

# Perspektivy vývoje, výroby a aplikace želatiny do játrových paštik

Bc. Tereza Novotná

---

Diplomová práce  
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Novotná**  
Osobní číslo: **T20084**  
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Perspektivy vývoje, výroby a aplikace želatiny do játrových paštik**

## Zásady pro vypracování

### I. Teoretická část

1. Technologické vlastnosti a získávání želatiny z vedlejších potravinářských produktů.
2. Technologické vlastnosti a výroba játrových paštik.
3. Využití želatiny v technologii masných výrobků.
4. Aplikace želatiny do játrových paštik.

### II. Praktická část

1. Laboratorní příprava želatiny.
2. Laboratorní příprava vzorků masných výrobků.
3. Měření technologických vlastností masných výrobků.
4. Interpretace výsledků, diskuze a závěr.

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

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] MOKREJŠ P., R. GÁL, D. JANÁČOVÁ, M. PLŠKOVÁ a M. ZACHAROVÁ. Chicken Paws By-products as an Alternative Source of Proteins. *Oriental Journal of Chemistry*. 2017, 33(5), p. 2209-2216
- [2] PETERKOVÁ, P., LAPČÍK, L., 2000. Collagen – Properties, Modifications and Applications. *Chemické listy* [online]. 94(6), 371-379. ISSN 1213- 7103
- [3] INTERNATIONAL FOOD INFORMATION SERVICE, 2009. Dictionary of food science and technology: Liver pates [online]. 2nd edition. IFIS: Wiley textendash Blackwell. ISBN 14-051-8740-9
- [4] STEINHAUSER, L. a kol. (1995): Hygiena a technologie masa, LAST Brno, 1. vydání, 664 s
- [5] PRESTES, R. C., GRABOSKI, A., ROMAN, S. S., KEMPKA, A. P., TONIAZZO, G., MOTTIN DEMIATE, I., LUCCIO, M. D., 2013. Effects of the addition of collagen and degree of comminution in the quality of chicken ham. *The Journal of Applied Poultry Research* . 22(4), s. 885-903
- [6] OECHSLE A. M., D. AKGÜN, F. KRAUSE, CH. MAIER, M. GIBIS, R. KOHLUS a J. WEISS. Microstructure and physical texten-dashchemical properties of chicken collagen. *Food Structure* . 2016, 7, p. 29-37

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 18. února 2022

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

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

### **Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá studiem výroby a aplikací želatiny z kuřecího kostního odpadu po strojním oddělování masa pomocí demineralizace kolagenu a enzymatické předúpravy. Želatina je aplikována v koncentraci 0,0; 0,5 a 1,0 % do játrových paštik, které odpovídají sortimentu krájitelných paštik.

Klíčová slova: kolagen, kuřecí želatina, játrová paštika, masný výrobek

## **ABSTRACT**

This diploma thesis deals with the study of the production and application of gelatin from chicken bone waste after mechanical separation of meat using collagen demineralization and enzymatic pretreatment. Gelatin is applied in a concentration of 0,0; 0,5 and 1,0% to liver pâtés, which correspond to the range of slicable pâtés.

Keywords: collagen, chicken gelatin, liver pate, meat product

Chtěla bych poděkovat zejména svému vedoucímu diplomové práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za odbornou pomoc, rady a podporu během celého zpracování práce. Za pomoc a rady při výrobě želatiny chci poděkovat prof. Ing. Pavlovi Mokrejšovi, Ph.D.. Dále bych chtěla poděkovat doc. Ing. Richardosovi Nikolaosovi Salekovi, Ph.D. za pomoc při měření reologických vlastností. Poděkování patří i paní Petře Elšíkové, panu Mgr. Tomášovi Kolofíkovi a panu Ing. Tomášovi Valentovi, Ph.D. za pomoc v laboratoři. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat i svojí rodině za podporu během celého studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 KOLAGEN</b> .....	<b>11</b>
1.1 SUROVINOVÉ ZDROJE .....	11
1.2 STRUKTURA KOLAGENU .....	11
1.3 TYPY KOLAGENU.....	12
1.4 BIOSYNTÉZA KOLAGENU .....	13
1.5 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI KOLAGENU.....	14
1.5.1 Polyelektrolytický charakter .....	14
1.5.2 Denaturace a renaturace .....	14
1.5.3 Botnání .....	14
1.5.4 Hydrotermální stabilita.....	15
1.5.5 Hydratace kolagenu.....	15
<b>2 ŽELATINA</b> .....	<b>16</b>
2.1 VÝROBA ŽELATINY .....	17
2.1.1 Čištění tkání .....	17
2.1.2 Demineralizace.....	17
2.1.3 Kyselá předúprava.....	17
2.1.4 Alkalická předúprava .....	18
2.1.5 Enzymatická předúprava .....	18
2.1.6 Extrakce.....	18
2.1.7 Úprava želatinového roztoku .....	19
<b>3 VÝROBA PAŠTIK</b> .....	<b>22</b>
3.1 SUROVINY PRO VÝROBU JÁTROVÝCH PAŠTIK .....	22
3.1.1 Masné suroviny .....	22
3.1.2 Sůl, koření směsi a přídatné látky .....	23
3.2 TECHNOLOGIE VÝROBY JÁTROVÝCH PAŠTIK .....	27
3.2.1 Předvaření kůže, sádla a masa.....	27
3.2.2 Mělnění a míchání surovin.....	27
3.2.3 Plnění.....	28
3.2.4 Tepelné ošetření .....	29
3.3 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI JÁTROVÝCH PAŠTIK.....	30
3.3.1 pH.....	30
3.3.2 Obsah sušiny .....	31
3.3.3 Textura .....	31
3.3.4 Barva .....	36
3.3.5 Senzorická analýza.....	38
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>40</b>
<b>4 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>41</b>

