2,929$$

$$F_{test} < F \dots \text{nulová hypotéza není zamítnuta}$$

Pořadová zkouška prokázala, že hodnocené vzorky šunek od sebe nejsou odlišné v celkovém hodnocení na hladině významnosti 0,05.

U všech graficky hodnocených parametrů došlo k nezamítnutí nulových hypotéz. V žádném z takto hodnocených parametrů není mezi vzorky statisticky významný rozdíl. Tabulky a výpočty pro tyto sensorické analýzy jsou uvedeny v příloze 2.

Významné rozdíly nebyly pozorovány u párků v parametrech barvy, intenzity chuti a celkového hodnocení ve výzkumu Ozturk-Kerimoglu (26), rozdíly byly pozorovány u pevnosti a šťavnatosti, v nich vybočoval kontrolní vzorek se sníženým obsahem tuku. Přídavek WPC je dle její studie tedy vhodný pro použití pro výrobky se sníženým obsahem tuku.

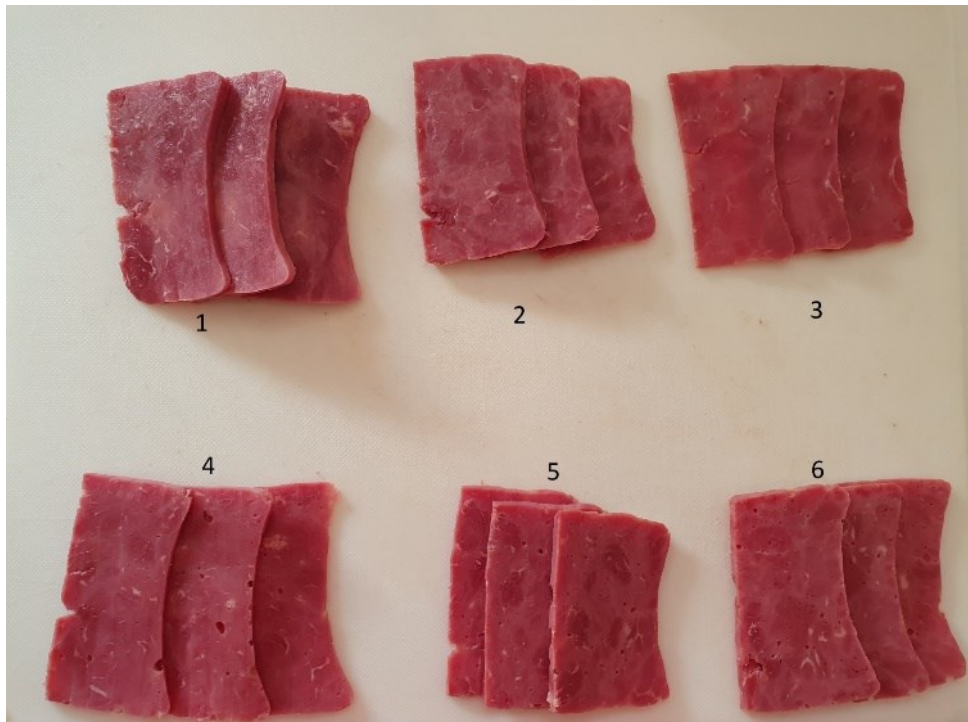
Ve výzkumu masových koulí od Serdaroğlu (23) také nebyl pozorován vliv syrovátky na vzhled a šťavnatost. Vliv na hodnocení textury, chuti a přijatelnosti mělo měnění obsahu tuku (23).

Přídavek β -laktoglobulinových frakcí v práci Hayese (25) měl dopad na žvýkatelnost mezi frakcemi 2 a 4. Žádná z frakcí neměla vliv na šťavnatost, intenzitu chuti, cizí chutě, celkovou chuť a celkovou přijatelnost.

U kuřecích párků, zkoumaných Ensor (28), byly výrobky s obsahem WPC 2% lépe hodnoceny než párky s přidanými 2 % izolátu sójové bílkoviny. Přídavek WPC vedl ve všech koncentracích k vyššímu hodnocení než výrobek bez WPC. Koncentrace WPC 1,75 %, 2 % a 3,5 % nebyly od sebe rozdílné.

Všechny typy vzorků vařených *sous vide* v práci od Szerman (27) byly v parametrech chuti a vůně charakterizovány jako lehce intenzivní. Rozdíly byly pozorovány ve žvýkatelnosti, šťavnatosti a obsahu vaziv. Není ovšem uvedeno, zda byly statisticky významné.

Senzorická analýza vlivu WPC a hydrokoloidů u kuřecích párků, které analyzovala Andrès (29) se týkala čtyř vzorků, které kryly široké rozpětí testované v této práci. Z jejího závěru vyplývá, že nahrazení tuku vyšším obsahem vody za současného použití bílkovin či gum vedlo k přijatelně hodnoceným párkům s nízkým obsahem tuku.



Obrázek 7 Plátky tepelně opracovaných vzorků, 1 - čerstvé maso, nulový vzorek; 2 – WPC; 3 – WPC-i; 4 – mražené maso, nulový vzorek; 5 – MWPC; 6 – MWPC-i

8 ZÁVĚR

Cíl, přidavek koncentráту syrovátkové bílkoviny je možný bez negativních dopadů na senzoričké a technologické vlastnosti hovězí šunky. Při současném zvýšení nutriční hodnoty byl potvrzen analýzami pro surovinu WPC. Instantizovaný WPC měl negativní dopad na ztrátu při vaření a obsah tuku při použití v chlazeném mase. Přidavek obou bílkovin vedl k navýšení sušiny i obsahu bílkoviny.

