

Perspektivy vývoje, výroby a aplikace želatiny z husích běháků

Bc. Eliška Doležalová

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Eliška Doležalová
Osobní číslo:	T23265
Studijní program:	N0721A210004 Technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Perspektivy vývoje, výroby a aplikace želatiny z husích běháků

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:

Technologické vlastnosti a získávání želatiny z vedlejších potravinářských produktů

Aplikace a využití želatiny v technologii masných a kosmetických výrobků

II. Praktická část:

Laboratorní příprava želatiny

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] FERRARO, V. et al. The "sisters" α -helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: functionality, bioactivity and trends of application. *Trends In Food Science & Technology*, 2016, vol. 51, p. 65–75.
- [2] JAYATHILAKAN, K. et al. Utilization of by-products and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 2012.
- [3] PETERKOVÁ, P. a L. LAPČÍK. Collagen – Properties, Modifications and Applications. *Chemické listy*, 2000, vol. 94(6), p. 371-379.
- [4] MOKREJŠ, P., R. GÁL, J. PAVLAČKOVÁ, D. JANÁČOVÁ a P. MRÁZEK. Využití vedlejších kolagenních produktů z porážky drůbeže k přípravě želatin a hydrolyzátů. *Chemické listy*, 2019, vol. 113, p. 121-125.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Robert Gál, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **1. ledna 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 14. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- 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 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 na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá extrakcí želatiny z husích běháků a její následnou aplikací do kuřecí játrové paštiky. Předúprava želatiny probíhá pomocí enzymu Protamex a samotná extrakce želatiny je nastavena na tři frakce s postupně se zvyšující teplotou. U vyextrahované želatiny jsou stanoveny následující parametry – obsah sušiny, obsah popelovin, pevnost gelu, dynamická viskozita, teplota tuhnutí, teplota tání, vodu zadržující kapacita, tuk vázací kapacita a čírost. Paštika je vyrobena s přídavkem želatiny 0,0 %, 0,5 % a 1 %. Vyrobené paštiky odpovídají sortimentu krájitelných paštik. Dalším zkoumaným faktorem je teplota tepelného opracování, kdy jsou zvoleny teploty 72 °C a 122 °C. Následně je u paštik stanoveno pH, sušina, barva, texturní a reologické vlastnosti a u všech vzorků je také provedena senzorická analýza.

Klíčová slova: husí běháky, kolagen, želatina, paštika

ABSTRACT

This thesis focuses on the extraction of gelatin from goose feet and its subsequent application in chicken liver pâté. The pre-treatment of the gelatin is carried out using the enzyme Protamex, and the extraction process is set to three fractions with gradually increasing temperatures. The following parameters are determined for the extracted gelatin: dry matter content, ash content, gel strength, dynamic viscosity, gelling temperature, melting temperature, water-holding capacity, fat-binding capacity, and clarity. The pâté is produced with the addition of gelatin at 0.0%, 0.5%, and 1%. The produced pâtés correspond to the category of sliceable pâtés. Another factor examined is the temperature of thermal processing, with temperatures set at 72°C and 122°C. Subsequently, the pâtés are analyzed for pH, dry matter, color, texture, and rheological properties, and sensory analysis is performed on all samples.

Keywords: goose feet, collagen, gelatin, pâté

Touto cestou bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Robertu Gálovi, Ph.D. za odborné rady, věcné připomínky, vedení při vypracování mé diplomové práce a také za pomoc při výrobě paštik. Za pomoc při výrobě paštik bych také chtěla poděkovat paní laborantce Markétě Švajdové a mé mamce. Dále bych chtěla poděkovat prof. Ing. Pavlovi Mokrejšovi, Ph.D. a slečně laborantce Petře Elšíkové za rady a pomoc při výrobě a stanovení parametrů želatiny. Poděkování patří také Ing. Tereze Novotné, Ing. Tomášovi Grygerovi a panu laborantovi Mgr. Tomášovi Kolofíkovi za pomoc v laboratoři při stanovení vlastností paštik. V neposlední řadě bych chtěla poděkovala celé své rodině, příteli a blízkým přátelům za podporu a trpělivost během vypracování mé diplomové práce.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 VEDLEJŠÍ ŽIVOČIŠNÉ PRODUKTY	16
1.1 EVROPSKÝ ÚŘAD PRO BEZPEČNOST POTRAVIN	18
1.2 VYUŽITÍ VEDLEJŠÍCH ŽIVOČIŠNÝCH PRODUKTŮ.....	18
2 KOLAGEN	20
2.1 STRUKTURA A SLOŽENÍ KOLAGENU	20
2.2 TYPY KOLAGENU.....	22
2.3 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI KOLAGENU.....	23
2.3.1 Bobtnání	23
2.3.2 Polyelektrolytický charakter	23
2.3.3 Hydrotermální stabilita.....	24
2.3.4 Hydratace kolagenu.....	24
2.3.5 Denaturace a renaturace	25
2.3.6 Přeměna na želatinu	25
2.4 VYUŽITÍ KOLAGENU	26
2.4.1 Potravinářská přídatná látka.....	27
2.4.2 Jedlé fólie	27
2.4.3 Kolagen v nápojích	28
3 ŽELATINA	29
3.1 VÝROBA ŽELATINY	31
3.1.1 Surovinové zdroje	32
3.1.2 Promytí suroviny.....	32
3.1.3 Předúprava suroviny.....	33
3.1.4 Extrakce.....	35
3.1.5 Filtrace a čiření.....	37
3.1.6 Deionizace.....	37
3.1.7 Zahuštění	37
3.1.8 Sterilizace.....	38
3.1.9 Sušení	38
3.1.10 Standardizace a balení.....	39
3.2 DERIVÁTY ŽELATINY.....	39
3.2.1 Instantní želatiny	39
3.2.2 Hydrolyzáty želatiny	40
3.2.3 Chemicky upravená želatina	40
3.3 VYUŽITÍ ŽELATINY	40
3.3.1 Potravinářský průmysl	40
3.3.2 Farmaceutický a lékařský průmysl.....	45
3.3.3 Kosmetický průmysl	45
4 PAŠTIKA	47

4.1	SUROVINY PRO VÝROBU	47
4.1.1	Maso	48
4.1.2	Játra.....	48
4.1.3	Tuk.....	49
4.1.4	Kůže.....	49
4.1.5	Sůl, dusitanové soli.....	49
4.1.6	Fosfáty	50
4.1.7	Koření.....	51
4.1.8	Emulgátory	51
4.1.9	Hydrokoloidy.....	51
4.2	VÝROBA	51
4.2.1	Předvaření masa, kůže, sádla.....	52
4.2.2	Mělnění a míchání surovin	52
4.2.3	Plnění.....	54
4.2.4	Tepelné ošetření.....	55
4.2.5	Chlazení.....	56
II	PRAKTICKÁ ČÁST	57
5	CÍL PRÁCE	58
6	METODIKA.....	59
6.1	VÝROBA ŽELATINY Z HUSÍCH BĚHÁKŮ	59
6.1.1	Suroviny a chemikálie pro výrobu želatiny z husích běháků.....	59
6.1.2	Pomůcky a přístroje pro výrobu želatiny.....	59
6.1.3	Příprava čistého kolagenu.....	59
6.1.4	Příprava želatiny.....	61
6.2	ANALÝZA TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ ŽELATINY	62
6.2.1	Suroviny a chemikálie pro analýzu technologických vlastností želatiny.....	63
6.2.2	Pomůcky a přístroje pro analýzu technologických vlastností želatiny.....	63
6.2.3	Obsah sušiny.....	63
6.2.4	Obsah popelovin.....	64
6.2.5	Pevnost gelu.....	65
6.2.6	Stanovení dynamické viskozity	66
6.2.7	Teplota tuhnutí.....	67
6.2.8	Teplota tání.....	68
6.2.9	Vodu zadržující kapacita	69
6.2.10	Tuk vázací kapacita	70
6.2.11	Čírost	71
6.3	VÝROBA JÁTROVÝCH PAŠTIK.....	71
6.3.1	Suroviny pro výrobu játrových paštik	71
6.3.2	Přístroje a pomůcky pro výrobu játrových paštik.....	71
6.3.3	Výroba játrových paštik	72
6.4	ANALÝZA VLASTNOSTÍ HUSÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK	74
6.4.1	Suroviny a chemikálie pro analýzu technologických vlastností želatiny.....	74
6.4.2	Pomůcky a přístroje pro analýzu technologických vlastností želatiny.....	74
6.4.3	Měření pH.....	75

6.4.4	Stanovení obsahu sušiny	75
6.4.5	Hodnocení barvy	76
6.4.6	Měření textury a reologických vlastností.....	77
6.4.7	Senzorické hodnocení vzorků	80
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	83
7.1	ANALÝZY TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ ŽELATIN	83
7.2	ANALÝZY TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PAŠTIK.....	85
7.2.1	pH paštik	85
7.2.2	Stanovení obsahu sušiny	86
7.2.3	Hodnocení barvy	87
7.2.4	Měření textury a reologických vlastností.....	90
7.2.5	Senzorické hodnocení	101
	ZÁVĚR	140
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	142
	SEZNAM OBRÁZKŮ	156
	SEZNAM TABULEK.....	160
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	161
	SEZNAM PŘÍLOH.....	163

ÚVOD

Produkce drůbežího masa se neustále zvyšuje, a tak i jeho vedlejší produkty, které lze dále využít k přípravě želatiny. Výtěžnost jatečně upravených těl drůbeže je 70-75 % a zbývající část je nepoživatelná. Z konvenčně používaných metod likvidace odpadu jsou nejpožívanější spalování, kompostování a kafilerní zpracování. Tyto metody jsou ale velmi časově náročné, drahé a představují velké nebezpečí pro životní prostředí.

Kolagen je nejrozšířenější bílkovinou živočišného původu. Pomáhá udržovat strukturu různých tkání a orgánů. Je moderní potravinou a široce se používá v potravinářském a nápojovém průmyslu ke zlepšení konzistence a stability výrobků. Kromě toho, také zvyšuje kvalitu, nutriční a zdravotní hodnotu výrobků. Kolagen se používá například jako bílkovinný doplněk stravy, nosič potravinářských přídatných látek nebo jako jedlé fólie.

Pro extrakci kolagenu je nezbytným předpokladem odstranění tuků a nekolagenních bílkovin nezávisle na vstupní surovině či použité metodě. Tato předúprava také částečně hydrolyzuje bílkovinu, aniž by ovlivnila strukturu a aktivitu bílkoviny.

Želatina je jedním z nejuniverzálnějších biopolymerů a má četné využití v potravinářských, cukrářských, farmaceutických, lékařských či kosmetických výrobcích. Želatina je vědci zkoumána a studována přinejmenším od počátku dvacátého století, ale v potravinách se používala již dříve.

Želatina se získává z výchozí bílkoviny kolagenu. Původ výchozího kolagenu a přesnost extrakčních postupů určují vlastnosti výsledné želatiny. Dnes se želatiny vyrábějí především z hovězích a vepřových surovin, ale želatina se může získávat také z ryb nebo drůbeže. Výroba želatiny je možná například pomocí alkalických nebo kyselých látek. Protože jsou tyto látky toxické, je žádoucí využití jiných metod, kdy jednou z nich může být použití proteolytických enzymů. Použití enzymů je výhodnější, protože urychlují dobu zpracování a snižují potřebné množství vody při výrobě. Kvalitu želatiny lze ovlivnit mnoha faktory – množstvím enzymu, teplotou či dobou extrakce.

Nejdůležitějšími vlastnostmi želatiny jsou – termoreverzibilní tvorba gelu, texturní vlastnosti, zahušťování, vysoká schopnost vázat vodu, tvorba a stabilizace emulze, tvorba pěny, ochranná koloidní funkce a adheze/koheze.

Aplikace želatiny v masné výrobě přináší řadu výhod, které zlepšují kvalitu a vlastnosti produktů. Pomáhá zlepšit texturu, což vede k pevné, ale i šťavnaté konzistenci, která je

žádoucí u produktů jako jsou klobásy, paštiky nebo uzeniny. Želatina působí jako zahušťovadlo a pojivo, čímž zabraňuje ztrátě vlhkosti a udržuje šťavnatost masa. Dále stabilizuje emulze, což brání oddělování tuků a zajišťuje homogenní vzhled. V masných výrobcích také zlepšuje vzhled, vytváří lesklý povrch a prodlužuje trvanlivost produktů. Želatina vyrobená z alternativních zdrojů umožňuje výrobu produktů, které mohou vyhovovat specifickým náboženským požadavkům, kde není akceptována konzumace vepřového či hovězího masa, čímž se rozšiřuje okruh spotřebitelů. Tímto způsobem želatina přispívá k lepší kvalitě, atraktivnosti a dostupnosti masných výrobků.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VEDLEJŠÍ ŽIVOČIŠNÉ PRODUKTY

Se zvyšující se spotřebou drůbežího masa, která v České republice činí přibližně 25 kg na osobu ročně, roste i produkce vedlejších jatečných produktů, jako jsou peří, krev, kosti, kůže, střeva, droby, žlázy, končetiny a různé tukové tkáně. Tyto produkty představují potenciální rizika pro zdraví lidí a životní prostředí, a proto je nutné je eliminovat buď bezpečnou likvidací ve veterinárních asanačních ústavech (kafilériích), nebo jejich využitím. Krev se například používá jako přísada do potravinářských výrobků a na výrobu krmné moučky. Kosti a kůže se zpracovávají na výrobu želatiny, hnojiv a krmiv, zatímco tuky nacházejí uplatnění při výrobě mýdel, biopaliv, maziv či jako přísady v kosmetice. Na výrobu kolagenních hydrolyzátů lze využít jakékoli tkáně bohaté na kolagen. Tyto hydrolyzáty se uplatňují například jako potravinové doplňky, funkční přísady v kosmetických formulacích nebo v lékařských aplikacích (Mokrejš a kol., 2021).

Při zpracování masa pro lidskou spotřebu vzniká velké množství vedlejších živočišných produktů. Tato část suroviny tvoří až 50 % hmotnosti zvířat a představuje tak vážný ekonomický a environmentální problém (Ferraro a kol., 2016).

Vedlejší masné produkty produkují jatka, zpracovatelé masa, velkoobchodníci a kafilérie. Tradiční trhy s jedlými vedlejšími masnými produkty postupně mizí kvůli nízkým cenám a obavám o zdravotní nezávadnost. V reakci na tyto problémy zaměřili zpracovatelé masa své marketingové a výzkumné úsilí na nepotravinářské využití, jako jsou krmiva pro domácí zvířata, léčiva a kosmetika. Více než polovina vedlejších produktů živočišného původu není vhodná pro běžnou spotřebu z důvodu jejich neobvyklých fyzikálních a chemických vlastností. V důsledku toho se ztrácí cenný zdroj potenciálních příjmů a náklady na likvidaci těchto produktů rostou. Kromě ekonomických ztrát způsobují nevyužití masné výrobky vážné znečištění životního prostředí (Jayathilakan a kol., 2012).

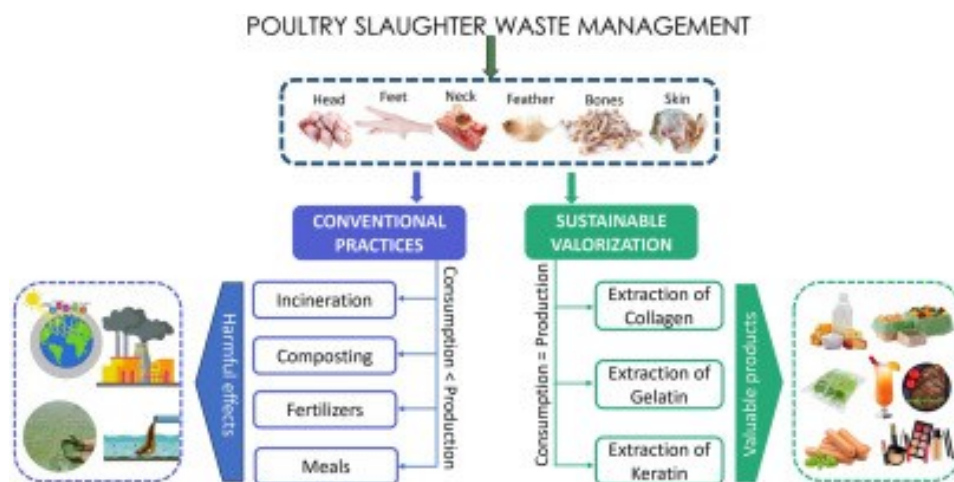
Největší část odpadu v masném průmyslu vzniká při porážce. Jateční odpad tvoří část poraženého zvířete, kterou nelze prodat jako maso nebo použít v masných či jiných potravinářských výrobcích. Tento odpad zahrnuje kosti, šlachy, kůži, obsah trávicího traktu, krev a vnitřní orgány. U jednotlivých druhů zvířat se tyto odpady liší (Jayathilakan a kol., 2012).

Drůbež

Systém chovu drůbeže, zahrnující odchov drůbeže a jejich porážku, je zodpovědný za vznik obrovského množství odpadu (peří, kosti i celá nepoživatelná těla), což představuje 68 miliard tun odpadu ročně (McGauran a kol., 2021).

Běžnými metodami nakládání s vedlejšími živočišnými produkty při zpracování drůbeže jsou spalování, kompostování, výroba hnojiv a výroba rybí moučky, která má údajně škodlivé účinky na životní prostředí v podobě znečištění ovzduší a vody, emise skleníkových plynů a eutrofizace (nadměrný nárůst obsahu dusíku a fosforu ve vodě). Drůbeží odpad je potenciálním zdrojem pro extrakci bílkovin, například kolagenu. Bílkoviny extrahované z drůbežího odpadu mají podobné nebo lepší vlastnosti (tepelnou stabilitu, výživové hodnoty, obsah aminokyselin, fyzikálně-chemické, reologické a funkční vlastnosti) jako bílkoviny hovězí (Talha a kol., 2024).

Na obrázku 1 je vyobrazeno nakládání s odpadem z drůbeží porážky (Talha a kol., 2024).



Obrázek 1 Nakládání s odpadem z drůbeží porážky

(Talha a kol., 2024)

(poultry slaughter waste management – nakládání s odpadem z drůbeží porážky; head – hlava; feet – nohy; neck – krk; feather – peří; bones – kosti; skin – kůže; conventional practices – konvenční praktiky; incineration – spalování; composting – kompostování; fertilizers – hnojiva; meals – moučky; harmful effects – škodlivé účinky; sustainable valorization – udržitelná valorizace; extraction of collagen – extrakce kolagenu; extraction of gelatin – extrakce želatiny; extraction of keratin – extrakce keratinu; consumption – spotřeba; production – produkce)

Spalování je snadný a ekonomický způsob likvidace odpadu, ale produkuje toxické emise do životního prostředí (Singh a kol., 2018).

1.1 Evropský úřad pro bezpečnost potravin

Vedlejší produkty živočišného původu jsou živočišné materiály získané ze zvířat, které nejsou určeny k lidské spotřebě. Mezi tyto produkty patří: jateční odpad (kůže, kosti, rohy, kopyta, krev, tuk, vnitřnosti), uhynulá zvířata, materiály produkované zvířaty (jako je hnůj, vaječné skořápky, peří, vlna, včelí vosk), částečně i kuchyňské odpady (Evropský úřad pro bezpečnost potravin, 2002; Státní veterinární správa, 2008).

Používání, skladování, zpracování a likvidace vedlejších produktů živočišného původu je v EU přísně regulováno. Existují právní předpisy, které kontrolují rizika spojená s manipulací, sběrem, zpracováním a obchodem s různými druhy vedlejších živočišných produktů. Právní předpisy rozděluje vedlejší produkty živočišného původu do tří kategorií podle potenciálního rizika pro zvířata, lidi nebo životní prostředí a stanoví, jak by se měly jednotlivé kategorie používat nebo likvidovat (Evropský úřad pro bezpečnost potravin, 2002).

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) hodnotí bezpečnost alternativních metod zpracování vedlejších živočišných produktů. Podle právních předpisů EU by měly být žádosti o nové metodě předloženy příslušnému národnímu orgánu členského státu EU a jejich bezpečnost by měla být posouzena úřadem EFSA. Evropská komise rozhodne, zda alternativní metodu povolí (Evropský úřad pro bezpečnost potravin, 2002).

1.2 Využití vedlejších živočišných produktů

Vedlejší živočišné produkty porážky, jako jsou kůže, nohy, kosti a krev, které byly považovány za odpad, se nyní využívají k výrobě krmiv pro ptáky nebo ryby a dalších krmiv pro domácí zvířata. Vzhledem k celosvětově rostoucím obavám o potravinovou bezpečnost, půdní a vodní zdroje v souvislosti s obrovskými změnami klimatu, rychlosti růstu populace a způsoby stravování, se nyní zájem obrací k udržitelným a biologicky rozmanitým potravinovým systémům. Spotřebitelé jsou více nakloněni výrobkům, které kromě zlepšování životního prostředí, podporují transparentní a udržitelný potravinový řetězec (Radhakrishnan a kol., 2020; Ockerman a Hansen, 1999).

Strukturální vláknité bílkoviny kolagen, elastin, keratin a příslušné hydrolyzáty získané z jatečních zbytků z rybolovu, drůbeže a červeného masa, lze využít v oblastech jako je

potravinářství, biomedicína, farmacie a kosmetika. Kosti (rybí, vepřové, hovězí, drůbeží), kůže (z prasat a ryb) a rybí šupiny jsou zdrojem kolagenu; vazy (ze skotu, prasat a drůbeže) jsou zdrojem elastinu; zatímco keratin lze získat z peří drůbeže a štětín prasat (Ferraro a kol, 2016; Ozdemir a Yetilmezsoy, 2020).

2 KOLAGEN

Kolagen je nejrozšířenější a všudypřítomná bílkovina živočišného původu, která tvoří přibližně 30 % všech bílkovin. Kolagen se vyskytuje ve všech skupinách živých organismů kromě jednobuněčných a je jednou z nejvýznamnějších vláknitých bílkovin. Kolagen je hlavní složkou pojivových tkání, kterým poskytuje správnou funkci, zejména pokud jde o jejich mechanické vlastnosti. Také je hlavní organickou složkou kůže, kostí, chrupavek, šlach a vaziva. Je také důležitou součástí cévních stěn, bazálních membrán a rohovek. Plní opěrnou a ochrannou funkci a jako složka mezibuněčné hmoty patří mezi klíčové proteiny ve všech organismech (Liu a kol., 2015; Peterková a Lapčík, 2000).

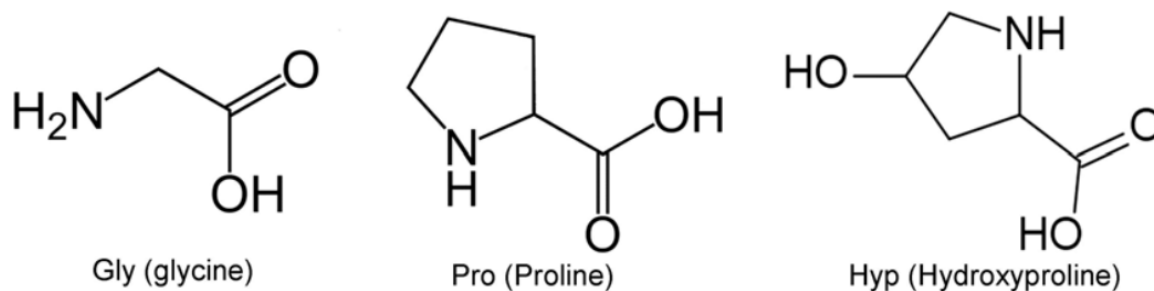
Existují čtyři hlavní zdroje kolagenu, a to hovězí, vepřový, drůbeží a rybí, z nichž hovězí a vepřové vedlejší produkty jsou tradičně používaným zdrojem pro extrakci kolagenu. Uvádí se, že v roce 2018 se hovězí zdroje, díky své nižší ceně, podílely na celkové produkci kolagenu přibližně 35 % (Radhakrishnan a kol., 2020).

2.1 Struktura a složení kolagenu

Molekula kolagenu se skládá ze tří polypeptidových řetězců, které jsou uspořádány do tvaru pravotočivé šroubovice, z nichž každý obsahuje přibližně 1 000 aminokyselin (Liu a kol., 2012; Indriani a kol., 2022). Stabilitu trojitě šroubovice zajišťuje vodíková vazba mezi řetězci (Schrieber a Gareis, 2007). Vzhledem k vysokému obsahu glycinu, který představuje přibližně 30 % celkových aminokyselin je hmotnost kolagenu nižší než u mnoha jiných bílkovin se stejným počtem aminokyselinových zbytků (Liu a kol., 2015; Houde a Berkowitz, 2020).

Jedná se o hydrofilní protein, protože obsahuje větší množství kyselých, bazických a hydroxylovaných aminokyselinových zbytků než zbytků lipofilních. Kolagen má složitou molekulární strukturu a vzájemně interaguje na různých úrovních a vytváří struktury vyššího řádu (Friess, 1998; Ouellette a Rawn, 2015).

Na obrázku 2 lze vidět strukturu nejdůležitějších aminokyselin v kolagenu – glycin (Gly), prolin (Pro) a hydroxyprolin (Hyp), které tvoří 50 % celkového obsahu bílkovin. Obsah prolinu a hydroxyprolinu je důležitý zejména pro želírovací účinek. Také bylo zjištěno, že celkový obsah sekvencí Gly-Pro-Hyp je jedním z hlavních faktorů, který ovlivňuje termostabilitu kolagenu (Gómez a kol., 2011).

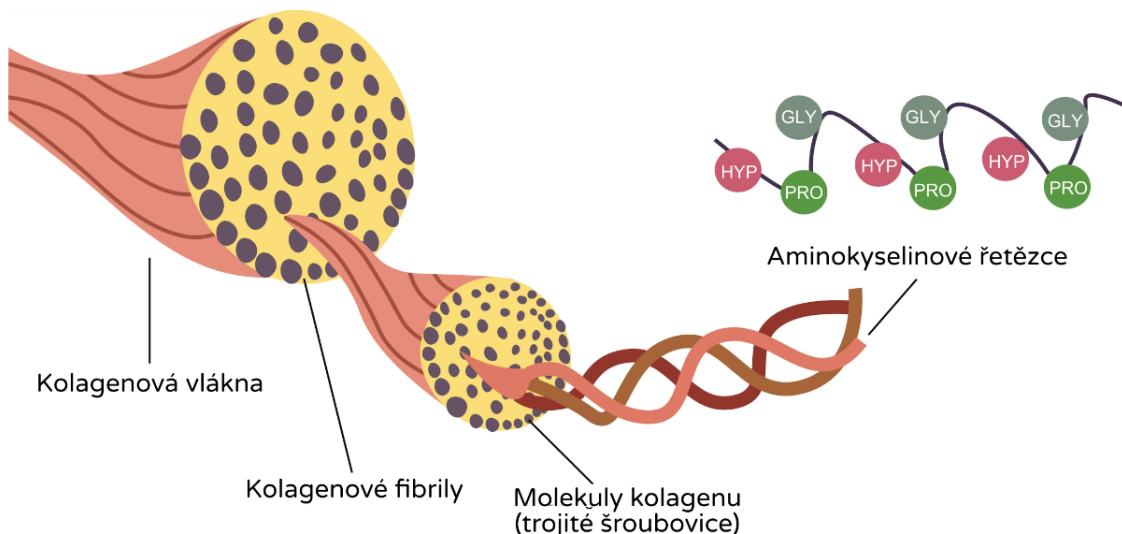


Obrázek 2 Molekulární struktura aminokyselin Gly, Pro a Hyp.

(Lee, 2009)

(glycine – glycin; proline – prolin; hydroxyproline – hydroxyprolin)

Tropokolagen představuje terciární strukturu kolagenu, která vzniká propletením 3 polypeptidových řetězců, což lze vidět na obrázku 3 (Talha a kol., 2024). Glycinové vazby kolagenu leží uvnitř trojitě spirály z prostorových důvodů, protože jsou dostatečně malé pro obsazení vnitřního prostoru, a tím tak umožňují těsné semknutí tří řetězců do konečného kolagenového superhelixu (Peterková a Lapčík, 2000).

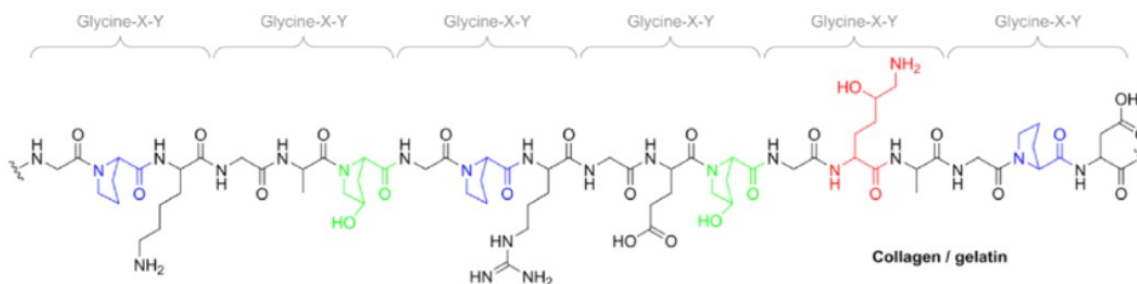


Obrázek 3 Struktura kolagenového vlákna

(Clark a kol., 2008)

V současné době je známo 29 typů kolagenu od typu I po typ XXIX, s průměrnou molekulovou hmotností 300 kDa, průměrem 2 nm a délkou 300 nm. Z nich je typ I nejrozšířenějším a nejstudovanějším typem a má využití v biomedicíně, farmaceutickém a potravinářském odvětví (He a kol., 2023). Kolagen typu I se nachází především v pojivové

tkáni, jako jsou kůže, kosti a šlachy. Je jedinečný tím, že tvoří trojitou pravotočivou superšroubovici složenou ze tří α levotočivých šroubovicových polypeptidových řetězců (Gelse, 2003). Struktura kolagenu typu I je X-Y-Glycin (viz obrázek 4), kde většinou X je prolin a Y je hydroxyprolin (Gómez a kol., 2011). Želatina typu II a III a další typy se vyskytují v tkáni chrupavky, kůži a orgánech (Gelse, 2003).



Obrázek 4 Struktura kolagenu typu I

(Hjelmgaard, 2021)

(glycine – glycin; collagen – kolagen; gelatin – želatina)

Savčí bílkoviny obecně obsahují velké množství hydroxyprolinu a hydroxylysinu a celkový obsah aminokyselin (prolinu a hydroxyprolinu) je také vysoký. Aminokyseliny drůbežího kolagenu mohou být podobné nebo jejich obsah může být mírně nižší než u savčího kolagenu. Rybí kolagen má méně prolinu a hydroxyprolinu, ale vyšší obsah serinu a threoninu než kolagen savců. Ve větším množství je přítomen také metionin (Lin a Liu, 2006).

Vysoký obsah aminokyselin je nesmírně důležitý, protože ovlivňuje funkční vlastnosti, kterými jsou rozpustnost, schopnost síťování a tepelná stabilita kolagenu. Proto může mít kolagen s vysokým obsahem aminokyselin širší využití v potravinářském a nápojovém průmyslu (Hashim a kol., 2015).

2.2 Typy kolagenu

Uvádí se 27 typů kolagenů. Typy kolagenů jsou klasifikovány podle velikosti, funkce a distribuce, které se značně liší složením aminokyselin (Gelse, 2003).

Každý typ kolagenu má své zvláštní aminokyselinové složení a každý plní v tkáni odlišnou úlohu. Nejrozšířenějšími kolageny jsou typy I, II a III, které jsou zodpovědné za pevnost, pružnost a schopnost zadržovat vodu v tkáni (Cheng a kol., 2009).

Nejvyšší zastoupení má kolagen typu I, tvořící více než 90 % organické hmoty kostí a je nejdůležitějším kolagenem šlach, kůže, vazů, rohovky a většiny pojivových tkání. Zajišťuje tahovou tuhost šlach a fascií v orgánech. V kostech určuje rozsáhlé biomechanické vlastnosti týkající se nosnosti a pevnosti v tahu. Hlavní zdroje kolagenu typu I pocházejí především ze savčích tkání (Cheng a kol., 2009).

Kolagen typu II je hlavním kolagenem v chrupavce savců. Tento typ kolagenu je nezbytný pro syntézu pojivové tkáně v celém těle, údajně pomáhá při snižování destrukce kolagenu uvnitř těla, může poskytovat protizánětlivou aktivitu a může zlepšovat pružnost kloubů. Kolagen typu II má však omezené použití kvůli své nízké výtěžnosti a složité předúpravě před extrakcí (Cao a Xu, 2008).

Kolagen typu III je široce rozšířen v tkání, kde je obsažen také kolagen typu I. Je důležitou součástí retikulárních vláken v intersticiální tkáni plic, jater, sleziny a cév. Molekula se také často podílí na tvorbě smíšených fibril s kolagenem typu I a je hojně zastoupena i v elastických tkáních (Gelse, 2003).

2.3 Fyzikálně chemické vlastnosti kolagenu

Vlastnosti kolagenu lze rozdělit do dvou kategorií (Gómez a kol., 2011). V první kategorii jsou vlastnosti související s jejich želírovacím chováním, jako je zahušťování, tvorba gelu, schopnost vázat vodu a texturní vlastnosti. Do druhé kategorie lze zařadit vlastnosti související s jejich povrchovým chováním, mezi které patří tvorba emulze, tvorba pěny, stabilizace, adheze a koheze, ochranná koloidní funkce a schopnost vytvářet film. Kromě toho je kolagen dobrou povrchově aktivní látkou (Lee a kol., 2001).

2.3.1 Bobtnání

Z fyzikálně-chemického hlediska je kolagen klasifikován jako přechodná koloidní soustava, konkrétně jako gel. Jeho klíčovou vlastností je schopnost bobtnat. Po ponoření do vody vlákno kolagenu bobtná omezeně (exotermní proces), přičemž se mění jeho objem, délka a pružnost (Peterková a Lapčík, 2000).

2.3.2 Polyelektrolytický charakter

Kolagen, podobně jako jiné bílkoviny, se chová jako amfoterní polyelektrolyt, tj. že se náboj molekuly a jeho iontové reakce mění v závislosti na pH prostředí. To znamená, že některé skupiny v postranních řetězcích se ionizují při alkalických podmínkách, zatímco jiné

v kyselém prostředí. Náboj kolagenové molekuly se mění s pH; v silně kyselém prostředí má kladný náboj, zatímco v silně alkalickém má náboj záporný. Izelektrický bod nativního kolagenu se nachází při pH 7. Při mírném působení chemikálií se tento bod může pohybovat v rozmezí pH 4,5 až 8,0, přičemž většina fyzikálně-chemických vlastností vykazuje v této oblasti extrémní hodnoty. Izoiontový bod se definuje jako pH, při němž se počet protonů připojených ke skupinám $-NH_2$ rovná počtu protonů oddisociovaných ze skupin $-COOH$. Proto se bílkovina čistí dialýzou, aby se odstranily jiné ionty, a pH se pak označuje jako izoiontový bod (Peterková a Lapčík, 2000).

2.3.3 Hydrotermální stabilita

Při zahřívání kolagenových vláken ve vodě dochází k jejich zkrácení přibližně o jednu třetinu v podélném směru. Tento jev, známý jako termická kontrakce, je označován také jako teplota smrštění. Smrštění nastává v důsledku štěpení intermolekulárních příčných vazeb a intramolekulárních vazeb, které udržují trojitě spirály v přirozeném kolagenovém vlákne v natažené pozici. Teplota smrštění kolagenu odpovídá procesu tání kolagenu v jeho krystalických oblastech. Lyotropní činidla, která také štěpí vodíkové vazby, vedou ke kontrakci kolagenového vlákna a snižují teplotu smrštění. Pro určení stability trojhelikální struktury se běžně používá měření denaturační teploty, což je přechod z kolagenu na želatinu. Obě tyto teploty lze v určitém rozsahu zvýšit zesíťováním kolagenu. V případě zesíťovaného kolagenu glutaraldehydem dosahuje teplota smrštění přibližně 70 °C, zatímco u nativního kolagenu činí 37 °C (Anselme a kol., 1992).

2.3.4 Hydratace kolagenu

Proteiny zahrnují dva druhy hydrofilních center, která jsou schopná vázat vodu pomocí elektrostatických sil a vodíkových vazeb:

- a) polární skupiny, které se nachází v bočních řetězcích některých aminokyselinových zbytků;
- b) dusík a kyslík peptidické vazby (Gustavson, 1956).

K zachování fyzikálních vlastností kolagenu je nezbytná asociace minimálního množství vody, které tvoří přibližně 20 % jeho hmotnosti (Gustavson, 1956). V suchém stavu kolagenu je vzdálenost mezi jednotlivými polypeptidovými řetězci 1 nm, zatímco v hydratovaném stavu se vzdálenost zvýší na 1,5 až 1,6 nm (Peterková a Lapčík, 2000).

2.3.5 Denaturace a renaturace

Vlivem určitých chemikálií nebo tepelného působení bílkoviny ztrácí své původní nativní vlastnosti a procházejí denaturací. Při denaturaci kolagenu vzniká želatina. Produktem denaturační reakce vodného roztoku tropokolagenu jsou dva štěpy, které se liší molekulovou hmotností a označují se jako komponenty alfa a beta. Komponent beta lze dále rozštěpit na dva komponenty alfa, což vede k vytvoření tří štěpů odpovídajících trojitě spirále molekuly kolagenu (Peterková a Lapčík, 2000).

Pokud denaturovaný roztok tropokolagenu zůstane delší dobu při nízké teplotě, může probíhat částečný proces renaturace, tedy zpětná rekonstrukce spirálové konfigurace (Peterková a Lapčík, 2000).

2.3.6 Přeměna na želatinu

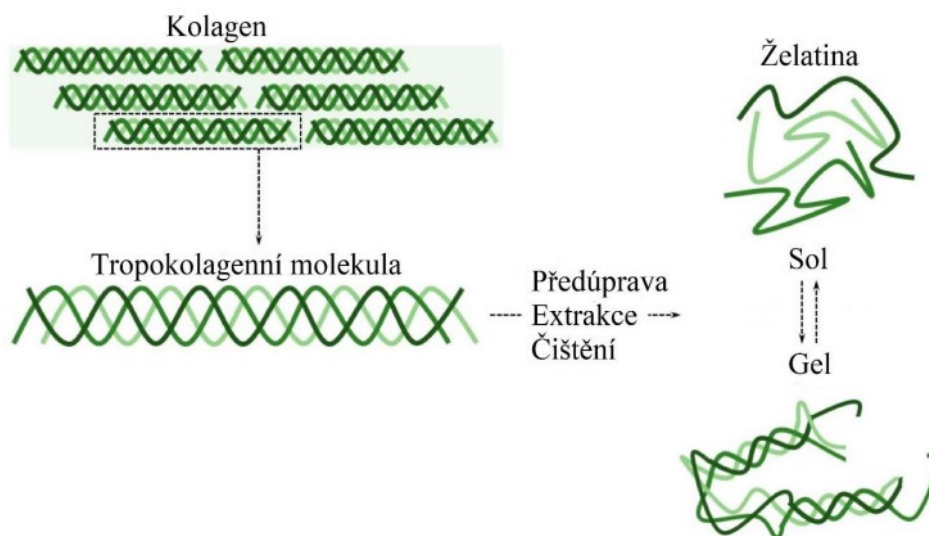
Zahříváním kolagenu ve vodném prostředí se vytváří želatina (viz obrázek 5). Při přeměně kolagenu na želatinu můžeme rozlišit tři procesy:

- 1) štěpení příčných kovalentních intermolekulárních vazeb na úrovni kvarterní struktury,
- 2) denaturace na úrovni terciární struktury,
- 3) hydrolytické štěpení peptidických vazeb polypeptidových řetězců na molekulární úrovni (Peterková a Lapčík, 2000).

Zásah do struktury polypeptidového řetězce se projevuje jako degradace a depolymerace, což jsou nežádoucí jevy – čím méně těchto vazeb se rozštěpí, tím lepší budou fyzikálně-chemické vlastnosti výsledné želatiny (Peterková a Lapčík, 2000).

Želatina se získává řízenou hydrolýzou kolagenu z různých živočišných zdrojů (kůže, kosti, šlachy) a lze ji popsat například také jako směs peptidů a bílkovin (Schrieber a Gareis, 2007; Zhang a kol., 2020). Při výrobě želatiny dochází k denaturaci kolagenu, který tak ztrácí svou přirozenou strukturu. Gel se vytváří tím, že je zachycována voda v síti řetězců. Struktura želatiny se během gelování mění (Guo a kol., 2003).

Typickou charakteristikou želatiny je přechod mezi strukturou sol a gel. Gel želatiny vykazuje tixotropní vlastnosti; při zahřátí na určitou teplotu "taje" a přechází do stavu sol. Na přechody struktur sol a gel jsou zaměřeny obrázky 5 a 6. Tato změna je inverzní, avšak není vratná (Peterková a Lapčík, 2000).



Obrázek 5 Přeměna kolagenu na želatinu

(Asghar a Henrickson, 1982)



Obrázek 6 Teploty přechodu gel v sol a sol v gel

(Peterková a Lapčík, 2000)

Donedávna se k extrakci kolagenu běžně používala kyselá extrakce s pepsinovou hydrolýzou. Konkrétně se jako rozpouštědlo pro extrakci kolagenu často používala kyselina octová. Aktivitu pepsinu lze zvýšit nízkým pH a teplotou. Extrémní podmínky ale poškozují strukturu kolagenu (Lin a Liu, 2006).

Kolagen vykazuje odlišné a také lepší vlastnosti než želatina, jako je například vyšší entalpie, větší síťová struktura fibril, hodnota izoelektrického bodu a vysoká odolnost vůči proteázové hydrolýze. Kolagen má velkou mechanickou pevnost a reverzibilní roztažitelnost, zatímco želatina vykazuje jedinečné reologické vlastnosti, kterými jsou pevnost gelu, tepelná stabilita a viskoelastické vlastnosti (Zhang a kol., 2020).

2.4 Využití kolagenu

Kolagen, elastin a keratin představují důležitou podskupinu vláknitých proteinů. Poskytují strukturální oporu buňkám a tkáním savců a bezobratlých živočichů a mají zásadní význam pro pohybovou soustavu (Brinckmann, 2005; Daamen a kol., 2007).

Využití kolagenu a z něj odvozených hydrolyzátů se v mnoha oblastech rozšiřuje, jako jsou například potraviny, kosmetika a léčiva, a to díky zajímavým funkčním a bioaktivním vlastnostem (Gómez a kol., 2011). Kolagen je účinným prostředkem ke snížení obsahu tuku v masných výrobcích, aniž by se zhoršily texturní vlastnosti a jejich schopnost zadržovat vodu (Munasinghe a kol., 2015).

Díky své vynikající biologické snášenlivosti, odbouratelnosti a slabé antigenicitě (schopnost chovat se jako antigen a vyvolat tak odpověď imunitního systému tvorbou protilátek), se široce uplatňuje v potravinářském, farmaceutickém, kosmetickém a biomedicinském průmyslu, v tkáňovém inženýrství a ve filmovém průmyslu (Bae a kol., 2008). Široké uplatnění kolagenu v medicíně a farmakologii souvisí také s jeho přirozenými vlastnostmi, jako jsou hemostatická aktivita, biodegradabilita, nízká alergenita a vysoká biokompatibilita (Santos a kol., 2013).

Produkce kolagenu v těle s věkem a špatnou stravou klesá. Nejlepší alternativou doplnění kolagenu je pomocí stravy. Proto začal být kolagen přidáván do různých potravin a nápojů a stal se velmi žádanou složkou pro vývoj zdravých potravin. V současné době už je k dispozici na trhu mnoho komerčních kolagenových produktů z různých zdrojů (Hashim a kol., 2015).

2.4.1 Potravinářská přídatná látka

Potravinářskou přídatnou látkou se rozumí látka přidávaná do potravin během zpracování za účelem zlepšení barvy, textury, chuti nebo jiných vlastností. Příkladem jsou antioxidanty, emulgátory, zahušťovadla, konzervační látky a barviva. Kolagen lze použít jako potravinářskou přídatnou látku, která zlepšuje reologické vlastnosti masných výrobků (Neklyudov, 2003). Kolagen má v masných výrobcích také význam jako emulgátor, kdy dokáže vázat velké množství tuku (Jayathilakan a kol., 2012).