<b>5</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>42</b>
5.1	MATERIÁLY A PŘÍSTROJE .....	42
5.1.1	Suroviny a chemikálie pro výrobu želatiny z kuřecích kostí ze separace .....	42
5.1.2	Pomůcky a přístroje pro výrobu želatiny .....	42
5.1.3	Suroviny pro výrobu kuřecích játrových paštik .....	42
5.1.4	Přístroje a pomůcky pro výrobu kuřecích játrových paštik .....	42
5.2	VÝROBA ŽELATINY Z KUŘECÍCH KOSTÍ ZE SEPARACE.....	43
5.2.1	Příprava čistého kolagenu .....	43
5.2.2	Demineralizace kolagenu .....	44
5.2.3	Příprava želatiny.....	44
5.3	ANALÝZA TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ ŽELATINY .....	45
5.3.1	Obsah sušiny .....	45
5.3.2	Obsah popelovin.....	45
5.3.4	Stanovení dynamické viskozity.....	46
5.3.5	Čírost .....	47
5.3.6	Teplota tání.....	47
5.3.7	Teplota tuhnutí .....	48
5.3.8	Vodu zadržující kapacita.....	48
5.3.9	Tuk vázací kapacita.....	49
5.4	VÝROBA KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK .....	49
5.5	ANALÝZA VLASTNOSTÍ KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK .....	51
5.5.1	Měření pH .....	51
5.5.2	Stanovení obsahu sušiny .....	51
5.5.3	Měření textury .....	52
5.5.4	Hodnocení barvy .....	53
5.5.5	Senzorické hodnocení vzorků .....	54
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>57</b>
6.1	ANALÝZY TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ ŽELATINY .....	57
6.2	PILOTNÍ EXPERIMENT .....	58
6.2.1	Hodnocení sušiny vzorků .....	59
6.2.2	Stanovení pH paštik .....	60
6.2.3	Vyhodnocení texturních vlastností.....	61
6.2.4	Hodnocení barvy .....	74
6.2.5	Senzorická analýza.....	78
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>91</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>93</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>106</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>107</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>110</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>111</b>



## ÚVOD

Želatina se při výrobě potravin využívá již celá staletí, kdy se dříve využíval spíše vývar z kůží. Nyní se želatina nevyužívá pouze v potravinářském průmyslu ale například i ve farmaceutickém odvětví či kosmetickém průmyslu. Hlavním zdrojem želatiny jsou především vepřové či hovězí kůže a kosti. Potenciál k výrobě kolagenu v sobě nesou odpadní suroviny z masného průmyslu, kdy po zpracování jatečných těl zvířat odchází velké množství tohoto odpadu, mezi který patří i kostní a kolagenní odpad ze strojního oddělování masa, do kafilérií, kde dochází k jeho spalování. Výroba želatiny z tohoto odpadu snižuje jeho množství a vyrobená želatina může mít mnoho způsobů využití, kdy může sloužit například jako surovina do masných výrobků, při výrobě cukrovinek, ve farmaceutickém průmyslu, kosmetickém průmyslu, ale i v jiných odvětvích.

Aplikace této želatiny do masných výrobků může pozitivně ovlivnit jejich texturní vlastnosti, barvu, pH či obsah sušiny a může tak být dobrou alternativou v masném průmyslu, kdy výrobky s touto želatinou mohou být vhodné i pro některá náboženství, která neakceptují konzumaci vepřového nebo hovězího masa a může tak dojít k potencionálnímu rozšíření okruhu spotřebitelů.

Tato diplomová práce se zabývá výrobou želatiny z kuřecího kostního a kolagenního odpadu po strojním oddělování masa pomocí demineralizace, následné enzymatické předúpravy a extrakce pomocí tepla. Po aplikaci takto vyrobené želatiny do játrových paštik byly provedeny analýzy a byly zjištěny technologické parametry vyrobených vzorků.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 KOLAGEN

Kolagen představuje skupinu proteinů, které slouží jako hlavní strukturální složky pojivových tkání u obratlovců. Má jedinečné fyzikální vlastnosti, včetně uniformity, pevnosti v tahu, pružnosti, biokompatibility a biologické rozložitelnosti. Proto se používá pro širokou škálu aplikací, např. jako lešení v tkáňovém inženýrství, pro implantace nebo obvazování ran při chirurgických operacích, jako materiál matrice kapsle nebo pojivo ve farmaceutických aplikacích a pro výrobu gelů a filmů v potravinách [1,2].

Se zvyšující se spotřebou kolagenu a želatiny je důležitá zvýšená produkce a hledání dalších zdrojů, kam se řadí drůbeží kolagen či kolagen z ryb. Kuřecí kolagen a želatina jsou velmi užitečné vedlejší produkty při zpracování drůbeže. K výrobě kolagenu se používají, kuřecí kosti, kůže, hlavy či běháky [3].

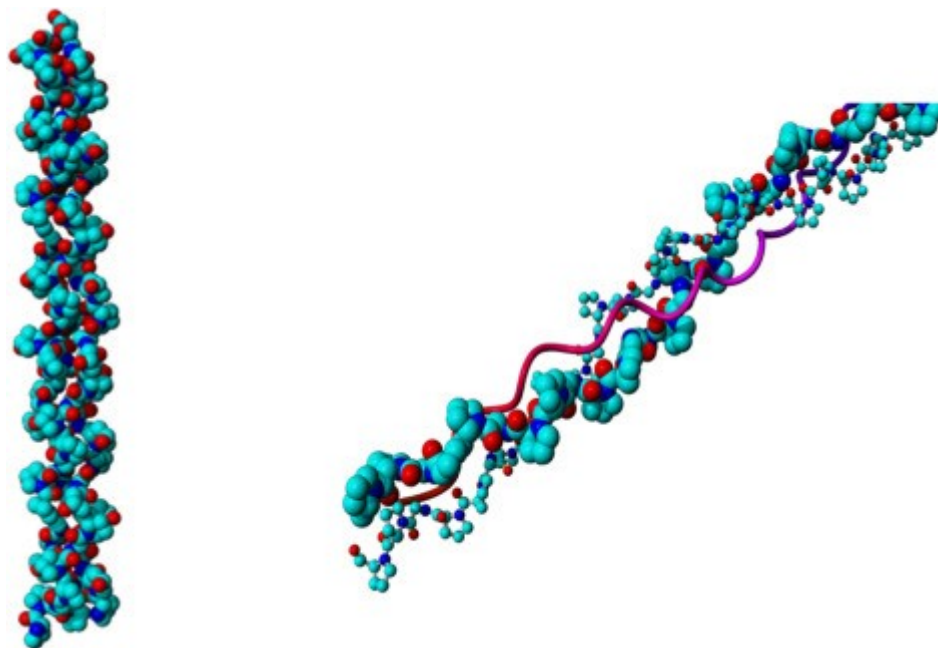
### 1.1 Surovinové zdroje

Jedná se o nejhojnější protein živočišného původu, který obsahuje přibližně 30 % celkových bílkovin. Kolagen je hlavní složkou všech bílých vazivových tkání vyskytujících se v tělech zvířat, jako jsou chrupavky, šlachy, průhledné pochvy obklopující svaly a svalová vlákna, kůže, ossein (proteinová matrice kostí) a krevní cévy [2, 4, 5].