Použití těchto bílkovin do receptury, kde bylo použito rozmražené maso nemělo dopad na senzoričké ani technologické vlastnosti. Zvýšení sušiny a bílkovin odpovídalo použití v chlazeném mase.

Z technologického a ekonomického hlediska je pro chlazené maso vhodnější použití „klasického“ WPC, u mraženého masa je možné použití obou. WPC-i totiž u chlazeného masa vedlo k větší ztrátě varem

Za nevýhodu přidání bílkoviny do šunky by se dalo požadovat její automatické zařazení do standardní třídy jakosti, kdy legislativa zakazuje aplikaci cizích bílkoviny do třídy výběrové a nejvyšší jakosti, nehledně na obsah čistých svalových bílkovin (31). Bylo by vhodné provést průzkum trhu, zda běžný konzument rozumí jakostnímu třídění dle legislativy nebo se pouze řídí obchodními názvy či uvedeným procentuálním obsahem masa.

Zvýšený obsah bílkovin by mohl být vhodný z nutričního hlediska. V tomto případě by zároveň bylo lepší použít výrobek z mraženého masa, protože podíl bílkovin ve výrobku je ještě vyšší vzhledem k vodě, která se z masa uvolnila při pomalém rozmražení.

Ze senzoričkého hodnocení vyplynulo, že přidavek syrovátkové bílkoviny ani použití mraženého masa nemají vliv na hodnocení konzumenty. Je pozitivní, že přidavek bílkovin neměl negativní dopad na organoleptické vlastnosti výrobku.

Tato práce by mohla být východiskem pro hlubší zkoumání vlivu WPC na vlastnosti šunky a na obsah živin. Zajímavým pokračováním by mohl být vliv obsahu vápníku na retenci vody nebo pozorování změn poměru obsažených aminokyselin.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. PIPEK, Petr. *Technologie masa I*. 3. přeprac. Praha: VŠCHT, 1993. ISBN 80-7080-174-3.
2. STEINHAUSER, Ladislav. *Produkce masa: vysokoškolská učebnice*. Tišnov: Last, 2000. ISBN 80-900260-7-9.
3. LI, Chunbao. The role of beef in human nutrition and health [online]. 2017, (February 2018), 329–338. Dostupné z: doi:10.19103/as.2016.0009.16
4. DVOŘÁK, Zdeněk. *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. Praha: Nakladatelství techn. lit., 1987.
5. SCHÜZ, Joachim, Carolina ESPINA, Patricia VILLAIN, Rolando HERRERO, Maria E. LEON, et al. European Code against Cancer 4th Edition: 12 ways to reduce your cancer risk. *Cancer Epidemiology* [online]. 2015, **39**, S1–S10. ISSN 1877-7821. Dostupné z: doi:10.1016/J.CANEP.2015.05.009
6. VIEIRA, Ana Rita, L. ABAR, D. S.M. CHAN, S. VINGELIENE, E. POLEMITI, C. STEVENS, D. GREENWOOD a T. NORAT. Foods and beverages and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies, an update of the evidence of the WCRF-AICR Continuous Update Project. *Annals of Oncology* [online]. 2017, **28**(8), 1788–1802. ISSN 0923-7534. Dostupné z: doi:10.1093/ANNONC/MDX171
7. PIPEK, Petr. *Technologie masa II*. Praha: VŠCHT, 1998. ISBN 80-7192-283-8.
8. PIETRASIK, Z. a J. A.M. JANZ. Influence of freezing and thawing on the hydration characteristics, quality, and consumer acceptance of whole muscle beef injected with solutions of salt and phosphate. *Meat Science* [online]. 2009, **81**(3), 523–532. ISSN 0309-1740. Dostupné z: doi:10.1016/J.MEATSCI.2008.10.006
9. LEYGONIE, Coleen, Trevor J. BRITZ a Louwrens C. HOFFMAN. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Meat Science* [online]. 2012, **91**(2), 93–98. ISSN 0309-1740. Dostupné z: doi:10.1016/J.MEATSCI.2012.01.013
10. VŠCHT. *Konzervace sníženou teplotou* [online]. [vid. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://ukp.vscht.cz/files/uzel/0007649/0034~~Czg8KyA-9EhvalLe4bUKJakVJfHeg8vLC4xiXfMS0zKzC9OBAA.pdf?redirected>

11. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Rozmrazování potravin* [online]. [vid. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/termin/rozmrazovani-potravin/>
12. O'REGAN, J., M. P. ENNIS a D. M. MULVIHILL. *Milk proteins* [online]. B.m.: Woodhead Publishing Limited, 2009. ISBN 9781845695873. Dostupné z: doi:10.1533/9781845695873.298
13. SMITHERS, Geoffrey W. Whey and whey proteins-From „gutter-to-gold”. *International Dairy Journal* [online]. 2008, **18**(7), 695–704. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2008.03.008
14. TUNICK, Michael H. Whey Protein Production and Utilization: A Brief History. *Whey Processing, Functionality and Health Benefits* [online]. 2009, (April 2009), 1–13. Dostupné z: doi:10.1002/9780813803845.ch1
15. PRAZERES, Ana R., Fátima CARVALHO a Javier RIVAS. Cheese whey management: A review. *Journal of Environmental Management* [online]. 2012, **110**, 48–68. ISSN 03014797. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvman.2012.05.018
16. BACENETTI, Jacopo, Luciana BAVA, Andrea SCHIEVANO a Maddalena ZUCALI. Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment. *Journal of Food Engineering* [online]. 2018, **224**, 139–147. ISSN 02608774. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfoodeng.2017.12.018
17. REBOUILLAT, Serge a Salvadora ORTEGA-REQUENA. Potential Applications of Milk Fractions and Valorization of Dairy By-Products: A Review of the State-of-the-Art Available Data, Outlining the Innovation Potential from a Bigger Data Standpoint. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology* [online]. 2015, **06**(03), 176–203. ISSN 2158-7027. Dostupné z: doi:10.4236/jbnb.2015.63018
18. CHENG, Jen Hua, Shu Tai WANG a Herbert W. OCKERMAN. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. *Meat Science* [online]. 2007, **75**(1), 71–77. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2006.06.017
19. MATTHEWS, M. E. Whey Protein Recovery Processes and Products. *Journal of Dairy Science* [online]. 1984, **67**(11), 2680–2692. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(84)81626-4
20. RAO, Anand. Whey Protein Concentrate (WPC) and Isolate (WPI). *Encyclopedia of Dairy Sciences: Third edition* [online]. 2022, **5**, 186–194. Dostupné

- z: doi:10.1016/B978-0-12-818766-1.00275-0
21. KRISSANSEN, Geoffrey W. Emerging Health Properties of Whey Proteins and Their Clinical Implications. *Journal of the American College of Nutrition* [online]. 2007, **26**(6), 713S-723S. ISSN 0731-5724. Dostupné z: doi:10.1080/07315724.2007.10719652
 22. LIANG, Xiuping, Cuicui MA, Xiaojia YAN, Huanhuang ZENG, David Julian MCCLEMENTS, Xuebo LIU a Fuguo LIU. Structure, rheology and functionality of whey protein emulsion gels: Effects of double cross-linking with transglutaminase and calcium ions. *Food Hydrocolloids* [online]. 2020, **102**, 105569. ISSN 0268-005X. Dostupné z: doi:10.1016/J.FOODHYD.2019.105569
 23. SERDAROĞLU, Meltem. Improving low fat meatball characteristics by adding whey powder. *Meat Science* [online]. 2006, **72**(1), 155–163. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2005.06.012
 24. BARRÓN-AYALA, Cynthia G., Martín VALENZUELA-MELENDRÉS, Juan P. CAMOU, Joseph G. SEBRANEK, José L. DÁVILA-RAMÍREZ a Germán CUMPLIDO-BARBEITIA. Pork frankfurters prepared with hydrolyzed whey: Preliminary product quality aspects and inhibitory activity of the resulting peptides on angiotensin-converting enzyme. *Meat Science* [online]. 2020, **166**(December 2019), 108111. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2020.108111
 25. HAYES, J. E., E. M. DESMOND, D. J. TROY, D. J. BUCKLEY a R. MEHRA. The effect of whey protein-enriched fractions on the physical and sensory properties of frankfurters. *Meat Science* [online]. 2005, **71**(2), 238–243. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2005.03.005
 26. OZTURK-KERIMOGLU, Burcu, Muge URGU-OZTURK, Meltem SERDAROGLU a Nurcan KOCA. Chemical, technological, instrumental, microstructural, oxidative and sensory properties of emulsified sausages formulated with microparticulated whey protein to substitute animal fat. *Meat Science* [online]. 2022, **184**(September 2021), 108672. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2021.108672
 27. SZERMAN, N., C. B. GONZALEZ, A. M. SANCHO, G. GRIGIONI, F. CARDUZA a S. R. VAUDAGNA. Effect of the addition of conventional additives and whey proteins concentrates on technological parameters, physicochemical properties, microstructure and sensory attributes of sous vide cooked beef muscles. *Meat Science*

- [online]. 2012, **90**(3), 701–710. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2011.08.013
28. ENSOR, S A, R W MANDIGO, C R CALKINS a L N QUINT. Comparative Evaluation of Whey Protein Concentrate, Soy Protein Isolate and Calcium-Reduced Nonfat Dry Milk as Binders in an Emulsion-Type Sausage. *Journal of Food Science* [online]. 1987, **52**(5), 1155–1158. ISSN 0022-1147. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb14032.x
29. ANDRÈS, Silvina, Noemí ZARITZKY a Alicia CALIFANO. The effect of whey protein concentrates and hydrocolloids on the texture and colour characteristics of chicken sausages. *International Journal of Food Science and Technology* [online]. 2006, **41**(8), 954–961. ISSN 09505423. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2621.2005.01152.x
30. YOUSSEF, M. K. a S. BARBUT. Effects of two types of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolates on emulsified meat batters prepared at different protein levels. *Meat Science* [online]. 2011, **87**(1), 54–60. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2010.09.002
31. ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich* [online]. 2016. Dostupné z: https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=69/2016&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlo uvy
32. VÁLKOVÁ, V., A. SALÁKOVÁ, H. BUCHTOVÁ a B. TREMLOVÁ. Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science* [online]. 2007, **77**(4), 608–615. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2007.05.013
33. TOLDRÁ, Fidel. *Handbook of Meat Processing*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-0-813-82182-5.
34. OSTERBAUER, Katie J., Amanda M. KING, Dennis L. SEMAN, Andrew L. MILKOWSKI, Kathleen A. GLASS a Jeffrey J. SINDELAR. Effects of Nitrite and Erythorbate on *Clostridium perfringens* Growth during Extended Cooling of Cured Ham. *Journal of Food Protection* [online]. 2017, **80**(10), 1697–1704. ISSN 0362-028X. Dostupné z: doi:10.4315/0362-028X.JFP-17-096