2.4.2 Jedlé fólie

Jedlé fólie a povlaky jsou jedlé materiály nanášené na potraviny nebo se na potraviny mohou aplikovat ponořením do roztoku, pomocí štětce nebo postřikem. Hlavní výhodou kolagenových fólií je bariérová membrána chránící před migrací kyslíku, vlhkosti a rozpustných látek. Také zajišťuje strukturální integritu a polopropustnost obalů potravinářských obalů. Jedlé fólie u potravinářských výrobků mají navíc velkou perspektivu z hlediska prodloužení trvanlivosti potravin (Greene, 2003).

Kolagen podrobený speciální úpravě lze použít pro přípravu střívek na uzeniny. Kromě toho byla také vyvinuta alternativní metoda k předem připraveným kolagenovým střívkům, kdy se kolagenové střívko koextruduje kolem masové směsi na klobásy. Proces koextruze je kontinuální a dobře kontrolovatelný než konvenční dávkovací proces, kdy se masová směs plní do předem vytvořených střívek (Gennadios a kol., 1997).

Výrobky s kolagenovým obalem byly vyvinuty v Německu ve 20. letech 20. století. Při zpracování se kolagen nepřeměňuje na rozpustný produkt jako v případě želatiny. Místo toho vzniká výrobek, který je dostatečně pevný, aby se mohl používat jako obal na uzeniny a jiné výrobky. Extrahovaný kolagen se smíchá s vodou a převede se na hmotu, která se vytlačuje buď mokrým nebo suchým procesem. Trubice s vytlačeným kolagenem se poté prožene koncentrovaným roztokem soli a komorou s čpavkem, aby se kolagen vysrážel. Nabobtnalý gel se smršťuje a vytváří film přiměřené pevnosti. Lze jej vylepšit přidáním glycerinu, aby byl pružnější. Poté se trubička s kolagenovým obalem vysuší na 10-15 % obsahu vody (Jayathilakan a kol., 2012).

2.4.3 Kolagen v nápojích

V současné době jsou dalším trendem na světovém trhu nápoje s kolagenem. Výrobci uvádějí na trh mnoho produktů, jako je například sójový kolagen, džus s kolagenem atd. Je obecně známo, že kolagenové nápoje stimulují mechanismus tvorby kolagenu v těle (Hashim a kol., 2015).

3 ŽELATINA

Želatina je přírodní makromolekula získaná tepelnou hydrolýzou kolagenu. Suroviny pro výrobu želatiny se předem upravují buď kyselinou nebo zásadou, aby kolagen nabobtnal a zvýšila se tak účinnost extrakce želatiny (Ahmad a kol., 2017; Mrázek a kol., 2022).

Želatina je odvozena z mateřského proteinu kolagenu pomocí procesů, které rozbíjejí sekundární a vyšší struktury s různým stupněm hydrolýzy polypeptidového řetězce. Název želatina je odvozen z latinského slova ‚gelata‘, které popisuje její nejvíce charakteristickou vlastnost, tj. tvorbu gelu ve vodě (Haug a Draget, 2009).

Z pohledu složení aminokyselin lze želatinu považovat za chemicky velmi čistou formu kolagenu. Při její výrobě jsou odstraněny nevláknité bílkoviny, mukopolysacharidy a tuky. Při alkalické přípravě želatiny dochází k poklesu koncentrace argininu, tyrosinu a dusíku vázaného v amidech. Naopak při kyselé přípravě želatiny se želatina více blíží aminokyselinovému složení kolagenu (Babel, 1996).

Želatina je vysoce kvalitním zdrojem bílkovin, neobsahuje sacharidy, cholesterol a téměř žádný tuk. Želatina je vysoce stravitelná, obsahuje všechny esenciální aminokyseliny kromě tryptofanu a v lidském organismu je zcela rozložitelná. Nejvíce převažujícími aminokyselinami jsou glycín (27-35 %), prolin (13-20 %) a hydroxyprolin (20-24 %) (Alipal a kol., 2021; Ranganathan a kol., 2019; Haug a Draget, 2009).

Želatina má mnoho podobností se svým mateřským kolagenem, pokud jde o její primární strukturu a složení (Mariod a kol., 2013). Relativní poměry a sekvence jednotlivých aminokyselin v kolagenu a želatině jsou v podstatě stejné, ale fyzikální vlastnosti těchto dvou proteinů se výrazně liší. Zatímco kolagen je nerozpustný ve vodě, želatina se snadno ve vodě rozpouští po zahřátí na vyšší teplotu, než je teplota denaturace nativního kolagenu. Kolagen se za stejných podmínek pouze smršťuje a ztrácí schopnost zadržovat vodu (Haug a Draget, 2009; Suparno a Prasetyo, 2019). Chování želatiny v roztocích a gelech je určeno její molekulovou hmotností. Polydisperzita želatiny v roztoku závisí na její molekulové hmotnosti, která zase závisí na α -řetězcích a jejich oligomerech (Mariod a kol., 2013).

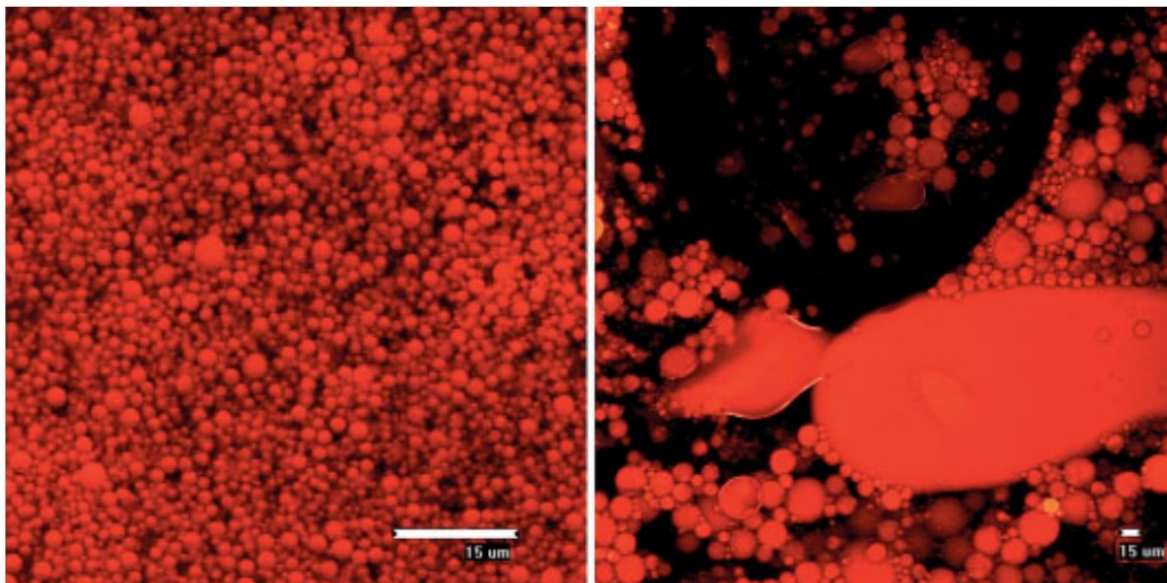
Stabilita želatiny je dána rozmanitou formou kovalentních vazeb, zatímco její separace a flexibilita je dána několika slabými interakcemi. Želatina je obvykle schopna vytvářet vodíkové vazby díky své konformaci kolagenového záhybu při nízkých teplotách. Stabilita dvoušroubovicové struktury želatiny se navíc připisuje vodíkovým vazbám vytvořených mezi glycínovými zbytky, které také tvoří slabé vazby s kyslíkovými atomy karbonylových

skupin. Významnou roli při vzniku vodíkových vazeb v želatinové síti hrají také molekuly vody. Stabilita struktury želatinových gelů se připisuje také vodíkovým vazbám mezi -NH skupinami a -CO skupinami dvou řetězců a vodíkovým vazbám, které vytváří voda s řetězci želatiny. Stejně tak vodíkové vazby mezi -OH skupinou vody a -CO skupinou stejných nebo různých řetězců stabilizují trojitou šroubovici nebo spojovací zóny želatiny (Baydin a kol., 2022).

Zajímavým zdrojem pro výrobu želatiny jsou vedlejší živočišné produkty savců, drůbeže a ryb (Rather a kol., 2022). Želatina má mnoho fyzikálních a chemických vlastností. Patří mezi ně stabilizace, želírování, emulgace, sedimentace, čiření, zvyšování viskozity, zahušťování, biologická odbouratelnost, schopnost vytvářet film, schopnost pění a mnoho dalších. Díky těmto vlastnostem je široce používána v mnoha aplikacích v potravinářském i nepotravinářském průmyslu (farmaceutickém, kosmetickém a odvětví obalů) (Martucci a Ruseckaite, 2010). Také v odvětví obalů nabývají želatinové fólie a nátěry na významu díky své ekologické stránce (Rather a kol., 2022; Martucci a Ruseckaite, 2010). Vlastnosti želatiny jsou značně ovlivněny druhem tkáně, ze které je daná želatina extrahována a procesem extrakce, který závisí na pH, teplotě a době během předúpravy i extrakce (Gómez a Montero, 2001). Tyto proměnné také ovlivňují délku vytvořených polypeptidových řetězců a tím i funkční vlastnosti želatiny (Kołodziejska a kol., 2008).

Želatina se používá v potravinářských výrobcích k obohacení obsahu bílkovin, ke snížení množství sacharidů, koncentrace soli a množství tuku. Některé mezinárodní studie naznačují, že želatina může mít preventivní a regenerační účinek na pohybový aparát – zejména na kosti, chrupavky, šlachy a vazy (Alipal a kol., 2021; Ranganathan a kol., 2019; Haug a Draget, 2009).

Želatina může sloužit také jako emulgátor. Emulgátory jsou rozpustné látky, které umožňují spojení dvou vzájemně nemísitelných látek. Jestliže se takový emulgátor přidá v malém množství do disperze olejové fáze ve fázi vodné, jeho molekuly mají tendenci se shromažďovat na rozhraní mezi těmito fázemi. Emulgátor následně pokryje jednotlivé kapičky oleje velice tenkým filmem. V momentě, kdy mají tyto vrstvy stejný elektrický náboj, vzájemně se odpuzují, a tak zabráňují vzniku větších kapek. Samotnou emulzi lze zničit například vysokým mechanickým namáháním nebo vysokou teplotou (Schrieber Gareis, 2007). Funkci emulgátoru lze vidět na obrázku 7.



Obrázek 7 Stabilní emulze s želatinou (vlevo); „rozbitá“ emulze bez želatinu (vpravo)

(Schrieber a Gareis, 2007)

3.1 Výroba želatiny

Výrobu želatiny lze rozdělit na dvě základní metody: kyselé metoda a zásaditá metoda. V procesu výroby pomocí kyselin se k hydrolyzaci kolagenu používá roztok kyseliny a získaný produkt se nazývá želatina typu A. Typickou surovinou pro tuto metodu jsou vepřové kůže. Naopak při zásaditém procesu výroby se k hydrolyzaci bílkovin používají zásady, čímž vzniká želatina typu B. Suroviny se předem upravují buď kyselinou nebo zásadou, aby umožnily nabobtnání kolagenu a zvýšily tak účinnost extrakce želatiny během tepelné hydrolýzy. Typickými surovinami pro zásaditý proces výroby jsou kosti a kůže (Damrongsakkul a kol., 2008).

Kromě nízké výtěžnosti a kvality želatiny mají výše uvedené postupy výroby želatiny několik nevýhod, zejména velké množství vznikajícího odpadu a omezené množství suroviny k výrobě (Gómez a kol., 2011). Alternativní metodou je použití proteolytických enzymů. Ve srovnání se zásaditým nebo kyselým procesem výroby, má enzymatický proces několik výhod, jako je krátká doba zpracování a mnohem menší tvorba odpadu (Damrongsakkul a kol., 2008).

Zvolený výrobní postup závisí jednak na vstupní surovině, ale také na předpokládaném použití konečné želatiny. Bezpečnost je zajištěna několika kroky a podmínkami v průběhu výroby:

- zpracováním suroviny pocházející výhradně ze zdravých zvířat, která byla schválena pro lidskou spotřebu,
- nepřijímáním suroviny SRM (specifikovaný rizikový materiál) pro výrobní proces,
- vlivem kyselin a zásad,
- sterilizací roztoků želatiny; například při teplotě min 138 °C po dobu min 4 s,
- zavedením norem DIN ISO 9000, HACCP a validovaných výrobních postupů podle směrnice „Správné výrobní praxe“
- a další (Schrieber a Gareis, 2007).

3.1.1 Surovinové zdroje

Surovinou pro výrobu želatiny může být jakákoliv tkáň obsahující kolagen (Haug a Draget, 2009). Nejčastějším zdrojem pro výrobu želatiny jsou vepřové a hovězí kůže, demineralizovaná kopyta a kosti. Vepřové kůže se na celkové produkci želatiny podílí 46 %, hovězí kůže 29,4 %, vepřové a hovězí kosti 23,1 % (Alipal a kol., 2021). Alternativními zdroji vstupních surovin pro výrobu želatiny, které si získávají stále větší pozornost, jsou rybí a drůbeží vedlejší produkty. Drůbeží vedlejší produkty, jako je krev, vnitřnosti, běháky a kosti, jsou bohaté na kolagenní bílkoviny a v současné době se široce využívají v potravinářském průmyslu (Bichukale, 2018).

Samotný výrobní proces zahrnuje čištění vstupních surovin s následnou předúpravou, extrakci želatiny, filtraci, sušení a nakonec mletí (Haug a Draget, 2009).

3.1.2 Promytí suroviny

Na začátku se surovina promyje, aby se odstranily nečistoty. Kosti se zpracovávají poněkud odlišně v tom, že po umytí, rozdrcení a opětovném umytí se rozdrcené kostní třísky vystaví po určitou dobu kyselému prostředí, obvykle je to 4-7% kyselina chlorovodíková. Tento proces se také nazývá macerace a jeho výsledkem je odstranění minerálů obsažených v kostech, jako je hydroxylapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ a uhličitan vápenatý CaCO_3 (Haug a Draget, 2009).

Takto připravené suroviny mohou být zpracovány přímo nebo vysušeny a skladovány pro pozdější použití. Po promytí je surovina podrobena buď kyselé nebo alkalické předúpravě, po které následuje extrakce želatiny v závislosti na zdroji kolagenu a požadované kvalitě konečné želatiny. Želatina z vepřových kůží s kyselou předúpravou je

hlavním produktem vyráběným v Evropě a Severní Americe, zatímco hovězí kůže je hlavní surovinou pro výrobu želatiny v Jižní Americe (Haug a Draget, 2009).

3.1.3 Předúprava suroviny

Kolagen obsažený v živočišné pojivové tkáni se rozpouští velmi pomalu, a to i v horké vodě. Důvodem je zesíťovaná povaha kolagenu. Proto je nutné před extrakcí jemné chemické ošetření, aby se tyto příčné vazby rozrušily. K získání želatiny s požadovanými vlastnostmi je nutné přizpůsobit parametry procesu úpravy i následné podmínky extrakce želatiny přesně zpracovávané surovině. V tabulce 1 je vyobrazen typ preferované předúpravy pro jednotlivé suroviny. Aby se zachovala dobrá kvalita želatiny, používají se vysoce zředěné kyseliny a zásady. Takovým způsobem zůstanou řetězce kolagenní bílkoviny v podstatě neporušené, ale zároveň se příčné vazby rozštěpí (Schrieber a Gareis, 2007).

Tabulka 1 Preferované předúpravy suroviny pro jednotlivé druhy

Druh suroviny	Předúprava suroviny	
	Kyselá předúprava	Alkalická předúprava
Kosti	×	×
Hovězí kůže	×	×
Vepřová kůže	×	
Rybí kůže	×	
Drůbeží kůže	×	
Drůbeží nohy/pařáty	×	

(Schrieber a Gareis, 2007)

Kyselá předúprava

Předúpravou pomocí kyseliny vznikají želatiny typu A. Při tomto postupu se promytá hydratovaná surovina ponoří obvykle na 8-30 hodin do studené 2-4% zředěné minerální kyseliny (roztok kyseliny chlorovodíkové, fosforečné nebo sírové) v závislosti na tloušťce a velikosti suroviny. Při tomto procesu se zároveň díky mechanickému míchání oddělí většina tuku, který vyplave na povrch. Po skončení se materiál promyje pod tekoucí vodou a neutralizuje se, dokud se nedosáhne extrakčního pH (Haug a Draget, 2009).

Pro tento typ předúpravy jsou vhodné také organické kyseliny a kyselina fosforečná; jsou však ale dražší a mají tendenci negativně ovlivňovat následnou vůni a chuť konečného produktu. Po kyselé předúpravě je potřeba také provést samotnou extrakci v kyselém prostředí (Haug a Draget, 2009).

Alkalická předúprava

Želatiny typu B jsou konečným produktem alkalické předúpravy. K této úpravě lze použít celou řadu alkalických činidel, ale obecně nejpoužívanější je nasycená vápenná voda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ s pH 12. Promytý materiál se umístí do nádoby společně s alkalickým činidlem a dostatečným množstvím hydratovaného vápna k udržení nasycení. Teplota by se měla pohybovat pod 24 °C a směs je potřeba v určitých intervalech promíchávat. Proces trvá obvykle 20 dní až 6 měsíců opět v závislosti na tloušťce a druhu suroviny. Po ukončení procesu se takto zpracovaný materiál promyje vodou přibližně do neutrálních podmínek a poté se ošetří zředěnou kyselinou, například kyselinou chlorovodíkovou HCl, pro dosažení správného extrakčního pH (Haug a Draget, 2009).

Enzymatická předúprava

Již byla navržena řada postupů výroby želatiny pomocí přirozeně se vyskytujících enzymů. Ve většině případů se používají některé proteolytické enzymy, jako je pronáza, pepsin, esperáza, alkaláza a neutráza, ve spojení s různými chemickými úpravami (kyselými nebo alkalickými) ke zvýšení účinnosti výroby želatiny zkrácením doby zpracování (Schrieber a Gareis, 2007).

Enzym Protamex

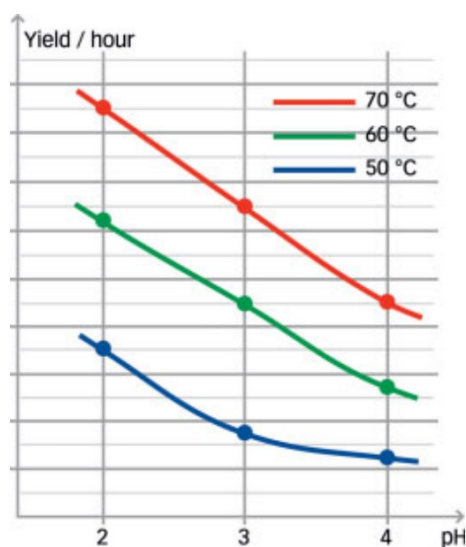
Jedním z používaných enzymů je enzym Protamex, což je proteázový komplex bakterie *Bacillus*, určený pro hydrolýzu potravinových proteinů. Protamex je světle hnědý prášek s průměrnou velikostí částic kolem 250-450 mikronů. Barva může variovat mezi šaržemi, přičemž intenzita barvy neovlivňuje účinnost produktu. Protamex je snadno rozpustný ve vodě. Enzym Protamex vyrábí společnost Novozymes; produkt splňuje specifikované požadavky čistoty pro potravinářské enzymy vydané Společným výborem expertů FAO/WHO pro potravinářská aditiva (JECFA) a Kodexem chemických sloučenin v potravinách (FCC) (Novozymes, 2001).

3.1.4 Extrakce

Želatina může být extrahována z předupravené suroviny různými procesy. Tradiční metodou je použití pitné vody (destilované) o různých teplotách ve víceetapovém procesu. Běžně se želatina rozpouští při pozvolném zvyšování teplot mezi 50 až 100 °C. Během procesu extrakce se materiál promíchává. Po každém extrakčním stupni se získává 3-7% roztok želatiny (Schrieber a Gareis, 2007).

V případě, kdy se používá při předúpravě suroviny alkalický proces, zůstává v extraktoru velmi málo nevyužitého materiálu. Prakticky je během procesu rozpuštěn veškerý protein. Na druhé straně, při kyselém ošetření suroviny, zůstává v extraktoru zhruba 5 % nerozpuštěných nekolagenních bílkovin (Schrieber a Gareis, 2007).

Značný vliv na kvalitu extrakce má velikost a tloušťka vstupní suroviny a stáří zvířat, z jejichž tkání je želatina extrahována. Extrakci ovlivňuje také teplota a pH, což lze vidět na obrázku 8 (Schrieber a Gareis, 2007).



Obrázek 8 Vliv pH a teploty na proces extrakce želatiny

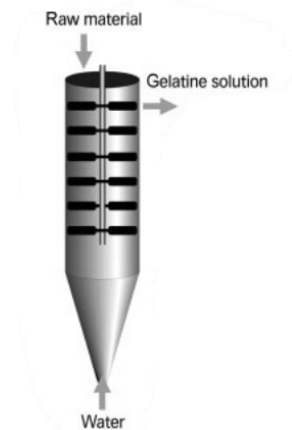
(Schrieber a Gareis, 2007)

(yield – výtěžek; hour – hodina)

Kontinuální způsob výroby

Při kontinuálním procesu výroby se želatina extrahuje při nízkém pH, v rozmezí hodnot 2-3. Během tohoto procesu se předupravená surovina kontinuálně přivádí v protiproudu do extrakční vody. V extraktoru (viz obrázek 9) jsou tedy vždy současně suroviny v různých extrakčních fázích. To znamená, že se paralelně extrahují různé druhy želatiny, které se však

v extraktoru poté smíchají. Konečným produktem tohoto typu extrakce je želatina světlé barvy s vysokou hodnotou Bloom a nízkou viskozitou, což jsou parametry, které vyžaduje potravinářský průmysl (Schrieber a Gareis, 2007).



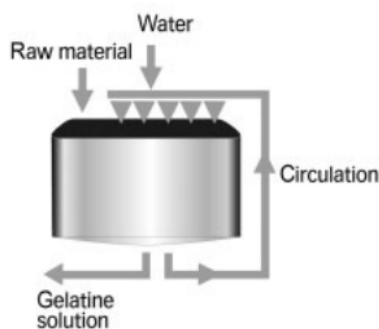
Obrázek 9 Tank pro výrobu želatiny kontinuálním způsobem

(Schrieber a Gareis, 2007)

(raw materiál – surovina; gelatine solution – želatinový roztok; water – voda)

Semikontinuální způsob výroby

Dalším způsobem extrakce je semikontinuální proces, kdy se vstupní surovina přidává do extraktoru po dávkách a poté se pomocí vody extrahuje. V průběhu extrakce se postupně v extraktoru zvyšuje teplota a želatiny jsou odčerpávány po částech. Ze začátku procesu je výsledná želatina světlé barvy, ke konci převažuje barva tmavší (Schrieber a Gareis, 2007). Extraktor pro semikontinuální způsob výroby lze vidět na obrázku 10.



Obrázek 10 Extraktor pro výrobu želatiny semikontinuálním způsobem

(Schrieber a Gareis, 2007)

(raw materiál – surovina; water – voda; circulation – cirkulace; gelatine solution – želatinový roztok)

3.1.5 Filtrace a čiření

Po extrakci je potřeba získaný roztok želatiny podrobit intenzivnímu čištění. Většinou tento proces čištění začíná odstředivou filtrace, při níž se odfiltrují látky způsobující zákal pomocí diatomické zeminy (tj. křemelina; sytká hornina s vysokým obsahem oxidu křemičitého) nebo perlitu (tj. amorfni vulkanické sklo s vysokým obsahem vody). Často se také využívá filtrace pomocí celulózy, která vytvoří na tkanině tzv. filtrační koláč, což je vrstva, přes kterou se následně daný roztok filtruje. Poté většinou následuje vícestupňová jemná filtrace pomocí celulózových filtrů. Nevýhodou diatomické zeminy a perlitu je, že se musí po určitém čase vyřadit z výroby a materiál obměnit za nový. Celulózové filtry lze však recyklovat (Schrieber a Gareis, 2007).

3.1.6 Deionizace

I přes četné čistící kroky, obsahuje želatinový roztok značné množství minerálních solí a popela. Obsah popela v roztoku želatiny často překračuje předepsané limity. Rozpuštěné soli zhoršují fyzikální vlastnosti a senzorické parametry želatiny. Například síran vápenatý může způsobit zákal želatinového roztoku. Deionizaci lze provést pomocí iontoměničů nebo ultrafiltrací či nanofiltrací s velikostí pórů 0,005 μm (Schrieber a Gareis, 2007).

3.1.7 Zahuštění

Vyčištěný a deionizovaný roztok želatiny obsahuje více jak 95 % vody, a ta musí být téměř zcela odstraněna. Snížení obsahu vody je důležité z mikrobiologického hlediska, pro lepší skladovatelnost a jednodušší přepravu. Z mikrobiologického hlediska má neomezenou trvanlivost želatina s obsahem vody 10-12 %. Zahušťování se provádí ve vícestupňovém procesu pomocí deskových, cirkulačních nebo tenkovrstvých odparníků. Odpařování vody probíhá šetrně a proces může být jednostupňový nebo vícestupňový. Při jednostupňovém procesu se dosahuje teploty cca 52 °C; při vícestupňovém se teplota pohybuje v rozmezí 50 až 100 °C. Další možnou metodou je ultrafiltrace, kde se využívá membránové filtrace a velikost pórů je 0,05 μm . Nevýhodou ultrafiltrace je, že přes membránu mohou projít i malé molekuly želatiny, což snižuje celkovou výtěžnost želatiny (Schrieber a Gareis, 2007).

Konečný obsah vody se upravuje pomocí odparky. Cílem je získat vysoce koncentrovaný roztok želatiny, a tak snížit potřebné množství energie pro následné sušení.

Energie potřebná k sušení je totiž $10\times$ vyšší než energie potřebná k odstranění vody pomocí odparky (Schrieber a Gareis, 2007).

3.1.8 Sterilizace

V dalším kroku se vysoce koncentrovaný a přečištěný roztok želatiny sterilizuje. Pro tento proces lze použít nepřímou sterilizaci prostřednictvím deskových výměníků tepla, nebo přímou sterilizaci parou. Přímá sterilizace je šetrnější k produktu, ale použitou energii již nelze využít při další sterilizaci, a tak je tento typ finančně náročnější. Při použití deskových výměníků tepla, lze získat zpět do oběhu pro další použití až 95 % energie. Co se týče mikrobiologického hlediska, tak jsou obě metody pro roztok želatiny zcela bezpečné (Schrieber a Gareis, 2007).

3.1.9 Sušení

Po konečné sterilizaci se roztok želatiny zchladí pomocí tepelného výměníku. Během tohoto procesu je zahuštěná želatina vytlačována ve formě „nudlí“ (viz obrázek 11) a přiváděna na dopravní pás sušicího procesu. Vzhledem k nízkému bodu tání želatiny, ji nelze sušit přímým teplým vzduchem. Proto je ze začátku teplota sušicího vzduchu cca $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vlhkost vzduchu 10-15 %. Teplota sušicího vzduchu se postupně zvyšuje podle stupně vysušení želatiny. Na konci procesu má vzduch teplotu kolem $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vysokou vlhkost. Želatina opouští sušičku s obsahem vody přibližně 10 %. Takto vysušená želatina je rozdrcena a rozemleta na hrubý granulát (Schrieber a Gareis, 2007).



Obrázek 11 Želatina vytlačována z tepelného výměníku ve formě „nudlí“

(Schrieber a Gareis, 2007)

3.1.10 Standardizace a balení

Aby bylo zajištěno, že pro další zpracování zákazníkem bude k dispozici želatina konzistentní a jednotné kvality, je před dodáním standardizována. To se provádí smícháním různých šarží na základě znalostí fyzikálních a chemických vlastností jednotlivých šarží získaných při analýze. Pomocí těchto standardizovaných postupů je možné získat zcela homogenní směsi požadovaných vlastností. Hrubý granulát získaný po sušení není optimální pro následné zpracování zákazníkem, a tak je součástí standardizačního procesu také mletí a prosévání (Schrieber a Gareis, 2007).

Balení závisí zcela jen na požadavcích odběratele. Pro maloobchodní prodej se želatina balí v množství 10-15 g. Pro průmyslové odvětví je želatina dodávána v pytlích o velikosti 25 nebo 50 kg. Pro velkoodběratele lze želatinu dodávat i ve stavu volně loženém, kdy se pak želatina skladuje v silech do doby dalšího zpracování (Schrieber a Gareis, 2007).

V případě výroby plátkové želatiny, se standardizovaná granulovaná želatina rozpouští za podmínek vakua, aby se zabránilo vzniku vzduchových bublin. Následně se roztok vylije na vychlazený buben z nerezové oceli. Pás s želatinovým roztokem pak prochází sušicím tunelem a na konci tohoto procesu je želatina naporcována na požadovanou velikost a nakonec balena (Schrieber a Gareis, 2007).

3.2 Deriváty želatiny

Mimo komerční želatiny je možnost získat i různé deriváty želatiny. Mezi deriváty želatiny se řadí hydrolyzáty želatiny, instantní a chemicky upravené želatiny.

3.2.1 Instantní želatiny

Komerční želatiny mají obvykle amorfni i krystalický charakter. Pokud je však proces sušení řízen velmi pečlivě, je možné vyrobit velmi jemně práškovou želatinu, která na rozdíl od běžné hrubě granulované želatiny nemá krystalický charakter. Amorfní struktura instantní želatiny umožňuje její velmi rychlé a intenzivní bobtnání. Její trojrozměrná molekulární síť je slabě propojená, molekulární uspořádání je čistě náhodné a vnitřní vazebné síly jsou slabé. Struktura velmi snadno přijímá vodu, a tak se veškerá dostupná voda vstřebává do gelovité struktury (Haug a Draget, 2009).

Z reologického hlediska lze instantní gely srovnat s běžnými gely, které se tvoří při rozpouštění v teplé vodě. Běžné želatinové gely jsou ale mnohem pevnější, a to i při srovnatelné koncentraci a kvalitě želatiny (Haug a Draget, 2009).

Instantní želatiny se však obvykle přidávají do výrobků, které nevyžadují průhledné gely, protože může u instantních želatinových gelů nastat zakalení (Haug a Draget, 2009).

3.2.2 Hydrolyzáty želatiny

Dalším moderním želatinovým výrobkem jsou hydrolyzáty želatiny, které jsou ve studené vodě nerozpustné a nemají žádnou želírovací schopnost. Přestože želatina po hydrolyzaci na malé peptidy ztrácí schopnost gelovat, trh s takovými výrobky se stále rozšiřuje. Hydrolyzáty se vyrábějí chemickou, tepelnou nebo biochemickou degradací želatiny, nebo jejich kombinací, po které následuje sterilizace, koncentrace a nakonec sušení. Dodává se jako ve vodě rozpustný prášek krémové barvy (Haug a Draget, 2009).

Na rozdíl od mnoha jiných bílkovinných hydrolyzátů nemají hydrolyzáty želatiny hořkou chuť a mohou se tak používat v široké škále výrobků, jako jsou například instantní čaje, nebo masové konzervy, kde slouží jako pojivo. Hydrolyzáty želatiny se mohou používat také v cukrovinkách jako náhražky sacharidů a jako zdroj bílkovin. Hydrolyzáty s vyšší molekulovou hmotností se používají při výrobě polévek, omáček a hotových jídel pro dodání krémově hladké konzistence produktu. Hydrolyzáty želatiny se také používají v několika energetických nápojích pro sportovce (Haug a Draget, 2009).

3.2.3 Chemicky upravená želatina

Želatina obsahuje řadu aminokyselin, které mají postranní řetězce s amino-, karboxylovými a hydroxylovými skupinami. Tyto skupiny mohou reagovat s řadou různých činidel a tím tak měnit chemické a fyzikální vlastnosti želatiny a jejich derivátů. Chemicky modifikovaná želatina se používá zejména ve fotografickém a kosmetickém průmyslu. Použití v potravinářském a lékařském průmyslu je omezeno zákonem (Haug a Draget, 2009).

3.3 Využití želatiny

Želatina je všestranný hydrokoloid a je široce používána v potravinách, farmaceutických, kosmetických, lékařských a fotografických produktech (Haug a Draget, 2009).

3.3.1 Potravinářský průmysl

Želatina se přidává do celé řady potravin a tvoří hlavní složku želé a aspiků (Jayathilakan a kol., 2012). V potravinářském průmyslu je významnou složkou používanou jako želírující látka, emulgátor a zahušťovadlo v různých produktech, kterými jsou cukrovinky, pekařské výrobky, dezerty, zmrzlina a masné výrobky (Zhang a kol., 2020).

Želatina je velice užitečná jako potravinářská přídatná látka. V následující tabulce 2 je uvedeno několik příkladů využití želatiny v potravinářských výrobcích.

Tabulka 2 Příklady využití želatiny v potravinářských výrobcích jako přídatná látka

Funkce želatiny	Typ výrobku
Zahušťovadlo	Nápojové směsi v prášku, omáčky, polévky, pudinky, sirupy, želé
Gelotvorné činidlo	Dezerty, lunchmeat
Stabilizátor	Smetanové sýry, jogurty, čokoládové mléko, mražené dezerty
Emulgátor	Smetanové polévky, omáčky, masné výrobky, šlehačka, cukrářské a mléčné výrobky
Čiřidlo	Pivo, víno, ocet, ovocné šťávy
Pojivo	Masové konzervy, aspik, sýry, mléčné výrobky

(Uddin a kol., 2021)

Cukrářské výrobky

V cukrářském průmyslu se želatina používá nejen díky své termoreverzibilní želírovací vlastnosti, ale také díky tvorbě a stabilizaci pěny, emulgaci a kontrole krystalizace cukru. Pro cukrářský průmysl jsou speciálně vyvíjeny želatiny s jedinečnými vlastnostmi. Příkladem výrobků obsahujících želatinu jsou ovocné gumové bonbony, pusinky, karamely (Haug a Draget, 2009).

Mléčné výrobky, pečivo

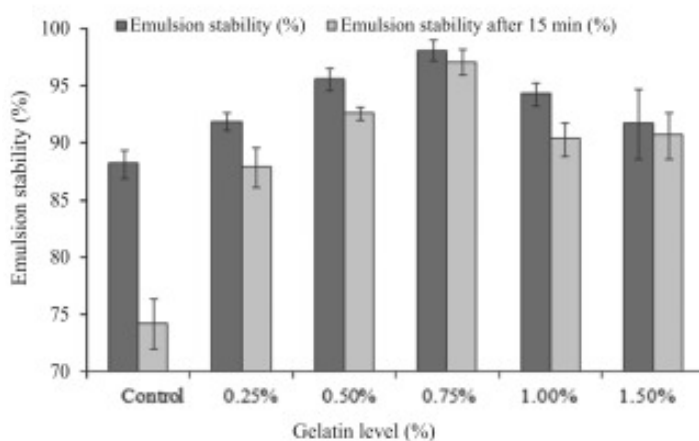
Želatina je rovněž nezbytnou složkou v některých mléčných výrobcích a pečivu, aby zajistila kvalitu těchto skladovatelných výrobků, dle požadavků spotřebitelů. Mléko je složitá emulze typu olej ve vodě. Přídavek želatiny do mléčných výrobků zlepšuje emulgační schopnost, protože molekuly želatiny se spojují s povrchem tukových kapiček, a tím snižují povrchové napětí vůči vodné fázi. Syneréza je jev, kdy se z gelu vylučuje tekutina, což je obvykle nežádoucí, protože výrobek se stává pro spotřebitele méně atraktivní. Želatinu lze přidávat do mléčných výrobků kvůli vaznosti syrovátky a tím tak zabránit vylučování syrovátky například z jogurtů, tvarohů nebo smetanových sýrů (Haug a Draget, 2009). Želatina se také hojně používá jako stabilizátor zmrzliny a dalších mražených dezertů. Také se předpokládá, že želatina brání tvorbě ledových krystalků a rekrystalizaci laktózy během skladování (Jayathilakan a kol., 2012). Želatina je bohatá na bílkoviny, je nízkokalorická a neobsahuje

cholesterol ani jiné tuky, a tak může snižovat kalorickou hodnotu tukových margarínů a másel tím, že nahrazuje část tuků a činí tak výrobek atraktivnějším s regulovatelnou viskozitou, texturou a chutí (Uddin a kol., 2021).

Masné výrobky

V masných výrobcích má želatina zásadní význam ve vaznosti tuků, zabraňuje změně barvy, žluknutí a mikrobiálnímu kažení. Slouží zde jako emulgátor, pojivo a složka zvyšující koncentraci bílkovin (Umaraw a Verma, 2016; Uddin a kol., 2021). Pro masné konzervy, jako jsou klobásy, párky a šunky se želatina používá také k zamezení ztráty velkého množství šťávy a k zajištění dobrého přenosu tepla během vaření (Alipal a kol., 2021).

Jridi a kol. (2015) zkoumali vliv přidání želatiny do salámu z krůtího masa. Vývoj stability emulze masové směsi s různými koncentracemi želatiny jasně ukazují, že stabilita emulze se zvyšovala s rostoucí koncentrací želatiny a dosáhla maxima při 0,75% přídavku želatiny a poté klesala, což můžeme také vidět na obrázku 12. Krutí salámy s přídavkem želatiny byly stabilnější než kontrolní salám. Celkově byl zjištěn nárůst obsahu bílkovin, tuku a vlhkosti se zvyšující se koncentrací želatiny. Výsledky z této studie jsou v souladu se studií od Pereira a kol. (2011), kteří uvádějí že přídavek želatiny do receptury kuřecích párků ovlivňuje chemické složení. U hodnot pH různých vzorků uzenin však nebyly zjištěny žádné významné rozdíly. Výtěžnost kontrolního salámu a salámu s různým přídavkem koncentrací želatiny se pohyboval v rozmezí 92-98 %, což poukazuje na to, že se želatina podílí na schopnosti zadržovat vodu. Obsah želatiny přispívá ke snížení ztrát vody a následně i hmotnostních ztrát během vaření klobás.



Obrázek 12 Vliv přídavku želatiny na stabilitu masové směsi

(Jridi a kol., 2015)

(emulsion stability – stabilita emulze; control – kontrola)

Želatinu lze využít například i do vepřové šunky, čímž se zabývali ve studii od Schilling a kol. (2003), kde bylo prokázáno, že využití želatiny zlepšuje výtěžnost při vaření hrubě mletých a jemně mletých masných výrobků a tím také přispívá k úsporám nákladů na přípravu výrobku.

Prestes a kol. (2015) se ve studii zabývali účinky přídavku želatiny do kuřecí šunky a zvýšením obsahu bílkovin. Želatinu lze použít jako alternativu sójové bílkoviny a zamezit tak nepříjemné chuti způsobené touto bílkovinou. Takový přídavek želatiny se ukázal jako dobrá alternativa pro výrobu kuřecí šunky bez přídavku rostlinných bílkovin s dobrou senzorickou přijatelností.

Potravinářské nátěry

Perspektivním využitím želatiny je dále využití jako potravinářské nátěry, které se používají k ochraně potravin do doby konzumace spotřebitelem. V případě nátěrů je kladen velký důraz na ochranu proti fyzikálním vlivům, mechanickému poškození a důležité jsou také kvalitní bariérové vlastnosti, kde jde především o stupeň propustnosti pro vodní páru, O₂ a CO₂ (Arrieta a kol., 2014).

Konkrétně lze želatinové povlaky použít na povrch masa, které je dále mraženo. Mražení je jednou z nejstarších a nejběžněji používaných metod pro prodloužení trvanlivosti masa. Tento proces má však i své nevýhody, zejména ztrátu hmotnosti vody, k níž dochází po rozmrazení masa. Spolu s vodou, která se uvolňuje během rozmrazování, dochází k výrazným ztrátám hmotnosti cenné suroviny. Další nevýhodou je, že se z masa uvolňují také minerální látky, extraktivní látky, vitamíny a další živiny, což vede k nenahraditelným nutričním ztrátám (Martinek a kol., 2022).

Želatinový povlak lze na povrch masa aplikovat ponořením masa do roztoku na bázi želatiny o různé koncentraci. Při použití želatiny jako potravinářského nátěru na syrové maso, které bylo následně zmrazeno, byly pozorovány pozitivní vlivy tohoto povlaku na úbytek hmotnosti. Tato metoda zlepšuje kvalitu masa díky zadržování vody a živin ve zmrazeném a následně rozmrazeném mase, což může přispět k lepší kvalitě následně připraveného pokrmu z takto zmrazeného masa (Martinek a kol., 2022).

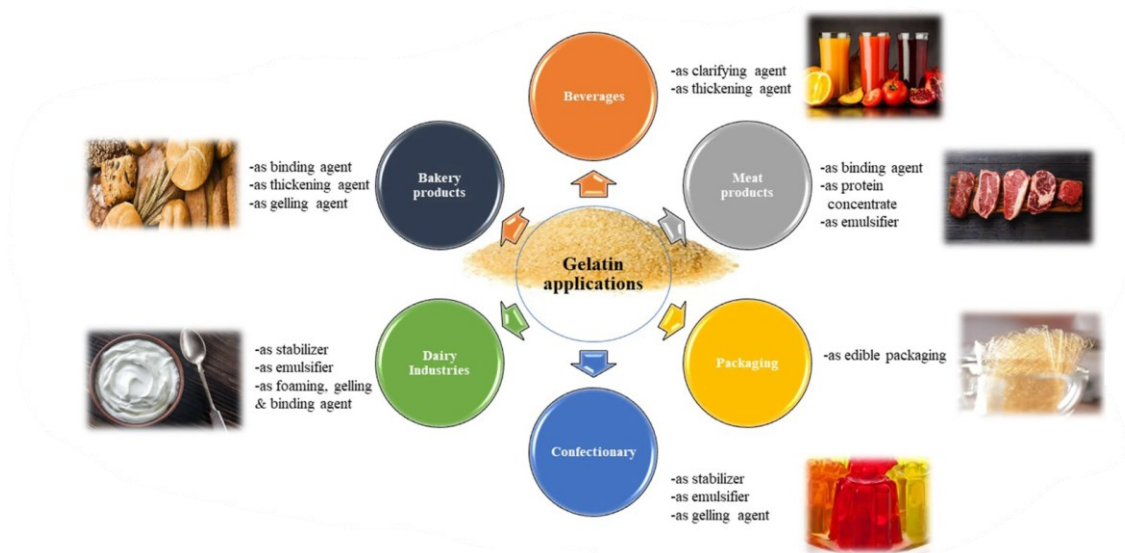
Kromě toho mají jedlé povlaky výhodu v tom, že jsou jedlé a snadno biologicky rozložitelné. Hlavní surovinou pro tvorbu povlaků jsou polymery, jedlé bílkoviny a polysacharidy. Co se týče bílkovin, tak lze použít proteiny jak živočišného původu

(kolagen, želatina, keratin, vaječné a mléčné proteiny), tak rostlinného původu (sójový protein, obilný lepek, kukuřičný zein) (Audic a Chaufer, 2010; Martinek a kol., 2022).

Obalový materiál

Želatina využívaná v mnoha oblastech potravinářského průmyslu hraje podstatnou roli také při vývoji biologicky odbouratelného obalového materiálu. Biodegradabilní povlaky/fólie mohou potravinu chránit a prodlužovat trvanlivost potravinářského výrobku, a to díky dobré filmogenní schopnosti želatiny. Želatinové fólie lze například použít jako obalový materiál, který chrání potraviny a výrobky rostlinného a živočišného původu z mikrobiologického hlediska, před zneužitím při manipulaci, zabraňuje oxidaci lipidů a ztrátě vlhkosti (Said a Sarbon, 2022).

Možnosti využití želatiny v potravinářském průmyslu jsou shrnuty na obrázku 13.