Podílí se na tvorbě fibrilárních a mikrofibrilárních sítí extracelulární matrix a bazálních membrán. Fibrilární protein tvoří hlavní proteinovou složku kosti, chrupavky, šlach, kůže a dalších forem pojivových tkání. Kolagen vytváří velkou pevnost v tahu a stabilní nerozpustné fibrily, což přispívá ke stabilitě a strukturální integritě tkání a orgánů [2, 4].

### 1.2 Struktura kolagenu

Na molekulárním základě kolageny tvoří vlákna s nepřerušovanou spirálovitou oblastí a se střídajícími se polárními a nepolárními skupinami. Jedná se o protein, kdy jeho strukturu tvoří trojitá šroubovice tří polypeptidových řetězců v extracelulární matrix. Každý řetězec se skládá z tisíců aminokyselin na základě sekvence Gly-X-Y. Na pozici X a Y se většinou nachází prolin a hydroxyprolin. Meziřetězcová vodíková vazba mezi glycinovou a amidovou skupinou v sousedním řetězci je klíčovým faktorem při stabilizaci trojité šroubovice kolagenu [1, 4, 6].



Obrázek 1: Struktura kolagenové trojšroubovice [7]

Stabilita a struktura kolagenu je založena na vodíkových vazbách mezi polárními zbytky 4-hydroxyprolinu a 5-hydroxylysinu, kdy dochází k vytváření hydratační sítě pomocí elektrostatické interakce. Kuřecí kolagen je méně zesíťovaný vzhledem k tomu, že se stupeň kovalentních síťování zvyšuje s postupujícím věkem v důsledku zesíťování iniciovaného lysin oxidázou. Kuřata jsou poražena v 6 – 7 týdnech, zatímco průměrný věk hovězího dobytka se pohybuje kolem 18 - 36 měsíců [1].

Savčí protein obecně obsahuje velké množství hydroxyprolinu a hydroxylysinu a celkový obsah imino kyselin (prolin a hydroxyprolin) je vysoký. Množství iminokyselin v drůbežím kolagenu může být podobný nebo mírně nižší než u kolagenu savců. Rybí kolageny mají méně prolinu a hydroxyprolinu, ale vyšší obsah serinu a threoninu než kolageny savců [4].

Vysoký obsah iminokyselin je nesmírně důležitý, protože ovlivňuje funkční vlastnosti, kterými jsou rozpustnost, schopnost síťování a tepelná stabilita kolagenu. Proto může mít kolagen s vysokou iminokyselinou širší uplatnění v potravinářském a nápojovém průmyslu [4].

### 1.3 Typy kolagenu

Typy kolagenu byly klasifikovány podle velikosti, funkce a distribuce, které se značně liší ve složení aminokyselin. Každý typ kolagenu má své speciální složení aminokyselin a každý hraje v tkáni výraznou roli. Typ I, II a III jsou nejhojnějšími kolageny, které jsou zodpovědné za pevnost tkáně, pružnost a mají schopnost zadržovat vodu. Různé typy se liší svým

zastoupením v tkáních a dále také svými vlastnostmi, kdy např. typ I je méně tepelně stabilní než typ III [4, 8].

Obecně má kolagen typu I nejvyšší procento zastoupení a je široce používán v průmyslu. Kolagen typu I tvoří více než 90 % organické hmoty kosti a je nejdůležitějším kolagenem šlach, kůže, vazů, rohovky a většiny intersticiálních pojivových tkání. Poskytuje tahovou tuhost šlach a fascií v orgánech. V kostech definuje rozsáhlé biomechanické vlastnosti týkající se únosnosti, pevnosti v tahu a torzní tuhosti po kalcifikaci. Nicméně hlavní zdroje kolagenu typu I pocházejí převážně ze savčích tkání [4, 9].

Kolagen typu II je hlavním kolagenem v chrupavce savců. Tento typ kolagenu je nezbytný pro syntézu a rekonstrukci pojivové tkáně v celém těle a údajně pomáhá snižovat destrukci kolagenu v těle, může poskytovat protizánětlivou aktivitu a může zlepšovat pružnost kloubů. Kolagen typu II však má omezení pro aplikace kvůli jeho nízkému výtěžku a vyžaduje přípravu vzorku před extrakcí [4].

Kolagen typu III je široce distribuován v tkáních obsahujících kolagen typu I. Je důležitou součástí retikulárních vláken v intersticiální tkáni plic, jater, dermis, sleziny a cév. Molekula také často přispívá ke smíšeným vláknům s kolagenem typu I a je také hojný v elastických tkáních [4].

#### 1.4 Biosyntéza kolagenu

Biosyntéza kolagenů počínaje genovou transkripcí genů v jádře až po agregaci kolagenových heterotrimerů do velkých fibril je složitý vícestupňový proces. Nejvíce kolagenu je vylučováno buňkami pojivových tkání. Kolagenové polypeptidy jsou syntetizovány na hraniční membráně ribosomů. Kondenzací se spojují jednotlivé aminokyseliny a odštěpuje se voda. Následně se přenáší do buněčné dutiny endoplazmatického retikula jako prekursory [10, 11].

Prekursory obsahují signální peptidy, které jsou potřebné pro transport proteinů, které se vylučují přes membránu endoplazmatického retikula. Další složkou jsou propeptidy, což jsou aminokyseliny, které se vyskytují na aminovém a karboxylovém konci. Pomocí hydroxylázy v buněčné dutině endoplazmatického retikula vzniká z lysinu hydroxylysin a z prolynu hydroxyprolyn. Dále zde dochází ke spojování tří  $\alpha$ -řetězců pomocí vodíkových vazeb a tím vzniká trojšroubovicová struktura kolagenu, která se nazývá prokolagen.

Fibrilární kolageny se převádí na kolagenové molekuly pomocí odstranění propeptidů [11, 12].

Kolageny jsou pomocí kolagenas pomalu degradovány a vyloučené propeptidy jsou následně odstraněny specifickými proteolytickými enzymy mimo buňku. Dále poté přeměňují prokolagenové molekuly na molekuly kolagenu, které v mimobuněčném prostoru tvoří kolagenové fibrily. Propeptidy mají dvě funkce, kdy jednou z nich je že usměřňují vnitrobuněčnou tvorbu trojřetězcových kolagenových molekul, a dále poté zabraňují vnitrobuněčné tvorbě kolagenových fibril, která by mohla mít fatální následky pro buňku [13].