35. ZHANG, Yin, Yingjie ZHANG, Jianlin JIA, Haichuan PENG, Qin QIAN, Zhongli PAN a Dayu LIU. Nitrite and nitrate in meat processing: Functions and alternatives. *Current Research in Food Science* [online]. 2023, **6**, 100470. ISSN 2665-9271. Dostupné z: doi:10.1016/J.CRFS.2023.100470
36. ŠEDIVÝ, Václav. *Spotřební normy pro masné výrobky*. 3. upravené. Tábor: OSSIS, 1998. ISBN 80-902391-0-2.
37. KALAYCLOĞLU, Zeynep a F. Bedia ERIM. Nitrate and Nitrites in Foods: Worldwide Regional Distribution in View of Their Risks and Benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2019, **67**(26), 7205–7222. ISSN 15205118. Dostupné z: doi:10.1021/acs.jafc.9b01194
38. PANCRAZIO, Gaston, Sara C. CUNHA, Paula Guedes DE PINHO, Mónica LOUREIRO, Isabel M.P.L.V.O. FERREIRA a Olívia PINHO. Physical and Chemical Characteristics of Cooked Ham: Effect of Tumbling Time and Modifications during Storage. *Journal of Food Quality* [online]. 2015, **38**(5), 359–368. ISSN 17454557. Dostupné z: doi:10.1111/jfq.12153
39. BEDALE, Wendy, Jeffrey J. SINDELAR a Andrew L. MILKOWSKI. Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Science* [online]. 2016, **120**, 85–92. ISSN 0309-1740. Dostupné z: doi:10.1016/J.MEATSCI.2016.03.009
40. LÁT, Jaromír. *Technologie masa*. Praha: SNTL, 1976.
41. PUOLANNE, Eero J., Marita H. RUUSUNEN a Jukka I. VAINIONPÄÄ. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science* [online]. 2001, **58**(1), 1–7. ISSN 0309-1740. Dostupné z: doi:10.1016/S0309-1740(00)00123-6
42. SHEARD, P. R., G. R. NUTE, R. I. RICHARDSON, A. PERRY a A. A. TAYLOR. Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking. *Meat Science* [online]. 1999, **51**(4), 371–376. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/S0309-1740(98)00136-3
43. CRAIG, Jean A., Jane A. BOWERS, Xiao Ying WANG a Paul A. SEIB. Inhibition of lipid oxidation in meats by inorganic phosphate and ascorbate salts. *Journal of Food Science* [online]. 1996, **61**(5), 1062–1067. ISSN 00221147. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2621.1996.tb10933.x

44. PHILLIPS, A. L., R. MANCINI, Q. SUN, M. P. LYNCH a C. FAUSTMAN. Effect of erythorbic acid on cooked color in ground beef. *Meat Science* [online]. 2001, **57**(1), 31–34. ISSN 0309-1740. Dostupné z: doi:10.1016/S0309-1740(00)00073-5
45. MANCINI, R. A., M. C. HUNT, M. SEYFERT, D. H. KROPF, K. A. HACHMEISTER, T. J. HERALD a D. E. JOHNSON. Comparison of ascorbic acid and sodium erythorbate: Effects on the 24 h display colour of beef lumbar vertebrae and longissimus lumborum packaged in high-oxygen modified atmospheres. *Meat Science* [online]. 2007, **75**(1), 39–43. ISSN 0309-1740. Dostupné z: doi:10.1016/J.MEATSCI.2006.06.012
46. KRÍŽ, Oldrich, František BUŇKA a Jan HRABĚ. *Senzorická analýza potravin II*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. ISBN 978-80-7318-494-0.
47. BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumil VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I*. 2008. ISBN 978-80-7318-628-9.
48. EVROPSKÁ UNIE. *NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách* [online]. 2008. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1333/oj>
49. ČSN ISO 8587. *Senzorická analýza - Metodologie - Pořadová zkouška*. Praha: Český normalizační institut, 2008. Třídící znak 56 0033.
50. BUDIG, J. a M XARGAYÓ. Výroba celosvalových tepelně opracovaných masných výrobků má budoucnost II. část. *Maso: odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků* [online]. 2011, 34–38. Dostupné z: doi:ISSN 1210-4086
51. LONG, Nguyen Huynh Bach Son, Robert GÁL a František BUŇKA. Use of phosphates in meat products. *African Journal of Biotechnology* [online]. 2011, **10**(86), 19874–19882. ISSN 16845315. Dostupné z: doi:10.5897/AJBX11.023