Obrázek 13 Možnosti využití želatiny v potravinářském průmyslu

(Uddin a kol., 2021)

(gelatin applications – aplikace želatiny; beverages – nápoje; clarifying agent – čířící prostředek; thickening agent – zahušťovadlo; meat products – masné výrobky; binding agent – pojivo; protein concentrate – proteinový koncentrát; emulsifier – emulgátor; packaging – obaly; edible packaging – jedlé obaly; confectionary – cukrářství; stabilizer – stabilizátor; gelling agent – gelující činidlo; dairy industries – mlékárenský průmysl; foaming agent – pěnidlo; bakery products – pekařské výrobky)

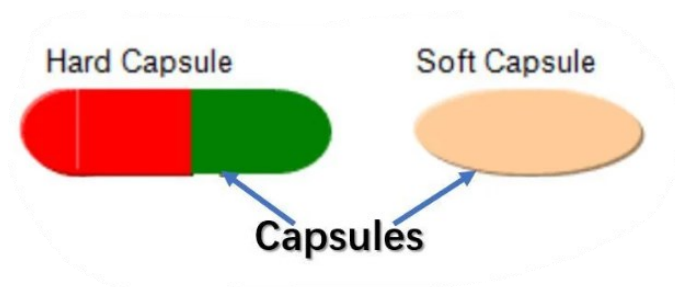
3.3.2 Farmaceutický a lékařský průmysl

Přibližně 6,5 % celkové produkce želatiny se používá ve farmaceutickém průmyslu. Většina želatiny se používá k výrobě vnějšího obalu tobolek. Želatinu lze také využít jako pojivo a složku přímo k výrobě léčiv (Haug a Draget, 2009).

Želatina je důležitou a všestrannou pomocnou látkou pro farmaceutické a lékařské použití. Široké využití želatiny ve farmaceutických přípravcích a zdravotnických prostředcích je umožněn díky několika vynikajícím vlastnostem želatiny:

- status GRAS = Generally Recognized as Safe (označení používané v USA úřadem FDA pro takové látky, které jsou experty považovány za bezpečné),
- není toxická, nealergizuje,
- vynikající biokompatibilita,
- vysoká kvalita (čistota),
- nízká imunologická aktivita
- a kontrolovatelné fyzikální parametry (Haug a Draget, 2009).

Želatina se používá v náhražkách plazmy používaných v urgentní medicíně a chirurgii, ve vitamínových potazích, pastilkách, tabletách, při výrobě globulí, při formulaci nových vakcín. Asi 90 % veškeré želatiny farmaceutické kvality se používá při výrobě kapslí – měkkých a tvrdých želatinových kapslí (viz obrázek 14) (Haug a Draget, 2009).



Obrázek 14 Tvrdá (vlevo) a měkká (vpravo) želatinová kapsle

(Sharry, 2022)

(*hard capsule – tvrdá kapsle; sof capsule – měkká kapsle*)

3.3.3 Kosmetický průmysl

Želatina je velmi důležitá v kosmetickém průmyslu, protože je základní složkou při výrobě kosmetických produktů (Chen a kol., 2016). Kolagen a želatina hrají důležitou roli jako

funkční složka v pleťových a vlasových produktech (Haug a Draget, 2009). Želatina se používá v produktech osobní péče a kosmetice ke zlepšení textury, elasticity a stability. Želatina hraje v těchto produktech zásadní roli a přispívá k jejich účinnosti (Chen a kol., 2016).

Želatina funguje jako pojivo, pomáhá ingrediencím přilnout k sobě a vytvořit soudržný produkt. Slouží také jako zahušťovadlo, které dodává krémům hladkou a gelovitou konzistenci a napomáhá tak výrobkům dosáhnout požadované textury a konzistence. Želatina je známá díky své hydratační vlastnosti, díky čemuž se využívá i v hydratačních krémech a sérech. Želatina může také působit jako emulgátor, který napomáhá stabilizovat emulze typu olej ve vodě. Pomáhá předcházet oddělení olejové a vodní fáze v kosmetických produktech a zajišťuje konzistentní a jednotný produkt (Chen a kol., 2016).

4 PAŠTIKA

Paštika je definována 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, jako tepelně opracovaný masný výrobek z mletého masa, převážně roztíratelný, který nemusí být naražený v technologickém obalu. Netradičním typem paštiky je terina, což je tepelně opracovaný masný výrobek z mletého masa, převážně hrubozrnný, který nemusí být naražený v technologickém obalu (Česko, 2016).

Paštika je nejvíce spojována s francouzskou kuchyní, ale po celém světě se vyrábí nespočet jejích variací (Fillipone, 2022). Paštika může mít krájitelnou, hrubou nebo hladkou texturu. Masová směs se ochucuje různými bylinkami, kořením, česnekem, cibulí; přidat se může i alkohol, například červené či bílé víno, nebo brandy (Dufour Gourmet, 2023).

Játrové paštiky se obvykle konzumují ve studeném stavu společně s pečivem a jsou vynikajícím způsobem, jak vyzdvihnout hodnotu surovin s předešlou nízkou hodnotou, protože zpracovávané suroviny jako tučné odřezky a játra jsou často brány jako méněcenné (Dufour Gourmet, 2023).

4.1 Suroviny pro výrobu

Do játrové paštiky, jak již název napovídá, se běžně přidávají játra, zatímco do ostatních druhů paštik se používají k výrobě jen maso a tuk (Dufour Gourmet, 2023).

Výběr masa použitého k výrobě paštiky, výrazně ovlivňuje její chuť i strukturu. Například paštika z kuřecích jater je obvykle hladká a roztíratelná, zatímco paštika ze zvěřiny je hrubší textury. Důležitý je i poměr libového masa a tuku, který má také významný vliv na celkový chuťový profil a strukturu paštiky (Dufour Gourmet, 2023).

Přidatné látky jsou látky používané při výrobě potravin za účelem zlepšení či obnovení vlastností, jako je chuť, barva, struktura, pevnost a trvanlivost. Přestože se v médiích téměř denně objevují názory o „nebezpečnosti“ potravinářských přídatných látek, ve skutečnosti patří tato skupina látek k těm nejvíce prozkoumaným. Aby byla daná přídatná látka povolena k použití při výrobě masných výrobků, musí splňovat následující tři podmínky:

1. musí být nezbytná pro výslednou kvalitu výrobku; technologicky potřebná,
2. nesmí ohrozit lidské zdraví
3. a nesmí uvádět spotřebitele v omyl (Feiner, 2006).

4.1.1 Maso

Játrové paštiky se obvykle vyrábí z vepřového masa, ale běžně se také zpracovává maso kuřecí či hovězí. Stejně jako u všech ostatních masných výrobků je požadován nízký počet bakterií v surovinách, konkrétně 10^2 až 10^4 bakterií na gram suroviny. Většina používaných surovin, jako je vepřové maso, sádlo, játra a kůže podléhají rychlé zkáze a jestliže nejsou suroviny správně ošetřeny a skladovány, tak vykazují rychlý nárůst počtu bakterií. U těchto surovin je také možný výskyt spor bakterií, jako jsou *Bacillus spp.* a *Clostridium spp.* (Feiner, 2006).

Maso představuje z nutričního hlediska významný zdroj kvalitních bílkovin, vitamínů, (zejména skupiny B), nenasycených mastných kyselin a minerálních látek (jako je železo, vápník a zinek). Proto je právem považováno za nezbytnou součást stravy, i když je možné (ačkoliv obtížně) zajistit kvalitní výživu i bez něj (Pipek, 1993).

Je možnost použít například i PSE (pale = bledé, soft = měkké, exudative = vodnaté) nebo DFD (dark = tmavé, firm = tuhé, dry = suché) maso, protože maso i tuková část jsou před dalším zpracováním předvařeny. Nevýhodou při zpracování PSE masa je však zvýšená ztráta při předvaření, pokud se maso zpracovává působením páry nebo v horké vodní lázni, a nikoliv ve varném kotli (Feiner, 2006; Pipek, 1993).

4.1.2 Játra

Játra se přidávají do paštik z důvodu jejich vlivu na chuť, emulgaci tuku a celkové stabilizaci hmoty. Bílkoviny přítomné v játrech jsou přirozeným emulgátorem, kdy při vaření vytváří trojrozměrnou matici, která začíná denaturovat při teplotách nad 60 °C. Tato trojrozměrná matrice brání spojení tukových částic, a tak stabilizuje emulzi. Bílkovinná matrice se skládá z řetězců bílkovin a zvýšená hladina bílkovin tak vytváří silnější vrstvu kolem kapiček tuku a vody, čímž zvyšuje stabilitu emulze. Množství jater obsažených v konečném výrobku se obvykle pohybuje mezi 25 a 30 %. Jaterní tkáň obsahuje velké množství volné vody a krve, a proto je velmi náchylná ke kažení. Mikrobiologickou nezávadnost zajišťuje správná hygienická manipulace a nepřetržité skladování při teplotách nižších než 4 °C. Hodnota pH jater po porážce je 7,2 poté klesá na hodnotu 6,4. V důsledku tak vysoké konečné hodnoty pH se může při nesprávné manipulaci zkrátit jejich trvanlivost (Feiner, 2006).

Čerstvá nebo chlazená játra dávají výrobku typičtější, čerstvější a čistší chuť než játra mražená. Při zmrazování jater, stejně jako při zmrazování masa, se voda v tkáni mění v led a krystalky ledu poškozují kapiláry, kterými byla předtím čerpána žlučová tekutina. Protože

jsou kapiláry poškozeny ledovými krystalky, pronikají do jaterní tkáně stopy žlučové tekutiny, což může v hotovém výrobku způsobit lehce nahořklou chuť (Feiner, 2006).

Na chuť finálního výrobku má do značné míry také stáří zvířete, ze kterého játra pocházejí. Játra jsou čistícím orgánem zvířete a každým dnem jimi projde tisíce litrů krve. Látky, jako jsou ionty těžkých kovů, například měď a železo, se v játrech časem hromadí a zvyšují tak negativní vliv na chuť. Játra starších zvířat mohou mít také tmavší barvu, a tak mít vliv na barvu játrové paštiky (Feiner, 2006).

4.1.3 Tuk

Játrové paštiky běžně obsahují 25 až 40 % tuku, a proto tyto výrobky nelze označit za „nízkotučné“. Při výrobě játrové paštiky lze zpracovat prakticky všechny druhy tuku. Obecně platí, že druh zpracovávaného tuku je nepodstatný, v případě, kdy se dosáhne v konečném výrobku požadovaného obsahu tuku. Obsah tuku v játrové paštice pozitivně přispívá k roztíratelnosti konečného výrobku. Výrobky s nízkým obsahem tuku mají často písčitou a hrubou strukturu (Feiner, 2006).

4.1.4 Kůže

Při výrobě játrových paštik se používá vařená vepřová kůže, z důvodu její nižší ceny a vlastností, kdy napomáhá dosáhnout dobré roztíratelnosti hotového výrobku. Receptury obecně obsahují 5 až 10 % vepřové kůže (Feiner, 2006).

4.1.5 Sůl, dusitanové soli

Množství soli se v játrových paštikách obvykle pohybuje mezi 12 až 18 g na kilogram výrobku. Procentuálně se sůl skládá z 29,3 % sodíku a 60,7 % chloridu. Příkladový dodatek soli do masných výrobků zvyšuje iontovou sílu. V roztoku se chlorid sodný hydrolyzuje na ionty Na^+ a soli Cl^- , které se vážou na ionty postranních řetězců uvnitř bílkovin (Feiner, 2006).

Sodík obsažený v soli může vést při nadměrné konzumaci k vysokému krevnímu tlaku (Feiner, 2006). V masných výrobcích se sníženým obsahem sodíku je často používán chlorid draselný, který dodává výrobku slanou, ale někdy také nežádoucí hořkou chuť (Ingr, 2011).

Dusitan sodný NaNO_2 , z něhož se připravuje dusitanová solící směs, je velmi toxická látka, a proto se dusitanová směs připravuje přímo v solném průmyslu za velmi přísných hygienických podmínek a dozoru. Dusitan musí být s jedlou solí dokonale promíchán a hotová dusitanová solící směs musí obsahovat 0,5-0,6 % NaNO_2 . Musí se skladovat

v suché, chladné a větrané místnosti a před jejím použitím musí být obsah dusitanu znova kontrolován (Pipek, 1993). V konečném výrobku se však množství NaNO_2 pohybuje v rozmezí 0,01 až 0,03 % a takto nízká koncentrace je zcela bezpečná (Heinz a Hautzinger, 2007).

Sůl plní v masných výrobcích celou řadu funkcí, které se vzájemně ovlivňují. Senzorickým přínosem přidavku soli do masných výrobků je nejen dodání slané chuti a celkově zvýraznění všech chutí, ale také jeho šťavnatost, soudržnost a barva. Slaná chuť masných výrobků, obsahujících chlorid sodný, pochází především ze záporně nabitých iontů Cl^- a v menší míře z kladně nabitých iontů Na^+ (Desmond, 2006).

Sůl je také významným konzervantem, kdy po metodě sušení je solení druhým nejstarším způsobem, jak prodloužit trvanlivost potravin. Přidáním soli dojde ke snížení hodnoty aktivity vody, a i když není solení považováno za hlavní konzervační faktor, značně přispívá ke zvýšení údržnosti. Údržnost se vztahuje ke schopnosti potravin udržet si své charakteristické vlastnosti, zejména senzorické, po celou dobu skladování. Sníženou hodnotou aktivity vody, což je množství volné vody ve výrobku, se také znesnadňuje růst mikroorganismů ve výrobku (Pipek, 1993).

Co se týče vaznosti, tak je třeba zmínit solubilizaci funkčních myofibrilárních proteinů v mase. Sůl napomáhá aktivovat proteiny obsažené v mase, což zvyšuje jejich schopnost vázat vodu. Tím se zlepšují vazební vlastnosti proteinů a výsledkem je lepší textura masa. Schopnost zadržovat vodu také přispívá ke zlepšení kvality masného výrobku. Maso dosahuje nejvyšší vaznosti při obsahu soli v rozmezí 4-5,5 % NaCl (Steinhauser a kol., 1995).

4.1.6 Fosfáty

Fosfáty jsou soli kyseliny fosforečné mají široké uplatnění v masném průmyslu. Tyto soli se skládají z kladně nabitých iontů kovů a záporně nabitých fosforečnanových iontů, které vznikají z příslušné kyseliny ztrátou H^+ . Fosfáty „neutralizují“ příčnou vazbu mezi aktinem a myozinem, vzniklou během rigor mortis a podporují opětovnou disociaci aktinomyosinového komplexu na samotná vlákna. Tato funkce fosfátů výrazně přispívá k rozpustnosti svalového proteinu. Téměř všechny fosfáty a jejich směsi používané v masném průmyslu jsou alkalické povahy. V masném průmyslu se běžně používají směsi různých fosfátů, protože tyto směsi jsou připraveny „na míru“ každé dané aplikaci a mají výrazně lepší vlastnosti než jen jeden typ fosfátu (Feiner, 2006).

4.1.7 Koření

Koření a bylinky se volí čistě jen podle chuti. Do játrové paštiky lze také přidat například portské víno nebo brandy (Feiner, 2006).

4.1.8 Emulgátory

Emulgátory, konkrétně monoglyceridy a diglyceridy mastných kyselin se často přidávají do játrových paštik z důvodu, aby se snížilo riziko oddělování tuku při tepelném zpracování. Monoglyceridy jsou více hydrofilní, naopak diglyceridy jsou více lipofilní. Molekuly emulgátorů mají hydrofilní a lipofilní konec. Hydrofilní konec je orientován směrem k vodní fázi v emulzi, zatímco lipofilní konec proniká do tukové fáze. Výsledkem je snížení povrchového napětí mezi oběma nemísitelnými fázemi (tukem a vodou), což zvyšuje stabilitu emulze. Mezi přírodní emulgátory lze zařadit například kaseináty, vaječnou bílkovinu nebo krevní plazmu (Feiner, 2006).

4.1.9 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy, také označovány jako gummy, pocházejí z různých zdrojů a většina z nich není v lidském trávicím systému stravitelná. Přídavek hydrokoloidů napomáhá dosažení textury masného výrobku. V závislosti na typu gummy mohou vytvářet gel nebo působit jako zahušťovadlo. K výrobě játrových paštik lze využít hydrokoloidy jak rostlinného, tak i živočišného původu. Z živočišných hydrokoloidů se využívá želatina, z rostlinných lze použít k výrobě například karagenany, arabskou gumu, nativní či modifikované škroby (Kodet a kol., 1993).

4.2 Výroba

Základními faktory úspěšné masné výroby jsou: kvalitní vstupní surovina, zabezpečení vysoké hygienické úrovně celého procesu, velmi dobrá technologická vybavenost, velmi dobrá úroveň technologického procesu a jeho jednotlivé pracovní operace, schopnosti, znalosti a zkušenosti řídicích pracovníků. Velmi důležité je pro výrobní jistotu také plynulé udržování řetězce nízkých teplot masa a rychlost, plynulost a návaznost jednotlivých výrobních operací (Blatný a kol., 1982).

Základní surovinou pro výrobu játrové paštiky je vepřové maso (Česko, 2016). Játrová paštika se plní především do nějakého druhu formy (Feiner, 2006).

Nejčastěji se při výrobě játrových paštik používá předvařený masný a tukový podíl a játra syrová, která slouží jako emulgátor. Do játrových paštik se běžně přidávají dusitany (Feiner, 2006).

4.2.1 Předvaření masa, kůže, sádla

Předvaření masa, kůže a sádla se provádí ještě před samotným mělněním surovin, což zajistí změknutí těchto surovin a vytvoří tak charakteristickou texturu paštiky (Lát, 1984).

Kolagen má významný vliv na stabilizaci výrobku. Kolagen také při zahřevu bobtná a přechází po rozrušení příčných vazeb a při zahřevu na želatinu. Při zahřevu kolagenu na teplotu 65 až 90 °C dochází k největší tvorbě želatiny (Heinz a Hautzinger, 2007; Kadlec a kol, 2009).

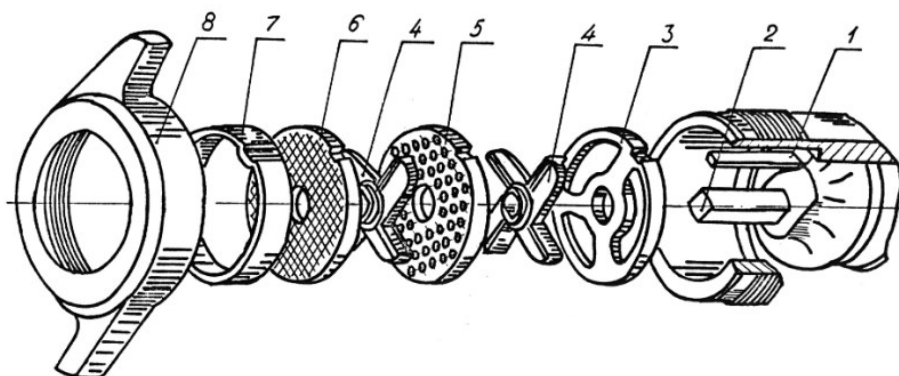
Zahřátím tukové tkáně dojde ke smrštění kolagenních vláken, a tak k uvolnění vody z tkání. Taky se zahřevem snižuje povrchové napětí tuku a také klesají hodnoty jeho viskozity (Heinz a Hautzinger, 2007).

4.2.2 Mělnění a míchání surovin

Při těchto dvou operacích, které většinou probíhají současně, se vytváří vlastní struktura výrobku. Pro mělnění se používají různě konstruované řezačky (viz obrázek 15) nebo kutry. Kutr je mělnicí zařízení s otočnou mísou, v níž se otáčí na hřídeli nože, které rozsekávají maso a zároveň jej promíchávají; kutr je vyobrazen na obrázku 16. Nože kutru mohou mít různý tvar a bývá jich různý počet, nejčastěji se však používají nože srpovité nebo zalomené. Jestliže je použita řezačka, volí se průměr otvorů v desce řezačky; v případě použití kutru se nastavuje rychlost nožů a doba mělnění. Z důvodu uvolňování tepla při řezání může docházet k místnímu přehřátí mělněné hmoty, částečné denaturaci a v důsledku toho snížení vaznosti. Z tohoto důvodu je potřeba ostrých nožů. Je možnost přidat do mělněné hmoty namísto vody šupinkový led vyrobený z pitné vody, případně mēlnit přímo zmrazené maso (Pipek, 1993; Steinhauser a kol., 1995).

Při mělnění se dosahuje zmenšení velikosti částic svalové i tukové tkáně na menší částice. Mělnění současně rozrušuje tkáň a uvolňuje svalové bílkoviny do prostředí, v němž se po přidavku soli stávají částečně rozpustnými a podílejí se na vaznosti samotného díla. Míchání je proces smíchání jednotlivých druhů mas s přidavkem solící směsi, koření, šupinkového ledu a dalších přísad. K míchání se využívá různě konstruovaných míchaček

nebo míchání probíhá přímo v kutru, kde se maso současně i mělní (Pipek, 1993; Dikeman a Devine, 2014).



1- Cotter 2- Screw; 3- Chopper plate; 4- Cutting blade; 5- Grinding plate with holes (diameter of 9mm); 6 - Grinding plate with holes (diameter of 5 mm); 7 - Locking hoop/fixing ring; 8 - Lock nut.

Obrázek 15 Sestavení řezačky

(Torgtechmash, 2004)

(cotter – kutr; screw – šroub; chopper plate – sekací kotouč; cutting blade – řezací čepel/ostří; grinding plate with holes (diameter of 9 mm) – mlecí kotouč s otvory (průměr 9 mm); grinding plate with holes (diameter of 5 mm) – mlecí kotouč s otvory (průměr 5 mm); locking hoop/fixing ring – upevňovací kroužek; lock nut – pojistná matice



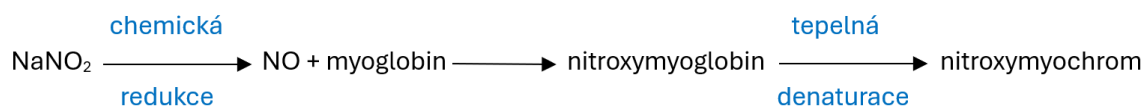
Obrázek 16 Vakuový kutr

(Torgtechmash, 2004)

Solení

Solením se rozumí přidavek chloridu sodného do masného výrobku. Chlorid sodný především zvyšuje rozpustnost myofibrilárních bílkovin, čímž ovlivňuje soudržnost výrobku. Většinou se přidává ve formě dusitanové solící směsi (rychlosůl, Praganda) (Pipek, 1993).

Dusitanová solící směs se aplikuje v pevném skupenství nebo ve formě láku. Po přidání do výrobku nastává rychlá redukce přidaného dusitanu na oxid dusnatý NO. Takto vzniklý oxid dusnatý bezprostředně reaguje s myoglobinem na nitroxymyoglobin a ten se tepelnou denaturací mění na nitroxyhemochrom (Ingr, 2011). Celou reakci lze vidět na obrázku 17.



Obrázek 17 Vybarvovací procesy po přidání dusitanové solící směsi

(Ingr, 2011)

4.2.3 Plnění

Hotové dílo se plní do vhodných technologických obalů, které dodávají hotovým výrobkům konečný tvar a velikost. Tyto obaly musí být určeny i pro následné tepelné opracování. Proces plnění probíhá v potravinářských provozech pomocí zcela automatizovaných zařízení, které plní hotové dílo do obalů a zároveň také obaly uzavírají (Ingr, 2011; Pipek, 1993).

Paštiky se balí ve třech úrovních. Primární obal zajišťuje ochranu před nepříznivými vlivy, znehodnocením výrobku a také poskytuje potřebné informace spotřebitelům. Pro paštiky se stále častěji používají lisované hliníkové obaly. Lisované hliníkové obaly jsou složeny ze čtyř vrstev – polypropylen, lepidlo, hliník a povrchový lak. Hliníkové obaly jsou velmi odolné, netoxické a nijak nepříznivě neovlivňují finální chuť výrobku. Plastové obaly jsou lehké, levné, lehce tvarovatelné a uzavíratelné; jsou však méně odolné vůči mechanickému poškození. Nejvhodnější jsou kombinované plastové fólie s hliníkovou fólií. Skleněné obaly jsou u těchto výrobků na ústupu a používají se hlavně v domácnostech nebo u prémiových paštik. Skleněné obaly využívají nových typů skla, tj. odlehčeného a se sníženou roztavitelností. Jejich výhodou je recyklovatelnost a také možnost vizuální kontroly obsahu zákazníkem (Ingr, 2011; Robertson, 2009; Ahn a Min, 2007).

Sekundární obal má funkci chránit primární balení před vlivy prostředí v průběhu distribuce. Jako sekundární obal lze použít například plastovou přepravku nebo kartonový obal. V sekundárním balení je obsaženo několik balení primárních (Robertson, 2009; Ahn a Min, 2007).

Terciální obal usnadňuje proces nakládky, přepravy a vykládky zboží. Jako terciální obal lze uvést například paletu se zbožím, která je opatřena smrštiteľnou folií. V rámci terciálního obalu je zahrnuto několik sekundárních balení (Robertson, 2009; Ahn a Min, 2007).

4.2.4 Tepelné ošetření

Údržnosti masných výrobků se dosahuje kombinací několika konzervačních zákroků, jejichž účinek se vzájemně zesiluje. Výsledný konzervační efekt se pak často znázorňuje jako kombinace „překážek“ a mluví se o tzv. překážkovém efektu. Pro většinu masných výrobků je rozhodujícím krokem termoinaktivace; u výrobků, které jsou označeny jako tepelně opracované, tedy i u paštiky, se požaduje, aby bylo dosaženo takového pasteračního účinku, který je minimálně ekvivalentní záhřevu na 70 °C v jádře po dobu 10 min (Pipek, 1993).

Jako základní konzervační metody pro paštiky se využívá pasterace a sterilace, kdy dochází k záhřevu na teploty, při kterých nastává inaktivace mikroorganismů (Pipek, 1993).

Vyhláška č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich definuje konzervu jako výrobek neprodyšně uzavřený v obalu, sterilovaný a polokonzervu jako výrobek neprodyšně uzavřený v obalu, pasterovaný. Konzerva musí být tepelně ošetřena ve všech částech na teplotu, jejíž účinky odpovídají účinkům teploty 121 °C působící po dobu nejméně 10 minut. Polokonzerva musí být tepelně ošetřena ve všech částech na teplotu, jejíž účinky odpovídají účinkům teploty 100 °C působící po dobu nejméně 10 minut (Česko, 2016).

Pro sterilaci se využívá autokláv (viz obrázek 18). Díky sterilaci se inaktivují vegetativní formy všech mikroorganismů i včetně jejich spor, díky čemuž má konzerva minimální trvanlivost v neporušeném obalu při teplotě 28 °C až 4 roky (Matějková, 2014; Kadlec a kol., 2002). Při výrobě konzerv je zajištěna tzv. obchodní sterilita a tím také mikrobiologická bezpečnost konzerv. Česká technická norma ČSN 56 9609 definuje obchodní sterilitu jako nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly

za podmínek oběhu množit, a nepřítomnost mikroorganismů vyvolávajících onemocnění z potravin (Česko, 2008).



Obrázek 18 Autokláv

(Vekamaf, 2016)

K pasteraci jsou využívány pastéry (viz obrázek 19) – kontinuální nebo diskontinuální. Minimální trvanlivost paštik ošetřených tímto způsobem je v rozmezí 3 až 6 měsíců. Při pasteraci dochází k redukci pouze vegetativních forem mikroorganismů, nikoliv bakteriálních spor, a tak se polokonzervy využívají pro paštiky chlazené, což jsou paštiky, které je nutno uchovávat v chladu (Matějková, 2014; Kadlec a kol., 2002).



Obrázek 19 Pastér

(Foodsmachinery, 2024)

4.2.5 Chlazení

Tepelné opracování zajišťuje výrobku údržnost, vytváří příslušnou strukturu, upravuje chuť, vůni, barvu a celkový vzhled výrobku. Po záhřevu je nutností výrobky řádně vychladit, s čím souvisí rychlé překonání teplotní kritické oblasti 20-40 °C, při níž může docházet k pomnožení případně přežívajících mikroorganismů, nebo by mohly případně vyklíčit a pomnožit se sporuláty (Pipek, 1993).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je ověřit možnosti výroby želatiny z husích běháků a prokázat využitelnost této technologicky významné, avšak často opomíjené suroviny. Práce se zaměřuje na extrakci želatiny s využitím enzymu Protamex. Želatina je extrahována ve třech po sobě následujících frakcích lišících se od sebe teplotou, která je postupně zvyšována. Následně jsou hodnoceny technologické vlastnosti jednotlivých frakcí. Dalším cílem je aplikace vyextrahované želatiny v masném průmyslu, konkrétně při výrobě játrové paštiky a sledování vlivu přídavku želatiny a teploty opracování paštiky především na texturu a pevnost finálního výrobku. Získané výsledky jsou porovnány se vzorkem, do něhož nebyla želatina přidána, za účelem posouzení jejího technologického přínosu v masném průmyslu.

6 METODIKA

V následující kapitole jsou uvedeny veškeré potřebné suroviny, chemikálie, pomůcky a přístroje potřebné jak pro extrakci želatiny z husích běháků, tak i pro výrobu játrové paštiky.

6.1 Výroba želatiny z husích běháků

V této kapitole jsou uvedeny konkrétní suroviny a chemikálie potřebné při přípravě suroviny a k procesu výroby želatiny z husích běháků. Také jsou zde detailně popsány jednotlivé technologické kroky, operace a laboratorní podmínky.

6.1.1 Suroviny a chemikálie pro výrobu želatiny z husích běháků

Husí běháky, 0,2 mol/l NaCl, 0,03 mol/l NaOH, rozpouštědlo petrolether/etanol v poměru 1:1, enzym Protamex, 10% HCl, destilovaná voda.

6.1.2 Pomůcky a přístroje pro výrobu želatiny

Vakuovací sáčky, perforovaný táč, PA tkanina (polyamidová), velká nádoba, lžička, odměrka, vařečka, kuchyňské sítko, plechy, potravinářská fólie, odměrný válec, Erlenmayerovy baňky, zátky, LDPE samo uzavíratelné sáčky, plastová nádoba, nálevka, kádinky, filtrační papír, stojan, destilační aparatura, pipeta, balónek, odměrný válec, magnetické míchadlo, skleněná tyčinka.

Mlýnek, vakuovačka Henkelman Boxer 42, sušárna WTB Binder, sušárna Venticell, třepačka LT 3, kuchyňský mixéry Eta a Bosch, elektronické laboratorní váhy 440-47, pH metr WTW 526, termostat Thermo Hauke s třepačkou, varná deska s termostatem Schott a IKA C MAG HS7.

6.1.3 Příprava čistého kolagenu

Před samotnou přípravou čistého kolagenu byly husí běháky rozemlety na řezacím mlýnku (viz. obrázek 55 v příloze P I), který byl sestaven pomocí řezací desky o velikosti 15 mm a následně druhé řezací desky s otvory tzv. ledviny. Následně byla rozemletá surovina naplněna do vakuovacích sáčků, zavakuována a zamrazena do doby následného zpracování.

24 hodin před zpracováním byla surovina vložena do lednice pro postupné rozmrazení. Rozmražená surovina byla vložena na perforovaný táč s PE tkaninou a byla důkladně promyta cca 2 min pod studenou tekoucí pitnou vodou. Následně byla surovina ponořena do

nádoby se studenou pitnou vodou na cca 5 min. Poté následovalo opět promytí pod studenou tekoucí pitnou vodou po dobu cca 2 min. V tomto kroku došlo k odstranění albuminů ze suroviny.

Druhým krokem bylo opracování pomocí roztoku 0,2 mol/l NaCl. Surovina byla opět přesunuta do nádoby a byl přidán 0,2 mol/l NaCl v poměru 1:6 rozpuštěný v pitné vodě. Surovina byla opracovávána za občasného míchání při pokojové teplotě po dobu 1,5 hod. Po dokončení opracování byla surovina odfiltrována přes perforovaný táč s PE tkaninou a byla důkladně promyta pod studenou tekoucí pitnou vodou. Díky tomuto kroku došlo k odstranění části globulinů.

Dalším krokem je opracování pomocí roztoku 0,03 mol/l NaOH. Surovina byla znova přesunuta do nádoby a byl přidán 0,03 mol/l NaOH v poměru 1:6, předem rozpuštěný v pitné vodě. Za občasného míchání trvalo opracování 45 min. Následovala filtrace přes perforovaný táč s PE tkaninou a surovina byla promyta 1 min pod studenou tekoucí pitnou vodou. Poté byla surovina opět přesunuta do nádoby a tento proces od přidání 0,03 mol/l NaOH, včetně promytí pitnou vodou, byl opakován celkem 3×. Po poslední filtraci přes perforovaný táč s PE tkaninou byla surovina promývána pod studenou tekoucí vodou cca 5 min. Tímto opracováním došlo opět k odstranění části globulinů.

Pomocí mechanického vymačkání bylo odstraněno ze suroviny co největší množství vody. Následně se surovina rozprostřela v tenké vrstvě na plechy vyložené potravinářskou fólií, které byly vloženy do sušárny s cirkulací vzduchu. Přesušení suroviny probíhalo při 35 °C cca 24-48 hod. Vysušená surovina byla rozlámána na menší kousky, vložena do nádoby či LDPE samo uzavíratelných sáčků a uskladněna pro další zpracování.

Dalším krokem bylo odtučnění vysušené suroviny. Surovina byla vložena do Erlenmeyerovy baňky o objemu 2 l a bylo přidáno rozpouštědlo petrolether/ethanol v poměru 1:6 (rozpouštědlo petrolether/etanol bylo předem smícháno v poměru 1:1), nebo v množství takovém, aby byla veškerá surovina ponořena v rozpouštědle. Erlenmeyerova baňka byla uzavřena zátkou a vložena na třepačku. Odtučňování na třepačce probíhalo při mírném třepání za laboratorní teploty 2 dny. Po cca 8-14 hod došlo dvakrát k výměně rozpouštědla za nové. Po dokončení odtučňování byla surovina přefiltrována přes kuchyňské sítko a byla rozprostřena na plech, který byl vložen volně do digestoře a nechalo se odpařit zbytek rozpouštědla ze suroviny. Rozpouštědlo petrolether/etanol bylo po každém odtučnění suroviny predestilováno a mohlo se tak používat opakovaně.

Posledním krokem bylo rozemletí suroviny pomocí mixéru na velikost cca 3 mm. Příliš malé částice ovšem nejsou vhodné. Takto připravený čistý kolagen byl skladován v uzavřené nádobě v temnu k dalšímu zpracování. U čistého kolagenu byla stanovena sušina, jejíž hodnota bude důležitá pro další zpracování, konkrétně pro navážku enzymu.

6.1.4 Příprava želatiny

Zde je popsáno kondicionování suroviny a následné tři stupně extrakce želatiny.

Kondicionování suroviny

Čistý kolagen byl vložen do Erlenmeyerovy baňky, byla přidána destilovaná voda v poměru 1:10. Baňka byla zazátkována a vložena na třepačku. Třepání probíhalo cca 20 min a poté bylo upraveno pH na 6,5-7 pomocí 10% HCl. Poté byl přidán proteolytický enzym Protamex v množství 0,3 % na sušinu přečištěného kolagenu. Směs byla vložena na třepačku uloženou v termostatu a byla mírně protřepávána po dobu 24 hod při teplotě 10 °C. Každých 20 min bylo stanovováno pH a upravováno na hodnotu 6,5-7 do doby, než byla hodnota konstantní.

Následující den byla surovina přefiltrována přes kuchyňské sítko se třemi vrstvami PA tkaniny. Získaná kapalina (hydrolyzát) byla rozlita na plech, vložena do sušárny a sušena cca 24 hod při teplotě 70 °C. Takto získaný hydrolyzát byl zvážen a uschován v uzavíratelném sáčku v temnu.

Extrakce první frakce želatiny

Materiál zachycený na sítku (na tkanině) byl důkladně propláchnut pod tekoucí studenou pitnou vodou z důvodu odstranění co největšího množství enzymu.

Promytý materiál zbavený enzymu byl přesunut do kádinky, smíchán s destilovanou vodou v poměru 1:10 a následovala extrakce. Extrakce probíhala při teplotě 70 °C po dobu 60 min. Během extrakce bylo s materiálem intenzivně mícháno pomocí magnetického míchadla či ručně pomocí skleněné tyčinky. Po extrakci byl materiál přefiltrován přes kuchyňské sítko se 3 vrstvami tkaniny. Roztok želatiny (1.frakce želatiny) byl rychle zahřát na teplotu 85 °C s výdrží 6 min. Následně byl želatinový roztok rozlit na plechy. Plechy byly přemístěny do lednice na dobu 30 min, aby film zrosolovatěl. Poté následovalo sušení v sušárně s cirkulací vzduchu s teplotou z počátku 40 °C, druhý den byla teplota zvýšena na 65 °C pro dosušení. Takto získaná želatina byla rozemleta na velikost cca 1 mm a skladována v samo uzavíratelných sáčcích v temnu do dalšího zpracování.

Extrakce druhé frakce želatiny

Nerozložený podíl zbylý po extrakci první frakce želatiny byl opět smíchán s destilovanou vodou v poměru 1:10. Nyní extrakce probíhala při vyšší teplotě 80 °C po dobu 90 minut. Během tohoto procesu byl materiál intenzivně míchán pomocí magnetického míchadla. Po dokončení extrakce byl materiál přefiltrován přes kuchyňské sítko se 3 vrstvami tkaniny. Roztok želatiny (druhá frakce želatiny) byl rychle zahřát na teplotu 85 °C a udržován při této teplotě po dobu 6 min. Poté byl želatinový roztok rovnoměrně rozlit na plechy. Plechy byly následně přemístěny do lednice na 30 min z důvodu zrosolování filmu. Následovalo sušení v sušárně s cirkulací vzduchu, kde byla teplota na začátku nastavena na 40 °C a druhý den byla zvýšena na 65 °C pro dokončení sušení. Získaná želatina byla následně rozemleta na velikost přibližně 1 mm a skladována v samo uzavíratelných sáčkách na temném místě do dalšího zpracování.

Extrakce třetí frakce želatiny

Nerozložený zbytek materiálu po extrakci druhé frakce želatiny byl opět smíchán s destilovanou vodou v poměru 1:10. Extrakce probíhala při nejvyšší teplotě, konkrétně 95 °C po dobu 90 minut. Během extrakce byl materiál intenzivně míchán pomocí magnetického míchadla. Po skončení extrakce byl materiál filtrován přes kuchyňské sítko s třemi vrstvami tkaniny. Při této extrakci již nenásledovalo následné zahřívání. Želatinový roztok byl rozlit na plechy, které byly následně přemístěny do lednice na 30 min, aby došlo k zrosolování želatinového filmu. Po zrosolování následovalo sušení v sušárně s cirkulací vzduchu, přičemž počáteční teplota byla nastavena na 40 °C, která byla druhý den zvýšena na 65 °C k dosušení želatiny. Po dokončení sušení byla získaná želatina rozemleta na velikost přibližně 1 mm a skladována v samo uzavíratelných sáčkách v temnu až do dalšího zpracování.

Nerozložený podíl po skončení extrakce třetí frakce želatiny byl přemístěn i se všemi třemi tkaninami na Petriho misku a vysušen v sušárně při teplotě 103 °C. Následně byl nerozložený podíl zvážen a uschován v samo uzavíratelných sáčkách.

6.2 Analýza technologických vlastností želatiny

V této kapitole jsou uvedeny suroviny, chemikálie, pomůcky a přístroje potřebné ke stanovení jednotlivých technologických vlastností vyrobené želatiny. Také jsou zde uvedeny postupy jednotlivých analýz. U želatiny z husích běháků byly stanoveny následující analýzy:

obsah sušiny, obsah popelovin, vodu zadržující kapacita, tuk vázací kapacita, dynamická viskozita, pevnost gelu, teplota tání, teplota tuhnutí a čírost.

6.2.1 Suroviny a chemikálie pro analýzu technologických vlastností želatiny

Vyrobená želatina z husích běháků (viz obrázek 20), destilovaná voda, sójový olej, kovové kuličky.



Obrázek 20 Želatina z husích běháků připravená pro následné stanovení a využití do játrových paštik

6.2.2 Pomůcky a přístroje pro analýzu technologických vlastností želatiny

Lžička, koželužská miska, exsikátor, žíhací kelímky, kleště, kahan, skleněné nádoby, kádinka, odměrný válec, stopky, kovové kuličky, držák na zkumavky, skleněné zkumavky, skleněné kapiláry, Petriho misky, skleněná tyčinka, plastové zkumavky, zátky, pipeta.

Analytické váhy, sušárna, Muflová pec Nabertherm, přístroj STEVENS-LFRA TEXTURE ANALYSER, lednice s mrazákem, varná deska s termostatem Schott a IKA C MAG HS7, Ubbelohdeho viskozimetr, aparatura pro stanovení dynamické viskozity, odstředivka ROTINA 35 Hettich Zentrifugen, odstředivka EBA 20 Hettich Zentrifugen, spektrofotometr Thermo Spectronic.

6.2.3 Obsah sušiny

Do předem zvážené koželužské misky bylo naváženo 1,5 g daného vzorku. Koželužská miska se vzorkem byla zvážena před vysušením, poté byla vložena do sušárny (viz obrázek 21). Sušení bylo provedeno při teplotě 103 ± 1 °C do dosažení konstantní hmotnosti. Po vysušení byla miska se vzorkem vložena do exsikátoru. Po dostatečném vychladnutí byla

miska se vzorkem opět zvážena. Hodnota obsahu sušina byla vypočtena dle následujícího vzorce:

$$S = \frac{m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

S ... obsah sušiny ve vzorku [%]

m_1 ... hmotnost koželužské misky se vzorkem před vysušením [g]

m_2 ... hmotnost koželužské misky se vzorkem po vysušení [g]



Obrázek 21 Sušení vzorku v koželužských miskách v sušárně

(zdroj: vlastní)

6.2.4 Obsah popelovin

Žihací kelímky použité ke stanovení obsahu popelovin byly prvně předžihány v muflové peci přehřáté na teplotu 650 °C po dobu cca 10 min. Následovalo vychlazení žihacích kelímků. Do předem zvážených žihacích kelímků byl navážen 1 g vzorku. Vzorek v žihacích kelímcích byl následně spálen na popel nad plynovým kahanem. Po spálení všech vzorků byly žihací kelímky se vzorky umístěny do muflové pece s teplotou 650 °C do doby konstantní hmotnosti (viz obrázek 22). Po vyndání z muflové pece byly vzorky zchlazeny a poté opět zváženy. Obsah popelovin byl vypočten dle následujícího vzorce:

$$P = \frac{m_2}{m_1} \times 100 \quad (2)$$

P ... obsah popelovin [%]

m_1 ... hmotnost vzorku před stanovením [g]

m_2 ... hmotnost vzorku po spálení v muflové peci [g]



Obrázek 22 Muflová pec

(zdroj: vlastní)

6.2.5 Pevnost gelu

Do předepsané skleněné nádoby pro toto stanovení byl připraven vzorek gelu o koncentraci 6,67 % (w/w). Vzorek se ponechal po dobu 1 hod bobtnat. Poté byla nádoba umístěna do vodní lázně a za stálého míchání při teplotě cca 45 °C probíhalo rozpouštění vzorku, dokud nedošlo k vytvoření želatinového roztoku. Následně se nechala nádoba s želatinovým roztokem chvíli stát při laboratorní teplotě a poté byla přemístěna k vychlazení do lednice s teplotou cca 10 °C po dobu cca 16-18 hod. Po uplynutí této doby bylo provedeno měření na přístroji STEVENS-LFRA TEXTURE ANALYSER, který lze vidět na obrázku 23. Výsledkem měření byla síla nutná k penetraci povrchu vzorku sondou do hloubky 4 mm rychlostí 1 mm/s, kdy naměřená hodnota se udává v jednotkách Bloom.