## 1.5 Fyzikálně chemické vlastnosti kolagenu

### 1.5.1 Polyelektrolytický charakter

Podobně jako jiné bílkoviny má kolagen charakter amorfního polyelektrolytu. Iontové reakce probíhají v závislosti na pH prostředí, kdy část skupin postranních řetězců se ionizuje v alkalické a část v kyselé oblasti pH. Náboj kolagenu se mění se změnou pH, kdy má v silně kyselé oblasti kladný náboj a v silně alkalické oblasti záporný. Izoelektrický bod u nativní kolagenu je při pH 7 [14].

### 1.5.2 Denaturace a renaturace

Pomocí některých chemikálií či tepelným účinkem ztrácejí bílkoviny své původní nativní vlastnosti (denaturují). Pomocí denaturace kolagenu vzniká želatina. Produktem denaturační reakce vodného roztoku tropokolagenu jsou dva štěpy, které se liší molekulovou hmotností a jsou označeny jako komponenty  $\alpha$  a  $\beta$ . Komponent  $\beta$  lze rozložit na dva komponenty  $\alpha$ . Mechanismus denaturace tropokolagenu je dvoustupňový proces, kdy se nejdříve zborťí trojitá spirála a makromolekula tropokolagenu se stáhne do statistického klubka, ve kterém jsou řetězce navzájem spojeny. Během druhého stupně se klubka rozpadají na 3 frakce, kdy frakci  $\alpha$  tvoří jeden polypeptidický řetězec původní spirály, frakci  $\beta$  tvoří dva spojené řetězce a frakci  $\gamma$  tvoří tři řetězce v nezměněné formě statického klubka. Pokud zůstane denaturovaný roztok stát delší dobu při nízké teplotě, z části proběhne renaturace (zpětná rekonstrukce spirálové konfigurace) [14].

### 1.5.3 Botnání

Kolagen patří k přechodným koloidním soustavám – gelům. Mezi nejdůležitější vlastnosti patří schopnost botnat. Po ponoření kolagenního vlákna do vody omezeně botná při čemž

dochází ke změně objemu, délky a pružnosti vlákna. V nabotnalém kolagenu je část vody tzv. botnací, kterou lze pomocí mechanického účinku odstranit a druhou část tvoří voda hydratační, která je koloidně vázaná a dá se odstranit pouze sušením [14].

Dle mechanismu můžeme rozlišit botnání na osmotické a lyotropní. Během osmotického botnání proniká voda styčnou plochou mezi pevnou látkou a rozpouštědlem následkem gradientu osmotického tlaku, který je dán rozdílem koncentrací všech pohyblivých iontů ve vnější fázi (roztoku) a vnitřní fázi (gelu). Po určité době se stanoví Donnanova membránová rovnováha, kdy botnací tlak je právě vykompenzován pevností makromolekulární sítě. Rozrušením stabilizujících vazeb se sníží protitlak pevné fáze proti průniku vody a rovnováhy se dosáhne při vyšším stupni nabotnání (lyotropní botnání). Sloučeniny, které způsobí toto botnání mají schopnost štěpit vodíkové vazby a v extrémních případech i rozpouštět kolagen [14].

#### 1.5.4 Hydrotermální stabilita

Během zahřívání kolagenových vláken dochází ve vodě k jejich zkrácení asi o 1/3 vlákna ve směru osy. Hlavní příčinou smrštění vláken je štěpení intermolekulárních příčných vazeb a rovněž intramolekulárních vazeb, které udržují trojitě spirály v nativním kolagenovém vlákne v nataženém stavu. Teplota, při které dochází ke smrštění kolagenových vláken, se považuje za tání kolagenu v krystalických oblastech. Lyotropní činidla, která štěpí vodíkové vazby, také způsobují kontrakci kolagenového vlákna a snižuje se tím teplota smršťování. Pro určení stability trojhelikální struktury se využívá i měření denaturační teploty, kdy dochází k přechodu kolagenu v želatinu [14].

#### 1.5.5 Hydratace kolagenu

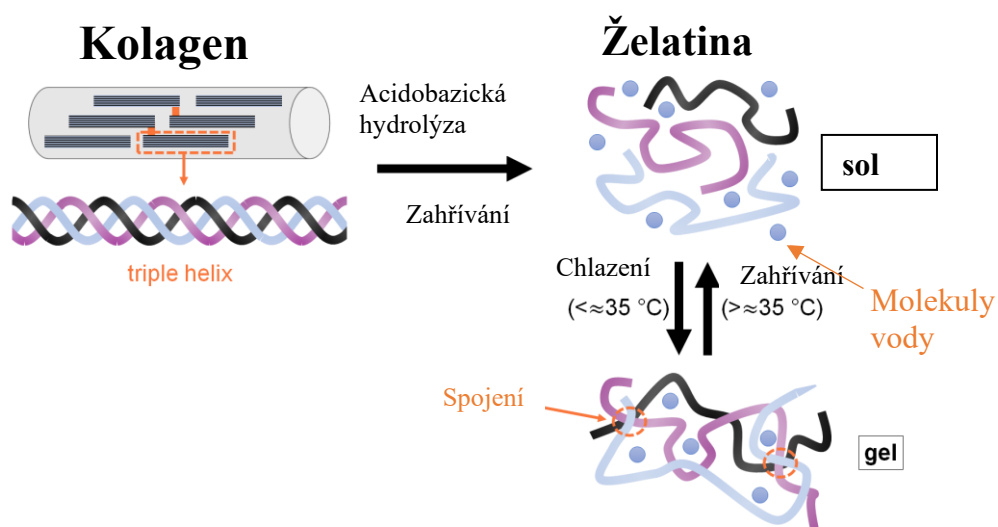
Proteiny mohou obsahovat dva typy hydrofilních center, která jsou schopná vázat vodu. Jedná se o polární skupiny v bočních řetězcích u některých aminokyselinových zbytků. Aby došlo k zachování fyzikálních vlastností kolagenu je nutná asociace daného minimálního množství vody, kdy tato voda tvoří přibližně 20 % jeho hmotnosti. V hydratovaném stavu kolagenu se uvolňuje pohybové omezení peptidových řetězců proteofibril, které jsou typické pro suchý stav, a tímto se vysvětluje elementární funkce pro fyzikální vlastnosti proteinu. Pomocí hydratace se vzdálenost mezi sousedními polypeptidovými řetězci zvyšuje [14].