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

WPC *Whey protein concentrate* – koncentrát syrovátkových bílkovin

WPC-i Označení pro vzorek WPC, který výrobce obohatil o přídavek sójového lecitinu

TO Tepelně opracovaný

DFD *Dark, firm, dry* – tmavé pevné suché – vada masa

PSE *Pale, soft, exudative* – bledé, měkké, vodnaté – vada masa

σ směrodatná odchylka

UHT *Ultra high temperature* – ošetření velmi vysokou teplotou

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Přístroj SOXTHERM	23
Obrázek 2 Mineralizátor BLOC DIGEST 12	24
Obrázek 3 Destilační jednotka S2 od společnosti Behr	25
Obrázek 4 Texturometr TA.XT plus se sondou P/6	26
Obrázek 5 Naplněné sklenice před tepelnou úpravou	29
Obrázek 6 Nastavení konvektomatu a sklenice v něm	29
Obrázek 7 Plátky tepelně opracovaných vzorků, 1 - čerstvé maso, nulový vzorek; 2 – WPC; 3 – WPC-i; 4 – mražené maso, nulový vzorek; 5 – MWPC; 6 – MWPC-i	39

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Legislativní požadavky na složení tepelně opracované šunky (31).....	16
Tabulka 2 Nastavení parametrů texturometru pro analýzu.....	26
Tabulka 3 Surovinová skladba šunky z chlazeného masa	28
Tabulka 4 Surovinová skladba šunky z mraženého masa.....	30
Tabulka 5 Naměřené výsledky pH.....	31
Tabulka 6 Získané hodnoty sušiny	32
Tabulka 7 Obsah tuku v sušině a přepočet na obsah tuku v celku.....	33
Tabulka 8 Celkový obsah bílkoviny	33
Tabulka 9 Ztráty šťávy tepelným opracováním.....	34
Tabulka 10 Kódování výrobku pro senzoricou analýzu	37
Tabulka 11 Hodnoty získané pořadovou zkouškou	37

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Výsledky penetračního testu.....	36
---	----

SEZNAM ROVNIC

Rovnice 1 Výpočet procenta sušiny.....	23
Rovnice 2 Výpočet obsahu tuku v sušině	23
Rovnice 3 Výpočet obsahu bílkovin.....	24
Rovnice 4 Výpočet ztráty varem	25
Rovnice 5 Testové kritérium Friedmanovy zkoušky	27
Rovnice 6 Testové kritérium Kruskal-Wallisova testu.....	27
Rovnice 7 Korigované testové kritérium Kruskal-Wallisova testu	27
Rovnice 8 Výpočet Friedmanovy zkoušky	38

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Dotazník pro sensorické hodnocení

Příloha P 2: Výpočty Kruskal-Wallisova testu

PŘÍLOHA P 1: DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ

Senzorické hodnocení hovězí šunka

Muž/žena:

Věk:

Ochutnejte předložený vzorek hovězí šunky a ohodnoťte níže uvedené deskriptory s použitím grafických stupnic. Stupnice jsou hedonické a intenzitní. U intenzitní je na levé straně stupnice nulová intenzita (0), na pravé straně stupnice je nejvyšší intenzita (10).

Vzhled na povrchu:

Vzorek 402	_____
Vzorek 769	_____
Vzorek 424	_____
Vzorek 341	_____
Vzorek 654	_____
Vzorek 512	_____
	Nejhorší Nejlepší

Příjemnost vůně:

Vzorek 402	_____
Vzorek 769	_____
Vzorek 424	_____
Vzorek 341	_____
Vzorek 654	_____
Vzorek 512	_____
	Nejhorší Nejlepší

Šťavnatost:

Vzorek 402	_____
Vzorek 769	_____
Vzorek 424	_____
Vzorek 341	_____
Vzorek 654	_____
Vzorek 512	_____
	0 10

Křehkost:

Vzorek 402	_____	_____
Vzorek 769	_____	_____
Vzorek 424	_____	_____
Vzorek 341	_____	_____
Vzorek 654	_____	_____
Vzorek 512	0	10

Rozpadavost:

Vzorek 402	_____	_____
Vzorek 769	_____	_____
Vzorek 424	_____	_____
Vzorek 341	_____	_____
Vzorek 654	_____	_____
Vzorek 512	0	10

Slanost:

Vzorek 402	_____	_____
Vzorek 769	_____	_____
Vzorek 424	_____	_____
Vzorek 341	_____	_____
Vzorek 654	_____	_____
Vzorek 512	0	10

Chuť:

Vzorek 402	_____	_____
Vzorek 769	_____	_____
Vzorek 424	_____	_____
Vzorek 341	_____	_____
Vzorek 654	_____	_____
Vzorek 512	Nejhorší	Nejlepší

Kovová příchut':

Vzorek 402	_____	
Vzorek 769	_____	
Vzorek 424	_____	
Vzorek 341	_____	
Vzorek 654	_____	
Vzorek 512	0 _____ 10	

Celkový dojem:

Vzorek 402	_____	
Vzorek 769	_____	
Vzorek 424	_____	
Vzorek 341	_____	
Vzorek 654	_____	
Vzorek 512	Nejhorší _____ Nejlepší	

Správnou odpověď zakroužkujte a špatnou přeškrtněte.

Pořadová preferenční zkouška

Předložené vzorky seřaďte dle Vašich preferencí v celkovém dojmu.