Obrázek 23 Přístroj STEVENS-LFRA TEXTURE ANALYSER k měření pevnosti gelu

(zdroj: vlastní)

6.2.6 Stanovení dynamické viskozity

Viskozita byla stanovena u 6,67% želatinového roztoku měřením doby průtoku 100 ml roztoku standardizovanou pipetou při teplotě 60 °C. Měření bylo provedeno na Ubbelohdeho viskozimetru (viz obrázek 24) a ukončilo se ve chvíli, kdy byly naměřeny tři po sobě jdoucí shodné časy, které se udávaly v sekundách. Nejprve byla vypočtena kinematická viskozita a z ní poté viskozita dynamická. Vzorec pro vypočtení kinematické viskozity:

$$v = k \times t - \frac{B}{t} \quad (3)$$

v ... kinematická viskozita [$\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]

k ... konstanta viskozimetru zjištěná ověřenou kalibrační kapalinou; $k = 0,5$

t ... aritmetický průměr změřených průtokových dob [s]

B ... konstanta korekce na kinetickou energii určená z rozměrů viskozimetru; $B = 2,8$

Dynamická viskozita byla následně vypočtena podle následujícího vzorce:

$$\eta = v \times \rho \quad (4)$$

η ... dynamická viskozita [$\text{mPa} \cdot \text{s}$]

ν ... kinematická viskozita [$\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]

ρ ... hustota želatinového roztoku; $\rho = 1,005 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

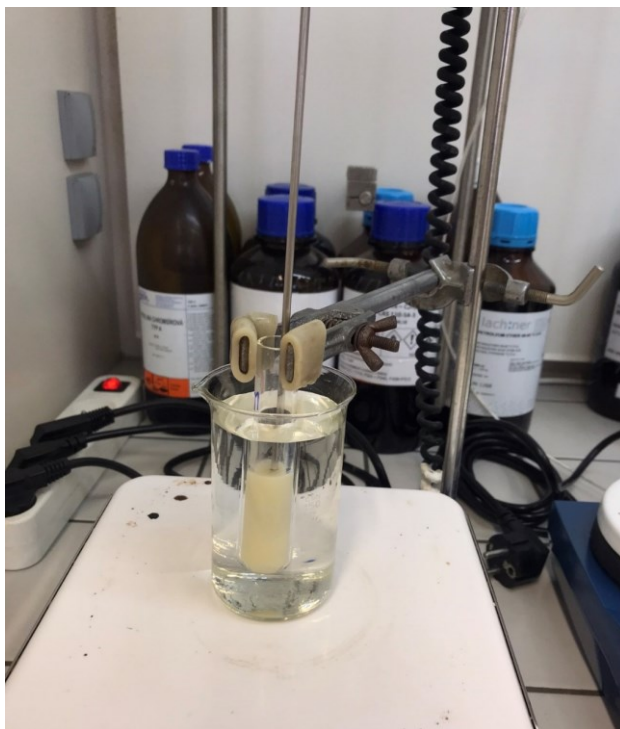


Obrázek 24 Aparatura pro stanovení dynamické viskozity

(zdroj: vlastní)

6.2.7 Teplota tuhnutí

Teplota tuhnutí je určena jako teplota, při které ztuhlý želatinový roztok udrží kuličku definované hmotnosti na svém povrchu (nebo ve vrstvě), aniž by kulička propadla na dno. Rozpuštěný želatinový gel byl nalit do úzké skleněné zkumavky o vnitřním průměru 1,5-2 cm a do zkumavky bylo vloženo teplotní čidlo. Zkumavka byla vložena do prázdné kádinky (viz obrázek 25). V momentě, kdy teplota želatinového roztoku klesla na 30 °C, byla nalita do kádinky předem vychlazená voda. Voda musela sahat nad vzorek ve zkumavce. Poté začaly být do zkumavky házeny kovové kuličky o hmotnosti 0,1 g, a to vždy při poklesu teploty o cca 1 °C. Měření bylo ukončeno v okamžiku, kdy kulička uvízla ve vrstvě či na povrchu želatinového gelu a zároveň byla odečtena teplota. V případě, kdy teplota želatinového gelu již neklesala a kulička v něm ještě nebyla zachycena, bylo potřeba více zchladit želatinový roztok, a to přidavkem ledu. Teplota tuhnutí gelu byla stanovena 2×.

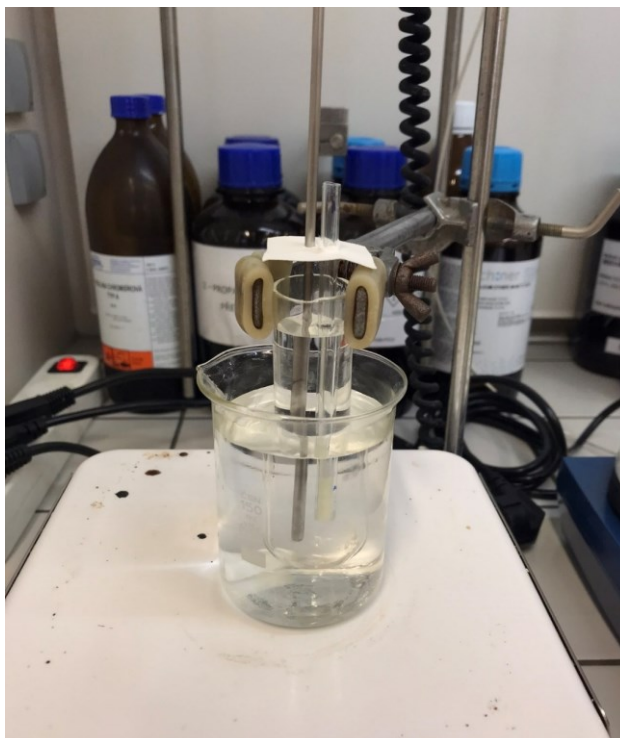


Obrázek 25 Aparatura pro stanovení teploty tuhnutí želatinového gelu

(zdroj: vlastní)

6.2.8 Teplota tání

Vzorek byl odebrán v podobě želatinového gelu a nachystán do třech skleněných kapilár o průměru 2-4 mm. Vrstva želatinového gelu byla ve výšce 0,5-1 cm. Po naplnění byla kapilára s želatinovým gelem uložena do lednice na Petriho misce. Ke stanovení byla nachystána kádinka na topnou desku, do držáku na topné desce byla umístěna tlustá skleněná zkumavka a zapuštěna do kádinky. Následně byla do kádinky i zkumavky nalita destilovaná voda. Do zkumavky bylo vloženo teplotní čidlo. Kapilára se vzorkem byla umístěna do sestavy, vložena do zkumavky, do stejné výšky jako se nacházel konec teplotního čidla (viz obrázek 26). V tento moment byla zapnuta topná deska a nastalo zahřívání. Měření bylo ukončeno v době, kdy došlo k pohybu želatinového sloupce v kapiláře směrem nahoru. Takto byla naměřena teplota, při které byl želatinový gel rozpuštěn a tlak vody ho vytlačil z kapiláry. Byla odečtena teplota, která určovala teplotu tání želatinového gelu. Teplota tání želatinového gelu bylo měřena 2×.



Obrázek 26 Aparatura pro stanovení teploty tání želatinového gelu

(zdroj: vlastní)

6.2.9 Vodu zadržující kapacita

Do plastové zkumavky byl navážen 1 g vzorku želatiny v podobě prášku a bylo přidáno 25 ml destilované vody. Zkumavka byla uzavřena zátkou a důkladně protřepávána po dobu cca 5 min při laboratorní teplotě. Následovalo odstředění při 5 000 otáčkách/min po dobu 30 min. Po skončení odstředování byl pomocí pipety odstraněn ze zkumavky supernatant, což je tekutá fáze (viz obrázek 27), který byl zvážen. Výsledná hodnota byla určena jako hmotnost absorbované vody v gramech na 1 g vzorku. Vodu zadržující kapacita byla vypočtena dle následujícího vzorce:

$$WHC = 25 - m_s \quad (5)$$

WHC ... vodu zadržující kapacita [g/g]

m_s ... hmotnost supernatantu [g]



Obrázek 27 Vzorek želatiny po odstředění pro stanovení vodu zadržující kapacity

(zdroj: vlastní)

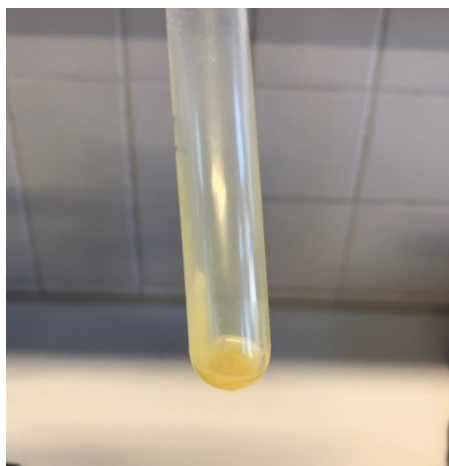
6.2.10 Tuk vázací kapacita

Do plastové zkumavky byl navážen vzorek želatiny ve formě prášku a také 10 g sójového oleje. Zkumavka byla zazátkována a důkladně protřepána. Následovalo odstředění po dobu 30 min při teplotě 25 °C. Po skončení odstředování byl pomocí pipety odstraněn supernatant (tekutá fáze), který byl následně zvážen a ve zkumavce zůstal sediment (viz obrázek 28). Výsledná hodnota tuk vázací kapacity byla určena jako hmotnost absorbovaného sójového oleje v g na 1 g vzorku, a to podle následujícího vzorce:

$$FBC = (9,26 - m_s) \times 10 \quad (6)$$

FBC ... tuk vázací kapacita [g/g]

m_s ... hmotnost supernatantu [g]



Obrázek 28 Vzorek želatiny po odstředění pro stanovení tuk vázací kapacity

(zdroj: vlastní)

6.2.11 Čiřost

Stanovení hodnoty čířosti bylo uskutečněno u 6,67% roztoku želatiny při 45-50 °C a při vlnové délce 640 nm. Čiřost byla určena pomocí stanovení transmitance na spektrofotometru Thermo Spectronic (viz obrázek 29), kdy před měřením byla provedena kalibrace na destilovanou vodu.



Obrázek 29 Spektrofotometr Thermo Spectronic pro stanovení čířosti

(zdroj: vlastní)

6.3 Výroba játrových paštik

V této kapitole jsou uvedeny konkrétní suroviny potřebné při výrobě játrových paštik. Také jsou zde detailně popsány jednotlivé technologické kroky, operace a laboratorní podmínky.

6.3.1 Suroviny pro výrobu játrových paštik

Kuřecí játra, kuřecí stehna, kuřecí kůže, vývar z kuřecích kůží, bramborový a kukuřičný škrob, dusitanová solící směs, koření směs RAPS PURELINE LEBERWURST OZG, želatina z husích běháků.

6.3.2 Přístroje a pomůcky pro výrobu játrových paštik

Běžné kuchyňské vybavení, hrnec, váhy, kutr Vorwerk Thermomix s příslušenstvím, plnička, zavírací zařízení, konvektomat Rational SCC WE 61, autokláv Fedegari FVA/A1, lednice.

6.3.3 Výroba játrových paštik

Bylo vyrobeno 7 šarží játrových paštik u kterých byla následně provedena pasterace při 72 °C a sterilace při teplotě 122 °C, a tak bylo ve výsledku vzorků 14. V jedné šarži nebyla přítomna želatina. U dalších šarží byl přídavek želatiny v koncentraci 0,5 % a 1 %. Byly použity tři typy želatiny z husích běháků – 1.frakce, 2.frakce a 3.frakce. Z každého šarže bylo získáno 6 sklenic určených pro pasteraci a 8-9 hliníkových misek určených pro sterilaci.

Tabulka 3 Faktory jednotlivých šarží

Číslo šarže	Frakce husí želatiny	Přídavek želatiny	Teplota opracování
0 P	-	-	72 °C
0 S	-	-	122 °C
1 P 0,5	1.frakce	0,5 %	72 °C
1 S 0,5	1.frakce	0,5 %	122 °C
1 P 1	1.frakce	1 %	72 °C
1 S 1	1.frakce	1 %	122 °C
2 P 0,5	2.frakce	0,5 %	72 °C
2 S 0,5	2.frakce	0,5 %	122 °C
2 P 1	2.frakce	1 %	72 °C
2 S 1	2.frakce	1 %	122 °C
3 P 0,5	3.frakce	0,5 %	72 °C
3 S 0,5	3.frakce	0,5 %	122 °C
3 P 1	3.frakce	1 %	72 °C
3 S 1	3.frakce	1 %	122 °C

(zdroj: vlastní)

Tabulka 4 Základní surovinová skladba pro výrobu játrových paštik

Kuřecí játra	450 g
Kuřecí stehna	375 g
Kuřecí kůže	290 g
Vývar	310 g
Škrob	37,5 g
Dusitanová solící směs	30 g
Kořenící směs	7,5 g

(zdroj: vlastní)

Před samotnou výrobou játrových paštik bylo provedeno ztužení kuřecích kůží ve vroucí vodě do měkka, a zároveň tak byl připraven vývar, který byl také použit pro samotnou výrobu. Kuřecí stehna byly opracovány, odstraněny nežádoucí části a nakrájeny na menší části. Stejným způsobem byly také opracovány kuřecí játra. Škrob byl použit v podobě bramborového škrobu a kukuřičného škrobu v poměru 3:2.

Pro každou výrobní šarži byly naváženy suroviny dle výše zmíněné receptury. První byly v kutru rozmělněny kuřecí játra se solí. V druhém kutru byly rozmělněny kuřecí stehna společně s kořenící směsí do vzniku konzistentní jemné hmoty. Poté byly postupně přimíchávány ztužené kuřecí kůže společně s vývarem. Následovalo spojení těchto dvou směsí a vše bylo řádně promícháno. Při výrobě šarže obsahující želatinu, byla přidána určitá frakce želatiny. Posledním krokem bylo přidání škrobu s následným posledním promícháním díla.

Připravené dílo bylo nadávkováno do plničky (viz obrázek 108 v příloze P III) a rovnoměrně rozděleno do sklenic a hliníkových misek. U sklenic bylo řádně očištěno hrdlo sklenice, byly zavíčkované a označeny. Hliníkové misky byly pomocí hliníkových víček opatrně uzavřeny v zavíracím zařízení (viz obrázek 109 v příloze P III) a také řádně označeny.

U vzorků ve sklenicích následovalo tepelné opracování v konvektomatu při teplotě 72 °C s výdrží dané teploty v jádře výrobku 10 min. Do jedné sklenice byla vložena teplotní sonda, pro měření aktuální teploty ve výrobku. Po tepelném opracování byly sklenice

přemístěny do studené vody a zasypány šupinkovým ledem. Po vychlazení byly přemístěny do lednice s teplotou $+4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro další skladování.

Vzorky v hliníkových miskách byly tepelně opracovány v autoklávu při teplotě $122\text{ }^{\circ}\text{C}$, opět s výdrží dané teploty v jádře výrobku 10 min. Do autoklávu byla vložena skleněná lahev s malým množstvím vody, do které byly vloženy teplotní sondy. Po tepelném opracování byly misky ochlazeny v autoklávu a uloženy do lednice při teplotě $+4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, kde byly dále skladovány.

6.4 Analýza vlastností husích játrových paštik

Analýza vlastností byla stanovena 3 týdny po výrobě paštik. Bylo stanoveno pH, obsah sušiny, barva, texturní a reologické vlastnosti a také bylo provedeno senzorické hodnocení vzorků.

6.4.1 Suroviny a chemikálie pro analýzu technologických vlastností želatiny

Vyrobené paštiky.



Obrázek 30 Vzorky vyrobených paštik

(zdroj: vlastní)

6.4.2 Pomůcky a přístroje pro analýzu technologických vlastností želatiny

Hliníkové váženky s křemenným pískem, lžička, formičky pro měření barvy, skleněná nádoba ve tvaru kužele.

Sušárna, analytické váhy Ohaus, spektrofotometr UltraScan VIS HunterLab, texturometr TA.XT Plus (Stable Micro Systems), reometr Kinexus.

6.4.3 Měření pH

Hodnoty pH byly měřeny u každého vzorku paštiny na pěti různých místech v rozdílných hloubkách. Z naměřených hodnot byly vypočteny průměrné hodnoty a byly vneseny do sloupcového grafu. K měření byl použit vpichový pH metr (viz obrázek 31), který byl před měřením zkalibrován.



Obrázek 31 Proces měření pH u vzorku paštiny

(zdroj: vlastní)

6.4.4 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny byl stanoven u každého vzorku paštiny dvakrát. Den před stanovením byly vysušeny hliníkové váženky s křemenným pískem. Do hliníkové váženky s křemenným pískem byly naváženy 3 g vzorku na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa. Pomocí skleněné tyčinky byl vzorek důkladně promíchán s křemenným pískem. Vzorky byly vloženy do sušárny (viz obrázek 32) a sušeny při teplotě $102\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 5 hod. Po této době byla sušárna vypnuta a vzorky zde byly ponechány do druhého dne k úplnému vychladnutí. Další den byly vzorky zváženy opět na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa. Obsah sušiny byl poté vypočítán dle následujícího vzorce:

$$S = \frac{k_2 - k_0}{k_1} \times 100 \quad (7)$$

S ... obsah sušiny vzorku

k_0 ... hmotnost prázdné hliníkové váženky s křemenným pískem a tyčinkou [g]

k_1 ... navážka vzorku [g]

k_2 ... hmotnost hliníkové váženky se vzorkem po vysušení [g]

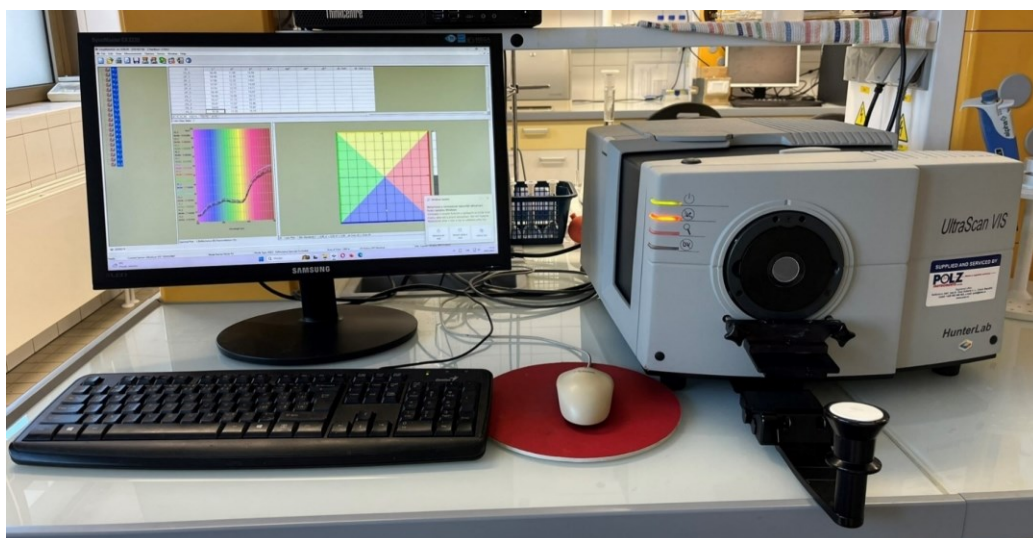


Obrázek 32 Vzorky paštik při procesu sušení v sušárně

(zdroj: vlastní)

6.4.5 Hodnocení barvy

Barva byla měřena u každého vzorku paštiky celkem pětkrát pomocí spektrofotometru UltraScan VIS HunterLab v trojrozměrném prostoru CIE L^*a^*b (viz obrázek 33). V tomto prostoru jsou používány tři rozměry – světlost (L^*), červenozeleň složka (a^*) a modrožlutá složka (b^*). Světlost (L^*) určuje světelnost od černé (0) po bílou (100). Složka a^* určuje odstíny od červené ($+a^*$) po zelenou ($-a^*$). Složka b^* určuje odstíny od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$). Před samotným měřením byla provedena kalibrace na bílé a černé pozadí. Každý vzorek byl vždy naplněn do pěti formiček a u každé bylo provedeno jedno měření.



Obrázek 33 Hodnocení barvy

(zdroj: vlastní)

Výsledné hodnoty souřadnic byly získány na základě změny intenzity paprsku procházejícího vzorkem.

6.4.6 Měření textury a reologických vlastností

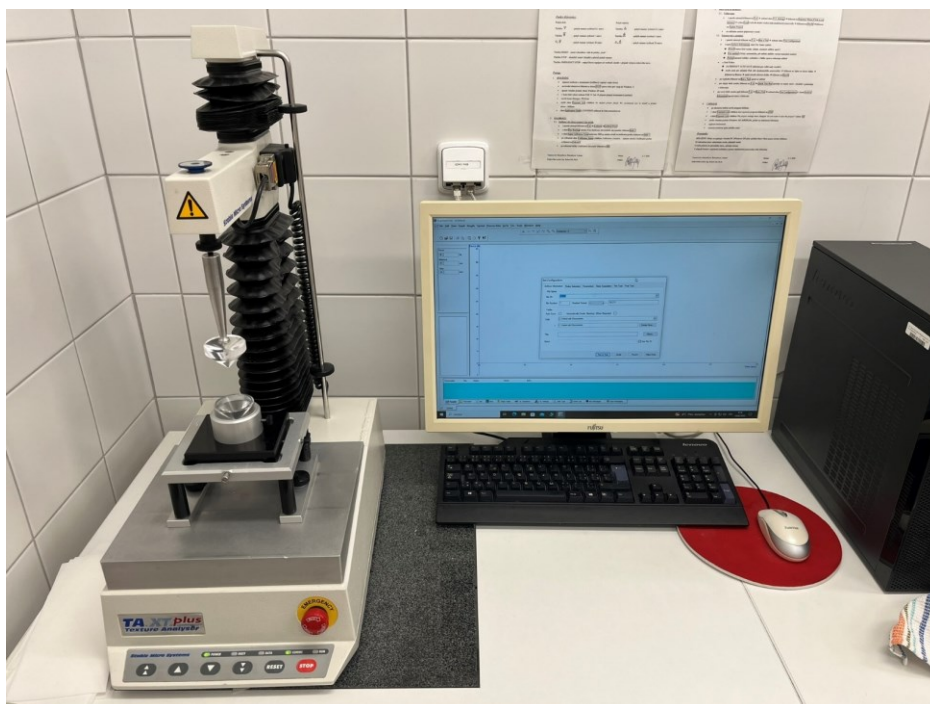
Texturu definuje norma ČSN ISO 11036 (560034) Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury, jako všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku vnímatelné prostřednictvím mechanických, hmatových, případně zrakových a sluchových receptorů. Pro spotřebitele je textura významný parametr v oblasti kvality, který se používá pro posuzování a hodnocení přijatelnosti potravin. Textura je také důležitým ukazatelem v oblasti odolnosti potravin proti mechanickému namáhání, například při konzumaci. Měření textury je také významné pro sledování vlastností potravin, které jsou déle skladovány nebo přepravovány (Česko, 2020; CHen a Rosenthal, 2015; Salek a kol, 2020).

Texturní vlastnosti

Měření textury bylo provedeno pomocí textuometru TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Velká Británie). Byla měřena tvrdost, roztíratelnost a relativní lepivost vzorku. Analýzy probíhaly za laboratorní teploty 22 ± 1 °C. Ze vzorku paštiky byla odstraněna horní zoxidovaná vrstva. Vzorek paštiky byl naplněn po okraj do určené měřicí skleněné nádoby ve tvaru kužele, tak aby zde nebyly přítomny žádné vzduchové bubliny a povrch byl následně zarovnan. Případné přebytečné množství paštiky bylo odstraněno. Takto připravená skleněná nádoba se vzorkem byla poté umístěna na pracovní plochu přístroje. Textuometr byl zkalibrován a v programu byl nastaven režim Játrovka pro následné měření. K měření byla použita sonda s velikostí 10 mm, která byla spuštěna manuálně pár mm nad povrch vzorku. Poté se již spustilo dané měření. Každý vzorek byl analyzován pětkrát a poté byl z měření spočítán průměr.

Tvrdost se definuje jako síla potřebná k dosažení deformace daného výrobku. Hodnota tvrdosti je maximální síla potřebná pro vtlačení sondy do určité hloubky vzorku. Roztíratelnost je snadnost roztření daného výrobku. Je žádanou vlastností například masových pomazánek nebo právě paštik. Relativní lepivost je definována jako práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem vzorku (povrchem paštiky) a povrchem sondy. Při měření této veličiny byla měřena práce potřebná k vytažení sondy z daného vzorku. Čím vyšší jsou hodnoty práce potřebné k překonání síly přitažlivosti mezi povrchem paštiky a povrchem sondy, tím je paštika lepivější (Rosenthal, 1999).

Na obrázku 34 můžeme vidět pracovní místo pro měření texturních vlastností, konkrétně texturometr Stable Micro Systems.



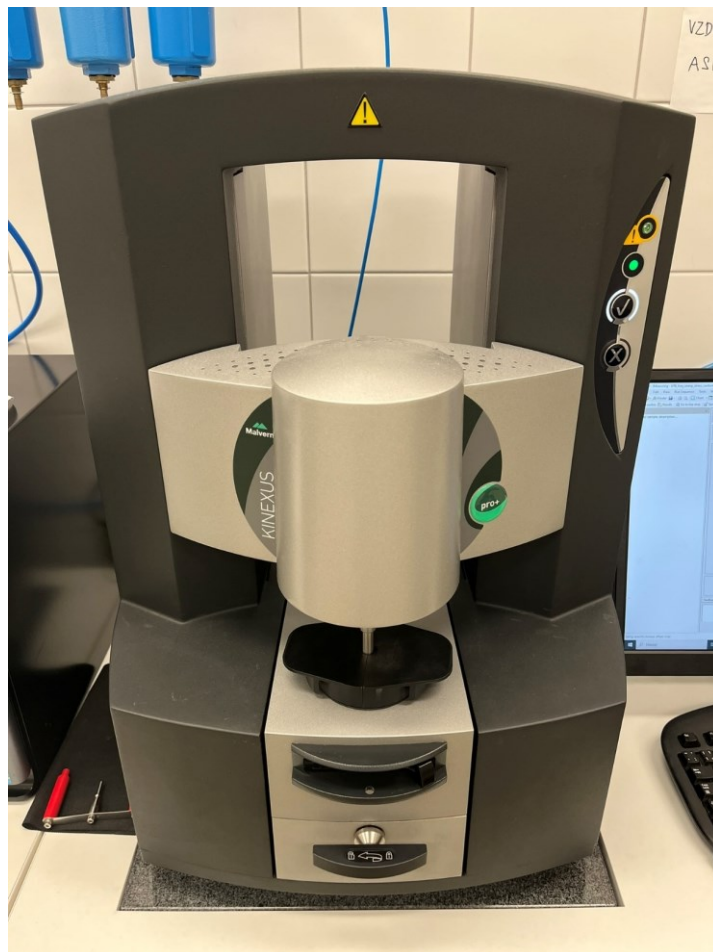
Obrázek 34 Texturometr Stable Micro Systems

(zdroj: vlastní)

Reologické vlastnosti/ dynamická oscilační reometrie

Reologie se zaměřuje na studium mechanických vlastností materiálů, konkrétně na vztahy mezi napětím, deformacemi a rychlostí deformace. Reologické vlastnosti produktu velmi ovlivňují mnohé procesy a operace při zpracování potravin, protože mají významný dopad na kvalitu konečného výrobku. Mezi reologické vlastnosti lze zařadit například elasticitu, viskozitu nebo viskoelasticitu (Grumezescu a Alina, 2018; Delgado-Pando a kol., 2012).

V našem případě byl pro měření reologických vlastností použit reometr Kinexus, který lze vidět na obrázku 35.



Obrázek 35 Reometr Kinexus

(zdroj: vlastní)

Elastický modul (G') vyjadřuje míru pružnosti materiálu a vyjadřuje poměr mezi maximálním smykovým napětím a maximální deformací složek ve fázi. Ztrátový modul (G'') poskytuje informace o viskozitě materiálu a je spojen se ztrátou energie způsobenou třením mezi molekulami. Komplexní modul pružnosti (G^*) charakterizuje celkový odpor vzorku proti deformaci neboli jeho celkovou tuhost. V následující rovnici je vyjádřen vztah mezi elastickým, ztrátovým a komplexním modulem pružnosti (Norton a kol., 2011).

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2} \quad (8)$$

G^* ... komplexní modul pružnosti [Pa]

G' ... elastický modul pružnosti [Pa]

G'' ... ztrátový modul pružnosti [Pa]

6.4.7 Senzorické hodnocení vzorků

Pomocí senzorické analýzy bylo hodnoceno všech 14 vzorků. Byla provedená senzorická analýza zvlášť pro vzorky tepelné opracované pasterací a zvlášť pro vzorky sterilované. Pro toto hodnocení byla vybrána stupnicová a pořadová zkouška. Následně byla provedena preferenční zkouška mezi pasterovanými a sterilovanými vzorky.

Stupnicová zkouška

Stupnicové hodnocení potravin patří mezi nejčastější metody senzorické analýzy. Stupnicí se rozumí kontinuum, které je rozdělené do po sobě jdoucích hodnot.

Pro porovnání senzorických vlastností u více než dvou výrobků se nejčastěji používá Kruskal-Wallisův test. Tento test slouží k ověření, zda existuje shoda v úrovni určitého znaku mezi výrobky. Počet hodnotitelů pro dané hodnocení vzorků musí být minimálně 5. Testovaná hypotéza předpokládá, že mezi výrobky neexistují rozdíly ve sledovaném znaku. Alternativní hypotéza naopak předpokládá, že alespoň jeden výrobek se v tomto znaku liší od ostatních. Hodnotu testového kritéria Kruskal-Wallisova testu lze vypočítat dle následující rovnice:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n \times (n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3 \times (n+1) \quad (9)$$

Q_{kw} ... testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

n ... počet posuzovatelů

T_r ... součet pořadí

Testové kritérium Kruskal-Wallisova testu má při platnosti hypotézy přibližně rozdělení χ^2 s $(R-1)$ stupni volnosti. Jestli-že je shodných pozorování ve všech výběrech více než 25 %, je doporučeno poté použít korigované testové kritérium:

$$G_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum_{k=1}^K (n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (10)$$

G_{kw}^* ... korigované testové kritérium

Q_{kw} ... testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

n ... počet posuzovatelů

n_k ... počet posuzovatelů v k -té kategorii

Hypotézu se 100(1- α)% spolehlivostí lze zamítnout zda bude platit:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (11)$$

G_{kw}^* ... korigované testové kritérium

$\chi_{1-\alpha}^2(R-1)$... 100(1- α)% kvantil Pearsonova rozdělení s (R-1) stupni volnosti

Vzorky lze prohlásit na dané hladině významnosti α za rozdílné v daném senzorickém znaku po zamítnutí testované hypotézy. Poté je nutné určit, které vzorky se od sebe vzájemně liší. K tomuto porovnání se používá Nemenyiho metoda vícenásobného párového porovnání závislých výběrů. Tato metoda se používá ke zjištění rozdílů mezi dvěma vzorky. Rozdíl mezi vzorkem T_i a T_j je se 100(1- α)% spolehlivostí významný, jestli-že platí:

$$|T_i - T_j| \geq Q_{1-\alpha}(R; n_r) \quad (12)$$

T_i, T_j ... součet pořadí

$Q_{1-\alpha}(R; n_r)$... tabelovaná kritická hodnota pro párová porovnání závislých výběrů

Pořadová preferenční zkouška

Pořadová zkouška slouží k seřazení skupiny výrobků podle intenzity sledovaného senzorického znaku, preferencí spotřebitelů nebo k hodnocení vlivu určitého faktoru na organoleptické vlastnosti a senzorickou jakost výrobku. Tento test se využívá zejména tam, kde jsou rozdíly mezi výrobky malé, tedy v situacích, kdy stupnicové metody nejsou účinné.

Zkouška spočívá v tom, že posuzovatel obdrží skupinu vzorků v náhodném pořadí a jeho úkolem je seřadit je podle určitého ukazatele, například příjemnosti (preference) nebo intenzity specifického senzorického znaku. Příprava vzorků musí být provedena správně, aby posuzovatelé nemohli na základě způsobu prezentace vzorků odhadnout jejich vlastnosti. Posuzovatel si vzorky nejprve prozkouší v předloženém pořadí a provede předběžné seřazení. Poté se doporučuje vzorky ve stejném pořadí znovu posoudit a případně upravit pořadí. Po konečném seřazení se obvykle provádí ještě závěrečné hodnocení. I když statistické metody toto nevyžadují, neměly by být na jedno místo v pořadí přiřazeny dva vzorky. Obvykle se doporučuje přiřadit pouze jeden vzorek na každé místo v pořadí – tento přístup se nazývá nucená volba.

Pořadová preferenční zkouška je poměrně náročná metoda, zvláště z hlediska psychické či fyzické únavy. Největší nároky jsou zde kladeny na senzorickou paměť.

Při vyhodnocování této metody se běžně používá Friedmanův test. Tento test slouží k ověření shody úrovně sledovaného znaku. Pro provedení Friedmanova testu je nejprve nutné uspořádat získaná data do tabulky, kde sloupce reprezentují jednotlivé vzorky a řádky jednotlivé posuzovatele. Následně se provede součet pořadí pro každý vzorek, který je základem pro další výpočty.

Testovaná hypotéza předpokládá, že mezi zkoumanými vzorky nejsou žádné významné rozdíly v daném znaku. Alternativní hypotéza toto tvrzení vyvrací a tvrdí, že mezi vzorky je alespoň jeden, který se od ostatních liší. Pokud je testovaná hypotéza správná, měly by být součty pořadí teoreticky stejné. Friedmanův test následně hodnotí, zda rozdíly v součtech pořadí jsou statisticky významné. Testovací kritérium lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$FR = \frac{12}{n \times R \times (R+1)} \times \sum_{i=1}^R T_i^2 - 3 \times n \times (R+1) \quad (13)$$

FR ... testovací kritérium Friedmanova testu

n ... počet posuzovatelů

R ... počet vzorků

T_i ... součet pořadí jednotlivých vzorků

Kritické hodnoty $Q_{1-\alpha}(R;n)$ jsou tabelované pro $\alpha = 0,05$. Testovaná hypotéza bude zamítnuta, jestli-že bude pro zvolené α platit:

$$FR \geq Q_{1-\alpha}(R;n) \quad (14)$$

FR ... testovací kritérium Friedmanova testu

$Q_{1-\alpha}(R;n)$... kritická hodnota

V případě zamítnutí testované hypotézy jsou vzorky na dané hladině významnosti α považovány za rozdílné v intenzitě sledovaného znaku. Pro další analýzu je nutné zjistit, které konkrétní vzorky se od sebe liší, k čemuž slouží Nemenyiho metoda vícenásobného párového porovnávání závislých výběrů.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

V následující kapitole jsou uvedeny výsledky analýz technologických vlastností želatin. Dále jsou zde také uvedeny výsledky fyzikálně-chemických analýz a senzorické analýzy vyrobených játrových paštik, kde sledovaným faktorem bylo množství a frakce přidané želatiny z husích běháků a také teplota opracování paštik.

7.1 Analýzy technologických vlastností želatin

Byl stanoven postup pro samotnou extrakci želatiny z husích běháků, která byla následně podrobena analýzám technologických vlastností. V tabulce 5 jsou uvedeny jednotlivé výsledky analýz.

Tabulka 5 Technologické vlastnosti želatiny

	1.frakce	2.frakce	3.frakce
Obsah sušiny	99,84 %	99,85 %	99,83 %
Obsah popelovin	0,86 %	1,16 %	0,98 %
Pevnost gelu	49 Bloom	68 Bloom	52 Bloom
Dynamická viskozita	5,111 mPa.s	2,985 mPa.s	3,241 mPa.s
Teplota tuhnutí	13 °C	12 °C	13,5 °C
Teplota tání	26,4 °C	20,5 °C	24,8 °C
Vodu zadržující kapacita	7,398 g/1 g	7,127 g/1 g	16,238 g/1 g
Tuk vázací kapacita	4,836 g/1 g	2,154 g/1 g	5,259 g/1 g
Čiřost	0,4 %	0,3 %	0,3 %

(zdroj: vlastní)

Obsah sušiny byl u všech tří frakcí téměř shodný, rozdíly byly pouze minimální a hodnoty se pohybovaly nad 99,8 %. Obsah popelovin byl nejvyšší u druhé frakce s hodnotou 1,16 % a naopak nejnižší u frakce první. Obsah minerálních látek pod 2 % poukazuje na to, že je želatina použitelná jak pro potravinářské, tak i farmaceutické účely (Food Chemical Codex, 2020; European Pharmacopoeia, 2017).

Nejmenší dynamická viskozita byla naměřena u druhé frakce (2,085 mPa.s) a nejvyšší u první frakce (5,111 mPa.s). Naměřené hodnoty jsou srovnatelné s hodnotami, které naměřil Mrázek a kol. (2022) ve své studii; u kuřecí želatiny se pohybovala dynamická viskozita v rozmezí 2,31-4,06 mPa.s. V podobné studii Bichukale (2018) uvedli viskozitu želatiny z kuřecí kůže v rozmezí 3,83-5,53 mPa.s. Gely vytvořené z želatinových roztoků s vysokou viskozitou jsou roztažitelné a tvrdé, oproti tomu gely vytvořené z nízkoviskózní želatiny jsou slabé a mají křehkou texturu (Schrieber a Gareis, 2007).

Pevnost gelu byla nejvyšší u druhé frakce želatiny s naměřenou hodnotou 68 Bloom. Naopak nejnižší hodnota pevnosti gelu, konkrétně 49 Bloom, byla naměřena u první frakce želatiny. Mrázek a kol. (2022) naměřili nejvyšší hodnotu pevnosti gelu 190 Bloom u želatiny extrahované z kuřecí kůže. Novotná (2022) se věnovala extrakci želatiny z kuřecích kostí ve čtyřech fracích a hodnota pevnosti gelu byla naměřena v rozmezí 20,2-145,7 Bloom.

Nejnižší teplota tuhnutí byla naměřena u druhé frakce a to při 12 °C, oproti tomu nejvyšší teplota tuhnutí byla s teplotou 13,5 °C naměřena u třetí frakce. Mrázek a kol. (2022) ve své studii uvádí teplotu tuhnutí kuřecí želatiny v rozmezí 11,5-20,5 °C. Mohammadhezhad a Farmani (2022) naměřili teplotu tuhnutí u želatiny z kuřecí kůže 16,5 °C.

Teplota tání byla naměřena u první frakce již při 26,4 °C, naopak nejnižší teplota tání byla naměřena u druhé frakce s hodnotou 20,5 °C. Tyto hodnoty teploty tání jsou nižší v porovnání s hodnotami kuřecí želatiny ze studie od Mrázek a kol. (2022), kde se hodnoty teploty tání pohybovaly v rozmezí 32-34 °C.

Hodnoty při stanovení vody zadržující kapacity se pohybovaly v rozmezí 7,127-16,238 g/1 g. Nejvyšší hodnota byla naměřena u třetí frakce. Rafieian a kol. (2015) uvádí pro želatinu extrahovanou z kuřecího vykostěného masa hodnotu vody zadržující kapacity 8,59 g/1 g. Mezi vnitřní faktory ovlivňující vodu zadržující kapacitu potravinových proteinů patří velikost, tvar, složení aminokyselin, konformace proteinu, povrchová hydrofobicita/polarita a přítomnost lipidů a sacharidů na povrchu proteinových částic (Schrieber a Gareis, 2007).

Nejnižší tuk vázací kapacita byla naměřena s hodnotou 2,154 g/1 g u druhé frakce a nejvyšší u třetí frakce s hodnotou 5,529 g/1 g. Mrázek a kol. (2022) naměřili u kuřecí želatiny tuk vázací kapacitu v hodnotě 1,645 g/1 g. Ninan a kol. (2014) uvedli, že rozdíl v hodnotách tuk vázací kapacity může být způsoben rozdílem v množství a typu nepolárních zbytků proteinů

a také stupněm expozice těchto hydrofobních zbytků, které se vážou na uhlovodíkový postranní řetězec oleje.

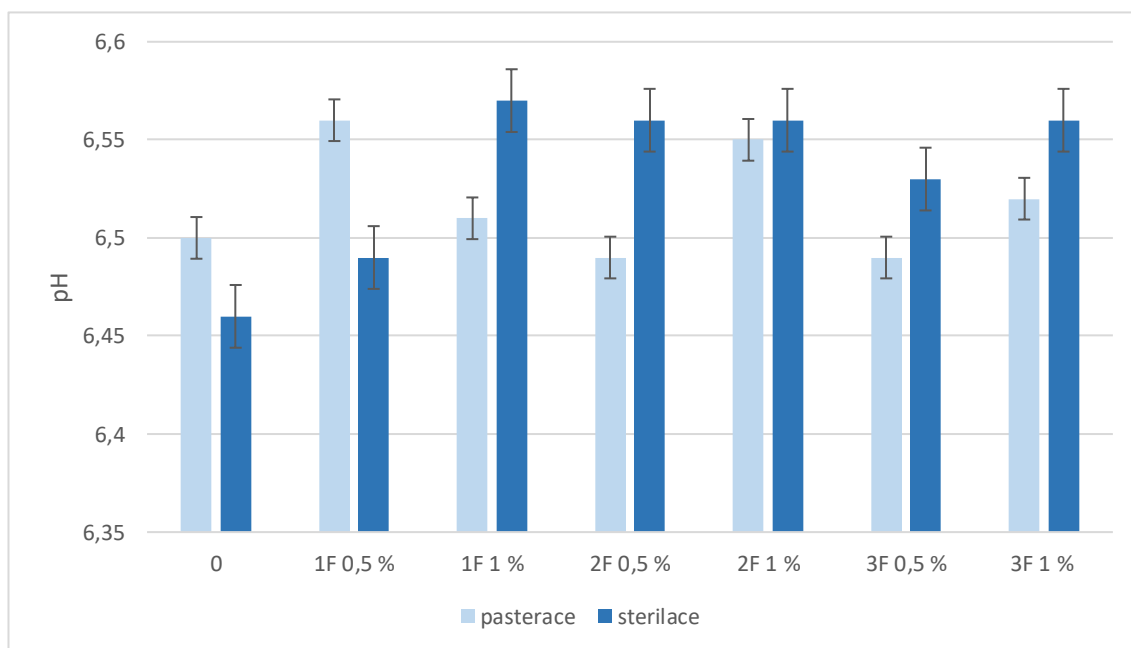
Čiřost byla u všech tří frakcí téměř shodná s hodnotami 0,3-0,4 %.

7.2 Analýzy technologických vlastností paštik

U vyrobených játrových paštik byly stanoveny následující parametry: pH, sušina, barva, textura a byla provedena také senzorická analýza.

7.2.1 pH paštik

Obrázek 36 znázorňuje sloupcový graf závislosti pH na frakci a množství želatiny a také teplotě opracování paštiky. Detailnější výsledky jsou k dispozici v příloze V.



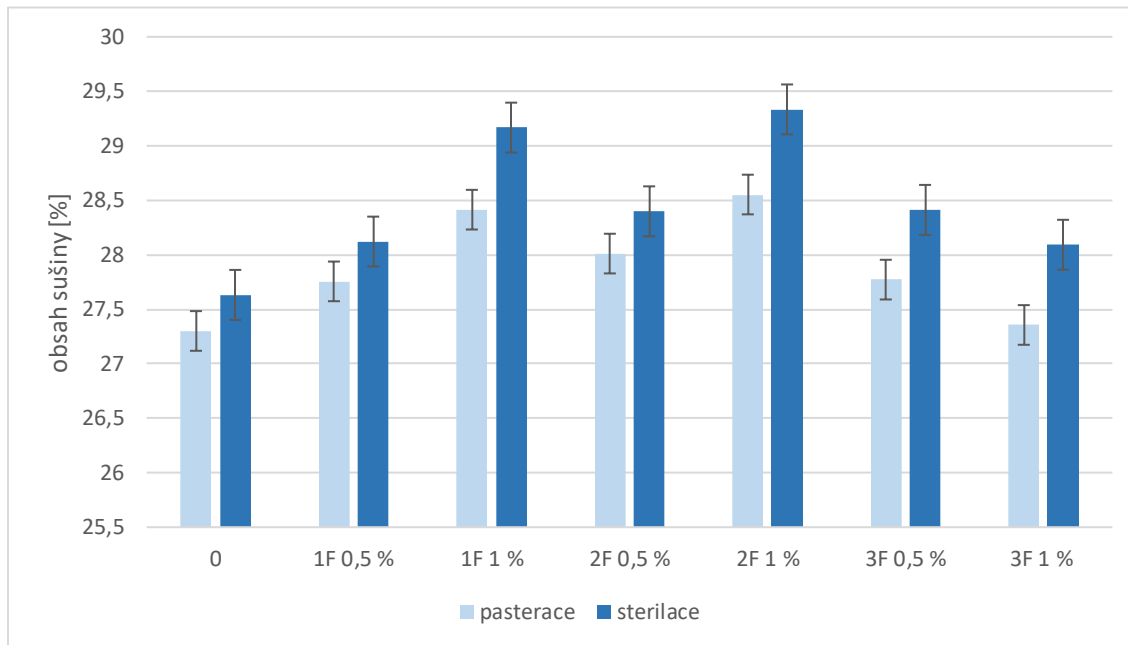
Obrázek 36 Graf závislosti pH na frakci a množství želatiny a teplotě opracování paštik

(zdroj: vlastní)

Hodnoty pH se pohybovaly v rozmezí 6,46-6,57. Na hodnotu pH neměla vliv zvolená frakce ani množství přídatku želatiny do paštiky. U pěti vzorků ze sedmi měly vzorky opracované sterilací hodnoty pH vyšší, oproti pasterovaným vzorkům paštik. Tolik a kol. (2015) se zabývali ve své studii drůbežími paštikami, které byly opracovány pasterací a sterilací a uvádí, že rozdílné tepelné opracování nemá vliv na výsledné hodnoty pH paštiky. Hodnoty pH se ve studii od Tolik a kol. (2015) také pohybují kolem hodnoty pH 6,5.