## 2 ŽELATINA

Želatina patří mezi nejvšestrannější polymery, jelikož má velmi široké množství využití v různých odvětvích průmyslu. Dlouholetý výzkum a vývoj stojí za používáním želatiny v potravinách, cukrovinkách, technických, farmaceutických, lékařských a kosmetických výrobcích. Želatiny se dnes vyrábějí hlavně z prasat a skotu, ale je možné ji získávat i z drůbeže nebo ryb. Želatiny z různých zdrojů se liší svými fyzikálními vlastnostmi [5, 15].

Želatiny jsou odvozeny z mateřského proteinového kolagenu procesy, které rozbíjejí sekundární a vyšší struktury s různým stupněm hydrolyzy hlavního peptidového řetězce. Relativní poměry a sekvence jednotlivých aminokyselin v kolagenu a želatině jsou v podstatě stejné, ale liší se jejich fyzikální vlastnosti [5, 15].

Zatímco kolagen je ve vodě nerozpustný, želatina se snadno rozpustí ve vodě po zahřátí na teploty nad denaturační teplotu nativního kolagenu. Kolagen se pouze zmenšuje a ztrácí schopnost zadržovat vodu za stejných podmínek [5].



Obrázek 2: Denaturace kolagenu a přechod želatiny sol – gel [16]

Jednou z typických vlastností želatiny je přechod sol – gel. Gel želatiny jeví tixotropii, kdy zahřátím na tělesnou teplotu „taje“ a přechází na sol. Při ochlazení na teplotu pod 20 °C sol přechází zpět na gel z částečně naskládaných reformovaných trojitých helixů peptidových řetězců, stabilizovaných vodíkovou vazbou mezi aminokyselinami a blízkými C-H skupinami. V potravinářství se želatina nejčastěji aplikuje do cukrovinek, masných výrobků a chlazených mléčných výrobků [14, 17].



## 2.1 Výroba želatiny

Výrobní proces zahrnuje čištění zdrojových tkání, po které následuje předúprava, extrakce, filtrace, koncentrace, sušení a na závěr mletí. Pro výrobu želatiny může být surovinou jakákoli tkáň, která obsahuje kolagen [5].

### 2.1.1 Čištění tkání

Surovinu je na začátku procesu nutno promýt, aby došlo k odstranění zbývající krve a nečistot. Pro odstranění nekolagenních proteinů a pigmentů je možné využít slabý roztok NaOH, který se několikrát vymění. Získaný materiál je rozprostřen na tenkou vrstvu a nechá se usušit při teplotě kolem 35 °C v sušičce s cirkulujícím vzduchem [5, 18].

Dalším krokem je odtučnění suroviny extrakcí za studena pomocí ethanolu a petroletheru, kdy se směs kombinuje v poměru 1:1 či lze využít jako rozpouštědlo n-hexan. Při odtučňování je surovina smíchána se směsí rozpouštědel v daném poměru. Po odtučnění je nutné zbavení suroviny rozpouštědel, kdy je možné ji ponechat na vzduchu, kdy dojde k jejich odpaření. Připravený proteinový izolát je možné skladovat při pokojové teplotě [18, 19, 20].

### 2.1.2 Demineralizace

Při demineralizaci je nutné ponoření suroviny do slabého roztoku kyseliny chlorovodíkové. Koncentrace kyseliny se pohybuje kolem 3 %. Doba demineralizace se liší dle způsobu přípravy suroviny, ale většinou probíhá v řádu dní. Po demineralizaci je nutné důkladné propláchnutí suroviny vodou [21].

### 2.1.3 Kyselá předúprava

Z předúpravy pomocí kyseliny vznikají želatiny typu A. Jako surovina je využívána kůže, zejména kůže savců většinou v čerstvém nebo zmraženém stavu a je zbavená chlupů, přebytečného tuku a masa. Během tohoto procesu je surovina ponořena do studené zředěné minerální kyseliny (buď roztoku kyseliny chlorovodíkové, sírové nebo kyseliny fosforečné) po dobu, která je závislá na tloušťce a velikosti suroviny (8 - 30 hodin). Po zpracování je materiál promyt tekoucí vodou [5, 15, 22, 23].

#### 2.1.4 Alkalická předúprava

Pomocí alkalické předúpravy vznikají želatiny typu B. K opracování lze využít různé typy zásaditých činidel, ale nejvíce využívaná je nasycená vápenná voda ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Promytý materiál je umístěn do nádob s kapalinou a dostatečným hydratovaným vápnem k udržení nasycení. Teplota se udržuje pod  $24\text{ }^\circ\text{C}$  a směs se v intervalech míchá. Proces trvá nejméně 20 dní až 6 měsíců (obvykle 2 – 3 měsíce) v závislosti na tloušťce a typu suroviny. Když je ošetření dokončeno, vápenný materiál je promyt vodou až do přibližně neutrálních podmínek před zpracováním zředěnou kyselinou (např.  $\text{HCl}$ ), aby se dosáhlo správného extrakčního pH [5, 15, 23].

#### 2.1.5 Enzymatická předúprava

K enzymatickému opracování byla navržena celá řada procesů výroby želatiny pomocí přirozeně se vyskytujících enzymů, mezi které se řadí některé proteolytické enzymy, jako pepsin nebo alkaláza ve spojení s různými chemickými úpravami (kyselinami či zásadami). Toto opracování slouží ke zvýšení účinnosti výroby želatiny a snížení časového zpracování. Dále bylo zjištěno, že pro získání lepší kvality želatiny je výhodnější kombinace enzymatického opracování s demineralizací kolagenu z osseinu [22].

Jedná se o jeden ze stupňů zpracování, při kterém dochází ke smísení bílkovinného substrátu s vodou v určitém poměru. Následuje úprava pH na hodnotu kolem 7 a po ustálení hodnoty pH se přidá enzym a směs se nechá třepat při pokojové teplotě po dobu asi 1 dne. Po uplynutí této doby se bílkovinný substrát promyje vodou [19].

#### 2.1.6 Extrakce

Extrakci je možné využít několik metod. Mezi tyto metody patří diskontinuální či také tradiční metoda, kontinuální metoda, polokontinuální metoda a tlaková hydrolyza [24].