Nejlepší 1, nejhorší 6

Pořadí	1	2	3	4	5	6
Vzorek						

Poznámky:

PŘÍLOHA P 2: VÝPOČTY KRUSKAL-WALLISOVA TESTU

Hodnocení vzhledu na povrchu

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402			1			1		2			4	8	
769			1			1		2		2	2	8	
424						2	1	1	1	1	2	8	
341		1					1	1	2	2	1	8	
654					1	1	1	1		2	2	8	
512				1		1		3		1	2	8	
nk	0	1	2	1	1	6	3	10	3	8	13		
Nk	0	1	3	4	5	11	14	24	27	35	48		
Rk	0	1	2,5	4	5	8,5	13	19,5	26	31,5	42		
													T ²
T402	0	0	2,5	0	0	8,5	0	39	0	0	168	218	47524
T769	0	0	2,5	0	0	8,5	0	39	0	63	84	197	38809
T424	0	0	0	0	0	17	13	19,5	26	31,5	84	191	36481
T341	0	1	0	0	0	0	13	19,5	52	63	42	190,5	36290,25
T654	0	0	0	0	5	8,5	13	19,5	0	63	84	193	37249
T512	0	0	0	4	0	8,5	0	58,5	0	31,5	84	186,5	34782,25
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{47524}{8} + \frac{38809}{8} + \frac{36481}{8} + \frac{36290,25}{8} + \frac{37249}{8} + \frac{34782,25}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = 0,4078$$

$$Q_{KW}^* = \frac{0,4078}{1 - \frac{(0^3 - 0) + (1^3 - 1) + (2^3 - 2) + (1^3 - 1) + (1^3 - 1) + (6^3 - 6) + (3^3 - 3) + (10^3 - 10) + (3^3 - 3) + (8^3 - 8) + (13^3 - 13)}{48^3 - 48}} = 0,4229$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$0,4229 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podařilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje mezi předloženými vzorky rozdíl ve vzhledu jejich povrchu.

Hodnocení příjemnosti vůně

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402				1	1	1	2	2			1	8	
769					2	2	2	1			1	8	
424				1	2		1		2		2	8	
341			1	1	1	2		1	1		1	8	
654			1		2	1		1	1	1	1	8	
512			1		1	2	1	2			1	8	
nk	0	0	3	3	9	8	6	7	4	1	7		
Nk	0	0	3	6	15	23	29	36	40	41	48		
Rk	0	0,5	2	5	11	19,5	26,5	33	38,5	41	45		
													T ²
T402	0	0	0	5	11	19,5	53	66	0	0	45	199,5	39800,25
T769	0	0	0	0	22	39	53	33	0	0	45	192	36864
T424	0	0	0	5	22	0	26,5	0	77	0	90	220,5	48620,25
T341	0	0	2	5	11	39	0	33	38,5	0	45	173,5	30102,25
T654	0	0	2	0	22	19,5	0	33	38,5	41	45	201	40401
T512	0	0	2	0	11	39	26,5	66	0	0	45	189,5	35910,25
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{39800,25}{8} + \frac{36864}{8} + \frac{48620,25}{8} + \frac{30102,25}{8} + \frac{40401}{8} + \frac{35910,25}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = 0,7666$$

$$Q_{KW}^* = \frac{0,7666}{1 - \frac{(0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (3^3 - 3) + (3^3 - 3) + (9^3 - 9) + (8^3 - 8) + (6^3 - 6) + (7^3 - 7) + (4^3 - 4) + (1^3 - 1) + (7^3 - 7)}{48^3 - 48}} = 0,7822$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$0,7822 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podařilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje rozdíl v příjemnosti vůně mezi předloženými vzorky.

Hodnocení šřavnatosti

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402		1	1	2	2				2			8	
769		1	1		1	1		3			1	8	
424			1		2	2	1		1	1		8	
341			2			2	1		3			8	
654			1	1	2	1	1	1		1		8	
512		1	1	1	1	1	1		2			8	
nk	0	3	7	4	8	7	4	4	8	2	1		
Nk	0	3	10	14	22	29	33	37	45	47	48		
Rk	0	2	7	12,5	18,5	26	31,5	35,5	41,5	46,5	48		
													T ²
T402	0	2	7	25	37	0	0	0	83	0	0	154	23716
T769	0	2	7	0	18,5	26	0	106,5	0	0	48	208	43264
T424	0	0	7	0	37	52	31,5	0	41,5	46,5	0	215,5	46440,25
T341	0	0	14	0	0	52	31,5	0	124,5	0	0	222	49284
T654	0	0	7	12,5	37	26	31,5	35,5	0	46,5	0	196	38416
T512	0	2	7	12,5	18,5	26	31,5	0	83	0	0	180,5	32580,25
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{23716}{8} + \frac{43264}{8} + \frac{46440,25}{8} + \frac{49284}{8} + \frac{38416}{8} + \frac{32580,25}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = 2,0437$$

$$Q_{KW}^* = \frac{2,0437}{1 - \frac{(0^3 - 0) + (3^3 - 3) + (7^3 - 7) + (4^3 - 4) + (8^3 - 8) + (7^3 - 7) + (4^3 - 4) + (4^3 - 4) + (8^3 - 8) + (2^3 - 2) + (1^3 - 1)}{48^3 - 48}} = 2,0792$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$2,0792 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podařilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje ve šřavnatosti rozdíl mezi předloženými vzorky.