7.2.2 Stanovení obsahu sušiny

Na obrázku 37 lze vidět sloupkový graf závislosti obsahu sušiny na frakci a množství želatiny a také teplotě opracování paštiky. Detailnější výsledky jsou k dispozici v příloze V.



Obrázek 37 Graf závislosti obsahu sušiny na frakci a množství želatiny a teplotě opracování paštik

(zdroj: vlastní)

Na základě zjištěných hodnot lze říci, že obsah sušiny nezávisí na zvolené frakci či množství přídavku želatiny. Na obrázku 37 lze ale vidět, že obsah sušiny je vždy vyšší u vzorků paštik opracovaných sterilací. Nejnižší obsah sušiny byl naměřen u vzorku paštiky bez přídavku želatiny, který byl opracovaný pasterací při teplotě 72 °C. Naopak nejvyšší sušina vyšla u vzorku s přídavkem želatiny z druhé frakce v množství 1 % a jako tepelné opracování byla zvolena sterilace.

Jřídí a kol. (2015) se zabývali ve své studii přídavkem kuřecí a vepřové želatiny v párcích a zjistil, že se zvyšujícím se množstvím želatiny se snižoval obsah sušiny ve výrobcích, což se neshoduje s výsledky pouze u třetí frakce želatiny, kdy se při vyšším přídavku želatiny snížil obsah sušiny jak u pasterovaných, tak i sterilovaných vzorků. U první a druhé frakce želatiny se při vyšším obsahu želatiny obsah sušiny zvýšil.

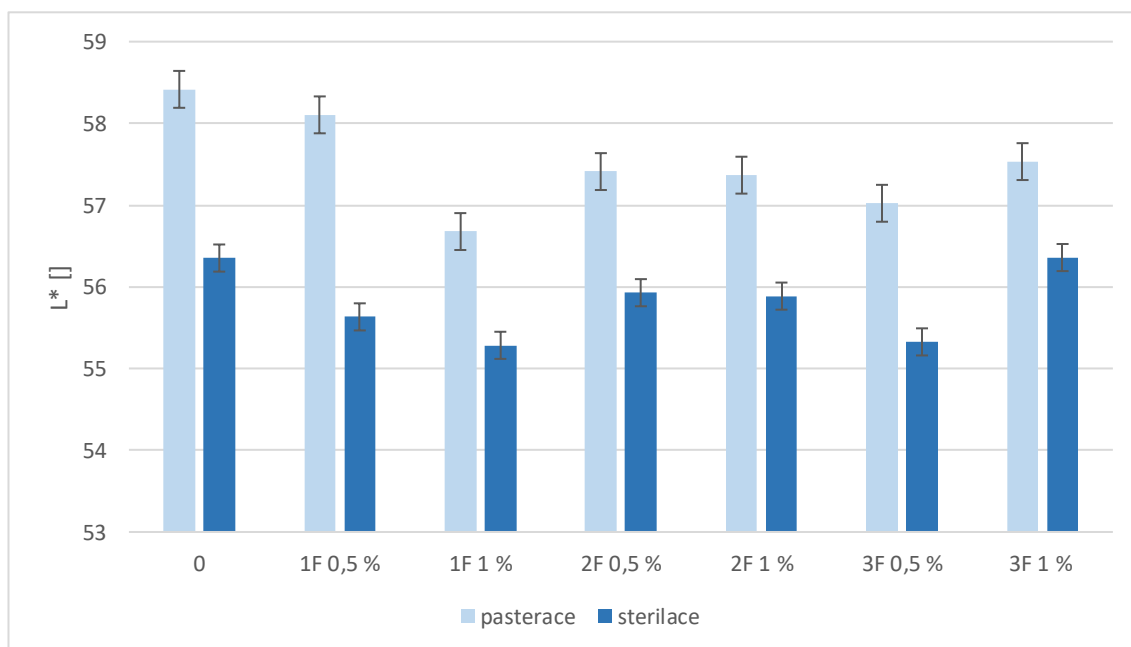
7.2.3 Hodnocení barvy

Barva je hodnocena pomocí tří parametrů – parametru L^* určující světlost barvy, parametru a^* určující červenozelenou složku a pomocí parametru b^* určující modrožlutou složku.

Barva masných výrobků závisí na několika faktorech, které se týkají jak chemických reakcí, tak i technologických postupů při zpracování masa. Jako první faktor lze zmínit obsah myoglobinu a hemoglobinu. Myoglobin je bílkovina zodpovědná za zbarvení masa. Dále barvu masných výrobků ovlivňuje přidavek dusitanové solící směsi. Ihned po přidání dusitanu do masného výrobků nastává jeho redukce na oxid dusnatý, který následně reaguje s myoglobinem za vzniku nitroxymyoglobinu, který má hnědou/šedou barvu. Při tepelném opracování dochází k přeměně nitroxymyoglobinu na růžový nitroxyhemochrom. Takto zbarvený masný výrobek je pro spotřebitele vizuálně atraktivní a často signalizuje čerstvost a kvalitu výrobku. V neposlední řadě má na barvu masných výrobků vliv také teplota a doba tepelného opracování.

Světlost L^*

Na obrázku 38 jsou graficky zobrazeny hodnoty světlosti. Je zde vyobrazena závislost světlosti L^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování. Přesnější hodnoty jsou zaznamenány v příloze V.



Obrázek 38 Grafické zobrazení závislosti světlosti L^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování

(zdroj: vlastní)

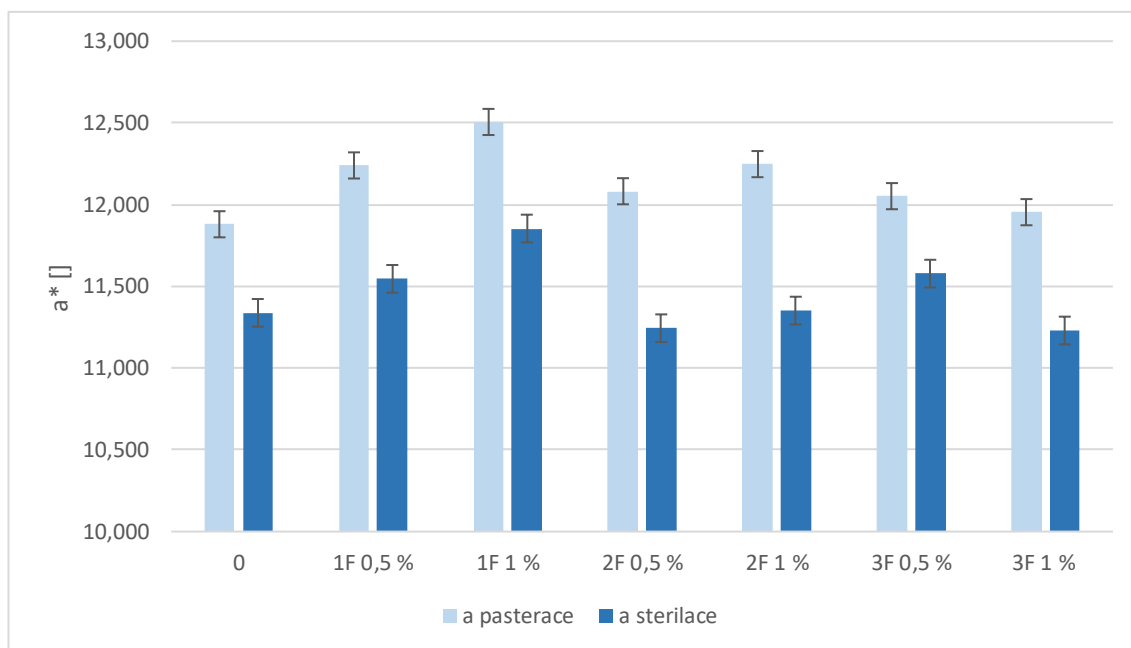
Nejnižší hodnota světlosti byla naměřena u vzorku s 1% přídavkem želatiny první frakce a paštika byla opracována pomocí sterilace při teplotě 122 °C. Naopak nejvyšší hodnota světlosti byla naměřena u vzorku paštiky opracované pasterací při teplotě 72 °C bez přídavku želatiny.

Na obrázku 38 lze vidět, že na hodnotu světlosti měla zásadní vliv teplota opracování. Vzorky paštik opracované pasterací měly všeobecně vyšší hodnoty světlosti než vzorky opracované při vyšší teplotě. Tolik a kol. (2015) ve své studii zjistili, že se hodnota světlosti snižovala s postupně zvyšující se teplotou opracování, u vzorků opracovaných při pasteračních teplotách byla hodnota světlosti vyšší. Což se shoduje s námi zjištěnými výsledky.

U vzorků paštik s přídavkem první a druhé frakce želatiny mají vzorky paštik s množstvím želatiny 0,5 % vyšší hodnoty světlosti než vzorky paštik s množstvím želatiny 1 % při stejné teplotě opracování. U paštik s přídavkem třetí frakce želatiny je to přesně naopak – paštiky s 0,5% přídavkem želatiny mají nižší hodnoty světlosti než vzorky s 1% přídavkem želatiny při stejné teplotě opracování. Ve studii od Pereira a kol. (2011) byly zjištěny vyšší hodnoty světlosti u vzorků s vyšším množstvím želatiny, což se shoduje pouze s našimi výsledky u vzorků s přídavkem třetí frakce želatiny, protože vzorky s přídavkem první a druhé frakce želatiny měly opačný trend.

Červenozelená složka a^*

Na obrázku 39 jsou graficky zobrazeny hodnoty červenozelené složky. Je zde vyobrazena závislost parametru a^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování. Přesnější hodnoty jsou zaznamenány v příloze V.



Obrázek 39 Grafické zobrazení závislosti parametru a^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování

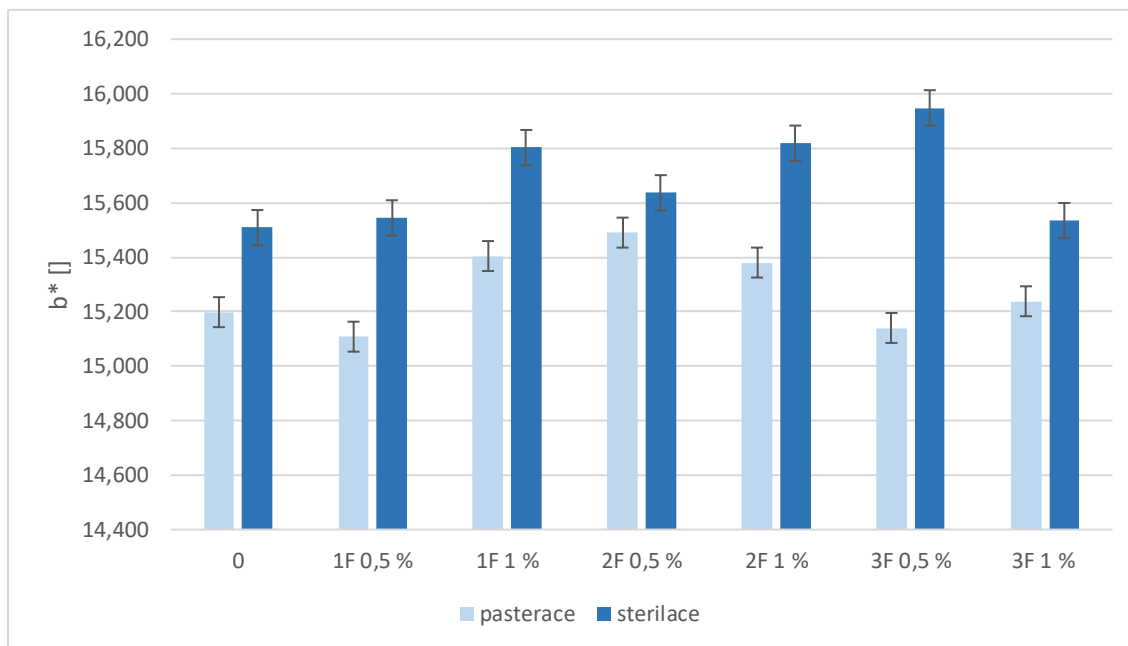
(zdroj: vlastní)

Na obrázku 39 lze vidět, že parametr a^* významně ovlivňuje teplota opracování vzorků paštik. U vzorků opracovaných při nižší teplotě jsou naměřeny hodnoty parametru a^* vyšší než u vzorků opracovaných při teplotě vyšší. Nejvyšší hodnota parametru a^* je naměřena u vzorku, kde byl použit 1% přídavek želatiny z první frakce a vzorek byl opracován při pasteračních teplotách. Naopak nejnižší hodnota je zaznamenána u vzorku paštiky s přídavkem 1 % želatiny z třetí frakce a vzorek byl opracován pomocí sterilace. Z těchto naměřených hodnot lze říct, že teplota opracování má vliv na výslednou hodnotu parametru a^* .

S rostoucím přídavkem želatiny z první a druhé frakce se zvyšovaly hodnoty parametru a^* při stejné teplotě opracování. Naopak při přídavku želatiny z třetí frakce se hodnota parametru a^* při vyšším přídavku za stejné teploty opracování snižovala. Schilling a kol. (2003) ve své studii zjistili, že se hodnota parametru a^* snižuje s rostoucím přídavkem želatiny, což se shoduje s našimi výsledky pouze u třetí frakce želatiny.

Modrožlutá složka b^*

Na obrázku 40 jsou graficky zobrazeny hodnoty modrožluté složky. Je zde vyobrazena závislost parametru b^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování. Přesnější hodnoty jsou zaznamenány v příloze V.



Obrázek 40 Grafické zobrazení závislosti parametru b^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování

(zdroj: vlastní)

Nejvyšší hodnota parametru b^* je naměřena u vzorku s 0,5% přídavkem želatiny z třetí frakce s opracováním vzorku při teplotě 122 °C. U vzorku s přídavkem želatiny 0,5 % z první frakce opracovaného při pasteračních teplotách je hodnota parametru b^* nejnižší. Na obrázku 40 můžeme vidět, že vzorky opracované při sterilačních teplotách mají vždy hodnoty parametru b^* vyšší než vzorky opracované při nižších teplotách. Tolik a kol. (2015) nezaznamenali rostoucí hodnoty parametru b^* se zvyšující se teplotou opracování, což zcela nesouhlasí s našimi výsledky.

U většiny vzorků se s rostoucím obsahem želatiny zvýšila hodnota parametru b^* opracovaných za stejné teploty. Pouze u vzorků s přídavkem druhé frakce opracovaných pasterací a u vzorků s přídavkem třetí frakce opracovaných sterilací byl trend opačný a hodnota parametru b^* klesala s rostoucím přídavkem želatiny. Miklášová (2019) ve své studii uvádí, že s rostoucím množstvím želatiny rostou také hodnoty parametru b^* , což se shoduje s našimi výsledky, kromě dvou vzorků.

7.2.4 Měření textury a reologických vlastností

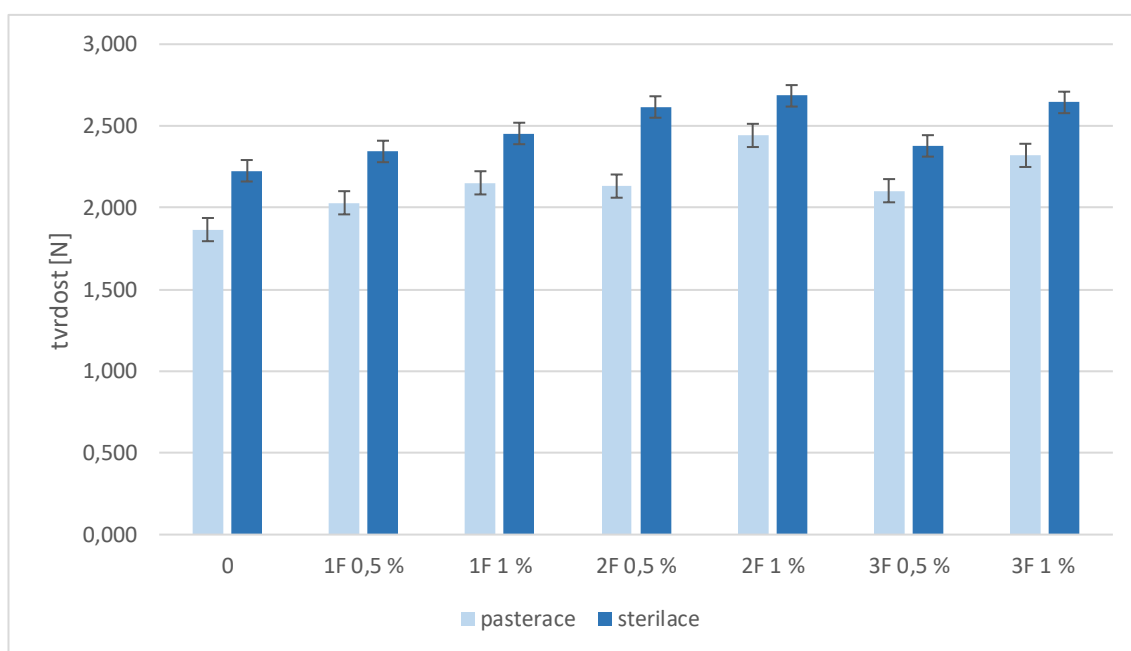
Pro analýzu textury byly provedeny dvě měření. Jako první byla paštika analyzována pomocí texturometru. Následně byla textura proměřena také pomocí reometru.

Texturní vlastnosti

Pomocí textuometru byly měřeny a vyhodnoceny následující tři parametry – tvrdost, roztíratelnost a relativní lepivost.

Tvrdost

Hodnoty závislosti tvrdosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik jsou vyobrazeny na obrázku 41. Podrobné výsledky jsou k nahlédnutí v příloze VI.



Obrázek 41 Závislost tvrdosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik

(zdroj: vlastní)

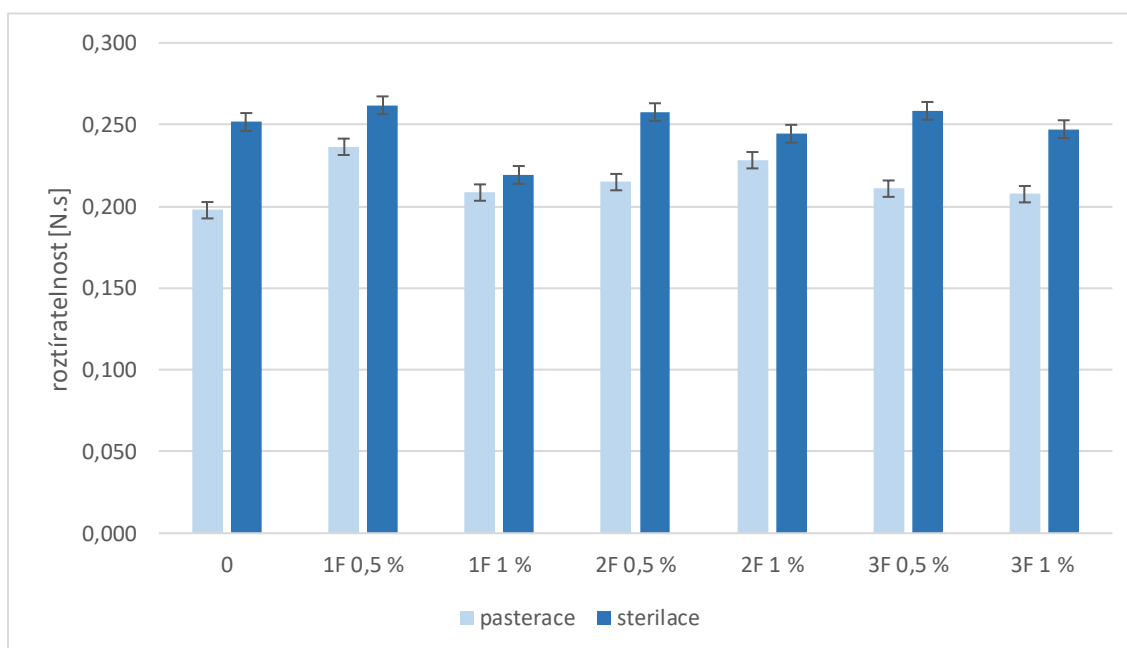
Z naměřených hodnot lze říci, že na výsledné hodnoty tvrdosti má významný vliv teplota opracování paštik. U sterilovaných vzorků jsou hodnoty tvrdosti vždy vyšší, než u vzorků opracovaných pomocí pasteračních teplot. Tyto výsledky se shodují se studií od Novotná (2022), která se zabývala vlivem přídavku kuřecí, vepřové a hovězí želatiny do kuřecích paštik, kde uvádí, že s rostoucí teplotou opracování se zvyšovala hodnota tvrdosti.

Lze konstatovat, že na hodnotu tvrdosti má také vliv druh i množství přídavku želatiny do paštiky. Vzorky s 0,5% přídavkem želatiny mají hodnoty textury nižší ve všech případech, než vzorky s přídavkem želatiny v množství 1 %. Hodnoty se shodují s hodnotami uvedenými ve studii od Jridi a kol. (2015), kteří se zabývali přídavkem sέpiové želatiny do klobásy a také uvádí rostoucí hodnoty tvrdosti se zvyšujícím se přídavkem želatiny do výrobku, což se také shoduje s našimi výsledky.

Nejnižší hodnoty tvrdosti byly naměřeny u paštik bez přídavku želatiny jak u pasterovaných, tak i sterilovaných vzorků. Naopak zcela nejvyšší hodnoty mezi pasterovanými i sterilovanými vzorky má vzorek paštiky s přídavkem želatiny z druhé frakce v množství 1 %.

Roztíratelnost

Na obrázku 42 jsou zobrazeny hodnoty závislosti roztíratelnosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik. Podrobnější výsledky jsou k dispozici v příloze VI.



Obrázek 42 Závislost roztíratelnosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik

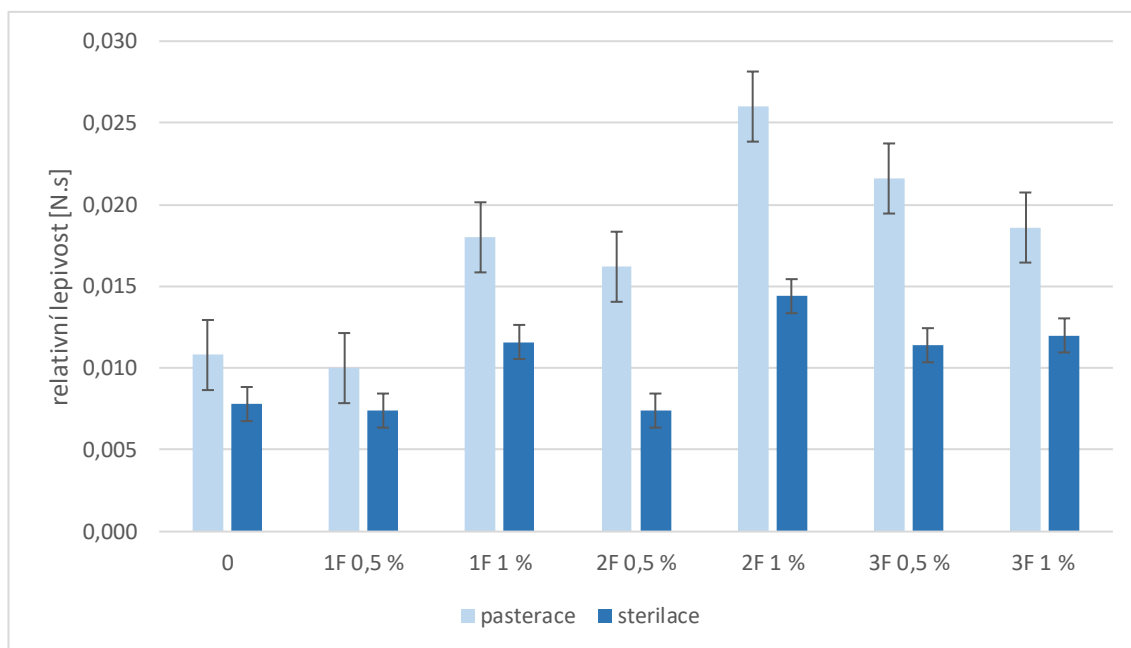
(zdroj: vlastní)

Z výše uvedeného obrázku 42 lze vyčíst, že vzorky opracované při sterilačních teplotách mají hodnoty roztíratelnosti vyšší, než vzorky opracované pasterací.

Co se týče vlivu množství a druhu přídavku želatiny do paštiky, tak u vzorků s přídavkem druhé frakce želatiny se hodnoty roztíratelnosti snížily s vyšším přídavkem želatiny při stejné teplotě opracování. Naopak u paštik s první a třetí frakcí želatiny se s vyšším přídavkem želatiny a stejné teplotě opracování, hodnoty roztíratelnosti snížily.

Relativní lepivost

Závislost relativní lepivosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik jsou vyobrazeny na obrázku 43. Podrobné hodnoty jsou uvedeny v příloze VI.



Obrázek 43 Závislost relativní tvrdosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik

(zdroj: vlastní)

Výsledné hodnoty relativní lepivosti jsou dle výše uvedeného obrázku 43 závislé na teplotě opracování. Vzorky opracované pasteračními teplotami mají hodnoty relativní lepivosti vyšší. S vyšší teplotou opracování hodnoty relativní lepivosti klesají. Tyto výsledky se shodují s prací od Novotná (2020), kde také uvádí nejnižší hodnoty relativní lepivosti u vzorků, které byly opracovány pomocí sterilačních teplot.

Zcela nejvyšší hodnotu relativní lepivosti má vzorek paštiky s přídavkem druhé frakce želatiny v množství 1 % opracovaný při pasteračních teplotách. Naopak nejnižší hodnota relativní lepivosti je naměřena u dvou vzorků zcela stejná a jedná se o vzorky s 0,5% přídavkem první a 0,5% přídavkem druhé frakce želatiny a oba dva vzorky byly opracovány při teplotách sterilačních.

Lze konstatovat, že přídavek želatiny má vliv na hodnoty relativní lepivosti. U všech vzorků s rostoucím přídavkem želatiny jsou hodnoty relativní lepivosti vyšší při stejné teplotě opracování, kromě vzorku s 0,5% přídavkem třetí frakce želatiny a pasteračním opracováním, kde se hodnota relativní lepivosti s vyšším přídavkem želatiny snížila.

Reologické vlastnosti/ dynamická oscilační reometrie

Pro stanovení viskoelastických vlastností byl použit dynamický smykový reometr Kinexus Pro+ (výrobce: NETZSCH-Gerätebau GmbH, Selb, Německo) vybavený geometrií

zoubkované desky–desky (Serrated PLS40X). Měření probíhalo při teplotě $20,0 \pm 0,1$ °C. Amplituda smykového napětí byla nastavena na 20 Pa, aby se zajistilo, že měření probíhá v oblasti lineární viskoelastivity. Frekvenční rozsah byl nastaven na 0,1-100 Hz. Každý vzorek byl nanesen na spodní desku, resp. mezi statickou a oscilující desku. Po aplikaci definovaného množství vzorku byla horní oscilující deska spuštěna a přitlačena ke spodní statické desce s nastavenou šterbinou 1 mm. Přebytkový materiál byl pečlivě odstraněn. Následovala 3minutová temperace a relaxace vzorku, po níž probíhalo měření elastického modulu (G'), ztrátového modulu (G'') a komplexního modulu pružnosti (G^*).

U každého vzorku paštiky bylo měření provedeno dvakrát po sobě. V tabulce 6 lze vidět výsledky jak pro elastický, tak ztrátový modul pružnosti při frekvenci 1 Hz

Tabulka 6 Hodnoty elastického a ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz

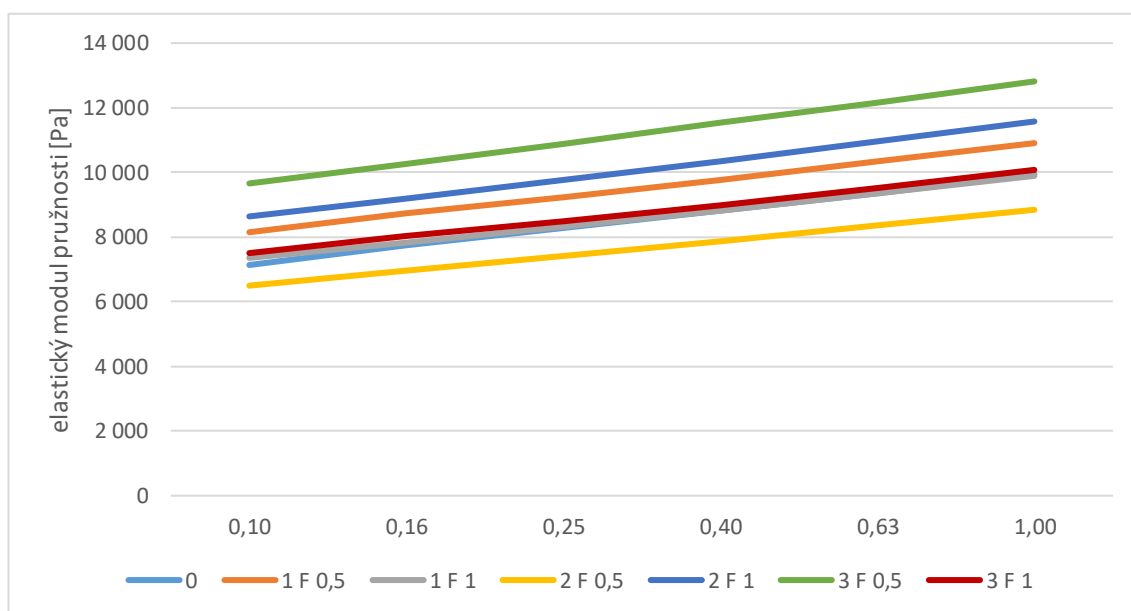
vzorek	elastický modul pružnosti G'	ztrátový modul pružnosti G''
0 P	9 945	1 998
0 S	11 665	2 584
1 P 0,5	10 905	2 023
1 S 0,5	12 315	2 703
1 P 1	9 893	1 972
1 S 1	14 320	3 106
2 P 0,5	8 844	1 756
2 S 0,5	12 730	2 714
2 P 1	11 575	2 253
2 S 1	13 145	2 840
3 P 0,5	12 815	2 285
3 S 0,5	11 460	2 529
3 P 1	10 079	1 973
3 S 1	11 380	2 449

(zdroj: vlastní)

Elastický (G') a ztrátový (G'') modul pružnosti vyjadřují elastické a viskózní vlastnosti daného materiálu. Jestliže je $G' < G''$, tak látka vykazuje charakter spíše viskózní. Naopak, zda je $G' > G''$, tak se materiál chová více elasticky. Dle výše uvedených naměřených hodnot lze tedy říci, že paštiky mají elastický charakter.

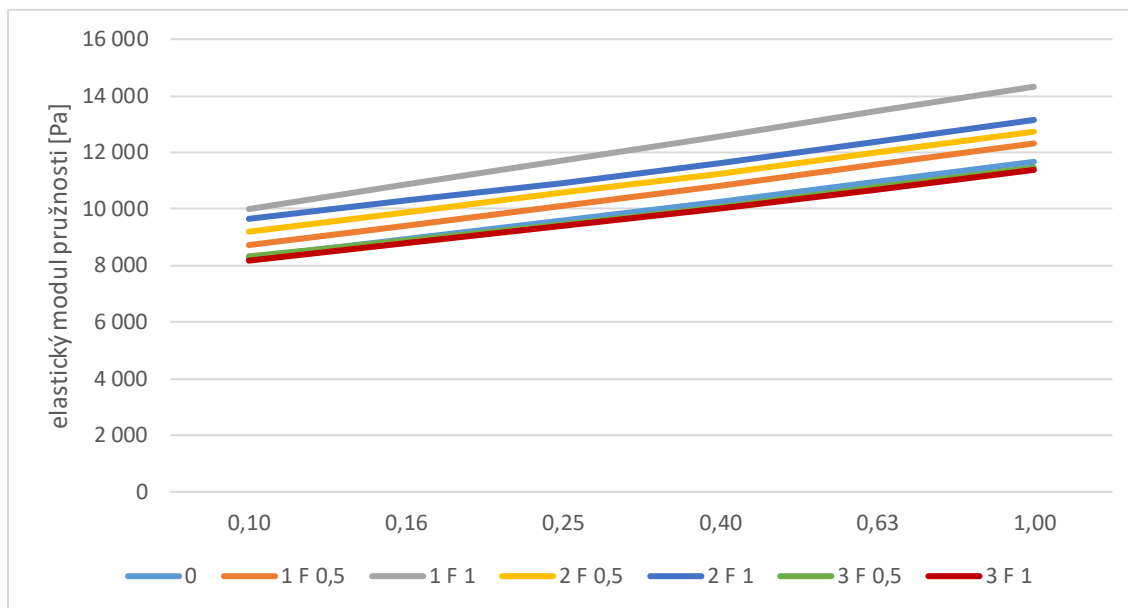
Elastický modul pružnosti

Na obrázku 44 lze vidět závislost elastického modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky a na obrázku 45 závislost elastického modulu pružnosti na frekvenci pro sterilované vzorky. Měření probíhalo při frekvenci 0,10-100 Hz, ale jednotlivé grafy jsou vyhodnoceny pouze při frekvenci 0,10-1 Hz, protože při vyšších frekvencích docházelo k deformaci vzorku. Přesnější hodnoty jsou zaznamenány v příloze VII.



Obrázek 44 Graf závislosti elastického modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky

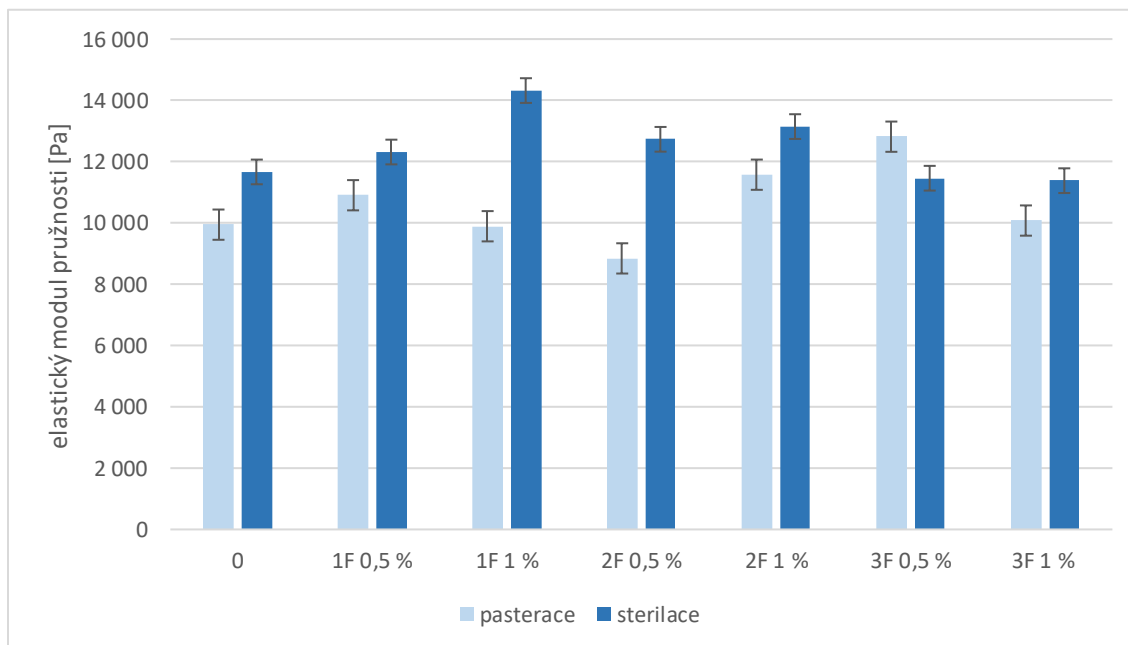
(zdroj: vlastní)



Obrázek 46 Graf závislosti elastického modulu pružnosti na frekvenci pro sterilované vzorky

(zdroj: vlastní)

Pro lepší orientaci bylo zvoleno i sloupcové vyobrazení elastického modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz, což lze vidět na obrázku 46.



Obrázek 45 Graf závislosti elastického modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na druhu a množství přídavku želatiny a teplotě opracování

(zdroj: vlastní)

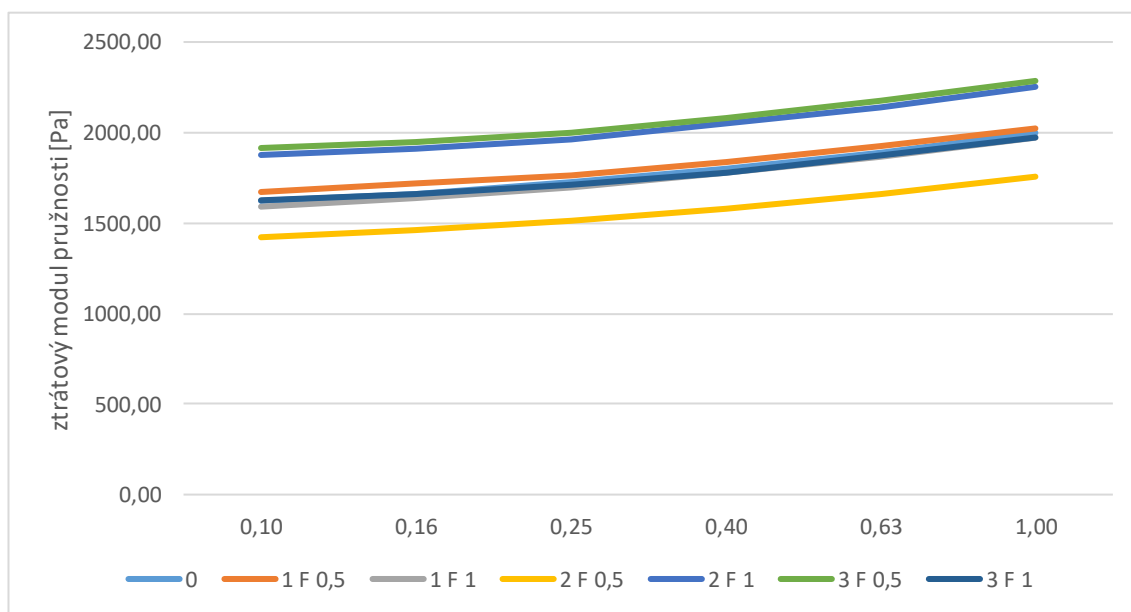
Z naměřených hodnot vyplývá, že s rostoucí frekvencí se u všech vzorků zvyšuje i jejich elastický modul pružnosti. Obrázek 45 ukazuje, že zásadní vliv na hodnotu elastického modulu pružnosti má teplota opracování vzorku. U všech vzorků opracovaných sterilací je naměřená hodnota elastického modulu pružnosti vyšší, s výjimkou vzorku, kde byla použita třetí frakce želatiny v množství 0,5 %.

Nelze ale říci, že by na hodnotu elastického modulu pružnosti měla vliv i koncentrace přidané želatiny ve vzorku paštiky. Pouze u poloviny vzorků se s vyšší koncentrací želatiny zvýšila hodnota elastického modulu pružnosti při stejné teplotě opracování.

Štefunko (2021) se ve své práci zabýval přidavkem hydrokoloidů do paštik a následně byly u nich měřeny reologické vlastnosti. Jako hydrokoloidy byly použity karagenan a furcelaran. Ve všech případech měly vzorky elastický charakter. Elastický modul pružnosti se vždy se zvyšujícím se přidavkem hydrokoloidů zvýšil.

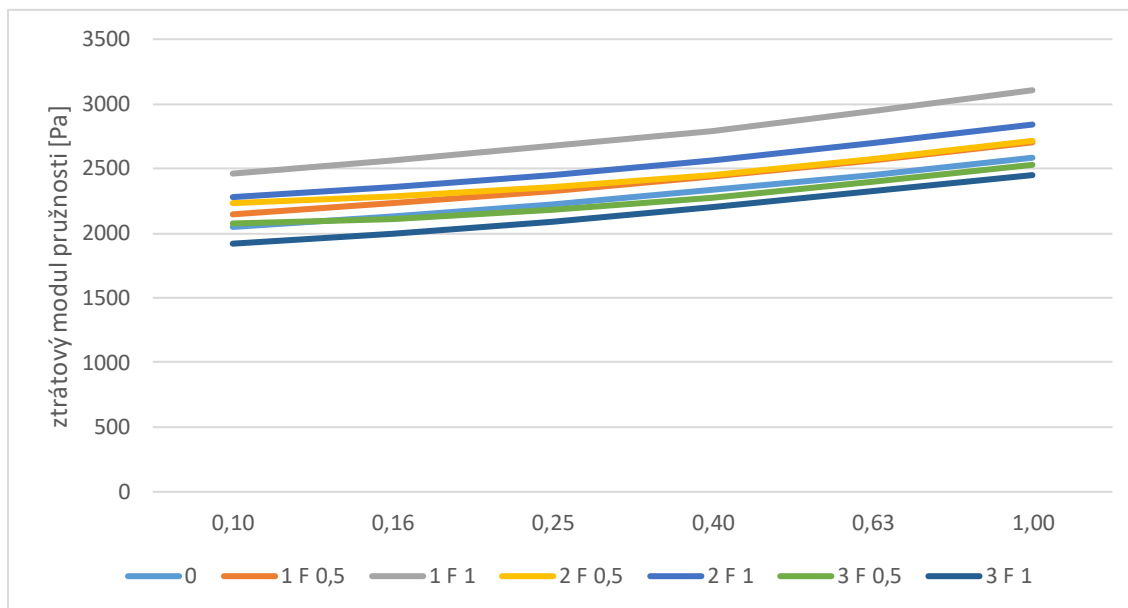
Ztrátový modul pružnosti

Na obrázku 47 je zobrazena závislost ztrátového modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky paštik. Na obrázku 48 je zobrazena závislost ztrátového modulu pružnosti na frekvenci pro vzorky sterilované. Měření probíhalo při frekvenci 0,10-100 Hz. Opět je graf vymezen pouze v rozmezí frekvence 0,1-10 Hz. Přesnější hodnoty jsou zaznamenány v příloze VII.