##### *Diskontinuální metoda*

Tato metoda probíhá v extraktorech. K extrakci želatiny se předem upravená surovina umístí do nádoby s pitnou vodou a směs je zahřívána na určitou teplotu. Provádí se řada extrakcí s po sobě jdoucími různými teplotami vody (obvykle tři až pět), přičemž každá extrakce se provádí při zvyšujících se teplotách v rozmezí  $55\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$ . Během každé extrakce se získává 2 – 4 % roztok želatiny, který se před přidávkem další vody, která je ohřátá na vyšší teplotu, odstraňuje z extraktoru. Kombinace předúpravy, teploty a času extrakce činí z konečného

želatinového produktu směs polypeptidových řetězců s různým složením a molekulovou hmotností. Doba a teplota extrakce má také vliv na barvu želatiny, kdy déle extrahované želatiny mají tmavší barvu v důsledku Maillardových reakcí mezi aminokyselinou a zbytky redukujících sacharidů v surovině [5, 22, 24].

### ***Kontinuální metoda***

Tato metoda probíhá obdobně jako diskontinuální metoda v extraktoru, ale na rozdíl od této metody je surovina do extraktoru přiváděna v protiproudu s extrakční vodou v určitých intervalech, přičemž se rychlost extrakce postupně zvyšuje. Během této extrakce se želatina extrahuje při nízkém pH ( $\text{pH} \approx 2 - 3$ ) a během procesu se extrahují želatiny rozdílného složení a vlastností. Získaná želatina má vysokou pevnost gelu, nízkou viskozitu a nízkou barevnost. Extraktory je nutné při využití této metody pravidelně čistit, aby mohlo dojít k odstranění nerozpustné části suroviny [24].

### ***Polokontinuální metoda***

Další možností je využití polokontinuální metody, kdy se do extraktoru přidává surovina v menších dávkách a je extrahována vodou. Teplota vody se postupně zvyšuje, a to umožňuje získat surovinu i ze středu suroviny. Během extrakce mohou být tak získávány želatiny o různé kvalitě, kdy kvalita závisí na stupni extrakce [24].

### ***Tlaková hydrolýza***

Jde o optimalizovanou kontinuální extrakci, která je modifikovaná snížením velikosti částic suroviny, tlakem, snížením pH a zvýšením teploty. Doba extrakce želatiny se tak zkrátí a k její extrakci dochází během několika minut. Teoreticky lze získat veškerou želatinu ve vysoké kvalitě již při teplotě 50 °C. Aby bylo dosaženo co nejvyššího výtěžku je nutné, aby hydrolyzované částice byly co nejvíce homogenní [24].

## **2.1.7 Úprava želatinového roztoku**

### ***Filtrace***

Mezi možné úpravy želatinového roztoku patří odstředění a filtrace. Filtrace se nejčastěji provádí pomocí perlitu, křemelinových či celulóзовých filtrů. U želatiny, které mají nižší molekulovou hmotnost, je možné využít i mikrofiltraci. Během mikrofiltrace je využíváno filtrů, které mají póry o velikosti asi 1 mikrometru. Touto membránou mohou procházet pouze lineární řetězce želatiny a nemohou projít tukové, kulovité ani pevné částice [24].

### ***Deionizace***

Tato operace se využívá ke snížení obsahu popela v želatině. Po zpracování želatinový roztok stále může obsahovat množství popela, které přesahuje legislativní limit, či limit, který je daný pro lékařské nebo potravinářské využití. Při využití ve fotografickém průmyslu je požadována želatina téměř bez obsahu popela. Vysoký obsah popela může způsobit zákal, ovlivnit některé fyzikální vlastnosti a zhoršit sensorické vlastnosti. Deionizaci lze provádět pomocí iontoměničů či ultrafiltrací [24].

### ***Zahuštění želatinového roztoku***

Zahuštěním želatinového roztoku lze zajistit mikrobiologickou stabilitu. V roztoku se snižuje obsah vody z asi 90 % na 10 – 12 % a usnadňuje se tak skladování i přeprava produktu. K zahušťování lze využít jednostupňový nebo vícestupňový způsob pomocí výparníků. Během jednostupňového způsobu je želatinový roztok odpařován při teplotě 52 °C. U vícestupňového způsobu se využívá 50 - 100 °C [24].

K velkému odstranění podílu vody lze využít ultrafiltraci, která se řadí mezi moderní membránové metody, kdy membrány mají velikost 0,05 mikrometrů. Membránou prochází voda, minerální látky, ale i malé molekuly želatiny, kdy toto může mít i nežádoucí účinky z důvodu snížení výtěžku při zpracování. Tento krok se opakuje několikrát k zajištění požadované koncentrace roztoku. Jelikož při zahušťování dochází k zahřívání na vyšší teplotu, může dojít k vysrážení albuminu a globulinu, který obsahuje želatinový roztok, tak je nutné roztok zfiltrovat. Zahuštění roztoku je důležité pro jeho následné sušení [24].

### ***Sterilace***

Sterilace želatinového roztoku slouží k zajištění mikrobiální stability produktu. Sterilaci lze provést přímým nebo nepřímým způsobem. Během přímého způsobu sterilace se želatinový roztok vystavuje přímému kontaktu s parou, ale nevýhodou této metody je energetická a finanční náročnost. Z tohoto důvodu je upřednostňována nepřímá sterilace, která se provádí pomocí deskového výměníku tepla [24].

### ***Sušení***

Po sterilaci se želatinový roztok rychle ochladí ve výměníku tepla a v zahuštěné formě je vytlačován ve formě tyčinek na dopravníkový pás sušičky. Želatinové tyčinky se nejdříve suší při teplotě 30 °C a teplota se postupně zvyšuje až na teplotu 60 °C. Vysušené tyčinky se zchladí, rozdrťí a rozemelou [24].

Získaná želatina se podrobuje fyzikálním, chemickým a mikrobiologickým rozborům. Mezi nejdůležitější fyzikální analýzy patří tvorba gelu, která je jednou z nejdůležitějších vlastností želatiny, kdy se zjišťuje pevnost gelu a viskozita. Mezi nejdůležitější chemické rozborů patří obsah vody, obsah popelovin a některých prvků, jako je arzen, měď, zinek, olovo nebo železo. Aby želatina byla mikrobiologicky nezávadná musí splňovat požadavky na celkový počet mikroorganismů, koliformní bakterie, anaerobní bakterie, bakterie *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* a rod *Salmonella* [5, 24].

Po provedení všech potřebných analýz následuje standardizace, která se provádí před dodávkou, a to většinou pomocí smíchání šarží o různých chemických a fyzikálních vlastnostech dle požadavků zákazníka. Želatiny se mohou prosévat a brousit na požadovanou velikost částic, kdy komerčně dostupné želatiny mají velikost částic v rozmezí od 0,1- 10 mm. Směs je po nastandardizování balena do obalů. Většina obalů je vyrobena z papíru, kdy jsou dostupné balení o hmotnosti 10 - 15 g pro maloobchodní prodej pro domácnosti, 20 - 25 kg pro menší průmyslové zákazníky nebo velké pytle o hmotnosti od 500 do 1000 kg pro velkovýrobce [5, 24].