Hodnocení křehkosti

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402				2	1			1	1	2	1	8	
769			1	1		2		1	3			8	
424				1	1		2	2	1	1		8	
341				2		1	1		2	2		8	
654				1	1	1	1	1	2	1		8	
512				2		2			2	2		8	
nk	0	0	1	9	3	6	4	5	11	8	1		
Nk	0	0	1	10	13	19	23	28	39	47	48		
Rk	0	0,5	1	6	12	16,5	21,5	26	34	43,5	48		
													T ²
T402	0	0	0	12	12	0	0	26	34	87	48	219	47961
T769	0	0	1	6	0	33	0	26	102	0	0	168	28224
T424	0	0	0	6	12	0	43	52	34	43,5	0	190,5	36290,25
T341	0	0	0	12	0	16,5	21,5	0	68	87	0	205	42025
T654	0	0	0	6	12	16,5	21,5	26	68	43,5	0	193,5	37442,25
T512	0	0	0	12	0	33	0	0	68	87	0	200	40000
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{47961}{8} + \frac{28224}{8} + \frac{36290,25}{8} + \frac{42025}{8} + \frac{37442,25}{8} + \frac{40000}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = 0,9225$$

$$Q_{kw}^* = \frac{0,9225}{1 - \frac{(0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (1^3 - 1) + (9^3 - 9) + (3^3 - 3) + (6^3 - 6) + (4^3 - 4) + (5^3 - 5) + (11^3 - 11) + (8^3 - 8) + (1^3 - 1)}{48^3 - 48}} = 0,9479$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$0,9479 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podarilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje rozdíl v křehkosti mezi předloženými vzorky.

Hodnocení rozpadavosti

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402	1	1	2	1						1	2	8	
769		2	1		1	1		2			1	8	
424	1	1	1	1	1	1			1		1	8	
341		2			1	2	1		1		1	8	
654		2	1	1		2			1		1	8	
512		2	1	1			1		2		1	8	
nk	2	10	6	4	3	6	2	2	5	1	7		
Nk	2	12	18	22	25	31	33	35	40	41	48		
Rk	0	7,5	15,5	20,5	24	28,5	32,5	34,5	38	41	45		
													T ²
T402	0	7,5	31	20,5	0	0	0	0	0	41	90	190	36100
T769	0	15	15,5	0	24	28,5	0	69	0	0	45	197	38809
T424	0	7,5	15,5	20,5	24	28,5	0	0	38	0	45	179	32041
T341	0	15	0	0	24	57	32,5	0	38	0	45	211,5	44732,25
T654	0	15	15,5	20,5	0	57	0	0	38	0	45	191	36481
T512	0	15	15,5	20,5	0	0	32,5	0	76	0	45	204,5	41820,25
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{36100}{8} + \frac{38809}{8} + \frac{32041}{8} + \frac{44732,25}{8} + \frac{36481}{8} + \frac{41820,25}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = -0,3269$$

$$Q_{kw} = \frac{-0,3269}{1 - \frac{(2^3 - 2) + (10^3 - 10) + (6^3 - 6) + (4^3 - 4) + (3^3 - 3) + (6^3 - 6) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (5^3 - 5) + (1^3 - 1) + (7^3 - 7)}{48^3 - 48}} = -0,3328$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$-0,3328 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podařilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje rozdíl v rozpadavosti mezi předloženými vzorky.

Hodnocení slanosti

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402					1	3	1		1	1	1	8	
769					1	1	2	2		1	1	8	
424						2	3	1		1	1	8	
341						2	3		1	1	1	8	
654						3	1	1	1	1	1	8	
512						2	3	1		1	1	8	
nk	0	0	0	0	2	13	13	5	3	6	6		
Nk	0	0	0	0	2	15	28	33	36	42	48		
Rk	0	0,5	0,5	0,5	1,5	9	22	31	35	39,5	45,5		
													T ²
T402	0	0	0	0	1,5	27	22	0	35	39,5	45,5	170,5	29070,25
T769	0	0	0	0	1,5	9	44	62	0	39,5	45,5	201,5	40602,25
T424	0	0	0	0	0	18	66	31	0	39,5	45,5	200	40000
T341	0	0	0	0	0	18	66	0	35	39,5	45,5	204	41616
T654	0	0	0	0	0	27	22	31	35	39,5	45,5	200	40000
T512	0	0	0	0	0	18	66	31	0	39,5	45,5	200	40000
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{29070,25}{8} + \frac{40602,25}{8} + \frac{40000}{8} + \frac{41616}{8} + \frac{40000}{8} + \frac{40000}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = 0,5054$$

$$Q_{kw} = \frac{0,5054}{1 - \frac{(0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (2^3 - 2) + (13^3 - 13) + (13^3 - 13) + (5^3 - 5) + (3^3 - 3) + (6^3 - 6) + (6^3 - 6)}{48^3 - 48}} = 0,5291$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$0,5291 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podarilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje rozdíl ve slanosti mezi předloženými vzorky.