Obrázek 47 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky

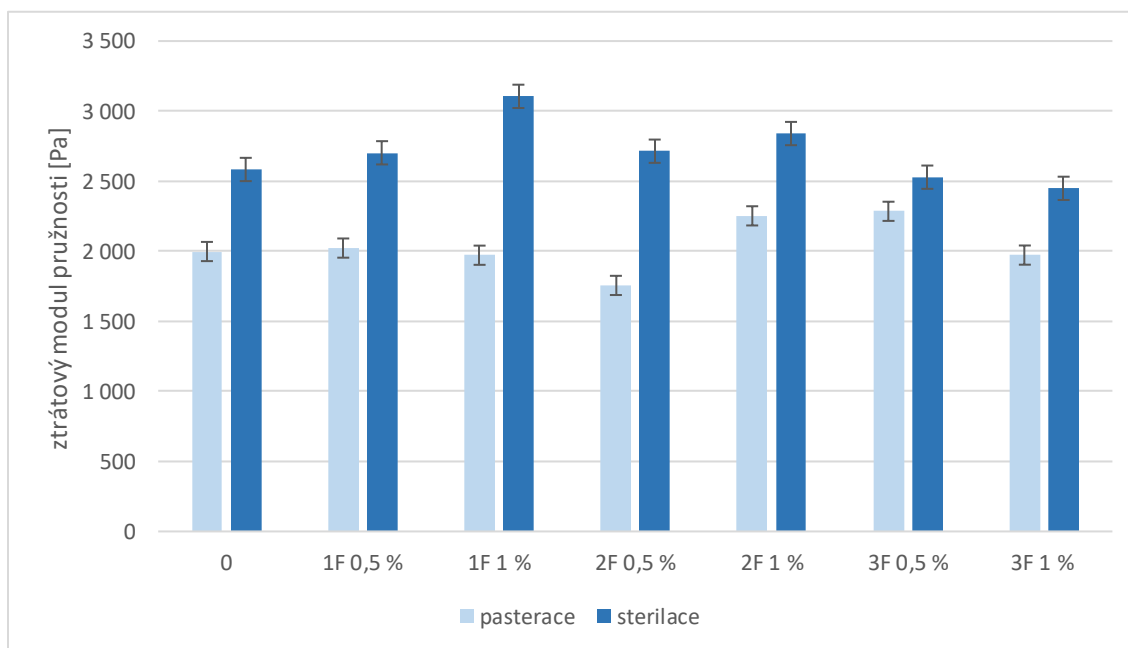
(zdroj: vlastní)



Obrázek 49 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti na frekvenci pro sterilované vzorky

(zdroj: vlastní)

Opět bylo použito k vyhodnocení i sloupcového grafu ztrátového modulu pružnosti na druhu a množství přídavku želatiny a teplotě opracování při frekvenci 1 Hz, viz obrázek 49.



Obrázek 48 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na druhu a množství přídavku želatiny a teplotě opracování

(zdroj: vlastní)

Nejnižší hodnoty ztrátového modulu pružnosti připadají ke vzorku paštiky s přidavkem druhé frakce želatiny v množství 0,5 % a opracování tohoto vzorku proběhlo při pasteračních teplotách. Naopak nejvyšší hodnotu ztrátového modulu pružnosti má vzorek s 1% přidavkem želatiny z první frakce a opracování paštiky proběhlo při teplotách sterilizačních. Nejvyšší a nejnižší hodnoty připadají na zcela stejné vzorky jak u elastického, tak i ztrátového modulu pružnosti.

Jak můžeme vidět, tak u všech vzorků se s vyšší teplotou opracování zvýšily i hodnoty ztrátového modulu pružnosti. Opět tedy lze říci, že na hodnoty ztrátového modulu pružnosti měla významný vliv teplota opracování paštiky.

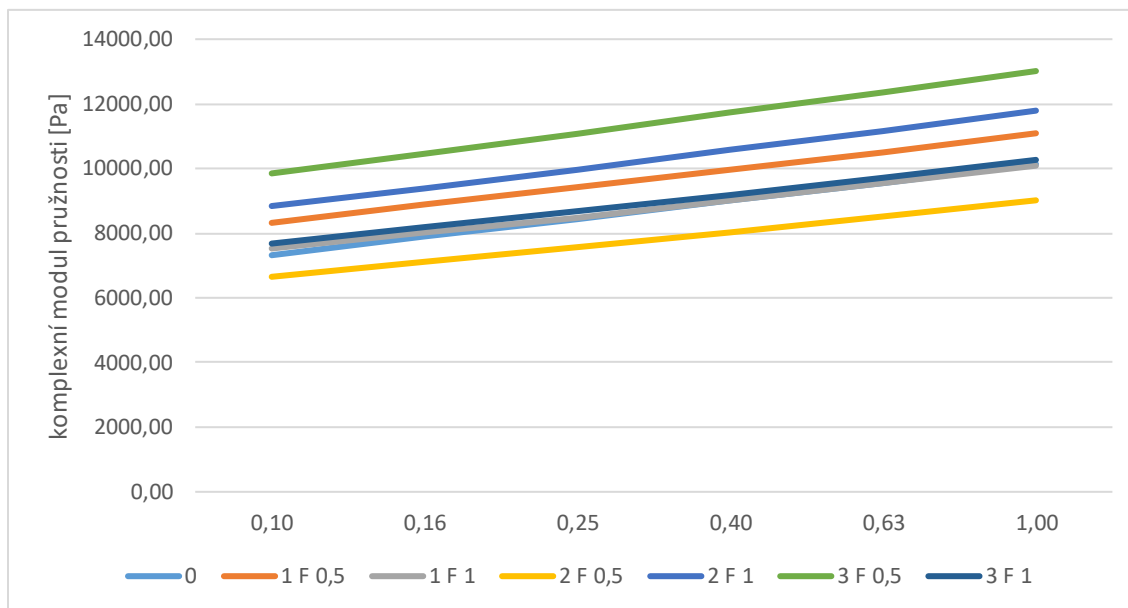
Stejně jak u elastického modulu pružnosti, tak i u ztrátového, nelze konstatovat, že má zásadní vliv na tyto hodnoty zvyšující se koncentrace želatiny v případě stejné teploty opracování. Tento trend lze sledovat u stejných tří vzorků jako u elastického modulu pružnosti.

V již zmíněné práci od Štefunko (2021) byl sledován také ztrátový modul pružnosti, který se také zvyšoval s rostoucím přidavkem hydrokoloidů ve vzorcích.

Polášek a kol. (2021) zkoumali jak ovlivní přídavek κ -karagenanu výslednou kuřecí šunku. V této studii bylo zjištěno, že se se zvyšujícím se přidavkem κ -karagenanu zvyšovaly hodnoty ztrátového modulu pružnosti.

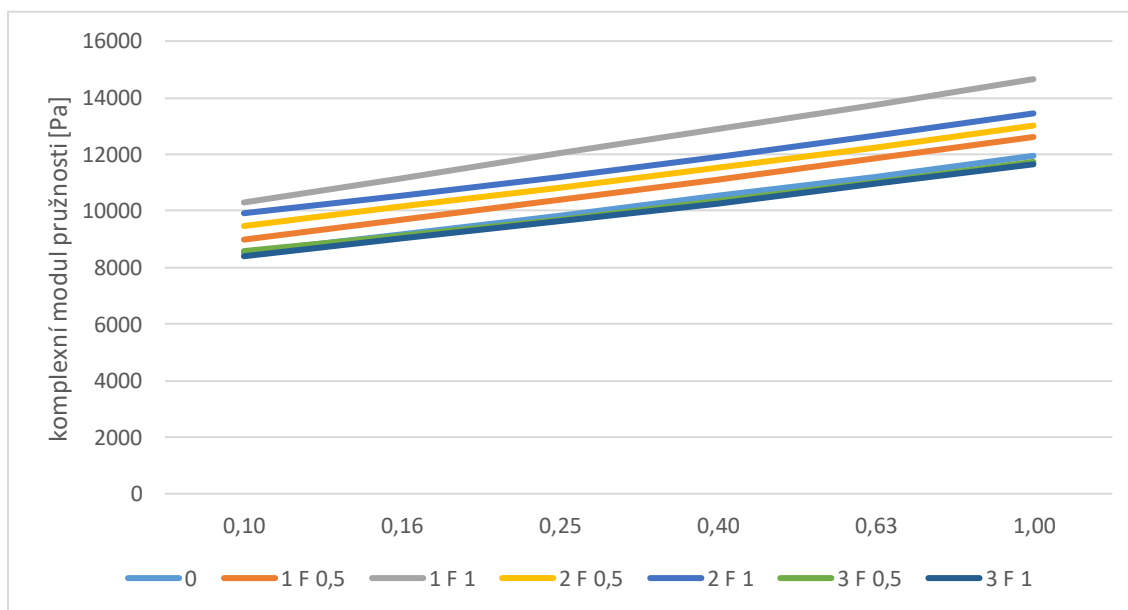
Komplexní modul pružnosti

Závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky jsou vyobrazeny na obrázku 50, pro vzorky sterilované můžeme vidět závislost komplexního modulu pružnosti na frekvenci na obrázku 51. Měření probíhalo v rozmezí frekvence 0,1-100 Hz; přičemž hodnoty v grafu jsou vyobrazeny pouze v rozmezí 0,10-10 Hz. Veškeré hodnoty jsou sepsány v příloze VII.



Obrázek 51 Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky

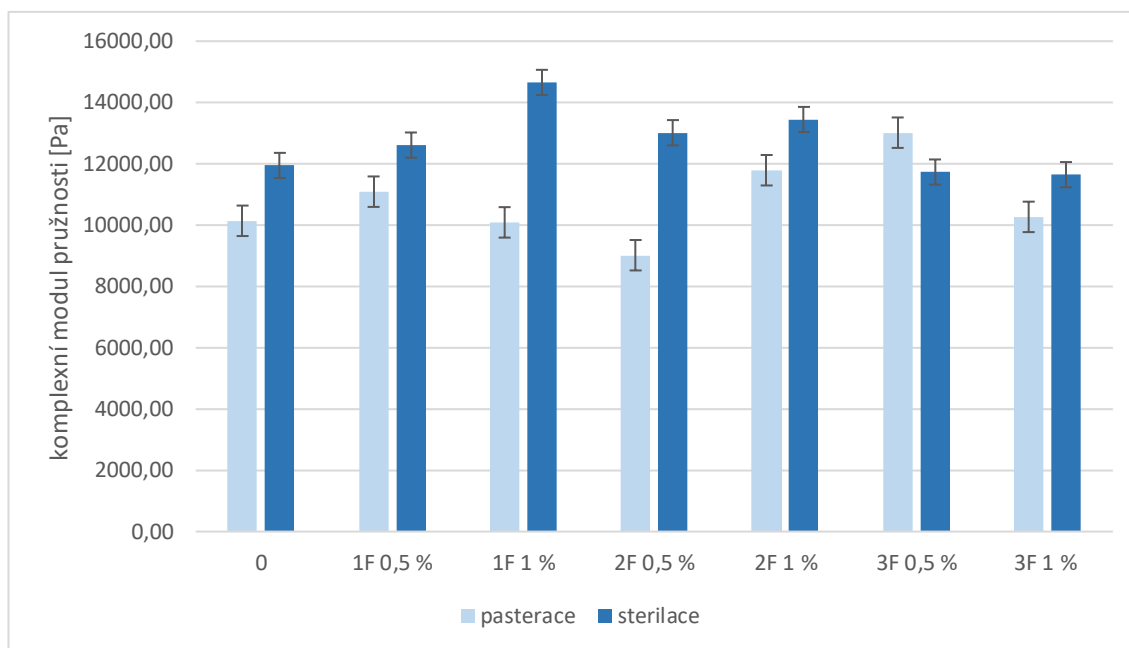
(zdroj: vlastní)



Obrázek 50 Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro sterilované vzorky

(zdroj: vlastní)

K vyhodnocení výsledků komplexního modulu pružnosti byl využit i sloupkový graf závislosti ztrátového modulu pružnosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování při frekvenci 1 Hz (viz obrázek 52).



Obrázek 52 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování

Z výše uvedeného obrázku 52 lze vyčíst, že s vyšší teplotou opracování se zvyšuje i hodnota komplexního modulu pružnosti, kromě jednoho vzorku, konkrétně u vzorku paštiky, kde byla použita třetí frakce želatiny v množství 0,5 %.

Nejnižší hodnoty komplexního modulu pružnosti byly naměřeny u vzorku paštiky s přídavkem želatiny druhé frakce v množství 0,5 %, který byl opracován při pasteračních teplotách. Naopak nejvyšší hodnoty komplexního modulu pružnosti vyšly u vzorku paštiky s 1% přídavkem želatiny z první frakce, který byl opracován sterilací.

7.2.5 Senzorické hodnocení

V rámci senzorického hodnocení bylo hodnoceno všech 14 vzorků. Nejprve byly hodnoceny vzorky pasterované, následně vzorky sterilované a na konci senzorického hodnocení byla provedena párová porovnávací zkouška mezi dvěmi stejnými vzorky, které se lišily od sebe teplotou opracování.

Hodnotitelům byly prvně předloženy vzorky pasterované a následně vzorky sterilované. Také bylo hodnotitelům k dispozici bílé pečivo a voda, jako chuťové neutralizátory. U obou skupin vzorků byla provedena stupnicová zkouška a pořadová preferenční zkouška.

Stupnicová zkouška pro vzorky opracované pasterací

U stupnicové zkoušky byl hodnocen vzhled, barva, konzistence, chuť, vůně a celkový dojem. Stupnicová zkouška byla provedena na základě pětibodové stupnice a výsledky z této zkoušky byly vyhodnoceny pomocí Kruskal-Wallisova testu s 5% spolehlivostí.

R ... počet vzorků; $R = 7$

n ... počet posouzení; $n = 70$

α ... hladina významnosti; $\alpha = 0,05$

Vzhled

Tabulka 7 Hodnocení vzhledu pro pasterované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
50G	2	7	1	0	0	10
39E	7	3	0	0	0	10
32C	5	4	1	0	0	10
87F	1	8	1	0	0	10
75V	1	9	0	0	0	10
25A	5	4	1	0	0	10
59T	4	5	1	0	0	10
n_k	25	40	5	0	0	-
N_k	25	65	70	70	70	-
n_k^3	15 625	64 000	125	0	0	-
R_k	13	45,5	68	70,5	70,5	-
T_{50G}	26	318,5	68	0	0	413
T_{39E}	91	136,5	0	0	0	228
T_{32C}	65	182	68	0	0	315
T_{87F}	13	364	68	0	0	445
T_{75V}	13	409,5	0	0	0	423
T_{25A}	65	182	68	0	0	315
T_{59T}	52	227,5	68	0	0	348

Nulová hypotéza: Vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 50G \equiv 39E \equiv 32C \equiv 87F \equiv 75V \equiv 25A \equiv 59T$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: \text{non } H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (15)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{50G}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{39E}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{32C}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{87F}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{75V}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{25A}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{59T}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{170156}{10} + \frac{51756}{10} + \frac{99225}{10} + \frac{198025}{10} + \frac{178506}{10} + \frac{99225}{10} + \frac{120756}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 8,5654$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^2 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (16)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{8,5654}{1 - \frac{(15625 - 25) + (64000 - 40) + (125 - 5)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 11,1579$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (17)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$11,1579 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl ve vzhledu.

Barva

Tabulka 8 Hodnocení barvy pro pasterované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
50G	3	7	0	0	0	10
39E	5	5	0	0	0	10
32C	5	5	0	0	0	10
87F	5	5	0	0	0	10
75V	5	5	0	0	0	10
25A	3	7	0	0	0	10
59T	5	5	0	0	0	10
n_k	31	39	0	0	0	-
N_k	31	70	70	70	70	-
n_k^3	29 791	59 319	0	0	0	-
R_k	16	51	70,5	70,5	70,5	-
T_{50G}	48	357	0	0	0	405
T_{39E}	80	255	0	0	0	335
T_{32C}	80	255	0	0	0	335
T_{87F}	80	255	0	0	0	335
T_{75V}	80	255	0	0	0	335
T_{25A}	48	357	0	0	0	405
T_{59T}	80	255	0	0	0	335

Nulová hypotéza: Vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 50G \equiv 39E \equiv 32C \equiv 87F \equiv 75V \equiv 25A \equiv 59T$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (18)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{50G}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{39E}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{32C}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{87F}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{75V}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{25A}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{59T}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{164025}{10} + \frac{112225}{10} + \frac{112225}{10} + \frac{112225}{10} + \frac{112225}{10} + \frac{164025}{10} + \frac{112225}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 1,6901$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (19)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{1,6901}{1 - \frac{(29791 - 31) + (59319 - 39)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 2,2829$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (20)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$2,2829 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v barvě.

Konzistence

Tabulka 9 Hodnocení konzistence pro pasterované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
50G	1	5	4	0	0	10
39E	1	2	7	0	0	10
32C	1	4	5	0	0	10
87F	2	4	4	0	0	10
75V	2	5	3	0	0	10
25A	1	6	3	0	0	10
59T	0	7	3	0	0	10
n_k	8	33	29	0	0	-
N_k	8	41	70	70	70	-
n_k^3	512	35 937	24 389	0	0	-
R_k	4,5	25	56	70,5	70,5	-
T_{50G}	4,5	125	224	0	0	354
T_{39E}	4,5	50	392	0	0	447
T_{32C}	4,5	100	280	0	0	385
T_{87F}	9	100	224	0	0	333
T_{75V}	9	125	168	0	0	302
T_{25A}	4,5	150	168	0	0	323
T_{59T}	0	175	168	0	0	343

Nulová hypotéza: Vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 50G \equiv 39E \equiv 32C \equiv 87F \equiv 75V \equiv 25A \equiv 59T$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (21)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{50G}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{39E}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{32C}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{87F}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{75V}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{25A}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{59T}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{124962}{10} + \frac{199362}{10} + \frac{1477840}{10} + \frac{110889}{10} + \frac{91204}{10} + \frac{104006}{10} + \frac{117649}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 3,3170$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (22)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{3,3170}{1 - \frac{(512 - 8) + (35937 - 33) + (24389 - 29)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 4,0314$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (23)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$4,0314 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v konzistenci.

Chut'

Tabulka 10 Hodnocení chuti pro pasterované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
50G	4	3	3	0	0	10
39E	2	5	3	0	0	10
32C	2	5	3	0	0	10
87F	3	4	3	0	0	10
75V	1	4	5	0	0	10
25A	1	6	3	0	0	10
59T	0	5	5	0	0	10
n_k	13	32	25	0	0	-
N_k	13	45	70	70	70	-
n_k^3	2 197	32 768	15 625	0	0	-
R_k	7	29,5	58	70,5	70,5	-
T_{50G}	28	88,5	174	0	0	291
T_{39E}	14	147,5	174	0	0	336
T_{32C}	14	147,5	174	0	0	336
T_{87F}	21	118	174	0	0	313
T_{75V}	7	118	290	0	0	415
T_{25A}	7	177	174	0	0	358
T_{59T}	0	147,5	290	0	0	438

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 50G \equiv 39E \equiv 32C \equiv 87F \equiv 75V \equiv 25A \equiv 59T$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (24)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{50G}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{39E}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{32C}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{87F}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{75V}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{25A}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{59T}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{84390}{10} + \frac{112560}{10} + \frac{112560}{10} + \frac{97969}{10} + \frac{172225}{10} + \frac{128164}{10} + \frac{191406}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 4,1288$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (25)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{4,1288}{1 - \frac{(2197 - 13) + (32768 - 32) + (15625 - 25)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 4,8421$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (26)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$4,8421 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v chuti.

Vůně

Tabulka 11 Hodnocení vůně pro pasterované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
50G	8	2	0	0	0	10
39E	5	3	2	0	0	10
32C	3	4	3	0	0	10
87F	3	5	2	0	0	10
75V	5	2	3	0	0	10
25A	5	5	0	0	0	10
59T	3	5	2	0	0	10
n_k	32	26	12	0	0	-
N_k	32	58	70	70	70	-
n_k^3	32 768	17 576	1 728	0	0	-
R_k	16,5	45,5	64,5	70,5	70,5	-
T_{50G}	132	91	0	0	0	223
T_{39E}	82,5	136,5	129	0	0	348
T_{32C}	49,5	182	193,5	0	0	425
T_{87F}	49,5	227,5	129	0	0	406
T_{75V}	82,5	91	193,5	0	0	367
T_{25A}	82,5	227,5	0	0	0	310
T_{59T}	49,5	227,5	129	0	0	406

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 50G \equiv 39E \equiv 32C \equiv 87F \equiv 75V \equiv 25A \equiv 59T$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (27)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{50G}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{39E}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{32C}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{87F}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{75V}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{25A}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{59T}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{49729}{10} + \frac{121104}{10} + \frac{180625}{10} + \frac{164836}{10} + \frac{134689}{10} + \frac{96100}{10} + \frac{164836}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 7,1817$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (28)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{7,1817}{1 - \frac{(32768 - 32) + (17576 - 26) + (1728 - 12)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 8,4653$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (29)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$8,4653 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl ve vůni.

Celkový dojem

Tabulka 12 Hodnocení celkového dojmu pro pasterované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
50G	2	7	1	0	0	10
39E	3	5	2	0	0	10
32C	2	6	2	0	0	10
87F	1	8	1	0	0	10
75V	0	6	4	0	0	10
25A	3	3	4	0	0	10
59T	2	7	1	0	0	10
n_k	13	42	15	0	0	-
N_k	13	55	70	70	70	-
n_k^3	2 197	74 088	3 375	0	0	-
R_k	7	34,5	63	70,5	70,5	-
T_{50G}	14	241,5	63	0	0	319
T_{39E}	21	172,5	126	0	0	320
T_{32C}	14	207	126	0	0	347
T_{87F}	7	276	63	0	0	346
T_{75V}	0	207	252	0	0	459
T_{25A}	21	103,5	252	0	0	377
T_{59T}	14	241,5	63	0	0	319

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 50G \equiv 39E \equiv 32C \equiv 87F \equiv 75V \equiv 25A \equiv 59T$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (30)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{50G}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{39E}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{32C}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{87F}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{75V}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{25A}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{59T}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{101442}{10} + \frac{102080}{10} + \frac{120409}{10} + \frac{119716}{10} + \frac{210681}{10} + \frac{141752}{10} + \frac{101442}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 3,7058$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (31)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{3,7058}{1 - \frac{(2197 - 13) + (74088 - 42) + (3375 - 15)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 4,8258$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (32)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$4,8258 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v celkovém dojmu.

Stupnicová zkouška pro vzorky opracované sterilací

U stupnicové zkoušky byl hodnocen vzhled, barva, konzistence, chuť, vůně a celkový dojem. Stupnicová zkouška byla provedena na základě pětibodové stupnice a výsledky z této zkoušky byly vyhodnoceny pomocí Kruskal-Wallisova testu s 5% spolehlivostí.

R ... počet vzorků; $R = 7$

n ... počet posouzení; $n = 70$

α ... hladina významnosti; $\alpha = 0,05$

Vzhled

Tabulka 13 Hodnocení vzhledu pro sterilované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
71P	3	7	0	0	0	10
83N	2	7	1	0	0	10
90M	3	7	0	0	0	10
41S	1	6	3	0	0	10
18D	2	6	2	0	0	10
62K	0	7	3	0	0	10
46H	4	5	1	0	0	10
n_k	15	45	10	0	0	-
N_k	15	60	70	70	70	-
n_k^3	3 375	91 125	1 000	0	0	-
R_k	8	38	65,5	70,5	70,5	-
T_{71P}	24	266	0	0	0	290
T_{83N}	16	266	65,5	0	0	347,5
T_{90M}	24	266	0	0	0	290
T_{41S}	8	228	196,5	0	0	432,5
T_{18D}	16	228	131	0	0	375
T_{62K}	0	266	196,5	0	0	462,5
T_{46H}	32	190	65,5	0	0	287,5

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 71P \equiv 83N \equiv 90M \equiv 41S \equiv 18D \equiv 62K \equiv 46H$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (33)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{71P}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{83N}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{90M}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{41S}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{18D}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{62K}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{46H}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{84100}{10} + \frac{120756}{10} + \frac{84100}{10} + \frac{187056}{10} + \frac{140625}{10} + \frac{213906}{10} + \frac{82656}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 7,4909$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^2 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (34)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{7,4909}{1 - \frac{(3375 - 15) + (91125 - 45) + (1000 - 10)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 10,3793$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (35)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$10,3793 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl ve vzhledu.

Barva

Tabulka 14 Hodnocení barvy pro sterilované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
71P	6	4	0	0	0	10
83N	6	4	0	0	0	10
90M	6	3	1	0	0	10
41S	3	3	2	2	0	10
18D	5	4	0	1	0	10
62K	1	7	2	0	0	10
46H	7	2	1	0	0	10
n_k	34	27	6	3	0	-
N_k	34	61	67	70	70	-
n_k^3	39 304	19 683	216	27	0	-
R_k	17,5	48	64,5	69	70,5	-
T_{71P}	105	192	0	0	0	297
T_{83N}	105	192	0	0	0	297
T_{90M}	105	144	64,5	0	0	313,5
T_{41S}	52,5	144	129	138	0	463,5
T_{18D}	87,5	192	0	69	0	348,5
T_{62K}	17,5	336	129	0	0	482,5
T_{46H}	122,5	96	64,5	0	0	283

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 71P \equiv 83N \equiv 90M \equiv 41S \equiv 18D \equiv 62K \equiv 46H$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (36)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{71P}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{83N}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{90M}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{41S}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{18D}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{62K}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{46H}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{88209}{10} + \frac{88209}{10} + \frac{98282}{10} + \frac{214832}{10} + \frac{121452}{10} + \frac{232806}{10} + \frac{80089}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 10,0696$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (37)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{10,0696}{1 - \frac{(39304 - 34) + (19683 - 27) + (216 - 6) + (27 - 3)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 12,1689$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (38)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$12,1689 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v barvě.

Konzistence

Tabulka 15 Hodnocení konzistence pro sterilované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
71P	4	5	1	0	0	10
83N	2	7	1	0	0	10
90M	2	7	1	0	0	10
41S	5	4	1	0	0	10
18D	3	7	0	0	0	10
62K	2	7	1	0	0	10
46H	2	7	1	0	0	10
n_k	20	44	6	0	0	-
N_k	20	64	70	70	70	-
n_k^3	8 000	85 184	216	0	0	-
R_k	10,5	42,5	67,5	70,5	70,5	-
T_{71P}	42	212,5	67,5	0	0	322
T_{83N}	21	297,5	67,5	0	0	386
T_{90M}	21	297,5	67,5	0	0	386
T_{41S}	52,5	170	67,5	0	0	290
T_{18D}	31,5	297,5	0	0	0	329
T_{62K}	21	297,5	67,5	0	0	386
T_{46H}	21	297,5	67,5	0	0	386

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 71P \equiv 83N \equiv 90M \equiv 41S \equiv 18D \equiv 62K \equiv 46H$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (39)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{71P}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{83N}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{90M}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{41S}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{18D}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{62K}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{46H}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{103684}{10} + \frac{143996}{10} + \frac{148996}{10} + \frac{84100}{10} + \frac{108241}{10} + \frac{148996}{10} + \frac{148996}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 2,3744$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (40)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{2,3744}{1 - \frac{(8000 - 20) + (85184 - 44) + (216 - 6)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 3,2622$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (41)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$3,2622 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v konzistenci.

Chut'

Tabulka 16 Hodnocení chuti pro sterilované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
71P	0	2	5	3	0	10
83N	0	6	4	0	0	10
90M	1	3	5	1	0	10
41S	1	3	2	2	2	10
18D	0	6	2	2	0	10
62K	1	4	3	1	1	10
46H	0	6	3	1	0	10
n_k	3	30	24	10	3	-
N_k	3	33	57	67	70	-
n_k^3	27	27 000	13 824	1 000	27	-
R_k	2	18,5	45,5	62,5	69	-
T_{71P}	0	37	227,5	187,5	0	452
T_{83N}	0	111	182	0	0	293
T_{90M}	2	55,5	227,5	62,5	0	347,5
T_{41S}	2	55,5	91	125	138	411,5
T_{18D}	0	111	91	125	0	327
T_{62K}	2	74	136,5	62,5	69	344
T_{46H}	0	111	136,5	62,5	0	310

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 71P \equiv 83N \equiv 90M \equiv 41S \equiv 18D \equiv 62K \equiv 46H$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (42)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{71P}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{83N}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{90M}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{41S}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{18D}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{62K}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{46H}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{204304}{10} + \frac{85849}{10} + \frac{120756}{10} + \frac{169332}{10} + \frac{106929}{10} + \frac{118336}{10} + \frac{96100}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 4,6917$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (43)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{4,6917}{1 - \frac{(27-3) + (27000-30) + (13824-24) + (1000-10) + (27-3)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 5,3431$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (44)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$5,3431 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v chuti.

Vůně

Tabulka 17 Hodnocení vůně pro sterilované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
71P	3	3	2	2	0	10
83N	3	2	3	2	0	10
90M	3	3	2	2	0	10
41S	3	3	2	2	0	10
18D	3	2	3	2	0	10
62K	3	3	2	2	0	10
46H	3	3	3	1	0	10
n_k	21	19	17	13	0	-
N_k	21	40	57	70	70	-
n_k^3	9 261	6 859	4 913	2 197	0	-
R_k	11	31	49	64	70,5	-
T_{71P}	33	93	98	128	0	352
T_{83N}	33	62	147	128	0	370
T_{90M}	33	93	98	128	0	352
T_{41S}	33	93	98	128	0	352
T_{18D}	33	62	147	128	0	370
T_{62K}	33	93	98	128	0	352
T_{46H}	33	93	147	64	0	337

Nulová hypotéza: vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 71P \equiv 83N \equiv 90M \equiv 41S \equiv 18D \equiv 62K \equiv 46H$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (45)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{71P}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{83N}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{90M}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{41S}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{18D}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{62K}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{46H}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{123904}{10} + \frac{136900}{10} + \frac{123904}{10} + \frac{123904}{10} + \frac{136900}{10} + \frac{123904}{10} + \frac{113569}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 0,1956$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (46)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{0,1956}{1 - \frac{(9261 - 21) + (6859 - 19) + (4913 - 17) + (2197 - 13)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 0,2097$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (47)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$0,2097 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl ve vůni.

Celkový dojem

Tabulka 18 Hodnocení celkového dojmu pro sterilované vzorky

	jednotlivé kategorie stupnice					
vzorek	1	2	3	4	5	Σ
71P	1	4	3	2	0	10
83N	1	4	4	1	0	10
90M	1	4	3	2	0	10
41S	0	2	4	4	0	10
18D	0	5	3	2	0	10
62K	1	1	5	3	0	10
46H	0	6	1	3	0	10
n_k	4	26	23	17	0	-
N_k	4	30	53	70	70	-
n_k^3	64	17 576	12 167	4 913	0	-
R_k	2,5	17,5	42	62	70,5	-
T_{71P}	2,5	70	126	124	0	323
T_{83N}	2,5	70	168	62	0	303
T_{90M}	2,5	70	126	124	0	323
T_{41S}	0	35	168	248	0	451
T_{18D}	0	87,5	126	124	0	338
T_{62K}	2,5	17,5	210	186	0	416
T_{46H}	0	105	42	186	0	333

Nulová hypotéza: Vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 71P \equiv 83N \equiv 90M \equiv 41S \equiv 18D \equiv 62K \equiv 46H$$

Alternativní hypotéza: Mezi vzorky je alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \sum_{r=1}^R \frac{T_r^2}{n_r} - 3(n+1) \quad (48)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n(n+1)} \times \left(\frac{\sum T_A^2}{n_{71P}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{83N}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{90M}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{41S}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{18D}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{62K}} + \frac{\sum T_A^2}{n_{46H}} \right) - 3(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{70(70+1)} \times \left(\frac{104006}{10} + \frac{91506}{10} + \frac{104006}{10} + \frac{203401}{10} + \frac{113906}{10} + \frac{173056}{10} + \frac{110889}{10} \right) - 3(70+1)$$

$$Q_{kw} = 4,4899$$

Korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (49)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{4,4899}{1 - \frac{(64 - 4) + (17576 - 26) + (12167 - 23) + (4913 - 17)}{70^3 - 70}}$$

$$Q_{kw}^* = 4,9946$$

Kritický obor:

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-\alpha}^2(R-1) \quad (50)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{1-0,05}^2(7-1)$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}^2(6)$$

$$4,9946 \geq 12,5916$$

Hodnota korigovaného testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotéza se proto přijímá. Na hladině významnosti 5 % lze prokázat, že mezi vzorky neexistuje žádný rozdíl v celkovém dojmu.

Pořadová preferenční zkouška

Senzoričtí posuzovatelé sezařidli zvlášť pasterované a sterilované vzorky dle jejich preferencí od toho vzorku, který byl pro ně nejlepší až po ten vzorek nejhorší. Hodnotitelé brali v potaz celkový dojem vzorku, tedy i vyváženost chuti, vůně či konzistence.

R ... počet vzorků; $R = 7$

n ... počet posuzovatelů; $n = 10$

α ... hladina významnosti; $\alpha = 0,05$

Pasterované vzorky

	50G	39E	32C	87F	75V	25A	59T	Σ
1	5	1	4	7	6	2	3	-
2	7	3	2	4	5	1	6	-
3	2	5	1	4	7	3	6	-
4	2	1	6	7	5	3	4	-
5	7	5	2	3	4	6	1	-
6	4	1	2	5	7	3	6	-
7	1	3	5	2	6	4	7	-
8	1	6	3	4	7	2	5	-
9	2	3	4	7	5	1	6	-
10	4	2	3	7	6	1	5	-
T_i	35	30	32	50	58	26	49	-
T_i^2	1 225	900	1 024	2 500	3 364	676	2 401	12 090

Nulová hypotéza: Vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 50G \equiv 39E \equiv 32C \equiv 87F \equiv 75V \equiv 25A \equiv 59T$$

Alternativní hypotéza: Existuje alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného, nebo od jiných.

$$A: non H$$

Testové kritérium:

$$FR = \frac{12}{n \times R \times (R+1)} \times \sum T_i^2 - 3 \times n \times (R+1) \quad (51)$$

$$FR = \frac{12}{10 \times 7 \times (7+1)} \times 12090 - 3 \times 10 \times (7+1)$$

$$FR = 49,0714$$

Kritický obor:

$$FR \geq Q_{1-\alpha}(R; n) \quad (52)$$

$$FR \geq Q_{1-0,05}(7; 10)$$

$$FR \geq Q_{0,95}(7; 10)$$

$$49,0714 \geq 12,23$$

Nerovnice platí. Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru. Hypotézu zamítáme a přijímáme tak alternativní hypotézu. S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat, že existuje alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

Nulová hypotéza: Dva porovnávané vzorky jsou si navzájem podobné.

$$H: I = J$$

Alternativní hypotéza: Mezi dvěma porovnávanými vzorky existuje rozdíl.

$$A: I \neq J$$

$$|T_I - T_J| \geq q_{1-\alpha}(R; n) \quad (53)$$

$$|T_I - T_J| \geq q_{1-0,05}(7; 10)$$

$$|T_I - T_J| \geq q_{0,95}(7; 10)$$

$$|T_I - T_J| \geq 28,5$$

	50G	39E	32C	87F	75V	25A
39E	5	-	-	-	-	-
32C	3	2	-	-	-	-
87F	15	20	18	-	-	-
75V	23	28	26	8	-	-
25A	9	4	6	24	32	-
59T	14	19	17	1	9	23

Bylo zjištěno, že navzájem se od sebe liší vzorky 25A a 75V. 75V je označení pro vzorek, kde bylo použito při výrobě 1 % druhé frakce želatiny a u vzorku 25A bylo použito 0,5 % třetí frakce želatiny.

Sterilované vzorky

	71P	83N	90M	41S	18D	62K	46H	Σ
1	4	6	3	7	1	5	2	-
2	1	2	4	5	6	7	3	-
3	1	3	2	4	6	5	7	-
4	5	4	1	7	3	2	6	-
5	3	6	5	7	4	2	1	-
6	6	1	2	7	5	4	3	-
7	6	1	2	7	3	5	4	-
8	4	3	1	7	5	6	2	-
9	4	3	1	6	5	7	2	-
10	6	5	1	7	3	4	2	-
T_i	40	34	22	64	41	47	32	-
T_i^2	1 600	1 156	484	4 096	1 681	2 209	1 024	12 250

Nulová hypotéza: Vzorky jsou si navzájem podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 71P \equiv 83N \equiv 90M \equiv 41S \equiv 18D \equiv 62K \equiv 46H$$

Alternativní hypotéza: Existuje alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného, nebo od jiných.

$$A: \text{non } H$$

Testové kritérium:

$$FR = \frac{12}{n \times R \times (R+1)} \times \sum T_i^2 - 3 \times n \times (R+1) \quad (54)$$

$$FR = \frac{12}{10 \times 7 \times (7+1)} \times 12090 - 3 \times 10 \times (7+1)$$

$$FR = 52,5000$$

Kritický obor:

$$FR \geq Q_{1-\alpha}(R; n) \quad (55)$$

$$FR \geq Q_{1-0,05}(7; 10)$$

$$FR \geq Q_{0,95}(7; 10)$$

$$52,5000 \geq 12,23$$

Nerovnice platí. Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru. Hypotézu zamítáme a přijímáme tak alternativní hypotézu. S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat, že existuje alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo od jiných.

Nulová hypotéza: Dva porovnávané vzorky jsou si navzájem podobné.

$$H: I = J$$

Alternativní hypotéza: Mezi dvěma porovnávanými vzorky existuje rozdíl.

$$A: I \neq J$$

$$|T_I - T_J| \geq q_{1-\alpha}(R; n) \quad (56)$$

$$|T_I - T_J| \geq q_{1-0,05}(7; 10)$$

$$|T_I - T_J| \geq q_{0,95}(7; 10)$$

$$|T_I - T_J| \geq 28,5$$

	71P	83N	90M	41S	18D	62K
83N	6	-	-	-	-	-
90M	18	12	-	-	-	-
41S	24	30	42	-	-	-
18D	1	7	19	23	-	-
62K	7	13	25	17	6	-
46H	8	2	10	32	9	15

Bylo zjištěno, že se od sebe liší tři dvojice vzorků, konkrétně vzorky 41S a 83N, 41S a 90M, 41S a 46H. 41S je označení pro vzorek, kde bylo použito 0,5 % druhé frakce želatiny, u vzorku 83N bylo použito 0,5 % první frakce želatiny a do vzoru 90M bylo přidáno 1 % první frakce želatiny.

Párová porovnávací zkouška

Senzoriční hodnotitelé posuzovali vždy dva vzorky mezi sebou. Byly porovnávány vždy dva vzorky s přidavkem stejné frakce želatiny ve stejném množství; parametr kterým se vzorky mezi sebou lišily, byla teplota opracování.

Párovou porovnávací zkouškou bylo hodnoceno, který ze dvou vzorků je preferovanější pro hodnotitele. Úkolem hodnotitelů bylo označit vzorek, který více preferují. Výsledky byly vyhodnocovány pomocí jednostranného testu.

50G × 71P – vzorky bez přidavku želatiny

8 hodnotitelů označilo jako preferovanější vzorek 50G a 2 hodnotitelé označili vzorek 71P. Na 5% hladině významnosti bylo otestováno, který ze vzorků paštik je hodnotiteli preferovanější.

$$n = 10$$

$$n_A = 8$$

$$n_B = 2$$

$$\alpha = 0,05$$

Nulová hypotéza: Mezi vzorky neexistuje rozdíl.

$$H: A \equiv B$$

$$\pi = 50 \% \sim 1/2$$

Alternativní hypotéza: Vzorek 50G je více preferovaný než vzorek 71P.

$$A: A > B$$

$$\pi > 1/2$$

Testové kritérium

$$F = \frac{n_A}{n - n_A + 1} \quad (57)$$

$$F = \frac{8}{10 - 8 + 1} = 2,667$$

Kritický obor

$$v_1 = 2 \times (n - n_A + 1) \quad (58)$$

$$v_1 = 2 \times (10 - 8 + 1) = 6$$

$$v_2 = 2 \times n_A \quad (59)$$

$$v_2 = 2 \times 8 = 16$$

$$F \geq F_{1-\alpha}(v_1; v_2) \quad (60)$$

$$2,667 \geq F_{1-0,05}(6; 16)$$

$$2,667 \geq F_{0,95}(6; 16)$$

$$2,667 \geq 2,741$$

Nerovnice neplatí. Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Platí tedy nulová hypotéza, s 95% spolehlivostí se nepodařilo prokázat, že vzorek 50G je preferovanější než vzorek 71P.

39E × 83N – vzorky s 0,5% přídavkem první frakce želatiny

8 hodnotitelů označilo jako preferovanější vzorek 39E a 2 hodnotitelé označili vzorek 83N. Na 5% hladině významnosti bylo otestováno, který ze vzorků paštik je hodnotiteli preferovanější.

$$n = 10$$

$$n_A = 8$$

$$n_B = 2$$

$$\alpha = 0,05$$

Nulová hypotéza: Mezi vzorky neexistuje rozdíl.

$$H: A \equiv B$$

$$\pi = 50 \% \sim 1/2$$

Alternativní hypotéza: Vzorek 39E je více preferovaný než vzorek 83N.

$$A: A > B$$

$$\pi > 1/2$$

Testové kritérium

$$F = \frac{n_A}{n - n_A + 1} \quad (61)$$

$$F = \frac{8}{10 - 8 + 1} = 2,667$$

Kritický obor

$$v_1 = 2 \times (n - n_A + 1) \quad (62)$$

$$v_1 = 2 \times (10 - 8 + 1) = 6$$

$$v_2 = 2 \times n_A \quad (63)$$

$$v_2 = 2 \times 8 = 16$$

$$F \geq F_{1-\alpha}(v_1; v_2) \quad (64)$$

$$2,667 \geq F_{1-0,05}(6; 16)$$

$$2,667 \geq F_{0,95}(6; 16)$$

$$2,667 \geq 2,741$$

Nerovnice neplatí. Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Platí tedy nulová hypotéza, s 95% spolehlivostí se nepodařilo prokázat, že vzorek 39E je preferovanější než vzorek 83N.

32C × 90M – vzorky s 1% přídavkem první frakce želatiny

8 hodnotitelů označilo jako preferovanější vzorek 32C a 2 hodnotitelé označili vzorek 90M. Na 5% hladině významnosti bylo otestováno, který ze vzorků paštik je hodnotiteli preferovanější.

$$n = 10$$

$$n_A = 8$$

$$n_B = 2$$

$$\alpha = 0,05$$

Nulová hypotéza: Mezi vzorky neexistuje rozdíl.

$$H: A \equiv B$$

$$\pi = 50 \% \sim 1/2$$

Alternativní hypotéza: Vzorek 32C je více preferovaný než vzorek 90M.

$$A: A > B$$

$$\pi > 1/2$$

Testové kritérium

$$F = \frac{n_A}{n - n_A + 1} \quad (65)$$

$$F = \frac{8}{10 - 8 + 1} = 2,667$$

Kritický obor:

$$v_1 = 2 \times (n - n_A + 1) \quad (66)$$

$$v_1 = 2 \times (10 - 8 + 1) = 6$$

$$v_2 = 2 \times n_A \quad (67)$$

$$v_2 = 2 \times 8 = 16$$

$$F \geq F_{1-\alpha}(v_1; v_2) \quad (68)$$

$$2,667 \geq F_{1-0,05}(6; 16)$$

$$2,667 \geq F_{0,95}(6; 16)$$

$$2,667 \geq 2,741$$

Nerovnice neplatí. Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Platí tedy nulová hypotéza, s 95% spolehlivostí se nepodařilo prokázat, že vzorek 32C je preferovanější než vzorek 90M.

87F × 41S – vzorky s 0,5% přidavkem druhé frakce želatiny

8 hodnotitelů označilo jako preferovanější vzorek 87F a 2 hodnotitelé označili vzorek 41S. Na 5% hladině významnosti bylo otestováno, který ze vzorků paštik je hodnotiteli preferovanější.

$$n = 10$$

$$n_A = 8$$

$$n_B = 2$$

$$\alpha = 0,05$$

Nulová hypotéza: Mezi vzorky neexistuje rozdíl.

$$H: A \equiv B$$

$$\pi = 50 \% \sim 1/2$$

Alternativní hypotéza: Vzorek 87F je více preferovaný než vzorek 41S.

$$A: A > B$$

$$\pi > 1/2$$

Testové kritérium

$$F = \frac{n_A}{n - n_A + 1} \quad (69)$$

$$F = \frac{8}{10 - 8 + 1} = 2,667$$

Kritický obor

$$v_1 = 2 \times (n - n_A + 1) \quad (70)$$

$$v_1 = 2 \times (10 - 8 + 1) = 6$$

$$v_2 = 2 \times n_A \quad (71)$$

$$v_2 = 2 \times 8 = 16$$

$$F \geq F_{1-\alpha}(v_1; v_2) \quad (72)$$

$$2,667 \geq F_{1-0,05}(6; 16)$$

$$2,667 \geq F_{0,95}(6; 16)$$

$$2,667 \geq 2,741$$

Nerovnice neplatí. Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Platí tedy nulová hypotéza, s 95% spolehlivostí se nepodařilo prokázat, že vzorek 87F je preferovanější než vzorek 41S.