### 3 VÝROBA PAŠTIK

Játrovou paštikou se dle vyhlášky č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, rozumí tepelně opracovaný masný výrobek, který je vyráběn z mělněného masa a je převážně roztíratelný a nemusí být naražený v technologickém obalu. Jako tepelně opracovaný masný výrobek se rozumí zpracovaný masný výrobek, u kterého bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty 70 °C po dobu 10 minut [25].



Obrázek 3: Krájitelná paštika [26]

Globální spotřeba masných výrobků, zejména uzenin stoupá, ale zásoby hovězího kolagenu se snižují. Potřeba košer a halal produktů se navíc neustále zvyšuje. Výsledkem je, že kuřecí kolagen by mohl tuto potřebu dodat, protože jej lze snadno získat jako vedlejší produkt z kůží, chrupavek, kostí a běháků z drůbežářského zpracovatelského průmyslu [1].

#### 3.1 Suroviny pro výrobu játrových paštik

##### 3.1.1 Masné suroviny

Mezi masné suroviny, které se při výrobě kuřecích játrových paštik využívají, patří kuřecí maso, kuřecí játra a kuřecí kůže. Jako u všech masných výrobků je žádoucí nízký počet bakterií v surovinách. Používané suroviny, jako je maso, tuk, játra a kůže podléhají rychlé zkáze a některé z nich rychle vykazují vysoký počet bakterií, pokud nejsou správně ošetřeny nebo skladovány. Velké množství bakterií má v hotovém výrobku negativní dopad na parametry, jako je chuť, vývoj barvy a barevná stálost, které nelze napravit následným vařením [27].

### **3.1.1.1 Maso**

Jedná se o hlavní surovinu pro výrobu masných výrobků. Při výrobě se nejčastěji používá kuřecí stehenní svalovina, která musí být dostatečně vyzrálá a skladovaná při správných podmínkách. Zrání je u kuřecího masa poměrně rychlé a doporučuje se nechat ho zrát 4–8 hodin při chladírenské teplotě [28, 29 30].

### **3.1.1.2 Játra**

Droby ve spoustě zemích světa slouží jako důležité kulinářské a technologické suroviny k výrobě produktů, mezi které patří i játrové paštiky. Paštika se řadí mezi masné výrobky, které jsou na bázi jemně rozmělněných nebo rozmačkaných jater, často jsou to játra vepřová či drůbeží [31, 32].

### **3.1.1.3 Kuřecí kůže**

Mimo kůži jsou zdrojem také tuku a vody. Do masných výrobků se zpravidla přidávají, proto aby zlepšily strukturu a také chuť. Výhodou přidávání kuřecích kůží je ale také snížení nákladů na výrobu [27, 33].

## **3.1.2 Sůl, koření směsi a přídatné látky**

Pro dodání a zvýraznění chuti, vaznosti, konzistence a zlepšení údržnosti se do paštik přidává sůl a koření směsi. Sůl a fosfát jsou nejběžnější přísady přidávané do masných výrobků, které působí na bílkoviny pro zvýšení funkčnosti. Do paštik jsou dále přidávány další přísady, které prodlužují trvanlivost, zlevňují výrobek, zvýrazňují chuť nebo zlepšují sensorické a technologické vlastnosti výrobku. Mezi nejčastěji přidávané látky se řadí konzervanty, koření směsi, zvýrazňovače chuti, bílkovinné přísady, hydrokoloidy a emulgátory [34, 35].

### **3.1.2.1 Sůl a dusitanová soličí směs**

Před příchodem chlazení se sůl používala v množství, které omezovalo růst mikroorganismů a prodlužovalo tak životnost produktu. Většina proteinů odpovědných za zadržování vlhkosti je rozpustná v soli. Sůl a konkrétně chloridové ionty přizpůsobují protein pro větší zadržování vlhkosti maskováním některých kladných nábojů na molekule proteinu [35].

Do výrobků, kde není nutné zachování růžové barvy se přidává jedlá sůl (chlorid sodný). Sůl ovlivňuje interakci mezi aktinem a myosinem a v kombinaci s fosforečnany dochází k rozpuštění těchto bílkovin. Elektrické interakce mezi myosinem a aktinem jsou založené

na pozitivních a negativních nábojích, které jsou odpuzivé či přitažlivé. Pomocí těchto nábojů vzniká mezi bílkovinami prostor a výsledkem je schopnost masa vázat vodu [27, 30, 35, 36].

Při nutnosti zachování růžové barvy po tepelném opracování se do výrobků dává dusitanová solící směs. Nejčastěji jde o směs dusitanu sodného (příp. draselného) a chloridu sodného. V této směsi se obsah chloridu sodného pohybuje v rozmezí 99,4 - 99,5 % a obsah dusitanu je zde v rozmezí 0,5 - 0,6 %. Sice se dusitany řadí mezi toxické látky, ale jejich konečná koncentrace ve výrobku se pohybuje kolem 0,01 – 0,03 %. Dusitan se tedy v této nízké koncentraci rozloží na neškodné látky [27, 37, 38].

### **3.1.2.2 Fosfáty**

Alkalické fosfáty, jak název napovídá, zvyšují pH prostředí, což zase zvyšuje schopnost proteinu zadržovat vodu. V přítomnosti fosfátů je aktomyosin disociován na primární složky aktinu a myosinu působením pyrofosfátu. Ve skutečnosti sůl a fosfáty působí synergicky na zlepšení vazby vlhkosti a vlastností zlepšujících texturu masových proteinů prostřednictvím tohoto působení, protože myosin má vyšší schopnost vázat vodu než aktomyosin a sůl pomáhá extrahovat protein pro další zlepšení funkčnosti. Přestože jsou masové proteiny velmi funkční, jsou chvíle, kdy mohou masné výrobky těžit z přidání dalších přísad [35].

### **3.1.2.3 Koření**

Koření, které se přidává do výrobků je rostlinného původu a vyznačuje se intenzivní chutí a vůní a slouží k dochucování. Může být využíváno ve formě extraktu, syrovém stavu či nejčastější formou v sušeném stavu. Lze využívat jak druhů mírného pásma (např. kmín, majoránka) tak i koření pocházejícího ze subtropického či tropického pásma (např. pepř, zázvor, hřebíček, nové koření, koriandr či další) [30, 37].