Hodnocení chuti

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402			1			3	1	1			2	8	
769					1	1	2	1	2	1		8	
424						1	1	4		1	1	8	
341				1		1	1	1	3		1	8	
654				1		1	2	1	1	2		8	
512			1		1	1	1		2		2	8	
nk	0	0	2	2	2	8	8	8	8	4	6		
Nk	0	0	2	4	6	14	22	30	38	42	48		
Rk	0	0,5	1,5	3,5	5,5	10,5	18,5	26,5	34,5	40,5	45,5		
													T ²
T402	0	0	1,5	0	0	31,5	18,5	26,5	0	0	91	169	28561
T769	0	0	0	0	5,5	10,5	37	26,5	69	40,5	0	189	35721
T424	0	0	0	0	0	10,5	18,5	106	0	40,5	45,5	221	48841
T341	0	0	0	3,5	0	10,5	18,5	26,5	103,5	0	45,5	208	43264
T654	0	0	0	3,5	0	10,5	37	26,5	34,5	81	0	193	37249
T512	0	0	1,5	0	5,5	10,5	18,5	0	69	0	91	196	38416
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{28561}{8} + \frac{35721}{8} + \frac{48841}{8} + \frac{43264}{8} + \frac{37249}{8} + \frac{38416}{8} \right) - 3$$

$$\cdot (48 + 1) = 0,9923$$

$$Q_{KW}^* = \frac{0,9923}{1 - \frac{(0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (8^3 - 8) + (8^3 - 8) + (8^3 - 8) + (8^3 - 8) + (4^3 - 4) + (6^3 - 6)}{48^3 - 48}}$$

$$= 1,0135$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$1,0135 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podarilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje rozdíl v chuti mezi předloženými vzorky.

Hodnocení kovové příchuti

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402	5			2					1			8	
769	5	1	1				1					8	
424	6		1					1				8	
341	5	1		1						1		8	
654	4	2	1				1					8	
512	5	1	1					1				8	
nk	30	5	4	3	0	0	2	2	1	1	0		
Nk	30	35	39	42	42	42	44	46	47	48	48		
Rk	0	33	37,5	41	42,5	42,5	43,5	45,5	47	48	48,5		
													T ²
T402	0	0	0	82	0	0	0	0	47	0	0	129	16641
T769	0	33	37,5	0	0	0	43,5	0	0	0	0	114	12996
T424	0	0	37,5	0	0	0	0	45,5	0	0	0	83	6889
T341	0	33	0	41	0	0	0	0	0	48	0	122	14884
T654	0	66	37,5	0	0	0	43,5	0	0	0	0	147	21609
T512	0	33	37,5	0	0	0	0	45,5	0	0	0	116	13456
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{16641}{8} + \frac{12996}{8} + \frac{6889}{8} + \frac{14884}{8} + \frac{21609}{8} + \frac{13456}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = -91,8501$$

$$Q_{KW}^* = \frac{-91,8501}{1 - \frac{(30^3 - 30) + (5^3 - 5) + (4^3 - 4) + (3^3 - 3) + (0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (2^3 - 2) + (2^3 - 2) + (1^3 - 1) + (1^3 - 1) + (0^3 - 0)}{48^3 - 48}} = -121,806$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$-121,806 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podařilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje rozdíl v kovové příchuti mezi předloženými vzorky.

Hodnocení celkového dojmu

Vzorek	Kategorie											Suma	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
402		1			1		3			1	2	8	
769					1	2		2		3		8	
424						1	2	1	2	1	1	8	
341						1	2	2	1		2	8	
654						2	1	1	2	2		8	
512					1	2			2	2	1	8	
nk	0	1	0	0	3	8	8	6	7	9	6		
Nk	0	1	1	1	4	12	20	26	33	42	48		
Rk	0	1	1,5	1,5	3	8,5	16,5	23,5	30	38	45,5		
													T ²
T402	0	1	0	0	3	0	49,5	0	0	38	91	182,5	33306,25
T769	0	0	0	0	3	17	0	47	0	114	0	181	32761
T424	0	0	0	0	0	8,5	33	23,5	60	38	45,5	208,5	43472,25
T341	0	0	0	0	0	8,5	33	47	30	0	91	209,5	43890,25
T654	0	0	0	0	0	17	16,5	23,5	60	76	0	193	37249
T512	0	0	0	0	3	17	0	0	60	76	45,5	201,5	40602,25
n	48	R	6	α	0,5								

$$Q_{KW} = \frac{12}{48 \cdot (48 + 1)} \cdot \left(\frac{33306,25}{8} + \frac{32761}{8} + \frac{43472,25}{8} + \frac{43890,25}{8} + \frac{37249}{8} + \frac{40602,25}{8} \right) - 3 \cdot (48 + 1) = 0,5006$$

$$Q_{KW}^* = \frac{0,5006}{1 - \frac{(0^3 - 0) + (1^3 - 1) + (0^3 - 0) + (0^3 - 0) + (3^3 - 3) + (8^3 - 8) + (8^3 - 8) + (6^3 - 6) + (7^3 - 7) + (9^3 - 9) + (6^3 - 6)}{48^3 - 48}} = 0,5123$$

$$Q_{KW}^* \geq \chi_{0,95}^2(R - 1)$$

$$0,5123 \geq 11,0705$$

Korigované testované kritérium není v kritickém oboru. Nulová hypotéza se tedy nezamítá. Podařilo se prokázat, že s 95 % spolehlivostí neexistuje rozdíl v celkovém dojmu mezi předloženými vzorky.