75V × 18D – vzorky s 1% přídavkem druhé frakce želatiny

8 hodnotitelů označilo jako preferovanější vzorek 75V a 2 hodnotitelé označili vzorek 18D. Na 5% hladině významnosti bylo otestováno, který ze vzorků paštik je hodnotiteli preferovanější.

$$n = 10$$

$$n_A = 8$$

$$n_B = 2$$

$$\alpha = 0,05$$

Nulová hypotéza: Mezi vzorky neexistuje rozdíl.

$$H: A \equiv B$$

$$\pi = 50 \% \sim 1/2$$

Alternativní hypotéza: Vzorek 75V je více preferovaný než vzorek 18D.

$$A: A > B$$

$$\pi > 1/2$$

Testové kritérium

$$F = \frac{n_A}{n - n_A + 1} \quad (73)$$

$$F = \frac{8}{10 - 8 + 1} = 2,667$$

Kritický obor

$$v_1 = 2 \times (n - n_A + 1) \quad (74)$$

$$v_1 = 2 \times (10 - 8 + 1) = 6$$

$$v_2 = 2 \times n_A \quad (75)$$

$$v_2 = 2 \times 8 = 16$$

$$F \geq F_{1-\alpha}(v_1; v_2) \quad (76)$$

$$2,667 \geq F_{1-0,05}(6; 16)$$

$$2,667 \geq F_{0,95}(6; 16)$$

$$2,667 \geq 2,741$$

Nerovnice neplatí. Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Platí tedy nulová hypotéza, s 95% spolehlivostí se nepodařilo prokázat, že vzorek 75V je preferovanější než vzorek 18D.

25A × 62K – vzorky s 0,5% přídavkem třetí frakce želatiny

8 hodnotitelů označilo jako preferovanější vzorek 25A a 2 hodnotitelé označili vzorek 62K. Na 5% hladině významnosti bylo otestováno, který ze vzorků paštik je hodnotiteli preferovanější.

$$n = 10$$

$$n_A = 8$$

$$n_B = 2$$

$$\alpha = 0,05$$

Nulová hypotéza: Mezi vzorky neexistuje rozdíl.

$$H: A \equiv B$$

$$\pi = 50 \% \sim 1/2$$

Alternativní hypotéza: Vzorek 25A je více preferovaný než vzorek 62K.

$$A: A > B$$

$$\pi > 1/2$$

Testové kritérium

$$F = \frac{n_A}{n - n_A + 1} \quad (77)$$

$$F = \frac{8}{10 - 8 + 1} = 2,667$$

Kritický obor

$$v_1 = 2 \times (n - n_A + 1) \quad (78)$$

$$v_1 = 2 \times (10 - 8 + 1) = 6$$

$$v_2 = 2 \times n_A \quad (79)$$

$$v_2 = 2 \times 8 = 16$$

$$F \geq F_{1-\alpha}(v_1; v_2) \quad (80)$$

$$2,667 \geq F_{1-0,05}(6; 16)$$

$$2,667 \geq F_{0,95}(6; 16)$$

$$2,667 \geq 2,741$$

Nerovnice neplatí. Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Platí tedy nulová hypotéza, s 95% spolehlivostí se nepodařilo prokázat, že vzorek 25A je preferovanější než vzorek 62K.

59T × 46H – vzorky s 1% přídavkem třetí frakce želatiny

8 hodnotitelů označilo jako preferovanější vzorek 59T a 2 hodnotitelé označili vzorek 46H. Na 5% hladině významnosti bylo otestováno, který ze vzorků paštik je hodnotiteli preferovanější.

$$n = 10$$

$$n_A = 8$$

$$n_B = 2$$

$$\alpha = 0,05$$

Nulová hypotéza: Mezi vzorky neexistuje rozdíl.

$$H: A \equiv B$$

$$\pi = 50 \% \sim 1/2$$

Alternativní hypotéza: Vzorek 59T je více preferovaný než vzorek 46H.

$$A: A > B$$

$$\pi > 1/2$$

Testové kritérium

$$F = \frac{n_A}{n - n_A + 1} \quad (81)$$

$$F = \frac{8}{10 - 8 + 1} = 2,667$$

Kritický obor:

$$v_1 = 2 \times (n - n_A + 1) \quad (82)$$

$$v_1 = 2 \times (10 - 8 + 1) = 6$$

$$v_2 = 2 \times n_A \quad (83)$$

$$v_2 = 2 \times 8 = 16$$

$$F \geq F_{1-\alpha}(v_1; v_2) \quad (84)$$

$$2,667 \geq F_{1-0,05}(6; 16)$$

$$2,667 \geq F_{0,95}(6; 16)$$

$$2,667 \geq 2,741$$

Nerovnice neplatí. Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Platí tedy nulová hypotéza, s 95% spolehlivostí se nepodařilo prokázat, že vzorek 59T je preferovanější než vzorek 46H.

Posouzení výsledků senzorické analýzy

Po vyhodnocení výsledků stupnicové zkoušky zvlášt pro pasterované a sterilované vzorky lze říci, že mezi vzorky nebyl shledán žádný významný rozdíl ani v jednom z hodnocených parametrů – vzhled, barva, konzistence, chuť, vůně, celkový dojem.

U pořadové preferenční zkoušky pasterovaných vzorků byl shledán rozdíl mezi vzorkem s 1 % druhé frakce želatiny a vzorkem s 0,5 % třetí frakce želatiny. U sterilovaných vzorků se lišil vzorek s 0,5 % druhé frakce želatiny s dalšími třemi vzorky.

Co se týče párové porovnávací zkoušky, tak zde preferovalo 8 z 10 hodnotitelů vzorky pasterované a pouze 2 hodnotitelé preferovali vzorky sterilované.

ZÁVĚR

S rostoucí spotřebou drůbežího masa v České republice vzrůstá i produkce vedlejších jatečných produktů, jako jsou peří, krev, kosti, kůže, střeva, droby, žlázy, končetiny a tukové tkáně. Tyto produkty mohou představovat rizika pro lidské zdraví nebo životní prostředí, a proto je důležité je bezpečně likvidovat, nebo využívat. Krev se používá v potravinářství a krmné moučce, kosti a kůže na výrobu želatiny, hnojiv a krmiv, a tuky se využívají při výrobě mýdel, biopaliv, či v kosmetice.

Želatina, získávaná z vedlejších živočišných produktů savců, drůbeže a ryb, má širokou škálu fyzikálních, chemických a technologických vlastností, jako je stabilizace, želírování, emulgace nebo zahušťování. Díky těmto vlastnostem je využívána v potravinářském, farmaceutickém, kosmetickém a obalovém průmyslu, přičemž želatinové fólie v obalovém průmyslu získávají na významu i díky své ekologické stránce. Jednotlivé funkční vlastnosti želatiny jsou ovlivněny druhem tkáně a procesem extrakce, která závisí na pH, teplotě a času.

V rámci diplomové práce byla želatina získávána z husích běháků. Surovina byla ošetřena pomocí 0,2 mol/l roztoku NaCl a pomocí roztoku 0,03 mol/l NaOH. Následovalo přesušení suroviny, která byla poté odtučněna pomocí rozpouštědla petrolether/ethanol v poměru 1:6. U čistého kolagenu bylo upraveno pH na 6,5-7 pomocí 10% HCl a poté byl ke kolagenu přidán proteolytický enzym Protamex. Po 24 hod následovala extrakce první, druhé a třetí frakce želatiny při 70 °C, 80 °C a 95 °C.

Při výrobě játrových paštik bylo vyrobeno 14 rozdílných šarží, které se od sebe lišily typem frakce a množstvím přídavku želatiny a teplotou jejich opracování.

U vyextrahované želatiny byly stanoveny určité technologické vlastnosti. Obsah sušiny a obsah popelovin byl u všech tří frakcí téměř shodný. Pevnost gelu byla nejvyšší u druhé frakce želatiny s hodnotou 68 Bloom. U druhé frakce želatiny byla naměřena nejnižší vodou zadržující kapacita i tuk vázací kapacita. Dále byla měřena dynamická viskozita, teplota tuhnutí, teplota tání a čírost.

Technologické vlastnosti byly následně stanoveny i u vyrobených paštik. Hodnoty pH i obsah sušiny byly ovlivněny teplotou opracování paštik, kdy u pasterovaných paštik byly hodnoty nižší než u vzorků sterilovaných. Dále byla stanovena barva, jejíž hodnoty byly také ovlivněny především teplotou opracování paštik. Hodnoty světlosti L^* a červenozelené složky a^* byly u pasterovaných vzorků vyšší, kdežto u modrožluté složky b^* byly u pasterovaných vzorků hodnoty nižší. U paštik byla měřena také textura, konkrétně tvrdost,

roztíratelnost, relativní lepivost a elastický, ztrátový a komplexní modul pružnosti. Hodnoty tvrdosti byly ovlivněny teplotou opracování a množstvím přídavku želatiny. U paštik s 1% přídavkem želatiny byly naměřeny hodnoty tvrdosti vyšší, než u paštik s 0,5% přídavkem. Jak u tvrdosti, tak i roztíratelnosti byly naměřené hodnoty vyšší u sterilovaných vzorků. U relativní lepivosti byly hodnoty naopak vyšší u vzorků pasterovaných. Dle naměřených hodnot modulů pružnosti lze říci, že vyrobené paštiky jsou elastického charakteru.

Bylo provedeno také senzorické hodnocení. Vzorky paštik byly hodnoceny pomocí stupnicové, pořadové preferenční a párové porovnávací zkoušky. Po vyhodnocení výsledků stupnicové zkoušky nebyl prokázán žádný statisticky významný rozdíl u žádného z parametrů. Při vyhodnocování pořadové preferenční zkoušky bylo dokázáno, že u pasterovaných paštik existuje jedna navzájem se odlišující dvojice vzorků u paštik sterilovaných se liší tři dvojice vzorků. Po vyhodnocení výsledků z párové porovnávací zkoušky nebyl u žádné z dvojic prokázán preferovanější vzorek.

Závěrem tedy je, že přídavek želatiny z husích běháků pozitivně ovlivnil výsledný výrobek, v našem případě játrové paštiky a neovlivňoval žádné další zásadní vlastnosti konečného produktu. Přídavek želatiny z husích běháků měl pozitivní vliv na technologické vlastnosti játrové paštiky, a to především na tvrdost, která se s rostoucím přídavkem želatiny zvyšovala. Zvýšení tvrdosti/tuhosti játrové paštiky je hlavním důvodem přídavku želatiny. Přídavek želatiny z husích běháků však nijak zásadně neovlivnil ostatní parametry paštiky jako je například barva, vůně, vzhled nebo konzistence, což nám také potvrdily výsledky ze senzorické analýzy, kde nebyli shledány téměř žádné rozdíly mezi vzorky. Přídavek želatiny z husích běháků je tedy vhodný do již zmíněných játrových paštik. Dalším možným využitím můžou být i ostatní masné výrobky, jako jsou například masné konzervy, párky, šunky a jiné.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AHMAD, T., ISMAIL, A., AHMAD, S.A., KHALIL, K.A., KUMAR, Y. a kol. Recent advances on the role of process variables affecting gelatin yield and characteristics with special reference to enzymatic extraction: A review. Online. *Food Hydrocolloids*. 2017, roč. 63, s. 85-96. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.007>. [cit. 2024-12-02]

AHN, D.U. a MIN, B. Packaging and Storage, In: TOLDRÁ, F. (editor): Handbook of Fermented Meat and Poultry, Blackwell Publishing, USA, 2007, s. 289–300. ISBN 978-1-118-52269-1. [cit. 2024-11-04]

ALIPAL, J., MOHD PU'AD, N.A.S., LEE, T.C., NAYAN, N.H.M., SAHARI, N. a kol. A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialisation. Online. *Materials Today: Proceedings*. 2021, roč. 42, s. 240-250. ISSN 22147853. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.922>. [cit. 2025-01-13]

ANSELME, K., PETITE, H. a HERBAGE, D. Inhibition of Calcification In Vivo by Acyl Azide Cross-Linking of a Collagen-Glycosaminoglycan Sponge. Online. *Matrix*. 1992, roč. 12, č. 4, s. 264-273. ISSN 09348832. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0934-8832\(11\)80078-8](https://doi.org/10.1016/S0934-8832(11)80078-8). [cit. 2025-01-28]

ARRIETA, M.P., PELTZER, M.A., LÓPEZ, J., GARRIGÓS, M. del C., VALENTE, A.J.M. a kol. Functional properties of sodium and calcium caseinate antimicrobial active films containing carvacrol. Online. *Journal of Food Engineering*. 2014, roč. 121, s. 94-101. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.015>. [cit. 2024-12-02]

ASGHAR, A. a HENRICKSON, R.L. Chemical, Biochemical, Functional, and Nutritional Characteristics of Collagen in Food Systems. Online. In: *Advances in Food Research Volume 28*. Advances in Food Research. Elsevier, 1982, s. 231-372. ISBN 9780120164288. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60113-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60113-5). [cit. 2024-11-20]

AUDIC, J.-L. a CHAUFER, B. Caseinate based biodegradable films with improved water resistance. Online. *Journal of Applied Polymer Science*. 2010, roč. 117, č. 3, s. 1828-1836. ISSN 0021-8995. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/app.32146>. [cit. 2024-12-04]

BABEL, W. Gelatine – ein vielseitiges Biopolymer. Online. *Chemie in unserer Zeit*. 1996, roč. 30, č. 2, s. 86-95. ISSN 0009-2851. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ciuz.19960300205>. [cit. 2025-01-12]

- BAE, I., OSATOMI, K., YOSHIDA, A., OSAKO, K., YAMAGUCHI, A. a kol. Biochemical properties of acid-soluble collagens extracted from the skins of underutilised fishes. Online. *Food Chemistry*. 2008, roč. 108, č. 1, s. 49-54. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.039>. [cit. 2025-11-26]
- BAYDIN, T., AARSTAD, O.A., DILLE, M.J., HATTREM, M.N. a DRAGET, K.I. Long-term storage stability of type A and type B gelatin gels: The effect of Bloom strength and co-solutes. Online. *Food Hydrocolloids*. 2022, roč. 127. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107535>. [cit. 2025-02-07]
- BICHUKALE, A.D. Functional Properties of Gelatin Extracted From Poultry Skin and Bone Waste. Online. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 2018, roč. 6, č. 4, s. 87-101. ISSN 23207051. Dostupné z: <https://doi.org/10.18782/2320-7051.6768>. [cit. 2025-01-02]
- BLATNÝ, C., PIPEK, P. a INGR I. Konzervářenské suroviny. 3. přepracované vydání. Praha: SNTL, s. 216. 1982. [cit. 2024-10-29]
- BRINCKMANN, J. Collagens at a Glance. Online. In: *Collagen. Topics in Current Chemistry*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005, s. 1-6. ISBN 978-3-540-23272-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/b103817>. [cit. 2024-12-10]
- CAO, H. a XU, S.-Y. Purification and characterization of type II collagen from chick sternal cartilage. Online. *Food Chemistry*. 2008, roč. 108, č. 2, s. 439-445. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.022>. [cit. 2025-02-06]
- CLARK, K. L., SEBASTIANELLI, W., FLECHSENHAR, K. R., AUKERMANN, D. F., MEZA, F. a kol. 24-Week study on the use of collagen hydrolysate as a dietary supplement in athletes with activity-related joint pain. Online. *Current Medical Research and Opinion*. 2008, roč. 24, č. 5, s. 1485-1496. ISSN 0300-7995. Dostupné z: <https://doi.org/10.1185/030079908X291967>. [cit. 2025-02-06]
- ČESKO. ČSN 56 9609, Pravidla správné hygienické a výrobní praxe – Mikrobiologická kritéria pro potraviny. Principy stanovení a aplikace. In: Technické normy ČSN. 2008. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-56-9609-569609-210180.html#>. [cit. 2024-10-15]

ČESKO. ČSN ISO 11036 (56 0034) Senzorická analýza – Metodologie - Profil textury. Praha: Česká agentura pro standardizaci. 2020. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-iso-11036-560034-209141.html#>. [cit. 2025-03-03]

ČESKO. Vyhláška č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: *Zákony pro lidi*. 2016. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>. [cit. 2025-02-07]

DAAMEN, W., VEERKAMP, J., VANHEST, J. a VANKUPPEVELT, T. Elastin as a biomaterial for tissue engineering. Online. *Biomaterials*. 2007, roč. 28, č. 30, s. 4378-4398. ISSN 01429612. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.06.025>. [cit. 2025-02-02]

DAMRONGSAKKUL, S., RATANATHAMMAPAN, K., KOMOLPIS, K. a TANTHAPANICHAKOON, W. Enzymatic hydrolysis of rawhide using papain and neutrase. Online. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2008, roč. 14, č. 2, s. 202-206. ISSN 1226086X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2007.09.010>. [cit. 2024-09-20]

DELGADO-PANDO, G., COFRADES, S., RUIZ-CAPILLAS, C., TRIKI, M. a JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Low-fat pork liver pâtés enriched with n-3 PUFA/konjac gel: Dynamic rheological properties and technological behaviour during chill storage. *Meat Science* [online]. 2012, 92(1), 44-52. ISSN 03091740. Dostupné z: [doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.002](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.002). [cit. 2025-03-03]

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. Online. *Meat Science*. 2006, roč. 74, č. 1, s. 188-196. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.014>. [cit. 2025-01-10]

DIKEMAN, M. a DEVINE, C. Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition) – Bone Separators. Elsevier. Online. 2014. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6GVB5/encyclopedia-meat-sciences/bone-separators>. [cit. 2024-11-19]

DUFOUR GOURMET. All About Paté: Types of Paté. Online. In: Dufour Gourmet. 2023. Dostupné z: <https://www.dufourgourmet.com/blogs/foodie-blog/all-about-pate-types-of-pate?srsId=AfmBOoqckcAuSXkm0ZUs5NaQ9ItV7DGjvYAA47pKApWu4lMLFcMvWJF>. [cit. 2025-02-07]

EUROPEAN PHARMACOPOEIA 9.0. European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care, 2017, dostupné z: <https://www.edqm.eu/en/news/shutdown-european-pharmacopoeia-9th-edition>. [cit 2024-12-20]

EVROPSKÝ ÚŘAD PRO BEZPEČNOST POTRAVIN. Animal by-products. Online. 2002. Dostupné z: <https://www.efsa.europa.eu/cs/topics/animal-by-products>. [cit. 2025-02-02]

FEINER, G. Meat products handbook: practical science and technology. Online. *Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited, 2006. ISBN 978-1-84569-172-1. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/natl-ebooks/detail.action?docID=1604743>. [cit.2025-07-02]

FERRARO, V., ANTON, M. a SANTÉ-LHOUTELLIER, V. The “sisters” α -helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: Functionality, bioactivity and trends of application. Online. *Trends in Food Science & Technology*. 2016, roč. 51, s. 65-75. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.006>. [cit. 2024-9-10]

FILLIPONE, P. Trowbridge. What Is Pâté? - How Pâté Is Made and Its Origins. Online. In: *The spruce Eats*. 2022. Dostupné z: <https://www.thespruceeats.com/what-is-pate-1809230>. [cit. 2025-02-07]

FOOD CHEMICAL CODEX 12, 2020, dostupné z: <https://www.foodchemicalscodex.org>. [cit 2024-12-20]

FOODSMACHINERY. Pasteuriser And Cooling Machine. Online. In: *Foodsmachinery*. 2024. Dostupné z: https://www.foodsmachinery.com/en/product/pasteuriser_cooling-machine.html. [cit 2024-10-17]

FRIESS, W. Collagen – biomaterial for drug delivery | Dedicated to Professor Dr. Eberhard Nürnberg, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, on the occasion of his 70th birthday.1. Online. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 1998, roč. 45, č. 2, s. 113-136. ISSN 09396411. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0939-6411\(98\)00017-4](https://doi.org/10.1016/S0939-6411(98)00017-4). [cit. 2024-12-05]

GELSE, K. Collagens – structure, function, and biosynthesis. Online. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2003, roč. 55, č. 12, s. 1531-1546. ISSN 0169409X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.08.002>. [cit. 2024-11-20]

GENNADIOS, A., HANNA, M.A. a KURTH, L.B. Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. Online. *LWT - Food Science and Technology*. 1997, roč. 30, č. 4, s. 337-350. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0202>. [cit. 2024-10-19]

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C., GIMÉNEZ, B., LÓPEZ-CABALLERO, M.E. a MONTERO, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. Online. *Food Hydrocolloids*. 2011, roč. 25, č. 8, s. 1813-1827. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>. [cit. 2025-02-10]

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. a MONTERO, P. Extraction of Gelatin from Megrim (*Lepidorhombus boscii*) Skins with Several Organic Acids. Online. *Journal of Food Science*. 2001, roč. 66, č. 2, s. 213-216. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb11319.x>. [cit. 2025-01-25]

GREENE, D. M. Use of Poltry Collagen Coating and Antioxidants as Flavor Protection for Cat Foods Made with Rendered Poultry Fat. Online. *Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA*. 2023. <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/03e86ec6-b108-42ff-b25e-975d1c1f5382/content>. [cit. 2024-11-01]

GRUMEZESCU, A.M.H. a ALINA, M.. Biopolymers for Food Design – Handbook of Food Bioengineering, Volume 20–3.3.2.1 Flow Properties. Elsevier [online]. 2018. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011PRCM1/biopolymers-food-design/flow-properties>. [cit. 2025-03-03]

GUO, L., COLBY, R.H., LUSIGNAN, CH.P. a WHITESIDES, T.H. Kinetics of Triple Helix Formation in Semidilute Gelatin Solutions. Online. *Macromolecules*. 2003, roč. 36, č. 26, s. 9999-10008. ISSN 0024-9297. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/ma034264s>. [cit. 2024-10-13]

GUSTAVSON, K.H. The Chemistry and Reactivity of Collagen. *Academic Press*. 1956. ISBN 978-0123099501. [cit. 2024-11-18]

HASHIM, P., MOHD RIDZWAN, M.S., BAKAR, J. a MAT HASHIM, D. Collagen in food and beverage industries. Online. *International Food Research Journal*. 2015. roč. 22 (1), s. 1-8. Dostupné z: [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(01\)%202015/\(1\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(01)%202015/(1).pdf). [cit. 2024-11-17]

- HAUG, I.J. a DRAGET, K.I. Gelatin. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, 2009, s. 142-163. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.142>. [cit. 2024-10-20]
- HE, X., LIN, L., JIANG, S. a LU, J. Comparison of Acid-Soluble Collagen (Asc) Extracted from Silver Carp, Walleye Pollock, Porcine and Duck Skin. Online. *Heliyon*. 2023, s. 37. Dostupné z: <https://ssrn.com/abstract=4507811> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4507811>. [cit. 2025-03-12]
- HEINZ, G. a HAUTZINGER, P. Meat processing technology. Online. *Food and agriculture organization of the united nations regional office for Asia and the Pacific*, Bangkok. 2007, [cit. 2022-01-27]. ISBN 978-974-7946-99-4. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/ai407e/ai407e.pdf>. [cit. 2024-10-10]
- HJELMGAARD, T., SVENDSEN, J.Ø., KÖHLER, B., PAWELZYK, P., LYBYE, D. a kol. Gelatin–Tannin-Based Greener Binder Technology for Stone Shot and Stone Wool Materials: A Detailed Study. Online. *ACS Omega*. 2021, roč. 6, č. 49, s. 33874-33882. ISSN 2470-1343. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05153>. [cit. 2025-02-06]
- HOUDE, D.J. a BERKOWITZ, S.A. Biophysical Characterization of Proteins in Developing Biopharmaceuticals. Online. In: *Elsevier B.V., Second edition*, 2020, s. 567. ISBN 978-0-444-64173-1. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=uCaDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=PT7mFcqNKj&sig=18T1V1A-XxJIl0r69e84GjHS9b0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. [cit 2024-10-10]
- CHEN, J. a ROSENTHAL, A. Food texture and structure. In: *Modifying Food Texture* [online]. 2015. Elsevier, s. 3-24. ISBN 9781782423331. Dostupné z: [doi:10.1016/B978-1-78242-333-1.00001-2](https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-333-1.00001-2). [cit. 2025-03-03]
- CHEN, T., HOU, H., FAN, Y., WANG, S., CHEN, Q. a kol. Protective effect of gelatin peptides from pacific cod skin against photoaging by inhibiting the expression of MMPs via MAPK signaling pathway. Online. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2016, roč. 165, s. 34-41. ISSN 10111344. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.10.015>. [cit. 2024-10-13]
- CHENG, F.Y., HSU, F.-W., CHANG, H.-S., LIN, L.-CH. a SAKATA, R. Effect of different acids on the extraction of pepsin-solubilised collagen containing melanin from silky fowl feet. Online. *Food Chemistry*. 2009, roč. 113, č. 2, s. 563-567. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.043>. [cit. 2025-01-22]

INDRIANI, S., BENJAKUL, S., KISHIMURA, H., KARNJANAPRATUM, S. a NALINANON, S. Impact of extraction condition on the yield and molecular characteristics of collagen from Asian bullfrog (*Rana tigerina*) skin. Online. *LWT*. 2022, roč. 162. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113439>. [cit. 2025-02-06]

INGR, I. Produkce a zpracování masa. V Brně: Mendelova univerzita v Brně, s. 202. 2011. ISBN 978-80-7375-510-2. [cit. 2024-11-14]

JAYATHILAKAN, K., SULTANA, K., RADHAKRISHNA, K. a BAWA, A.S. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. Online. *Journal of Food Science and Technology*. 2012, roč. 49, č. 3, s. 278-293. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0290-7>. [cit. 2024-01-20]

JRIDI, M., ABDELHEDI, O., SOUISSI, N., KAMMOUN, M., NASRI, M. a kol. Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. Online. *Food Bioscience*. 2015, roč. 12, s. 67-72. ISSN 22124292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.07.007>. [cit. 2024-11-08]

KADLEC, P., BOHAČENKO, I., BUBNÍK, Z., ČOPÍKOVÁ, J., DEMNEROVÁ, K. a kol. Technologie potravin I. Praha: Vysoká škola chemickotechnologická v Praze. 2002. ISBN 80-7080-509-9. [cit. 2024-10-10]

KADLEC, P., MELZUCH, K. a VOLDŘICH, M. Co byste měli vědět o výrobě potravin?, technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074180514. [cit. 2025-01-23]

KODET, J., ŠOTOLOVÁ, I. a ŠTĚRBA, S. Plnící, zahušťovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny. Online. 1. vydání. Praha: Středisko potravinářských informací, 1993. s. 236. ISBN 80-85120-32-1. [cit. 2024-10-24]

KOŁODZIEJSKA, I., SKIERKA, E., SADOWSKA, M., KOŁODZIEJSKI, W. a NIECIKOWSKA, C. Effect of extracting time and temperature on yield of gelatin from different fish offal. Online. *Food Chemistry*. 2008, roč. 107, č. 2, s. 700-706. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.071>. [cit. 2024-12-09]

LÁT, J. Technologie masa, vydalo Nakladatelství technické literatury, Praha 1984. ISBN 04-846-46. [cit. 2024-11-12]

- LEE, CH.H., SINGLA, A. a LEE, Y. Biomedical applications of collagen. Online. *International Journal of Pharmaceutics*. 2001, roč. 221, č. 1-2, s. 1-22. ISSN 03785173. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(01\)00691-3](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(01)00691-3). [cit. 2024-10-16]
- LEE, S.-M. Atomic layer deposition on biological matter. Online. *Korea Institute of Machinery and Materials*. 2009. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Molecular-structure-of-glycine-Gly-proline-Pro-and-Hydroxyproline-Hyp_fig33_41107576. [cit. 2024-11-19]
- LIN, Y.K. a LIU, D.CH. Effects of pepsin digestion at different temperatures and times on properties of telopeptide-poor collagen from bird feet. Online. *Food Chemistry*. 2006, roč. 94, č. 4, s. 621-625. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.007>. [cit. 2025-01-06]
- LIU, D., LIANG, L., REGENSTEIN, J.M. a ZHOU, P. Extraction and characterisation of pepsin-solubilised collagen from fins, scales, skins, bones and swim bladders of bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*). Online. *Food Chemistry*. 2012, roč. 133, č. 4, s. 1441-1448. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.032>. [cit. 2025-11-07]
- LIU, D., NIKOO, M., BORAN, G., ZHOU, P. a REGENSTEIN, J.M. Collagen and Gelatin. Online. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2015, roč. 6, č. 1, s. 527-557. ISSN 1941-1413. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev-food-031414-111800>. [cit. 2025-02-01]
- MARIOD, A.A., ADAM, H.F. Review: Gelatin, source, extraction and industrial applications. Online. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. 2013, roč. 12, č. 2, s. 135-147. ISSN 18989594. Dostupné z: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84880619078&origin=inward&txGid=cf36ea339e0e704bc41cbbbc7d59ac41>. [cit. 2024-11-18]
- MARTINEK, J., GÁL, R., MOKREJŠ, P., SUCHÁČKOVÁ, K., PAVLAČKOVÁ, J. a kol. The Effect of Application of Chicken Gelatin on Reducing the Weight Loss of Beef Sirloin after Thawing. Online. *Polymers*. 2022, roč. 14, č. 15. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym14153094>. [cit. 2025-02-05]

MARTUCCI, J.F. a RUSECKAITE, R.A. Biodegradable three-layer film derived from bovine gelatin. Online. *Journal of Food Engineering*. 2010, roč. 99, č. 3, s. 377-383. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.02.023>. [cit. 2025-02-07]

MATĚJKOVÁ, M. Svět potravin: podporováno Potravinářskou komorou ČR. Praha: Opportunitas. 2014. ISSN 1803-5140. [cit. 2025-01-08]

MCGAURAN, T., DUNNE, N., SMYTH, B.M. a CUNNINGHAM, E. Feasibility of the use of poultry waste as polymer additives and implications for energy, cost and carbon. Online. *Journal of Cleaner Production*. 2021, roč. 291. ISSN 09596526. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125948>. [cit. 2024-10-23]

MIKLÁŠOVÁ, T. Možnosti a využití kolagenu do masných výrobků. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2019, 81 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/45519>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav technologie potravin. Vedoucí práce Gál, Robert. [cit. 2025-04-03]

MOHAMMADNEZHAD, S. a FARMANI, J. Rheological and functional characterization of gelatin and fat extracted from chicken skin for application in food technology. Online. *Food Science & Nutrition*. 2022, roč. 10, č. 6, s. 1908-1920. ISSN 2048-7177. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2807>. [cit. 2025-02-16]

MOKREJŠ, P., GÁL, R., PAVLAČKOVÁ, J., JANÁČOVÁ, D. a MRÁZEK, P. Využití vedlejších kolagenních produktů z porážky drůbeže k přípravě želatin a hydrolyzátů. Online. *Chemické listy*. 2019. č. 113, s. 121-125. Dostupné z: [file:///C:/Users/dolez/Downloads/document%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/dolez/Downloads/document%20(2).pdf). [cit. 2023-11-11]

MRÁZEK, P., GÁL, R., MOKREJŠ, P., ORSAVOVÁ, J. a JANÁČOVÁ, D. Biotechnological preparation of chicken skin gelatine using factorial design of experiments. Online. *Food Bioscience*. 2022, roč. 47. ISSN 22124292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101702>. [cit. 2025-02-02]

MUNASINGHE, K.A., SCHWARZ, J.G. a WHITTAKER, M. Utilization of Chicken By-Products to Form Collagen Films. Online. *Journal of Food Processing*. 2015, roč. 2015, s. 1-6. ISSN 2356-7384. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2015/247013>. [cit. 2024-12-12]

NEKLYUDOV, A. D. Nutritive Fibers of Animal Origin: Collagen and Its Fractions as Essential Components of New and Useful Food Products. *Applied Biochemistry and*

Microbiology. 2003, roč. 39, č. 3, s. 229-238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1023589624514>. [cit. 2024-12-15]

NINAN, G., JOSEPH, J. a ALIYAMVEETIL, Z.A. A comparative study on the physical, chemical and functional properties of carp skin and mammalian gelatins. Online. *Journal of Food Science and Technology*. 2014, roč. 51, č. 9, s. 2085-2091. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0681-4>. [cit. 2025-02-16]

NORTON, I.T., SPYROPOULOS, F. a COX, P. 2011. Practical Food Rheology [online]. Wile. ISBN 9781405199780. Dostupné z: doi:10.1002/9781444391060. [cit. 2025-03-03]

NOVOTNÁ, T. Perspektivy vývoje, výroby a aplikace želatiny do játrových paštik. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2020, 128 s. Dostupné také z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/51498>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav technologie potravin. Vedoucí práce Gál, Robert. [cit. 2025-07-03]

NOVOZYMES. Promatex. Product Sheet. In: *Special Food*. 2001. Online. Dostupné z: <https://www.novozymes.com/en/products/plant-based-foods/plantbased-ingredients/protamex>. [cit. 2025-18-03]

OCKERMAN, H.W. a HANSEN, C.L. *Animal By-Product Processing & Utilization*. Online. CRC Press, 1999. ISBN 9781482293920. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781482293920>. [cit. 2024-11-01]

OUELLETTE, R.J. a RAWN, J.D. Amino Acids, Peptides, and Proteins. Online. In: *Principles of Organic Chemistry*. Elsevier, 2015, s. 371-396. ISBN 9780128024447. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802444-7.00014-8>. [cit. 2024-11-02]

OZDEMIR, S. a YETILMEZSOY, K. A mini literature review on sustainable management of poultry abattoir wastes. Online. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 2020, roč. 22, č. 1, s. 11-21. ISSN 1438-4957. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10163-019-00934-1>. [cit. 2025-01-13]

PEREIRA, A.G.T., RAMOS, E.M., TEIXEIRA, J.T., CARDOSO, G.P., RAMOS, A. de L.S. a kol. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. Online. *Meat Science*. 2011, roč. 89, č. 4, s. 519-525. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.022>. [cit. 2025-01-05]

PETERKOVÁ, P. a LAPČÍK, L. Kolagen – vlastnosti, modifikace a aplikace. Online. *Chemické listy*. 2000, roč. 94(6), s. 371-379. ISSN 1213- 7103. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/259573775_Collagen_-](https://www.researchgate.net/publication/259573775_Collagen_-_Properties_Modifications_and_Applications)

[_Properties_Modifications_and_Applications](#). [cit. 2024-12-12]

PIPEK, P. Technologie masa I. 4. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1993, s. 174. 1991. ISBN 80-7080-106-9. [cit. 2025-01-25]

PISKA, I., ŠTĚNINA, J., IPSEN, R.H. a QWIST, K.B. 2002. Mikrostruktura a reologické vlastnosti vysokotučného taveného sýry. In: Sborník Celostátní přehlídky sýrů 2002. Praha: Česká společnost chemická, 192-196. ISBN 80-86238-21-0. [cit. 2025-03-03]

POLÁŠEK, Z. a kol. The effect of furcellaran or κ -carrageenan addition on the textural, rheological and mechanical vibration damping properties of restructured chicken breast ham. *LWT* [online]. 2021. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2020.110623. [cit. 2025-03-02]

PRESTES, R.C., GRABOSKI, A., ROMAN, S.S., KEMPKA, A.P., TONIAZZO, G. a kol. Effects of the addition of collagen and degree of comminution in the quality of chicken ham. Online. *Journal of Applied Poultry Research*. 2013, roč. 22, č. 4, s. 885-903. ISSN 10566171. Dostupné z: <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00809>. [cit. 2025-02-09]

RADHAKRISHNAN, R., GHOSH, P., SELVAKUMAR, T.A., SHANMUGAVEL, M. a GNANAMANI, A. Poultry spent wastes: an emerging trend in collagen mining. Online. *Advances in Tissue Engineering & Regenerative Medicine*. 2020, roč. 6, č. 2, s. 26-35. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Muthiah-Shanmugavel/publication/344430318_Poultry_spent_wastes_an_emerging_trend_in_collagen_mining/links/5f74735a299bf1b53e0059ad/Poultry-spent-wastes-an-emerging-trend-in-collagen-mining.pdf?__cf_chl=tk=fDsgpKUJx72TPUxXJawC56XGKw.mXtaX5OLuukOq4xk-1738446852-1.0.1.1-_H0QHW_LkNETgH7FmgCfxid6GBcRPG6t3ILyc9J2mzY. [cit. 2024-11-01]

RAFIEIAN, F., KERAMAT, J. a SHAHEDI, M. Physicochemical properties of gelatin extracted from chicken deboner residue. Online. *LWT - Food Science and Technology*. 2015, roč. 64, č. 2, s. 1370-1375. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.050>. [cit. 2025-02-16]

- RANGANATHAN, S., BALAGANGADHARAN, K. a SELVAMURUGAN, N. Chitosan and gelatin-based electrospun fibers for bone tissue engineering. Online. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019, roč. 133, s. 354-364. ISSN 01418130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.115>. [cit. 2025-01-23]
- RATHER, J.A., AKHTER, N., ASHRAF, Q.S., MIR, S.A., MAKROO, H.A. a kol. A comprehensive review on gelatin: Understanding impact of the sources, extraction methods, and modifications on potential packaging applications. Online. *Food Packaging and Shelf Life*. 2022, roč. 34. ISSN 22142894. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100945>. [cit. 2025-02-20]
- ROBERTSON, G. L. Food packaging, s. 279–298. In: CAMPBELL-PLATT, G., ed. Food science and technology. Ames: Wiley-Blackwell, 2009, s. 508. ISBN 9780632064212. [cit. 2024-11-19]
- ROSENTHAL, A. Food Texture: Measurement and Perception, In: *Apen publishers*, Oxford Brookes University, 1999. ISBN 0834212382. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/277769099_Food_Texture_Measurement_and_Perception. [cit. 2025-03-07]
- SAID, N.S. a SARBON, N.M. Physical and Mechanical Characteristics of Gelatin-Based Films as a Potential Food Packaging Material: A Review. Online. *Membranes*. 2022, roč. 12, č. 5. ISSN 2077-0375. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/membranes12050442>. [cit. 2024-12-12]
- SALEK, R.N., LORENCOVÁ, E., MÍŠKOVÁ, Z., LAZÁRKOVÁ, Z., PACHLOVÁ, E. a kol. 2020. The impact of Chios mastic gum on textural, rheological and melting properties of spread-type processed cheese during storage. *International Dairy Journal* [online]. 109. ISSN 09586946. Dostupné z: [doi:10.1016/j.idairyj.2020.104755](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104755). [cit 2025-03-03]
- SANTOS, M.H., SILVA, R.M., DUMONT, V.C., NEVES, J.S., MANSUR, H.S. a kol. Extraction and characterization of highly purified collagen from bovine pericardium for potential bioengineering applications. Online. *Materials Science and Engineering: C*. 2013, roč. 33, č. 2, s. 790-800. ISSN 09284931. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2012.11.003>. [cit. 2025-10-14]
- SHARRY. Softgel Versus Hard Gelatin Capsule. Online. *Jsequip*. 2022. Dostupné z: <https://www.jsequip.com/softgel-versus-hard-gelatin-capsule/>. [cit. 2024-11-19]

SCHILLING, M.W., MINK, L.E., GOCHENOUR, P.S., MARRIOTT, N.G. a ALVARADO, C.Z. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. Online. *Meat Science*. 2003, roč. 65, č. 1, s. 547-553. ISSN 03091740. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00247-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00247-4). [cit. 2025-01-07]

SCHRIEBER, R. a GAREIS, H. Gelatine Handbook – Theory and Industrial Practise, s. 1-47. In: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2007, s.334. ISBN 978-3-527-31548-2. [cit. 2025-02-06]

SINGH, P., MONDAL, T., SHARMA, R., MAHALAKSHMI, N. a GUPTA, M. Poultry Waste Management. Online. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018, roč. 7, č. 08, s. 701-712. ISSN 23197692. Dostupné z: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.077>. [cit. 2024-09-020]

STÁTNÍ VETERINÁRNÍ SPRÁVA. Vedlejší živočišné produkty, co to je?. Online. 2008. Dostupné z: https://www.svscr.cz/vedlejsi_zivocisne_produkty_co_to_je/. [cit. 2024-10-07]

STEINHAUSER, L. a kol. Hygiena a technologie masa. Brno: LAST, s. 643. 1995. ISBN 80- 900260-4-4. [cit. 2024-11-13]

SUPARNO, O. a PRASETYO, N.B. Isolation of collagen from chicken feet with hydro-extraction method and its physico-chemical characterisation. Online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019, roč. 335, č. 1. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/335/1/012018>. [cit. 2025-02-09]

ŠTEFUNKO, F. Sledování technologických vlastností u játrových paštik s přídavkem furceralanu. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2021, 62 s. (76 539 znaků). UTB ve Zlíně, Fakulta technologická 104 Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/47189>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin. Vedoucí práce Gál, Robert. [cit. 2025-03-02]

TALHA, M., TANVEER, M., ABID, A., MAAN, A.A., KHAN, M.K.I. a kol. Valorization of poultry slaughter wastes via extraction of three structural proteins (gelatin, collagen and keratin): A sustainable approach for circular economy. Online. *Trends in Food Science & Technology*. 2024, roč. 152. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104667>. [cit. 2024-10-23]

TOLIK, D., SŁOWIŃSKI, M. a DESPERAK, K. Wpływ rodzaju obróbki termicznej na zmiany jakości podczas przechowywania pasztetów z odścięgniętego mięsa drobiowego / The influence of type of thermal treatment on changes in quality of pâtés from desinewed poultry meat during storage. *Engineering Sciences And Technologies*. Online. 2015, (4). ISSN 20805985. Dostupné z: doi:10.15611/nit.2015.4.05. [cit. 2025-02-03]

TORGTECHMASH. Meat Grinders for public catering enterprises. Online. In: *Manufacturing company Torgtechmash, Republic of Belarus*. 2004. Dostupné z: <https://ttm-by.com/doc/TM-eng.pdf>. [cit 2024-11-13]

UDDIN, S.M.K., HOSSAIN, M.A.M., SAGADEVAN, S., AMIN, M. a JOHAN, M.R. Halal and Kosher gelatin: Applications as well as detection approaches with challenges and prospects. Online. *Food Bioscience*. 2021, roč. 44. ISSN 22124292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101422>. [cit. 2024-10-14]

UMARAW, P. a VERMA, A.K. Comprehensive review on application of edible film on meat and meat products: An eco-friendly approach. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016, roč. 57, č. 6, s. 1270-1279. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.986563>. [cit. 2024-12-02]

VEKAMAF. Autokláv se sterilizací směsí páry a vzduchu. Online. In: *Vekamaf, Industry experts since 1959*. 2019. Dostupné z: <https://www.vekamaf.cz/zarizeni/autoklav-se-sterilizaci-smesi-pary-a-vzduchu/>. [cit 2024-10-03]

ZHANG, H., LIANG, Y., LI, X. a KANG, H. Effect of chitosan-gelatin coating containing nano-encapsulated tarragon essential oil on the preservation of pork slices. Online. *Meat Science*. 2020, roč. 166. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108137>. [cit. 2025-23-01]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Nakládání s odpadem z drůbeží porážky	17
Obrázek 2 Molekulární struktura aminokyselin Gly, Pro a Hyp.	21
Obrázek 3 Struktura kolagenového vlákna	21
Obrázek 4 Struktura kolagenu typu I	22
Obrázek 5 Přeměna kolagenu na želatinu	26
Obrázek 6 Teploty přechodu gel v sol a sol v gel	26
Obrázek 7 Stabilní emulze s želatinou (vlevo); „rozbitá“ emulze bez želatiny (vpravo)	31
Obrázek 8 Vliv pH a teploty na proces extrakce želatiny	35
Obrázek 9 Tank pro výrobu želatiny kontinuálním způsobem	36
Obrázek 10 Extraktor pro výrobu želatiny semikontinuálním způsobem	36
Obrázek 11 Želatina vytlačována z tepelného výměníku ve formě „nudlí“	38
Obrázek 12 Vliv přídatku želatiny na stabilitu masové směsi	42
Obrázek 13 Možnosti využití želatiny v potravinářském průmyslu	44
Obrázek 14 Tvrdá (vlevo) a měkká (vpravo) želatinová kapsle	45
Obrázek 15 Sestavení řezačky	53
Obrázek 16 Vakuový kutr	53
Obrázek 17 Vybarvovací procesy po přidání dusitanové solící směsi	54
Obrázek 18 Autokláv	56
Obrázek 19 Pastér	56
Obrázek 20 Želatina z husích běháků připravená pro následné stanovení a využití do játrových paštik	63
Obrázek 21 Sušení vzorku v koželužských miskách v sušárně	64
Obrázek 22 Muflová pec	65
Obrázek 23 Přístroj STEVENS-LFRA TEXTURE ANALYSER k měření pevnosti gelu ..	66
Obrázek 24 Aparatura pro stanovení dynamické viskozity	67
Obrázek 25 Aparatura pro stanovení teploty tuhnutí želatinového gelu	68
Obrázek 26 Aparatura pro stanovení teploty tání želatinového gelu	69
Obrázek 27 Vzorek želatiny po odstředění pro stanovení vodu zadržující kapacity	70
Obrázek 28 Vzorek želatiny po odstředění pro stanovení tuk vázací kapacity	70
Obrázek 29 Spektrofotometr Thermo Spectronic pro stanovení čirosti	71
Obrázek 30 Vzorky vyrobených paštik	74
Obrázek 31 Proces měření pH u vzorku paštiky	75
Obrázek 32 Vzorky paštik při procesu sušení v sušárně	76
Obrázek 33 Hodnocení barvy	76

Obrázek 34 Texturometr Stable Micro Systems.....	78
Obrázek 35 Reometr Kinexus.....	79
Obrázek 36 Graf závislosti pH na frakci a množství želatiny a teplotě opracování paštik .	85
Obrázek 37 Graf závislosti obsahu sušiny na frakci a množství želatiny a teplotě opracování paštik.....	86
Obrázek 38 Grafické zobrazení závislosti světlosti L^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování.....	87
Obrázek 39 Grafické zobrazení závislosti parametru a^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování	89
Obrázek 40 Grafické zobrazení závislosti parametru b^* na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování	90
Obrázek 41 Závislost tvrdosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik.....	91
Obrázek 42 Závislost roztíratelnosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik.....	92
Obrázek 43 Závislost relativní tvrdosti na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování paštik.....	93
Obrázek 44 Graf závislosti elastického modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky	95
Obrázek 45 Graf závislosti elastického modulu pružnosti na frekvenci pro sterilované vzorky	96
Obrázek 46 Graf závislosti elastického modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na druhu a množství přídavku želatiny a teplotě opracování	96
Obrázek 47 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky	97
Obrázek 48 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti na frekvenci pro sterilované vzorky	98
Obrázek 49 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na druhu a množství přídavku želatiny a teplotě opracování	98
Obrázek 50 Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro pasterované vzorky	100
Obrázek 51 Graf závislosti komplexního modulu pružnosti na frekvenci pro sterilované vzorky	100
Obrázek 52 Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na frakci a množství přídavku želatiny a teplotě opracování	101
Obrázek 53 Vstupní surovina – husí běháky	164
Obrázek 54 Detailní sestavení mlýnku pro pomletí husích běháků.....	164
Obrázek 55 Mletí husích běháků	165
Obrázek 56 Pomleté husí běháky.....	165
Obrázek 57 Zavakuované pomleté husí běháky připravené k zamrazení.....	166

Obrázek 58 Rozmrazené pomleté husí běháky	166
Obrázek 59 Odstranění albuminů ze suroviny	166
Obrázek 60 Odstranění globulinů ze suroviny	167
Obrázek 61 Přecháštěná surovina	167
Obrázek 62 Proces sušení suroviny	167
Obrázek 63 Sušárna Memmert (nahore), sušárna WTC binder (dole)	168
Obrázek 64 Sušárna Venticell	168
Obrázek 65 Odtučňování suroviny na třepačce	169
Obrázek 66 Odtučněná surovina	169
Obrázek 67 Enzym Protamex	169
Obrázek 68 Termostat Lovibond s třepačkou	170
Obrázek 69 pH metr – pH Meter pH 526	170
Obrázek 70 Extrakce želatiny	171
Obrázek 71 Dodatečné zahřívání při extrakci želatiny	171
Obrázek 72 Vrstva tří tkanin pro filtraci suroviny	172
Obrázek 73 Vysušená želatina	172
Obrázek 74 Nerozložený podíl	173
Obrázek 75 Jednotlivé frakce želatiny	173
Obrázek 76 Stanovení obsahu sušiny – sušení vzorků	174
Obrázek 77 Stanovení obsahu sušiny – vzorky v exsikátoru	174
Obrázek 78 Stanovení obsahu popelovin – proces spalování vzorku	175
Obrázek 79 Stanovení obsahu popelovin – spálené a vysušené vzorky	175
Obrázek 80 Stanovení pevnosti gelu – příprava 6,67% roztoku želatiny	175
Obrázek 81 Stanovení pevnosti gelu – chlazení připraveného želatinového roztoku	176
Obrázek 82 Stanovení dynamické viskozity – rozpouštění želatinového gelu	176
Obrázek 83 Stanovení dynamické viskozity – kapilára Ubbelohdeho viskozimetru	176
Obrázek 84 Stanovení teploty tuhnutí – kovové kuličky	177
Obrázek 85 Stanovení teploty tání – skleněné kapiláry naplněné želatinovým gelem	177
Obrázek 86 Stanovení vodu zadržující kapacity – připravené vzorky	177
Obrázek 87 Stanovení vodu zadržující kapacity – odstředivka Hettich Zentrifugen	178
Obrázek 88 Stanovení tuk vázací kapacity – připravené vzorky	178
Obrázek 89 Stanovení tuk vázací kapacity – odstředivka ROTINA 35	178
Obrázek 90 Vykostěná kuřecí stehna bez kůže	179
Obrázek 91 Očištěná a nakrájená kuřecí stehna	179
Obrázek 92 Kuřecí játra	179

Obrázek 93 Očištěná a pokrájená kuřecí játra	180
Obrázek 94 Kuřecí kůže	180
Obrázek 95 Ztužování kuřecích kůží.....	180
Obrázek 96 Ztužené kuřecí kůže	181
Obrázek 97 Koření Pureline Leberwurst OZG použité k výrobě	181
Obrázek 98 Připravené jednotlivé suroviny k výrobě paštik.....	182
Obrázek 99 Rozmixování kuřecích jater se solí	182
Obrázek 100 Rozmixovaná kuřecí játra se solí	183
Obrázek 101 Rozmixování kuřecích stehen s kořením	183
Obrázek 102 Přídavek ztužených kuřecích kůží a vývaru.....	183
Obrázek 103 Rozmělněná masová směs.....	184
Obrázek 104 Přídavek rozmixovaných jater k masové směsi	184
Obrázek 105 Přídavek želatiny ke směsi	185
Obrázek 106 Přídavek škrobu ke směsi.....	185
Obrázek 107 Hotové dílo.....	185
Obrázek 108 Plnička k plnění díla do sklenek a hliníkových obalů.....	186
Obrázek 109 Zavírací zařízení k uzavírání hliníkových obalů	186
Obrázek 110 Uzavřené vzorky nachystané k tepelnému opracování	187
Obrázek 111 Konvektomat pro pasteraci vzorků (72 °C).....	187
Obrázek 112 Vzorek s teplotní sondou při tepelném opracování v konvektomatu	188
Obrázek 113 Autokláv pro sterilaci vzorků (122 °C).....	188
Obrázek 114 Chlazení tepelně opracovaných vzorků po pasteraci	188
Obrázek 115 Navážka vzorku paštiky ke stanovení sušiny	189
Obrázek 116 Nachystané vzorky paštiky k měření barvy	189
Obrázek 117 Proces měření barvy.....	190
Obrázek 118 Vzorek připravený pro měření na textuometru.....	190
Obrázek 119 Vzorek paštiky nanesený na spodní desku reometru	191
Obrázek 120 Vzorek paštiky ve výšce 1 mm připravený pro měření na reometru	191

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Preferované předúpravy suroviny pro jednotlivé druhy	33
Tabulka 2 Příklady využití želatiny v potravinářských výrobcích jako přídatná látka	41
Tabulka 3 Faktory jednotlivých šarží	72
Tabulka 4 Základní surovinová skladba pro výrobu játrových paštik	73
Tabulka 5 Technologické vlastnosti želatiny	83
Tabulka 6 Hodnoty elastického a ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz	94
Tabulka 7 Hodnocení vzhledu pro pasterované vzorky	102
Tabulka 8 Hodnocení barvy pro pasterované vzorky	104
Tabulka 9 Hodnocení konzistence pro pasterované vzorky	106
Tabulka 10 Hodnocení chuti pro pasterované vzorky	108
Tabulka 11 Hodnocení vůně pro pasterované vzorky	110
Tabulka 12 Hodnocení celkového dojmu pro pasterované vzorky	112
Tabulka 13 Hodnocení vzhledu pro sterilované vzorky	114
Tabulka 14 Hodnocení barvy pro sterilované vzorky	116
Tabulka 15 Hodnocení konzistence pro sterilované vzorky	118
Tabulka 16 Hodnocení chuti pro sterilované vzorky	120
Tabulka 17 Hodnocení vůně pro sterilované vzorky	122
Tabulka 18 Hodnocení celkového dojmu pro sterilované vzorky	124
Tabulka 19 Naměřené hodnoty při stanovení pH, sušiny a měření barvy	192
Tabulka 20 Naměřené hodnoty při stanovení tvrdosti, roztíratelnosti a relativní lepivosti	193
Tabulka 21 Naměřené hodnoty při stanovení elastického, ztrátového a komplexního modulu pružnosti	194

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations = Organizace pro výživu a zemědělství při Organizaci spojených národů
WHO	World Health Organization = Světová zdravotnická organizace
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives = Společný odborný výbor FAO a WHO pro potravinové přísady
FCC	Food Chemicals Codex = Kodex chemických sloučenin v potravinách
FDA	Food and Drug Administration = Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv
PSE maso	Pale, Soft and Exudative = bledé, měkké a vodnaté maso
DFD maso	Dark, Firm and Dry = tmavé, tvrdé a suché maso
SRM	Specifikovaný rizikový materiál
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points = Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů
Gly	Glycin
Pro	Prolin
Hyp	Hydroxyprolin
Na ⁺	Kation sodný
Cl ⁻	Anion chloridový
-NH ₂ skupina	Aminová skupina
-COOH skupina	Karboxylová skupina
-CO skupina	Karbonylová skupina
-OH skupina	Hydroxylová skupina
Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH)	Hydroxylapatit
CaCO ₃	Uhličitan vápenatý
Ca(OH) ₂	Hydroxid vápenatý; nasycená vápenná voda

HCl	Kyselina chlorovodíková
NaNO ₂	Dusitan sodný
NaCl	Chlorid sodný
NaOH	Hydroxid sodný
NO	Oxid dusnatý

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha P I: Fotodokumentace výroby želatiny z husích běháků
- Příloha P II: Fotodokumentace analýz technologických vlastností želatiny
- Příloha P III: Fotodokumentace výroby játrových paštik
- Příloha P IV: Fotodokumentace analýz technologických vlastností paštiky
- Příloha P V: Výsledky hodnot pH, sušiny a barvy
- Příloha P VI: Výsledky hodnot tvrdosti, roztíratelnosti a relativní lepivosti
- Příloha P VII: Výsledky hodnot elastického, ztrátového a komplexního modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz

PŘÍLOHA P I: FOTODOKUMENTACE VÝROBY ŽELATINY Z HUSÍCH BĚHÁKŮ



Obrázek 53 Vstupní surovina – husí běháky



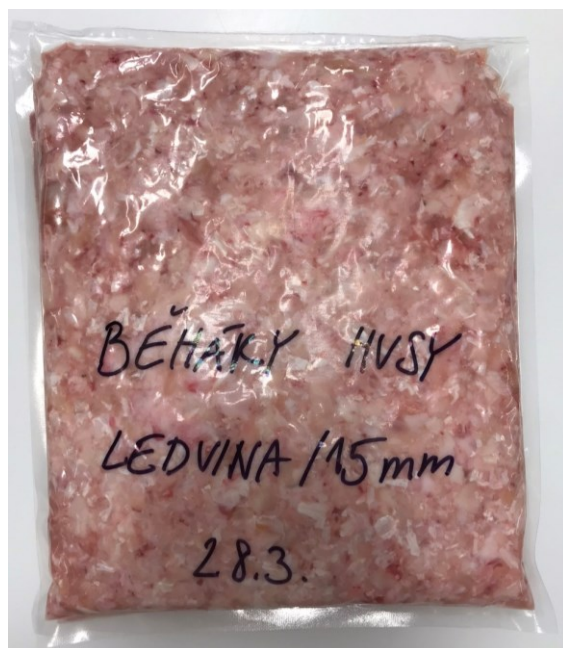
Obrázek 54 Detailní sestavení mlýnku pro pomletí husích běháků



Obrázek 55 Mletí husích běháků



Obrázek 56 Pomleté husí běháky



Obrázek 57 Zavakuované pomleté husí běháky připravené k zamrazení



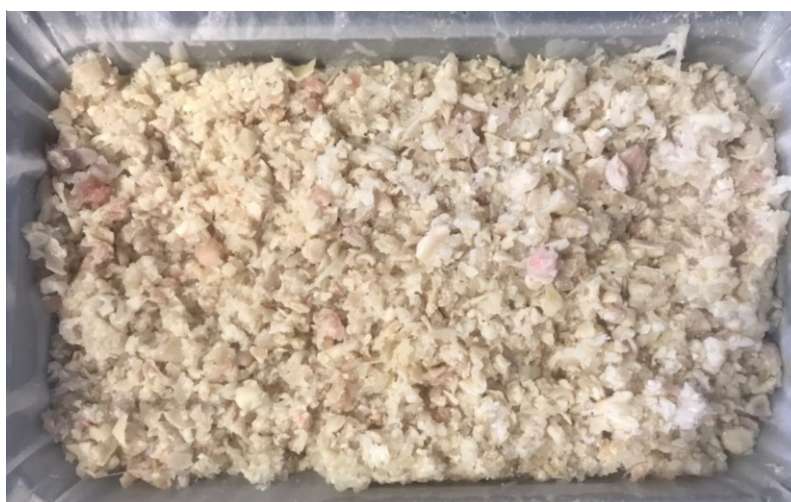
Obrázek 58 Rozmrazené pomleté husí běháky



Obrázek 59 Odstranění albuminů ze suroviny



Obrázek 60 Odstranění globulinů ze suroviny



Obrázek 61 Přechištěná surovina



Obrázek 62 Proces sušení suroviny



Obrázek 63 Sušárna Memmert (nahore), sušárna WTC binder (dole)



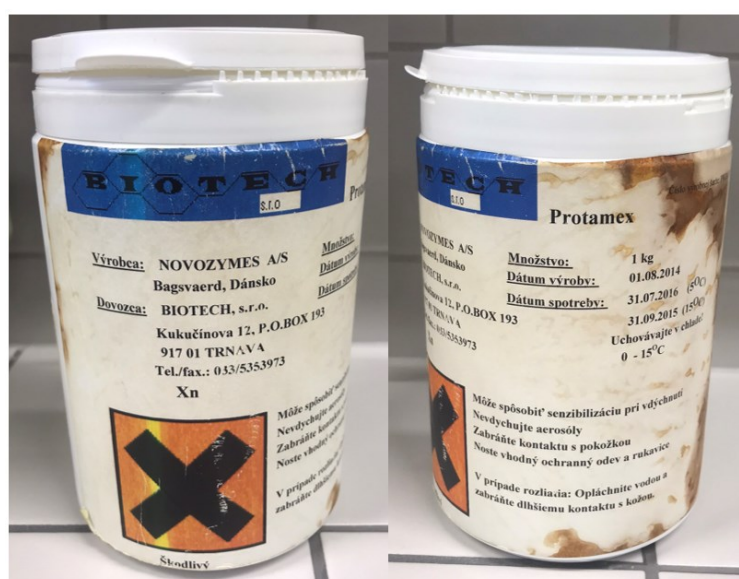
Obrázek 64 Sušárna Venticell



Obrázek 65 Odtučňování suroviny na třepačce



Obrázek 66 Odtučněná surovina



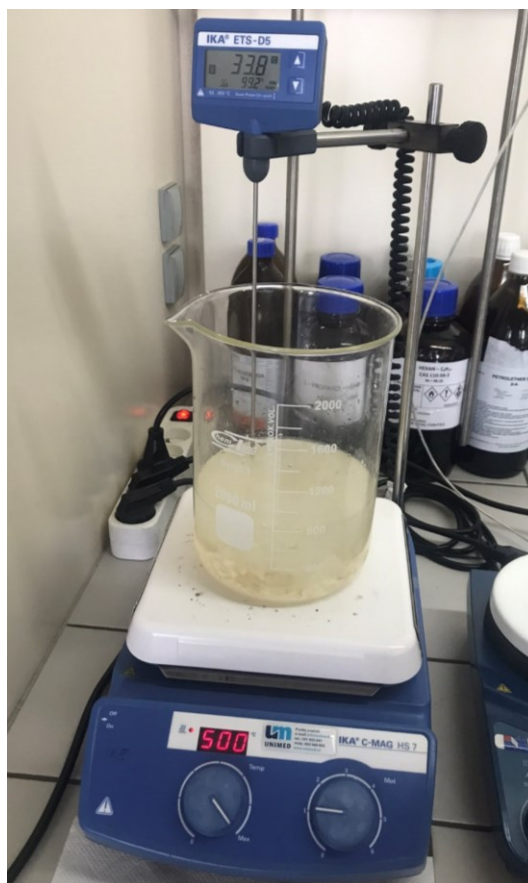
Obrázek 67 Enzym Protamex



Obrázek 68 Termostat Lovibond s třepačkou



Obrázek 69 pH metr – pH Meter pH 526



Obrázek 70 Extrakce želatiny



Obrázek 71 Dodatečné zahřívání při extrakci želatiny



Obrázek 72 Vrstva tří tkanin pro filtraci suroviny



Obrázek 73 Vysušená želatina



Obrázek 74 Nerozložený podíl



Obrázek 75 Jednotlivé frakce želatiny

PŘÍLOHA P II: FOTODOKUMENTACE ANALÝZ TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ ŽELATINY



Obrázek 76 Stanovení obsahu sušiny – sušení vzorků



Obrázek 77 Stanovení obsahu sušiny – vzorky v exsikátoru



Obrázek 78 Stanovení obsahu popelovin – proces spalování vzorku



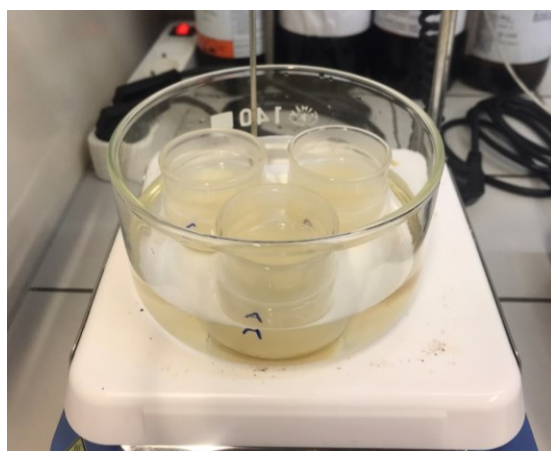
Obrázek 79 Stanovení obsahu popelovin – spálené a vysušené vzorky



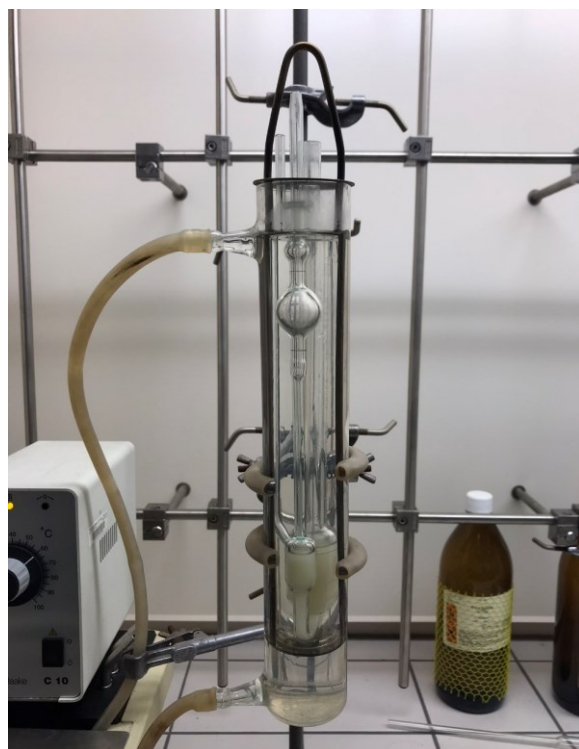
Obrázek 80 Stanovení pevnosti gelu – příprava 6,67% roztoku želatiny



Obrázek 81 Stanovení pevnosti gelu – chlazení připraveného želatinového roztoku



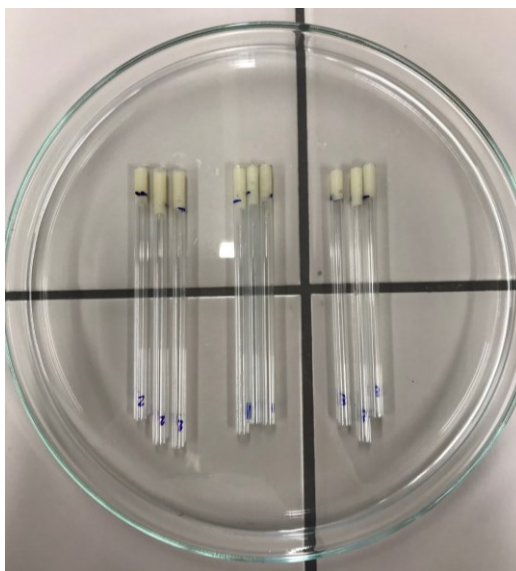
Obrázek 82 Stanovení dynamické viskozity – rozpouštění želatinového gelu



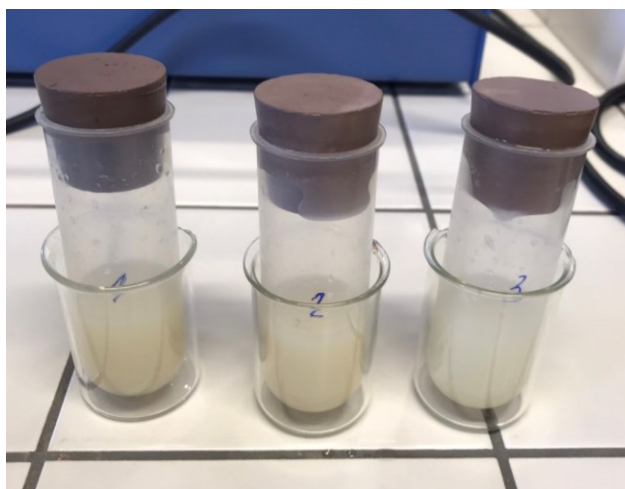
Obrázek 83 Stanovení dynamické viskozity – kapilára Ubbelohdeho viskozimetru



Obrázek 84 Stanovení teploty tuhnutí – kovové kuličky



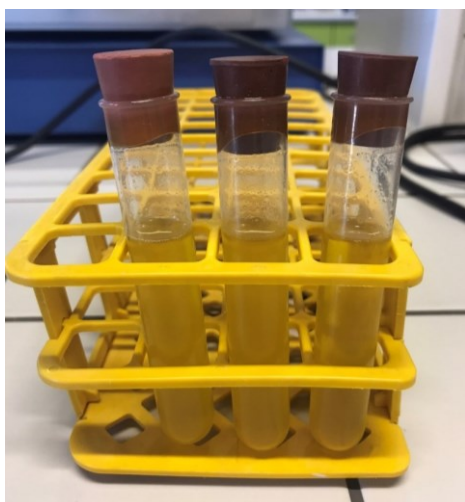
Obrázek 85 Stanovení teploty tání – skleněné kapiláry naplněné želatinovým gelem



Obrázek 86 Stanovení vodu zadržující kapacity – připravené vzorky



Obrázek 87 Stanovení vody zadržující kapacity – odstředivka Hettich Zentrifugen



Obrázek 88 Stanovení tuk vázací kapacity – připravené vzorky



Obrázek 89 Stanovení tuk vázací kapacity – odstředivka ROTINA 35

PŘÍLOHA P III: FOTODOKUMENTACE VÝROBY JÁTROVÝCH PAŠTIK



Obrázek 90 Vykostěná kuřecí stehna bez kůže



Obrázek 91 Očištěná a nakrájená kuřecí stehna



Obrázek 92 Kuřecí játra



Obrázek 93 Očištěná a pokrájená kuřecí játra



Obrázek 94 Kuřecí kůže



Obrázek 95 Ztužování kuřecích kůží



Obrázek 98 Připravené jednotlivé suroviny k výrobě paštik



Obrázek 99 Rozmixování kuřecích jater se solí



Obrázek 100 Rozmixovaná kuřecí játra se solí



Obrázek 101 Rozmixování kuřecích stehen s kořením



Obrázek 102 Přídavek ztužených kuřecích kůží a vývaru



Obrázek 103 Rozmělněná masová směs



Obrázek 104 Přídavek rozmixovaných jater k masové směsi



Obrázek 105 Přídavek želatiny ke směsi



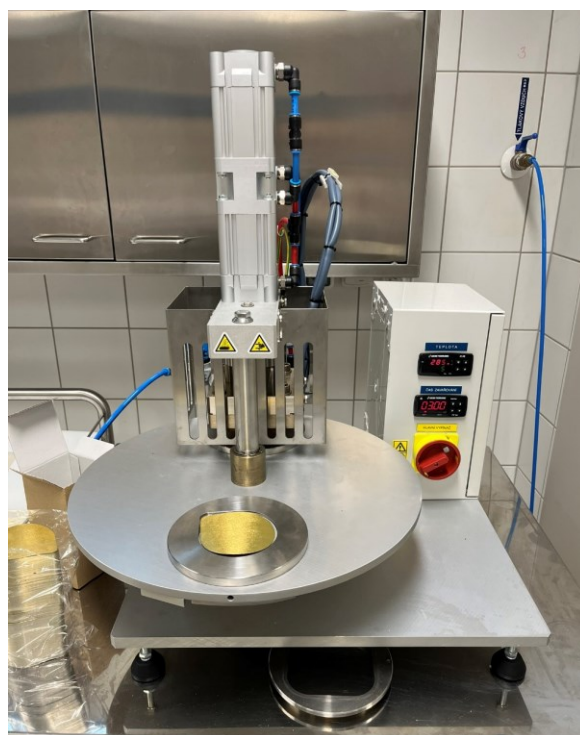
Obrázek 106 Přídavek škrobu ke směsi



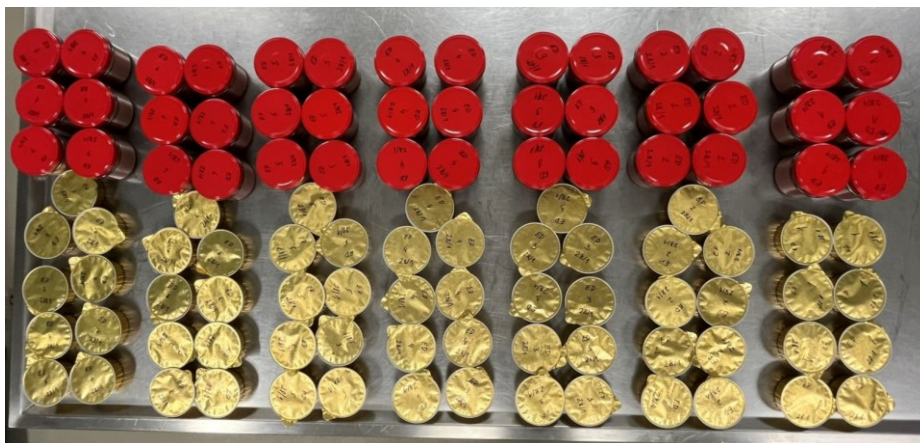
Obrázek 107 Hotové dílo



Obrázek 108 Plnička k plnění díla do sklenek a hliníkových obalů

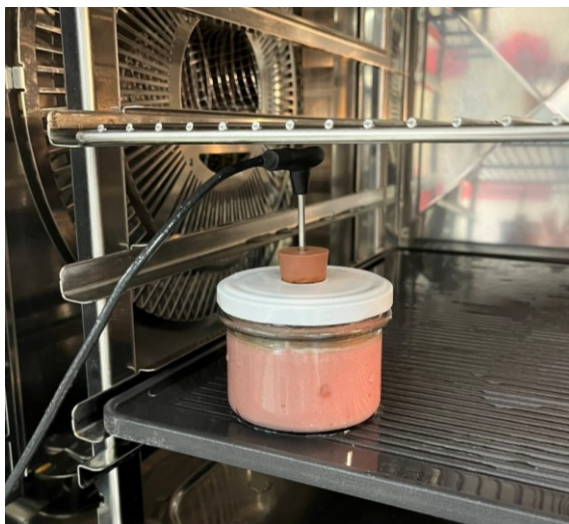


Obrázek 109 Zavírací zařízení k uzavírání hliníkových obalů



Obrázek 110 Uzavřené vzorky nachystané k tepelnému opracování

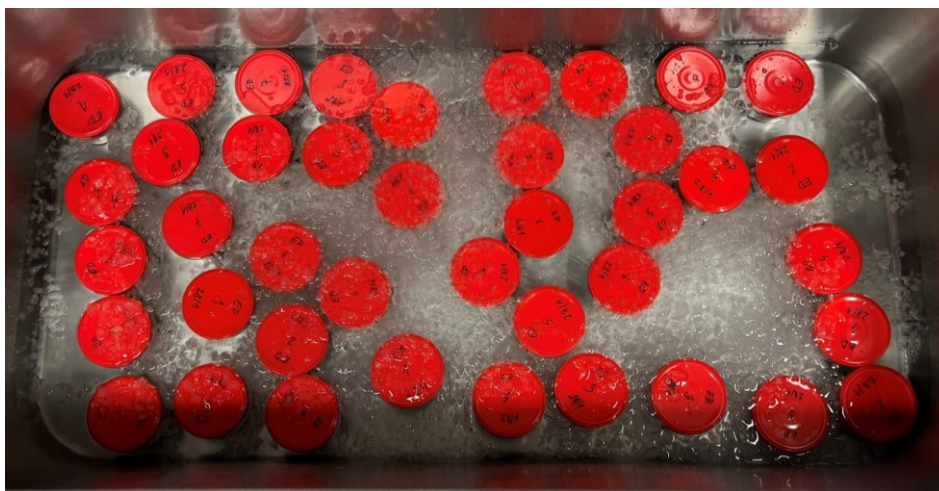




Obrázek 112 Vzorek s teplotní sondou při tepelném opracování v konvektomatu

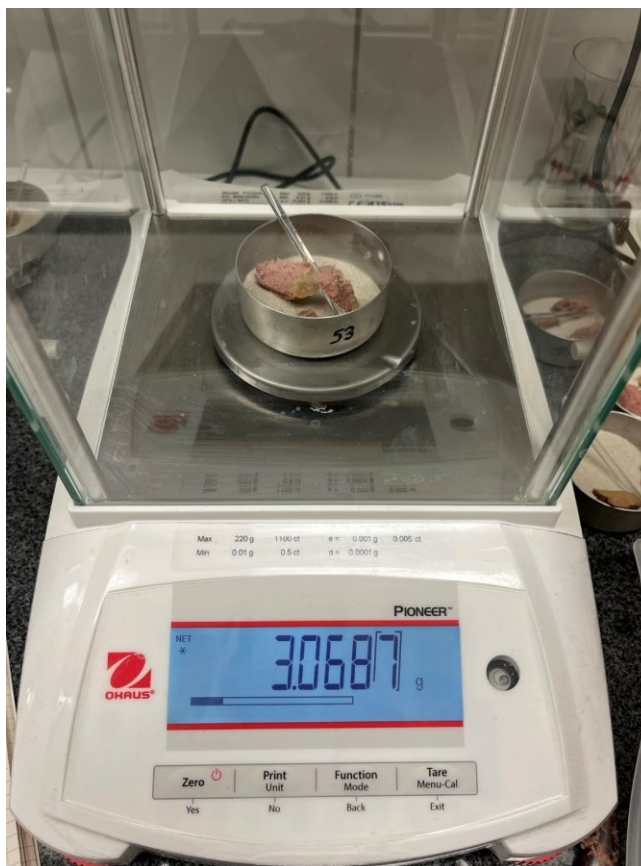


Obrázek 113 Autokláv pro sterilaci vzorků (122 °C)



Obrázek 114 Chlazení tepelně opracovaných vzorků po pasteraci

PŘÍLOHA P IV: FOTODOKUMENTACE ANALÝZ TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PAŠTIKY



Obrázek 115 Navážka vzorku paštiky ke stanovení sušiny



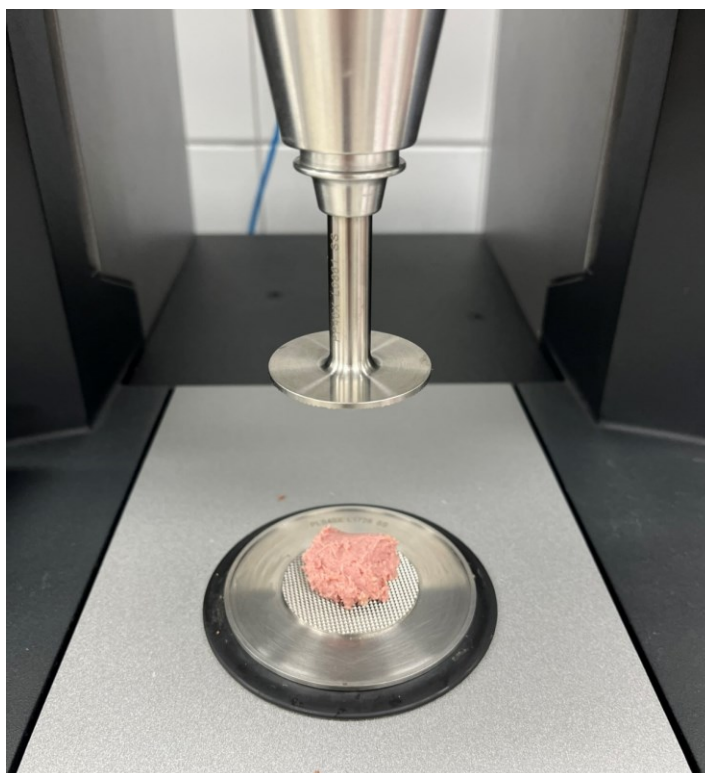
Obrázek 116 Nachystané vzorky paštiky k měření barvy



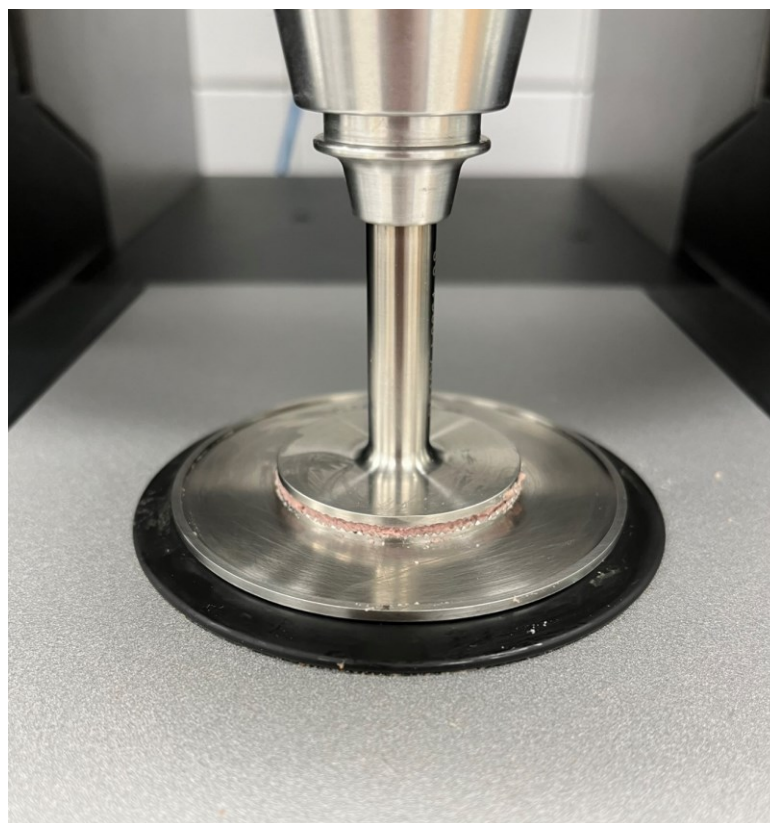
Obrázek 117 Proces měření barvy



Obrázek 118 Vzorek připravený pro měření na texturometru



Obrázek 119 Vzorek paštiky nanesený na spodní desku reometru



Obrázek 120 Vzorek paštiky ve výšce 1 mm připravený pro měření na reometru

PŘÍLOHA P V: VÝSLEDKY HODNOT PH, SUŠINY A BARVY

Tabulka 19 Naměřené hodnoty při stanovení pH, sušiny a měření barvy

vzorek	pH []	sušina [%]	barva		
			L* []	a* []	b* []
0 P	$6,50 \pm 0,05$	$27,3 \pm 0,23$	$58,42 \pm 0,25$	$11,88 \pm 0,05$	$15,20 \pm 0,31$
0 S	$6,56 \pm 0,02$	$27,63 \pm 0,11$	$56,35 \pm 0,32$	$11,34 \pm 0,54$	$15,51 \pm 0,42$
1 P 0,5	$6,56 \pm 0,01$	$28,12 \pm 0,03$	$58,10 \pm 0,26$	$12,24 \pm 0,14$	$15,11 \pm 0,24$
1 S 0,5	$6,49 \pm 0,02$	$27,76 \pm 0,43$	$55,63 \pm 0,47$	$11,55 \pm 0,43$	$15,54 \pm 0,45$
1 P 1	$6,51 \pm 0,02$	$28,41 \pm 0,05$	$56,68 \pm 0,37$	$12,51 \pm 0,23$	$15,40 \pm 0,17$
1 S 1	$6,57 \pm 0,02$	$29,17 \pm 0,32$	$55,28 \pm 0,08$	$11,85 \pm 0,30$	$15,80 \pm 0,20$
2 P 0,5	$6,49 \pm 0,02$	$28,01 \pm 0,16$	$57,41 \pm 0,21$	$12,08 \pm 0,11$	$15,49 \pm 0,09$
2 S 0,5	$6,56 \pm 0,01$	$28,40 \pm 0,16$	$55,93 \pm 0,28$	$11,24 \pm 0,30$	$15,64 \pm 0,37$
2 P 1	$6,55 \pm 0,02$	$28,55 \pm 0,29$	$57,37 \pm 0,35$	$12,25 \pm 0,12$	$15,38 \pm 0,28$
2 S 1	$6,56 \pm 0,02$	$29,33 \pm 0,32$	$55,89 \pm 0,45$	$11,35 \pm 0,48$	$15,82 \pm 0,45$
3 P 0,5	$6,49 \pm 0,02$	$27,77 \pm 0,10$	$57,02 \pm 0,23$	$12,05 \pm 0,09$	$15,14 \pm 0,06$
3 S 0,5	$6,53 \pm 0,03$	$28,41 \pm 0,34$	$55,33 \pm 0,39$	$11,58 \pm 0,09$	$15,95 \pm 0,15$
3 P 1	$6,52 \pm 0,03$	$27,36 \pm 0,52$	$57,53 \pm 0,23$	$11,95 \pm 0,22$	$15,24 \pm 0,33$
3 S 1	$6,56 \pm 0,02$	$28,09 \pm 0,08$	$56,36 \pm 0,29$	$11,23 \pm 0,18$	$15,53 \pm 0,45$

PŘÍLOHA P VI: VÝSLEDKY HODNOT TVRDOSTI, ROZTÍRATELNOSTI A RELATIVNÍ LEPIVOSTI

Tabulka 20 Naměřené hodnoty při stanovení tvrdosti, roztíratelnosti a relativní lepidlosti

vzorek	tvrdost [N]	roztíratelnost [N.s]	relativní lepidlost [N.s]
0 P	$1,866 \pm 0,02$	$0,198 \pm 0,03$	$0,011 \pm 0,01$
0 S	$2,226 \pm 0,02$	$0,252 \pm 0,02$	$0,008 \pm 0,00$
1 P 0,5	$2,030 \pm 0,05$	$0,236 \pm 0,05$	$0,010 \pm 0,01$
1 S 0,5	$2,344 \pm 0,06$	$0,262 \pm 0,06$	$0,007 \pm 0,00$
1 P 1	$2,152 \pm 0,03$	$0,208 \pm 0,03$	$0,018 \pm 0,01$
1 S 1	$2,454 \pm 0,05$	$0,219 \pm 0,05$	$0,012 \pm 0,00$
2 P 0,5	$2,132 \pm 0,03$	$0,215 \pm 0,04$	$0,016 \pm 0,00$
2 S 0,5	$2,616 \pm 0,02$	$0,258 \pm 0,02$	$0,007 \pm 0,00$
2 P 1	$2,442 \pm 0,02$	$0,228 \pm 0,01$	$0,026 \pm 0,01$
2 S 1	$2,684 \pm 0,02$	$0,244 \pm 0,02$	$0,014 \pm 0,00$
3 P 0,5	$2,104 \pm 0,02$	$0,211 \pm 0,02$	$0,022 \pm 0,00$
3 S 0,5	$2,378 \pm 0,09$	$0,258 \pm 0,08$	$0,011 \pm 0,00$
3 P 1	$2,320 \pm 0,03$	$0,207 \pm 0,03$	$0,019 \pm 0,00$
3 S 1	$2,644 \pm 0,02$	$0,247 \pm 0,02$	$0,012 \pm 0,00$

**PŘÍLOHA P VII: VÝSLEDKY HODNOT ELASTICKÉHO,
ZTRÁTOVÉHO A KOMPLEXNÍHO MODULU PRUŽNOSTI PŘI
FREKVENCI 1 HZ**

Tabulka 21 Naměřené hodnoty při stanovení elastického, ztrátového a komplexního modulu pružnosti

vzorek	G' [Pa]	G'' [Pa]	G* [Pa]
0 P	9 945 ± 297,0	1 998 ± 304,8	10 140 ± 15,6
0 S	11 665 ± 148,5	2 584 ± 148,5	11 945 ± 44,5
1 P 0,5	10 905 ± 424,3	2 023 ± 417,2	11 090 ± 46,0
1 S 0,5	12 315 ± 70,7	2 703 ± 77,8	12 610 ± 0,7
1 P 1	9 893 ± 610,2	1 972 ± 603,9	10 089 ± 88,4
1 S 1	14 320 ± 572,8	3 106 ± 565,7	14 655 ± 123,7
2 P 0,5	8 844 ± 368,4	1 756 ± 362,0	9 017 ± 67,9
2 S 0,5	12 730 ± 35,4	2 714 ± 28,3	13 015 ± 48,1
2 P 1	11 575 ± 466,7	2 253 ± 473,8	11 790 ± 40,3
2 S 1	13 145 ± 374,8	2 840 ± 346,5	13 445 ± 140,0
3 P 0,5	12 815 ± 912,2	2 285 ± 912,2	13 015 ± 93,3
3 S 0,5	11 460 ± 891,0	2 529 ± 876,8	11 730 ± 180,3
3 P 1	10 079 ± 470,2	1 973 ± 468,8	10 268 ± 64,3
3 S 1	11 380 ± 261,6	2 449 ± 254,6	11 645 ± 86,3