### **3.1.2.4 Hydrokoloidy**

Hydrokoloidy se do potravin přidávají kvůli zajištění potřebné textury a funkčních vlastností. Mezi hydrokoloidy rostlinného původu, které se využívají při výrobě paštik patří karagenany, arabská guma, nativní i modifikované škroby a další. Mezi živočišné hydrokoloidy se řadí např. želatina. Do potravin se používají jednotlivě či ve směsích [39].



### ***Škrob***

Škrob je celosvětově nejrozšířenějším sacharidem v masném průmyslu. Jak cena, tak funkčnost jsou primárními důvody pro jeho široké použití. Typ škrobu použitý v masných výrobcích závisí především na dostupnosti v regionu. Škroby se získávají z různých zdrojů se širokou škálou funkcí. Nejběžnější jsou kukuřičný, bramborový, pšeničný, tapiokový a rýžový škrob. Primární funkcí škrobu je vázat vodu, poskytovat různé stupně stability zmrazování/rozmrazování a přispívat ke struktuře. Funkčnost škrobu je odvozena od jeho schopnosti bobtnat a přijímat vodu, jako mnoho jiných hydrokoloidů [35].

### ***Modifikované škroby***

Modifikace škrobů se provádí za účelem zlepšení nebo potlačení určitých vlastností. V některých případech je modifikován pro kontrolu textury, viskozity, tepelné tolerance nebo stability zmrazování/rozmrazování. Při použití u masných výrobků existují náznaky, že se škroby nestanou plně rozpustnými za typických podmínek zpracování, a proto se modifikace plně neprojeví. Bylo zjištěno, že škroby jsou synergické s jinými hydrokoloidy, z nichž jedním je karagenan [35].

### ***Karagenan***

Karagenan je hydrokoloid získaný z různých druhů červených mořských řas a může pomoci zpracovaným masným výrobkům udržet vlhkost. Karagenan je dostupný v mnoha formách; primární charakteristiky, kterých by si měl zpracovatel být vědom, jsou typ, složení a koncentrace. Strukturu karagenanu tvoří lineární polysacharidy a jsou podobné agarům. Základem struktury je opakující se sekvence  $\beta$ -D-galaktopyranosy a 3,6-anhydro- $\alpha$ -D-galaktopyranosy tedy disacharid zvaný karabinosa. Existují tři primární typy karagenanu: kappa, iota a lambda [35, 40, 41, 42].

Horké roztoky kappa a iota karagenanu se po ochlazení na teplotu mezi 40 a 60 °C v závislosti na přítomných kationtech nastaví tak, aby vytvořily řadu gelových struktur. Sodné soli kappa karagenanu budou hydratovat při 40 °C, ale stejný karagenan v masovém láku bude vykazovat plnou hydrataci pouze při 55 °C nebo vyšších. Karagenanové gely jsou tepelně reverzibilní a vykazují rozdíl mezi teplotou tuhnutí a teplotou tání. Tyto gely jsou stabilní při pokojové teplotě [35, 42].

### ***Xanthanová guma***

Jedná se o první komerční polysacharid, který je vyrobený pomocí bakterií *Xanthomonas campestris*, kdy je vytvářen pomocí aerobní fermentace. Genetická modifikace tohoto druhu vede k asi 50% zvýšení produkce xanthanové gummy prostřednictvím technologie rekombinantní DNA [43, 44].

Molekuly xanthanové gummy mají (1,4)-glukopyranózový hlavní řetězec s trisacharidovým postranním řetězcem na každém druhém glukózovém zbytku připojeném přes pozici C3. Postranní řetězec se skládá ze dvou mannopyranosylových zbytků navázaných na každé straně ke skupině kyseliny glukuropyranosyluronové. Vnitřní manosový zbytek připojený k hlavnímu řetězci může být acetylován, zatímco koncový manosový zbytek může být pyruvován. Molekulová hmotnost molekul xantanu je velmi vysoká a guma se rozpouští ve vodě za vzniku vysoce viskózních roztoků. Xanthanová guma nachází stále větší využití v různých aplikacích, včetně potahování těsta, těsta na koláče, mražených a chlazených mléčných výrobků, omáček, dresinků i masných výrobků [43, 44].

Xanthan, jako mikrobiální polysacharid, se získává z fermentačního bujónu, kdy vysoká viskozita v celém bujónu ztěžuje provádění operací jako je filtrace nebo odstředování bez velkého zředění obsahu. V případě xanthanové gummy se tekutina zahřívá na teplotu vyšší než 100 °C, aby se snížila viskozita bujónu, protože takové ošetření nedegraduje gumový produkt. Vyčištěný xanthan se pak vysráží pomocí solí nebo organických rozpouštědel, jako je alkohol. Vlhká sraženina se odvodní lisováním nebo odstředěním a poté se suší za použití nuceného vzduchu, vakua nebo sprejových sušiček. Vysušený produkt se potom mele na velikost částic, která mu poskytuje jak dobrou rozpustnost, tak dobré disperzní vlastnosti [44, 45].

### ***Guarová guma***

Guarová guma je polygalaktoman, který se získává ze semen rostliny *Cyamopsis tetragonolobus*. Je to ve vodě rozpustný polysacharid a byl široce používán v různých průmyslových odvětvích, protože poskytuje vysokou viskozitu vodným roztokům i při nízkých koncentracích ( $\leq 1$  % w/v). Guarová guma a její různé chemické deriváty nacházejí široké uplatnění v různých průmyslových odvětvích, jako je textilní průmysl, hornictví, papír, keramika, barvy, kosmetika, farmacie a výbušniny [46, 47].

Guarová guma má silnou schopnost vázat vodu a je rozpustná ve studené i horké vodě. Ve zpracovaných masných výrobcích se používá hlavně jako zahušťovadlo, které zajišťuje

kontrolu synereze, zabraňuje migraci tuku během skladování a kontroluje viskozitu a reologii. Další hlavní použití guarové gummy v masném průmyslu je jako náhražka tuku a v jedlých filmech pro zlepšení trvanlivosti [46, 48].

## 3.2 Technologie výroby játrových paštik

Výroba játrové paštiky má několik kroků, které ovlivňují sensorické vlastnosti a dosahuje se určité údržnosti, barvy a charakteristické struktury. Jednotlivé procesy ovlivňují podobu játrové paštiky, kdy se poté může jednat o paštiku hrubozrnnou, mělněnou, sterilovanou nebo pasterovanou [49].

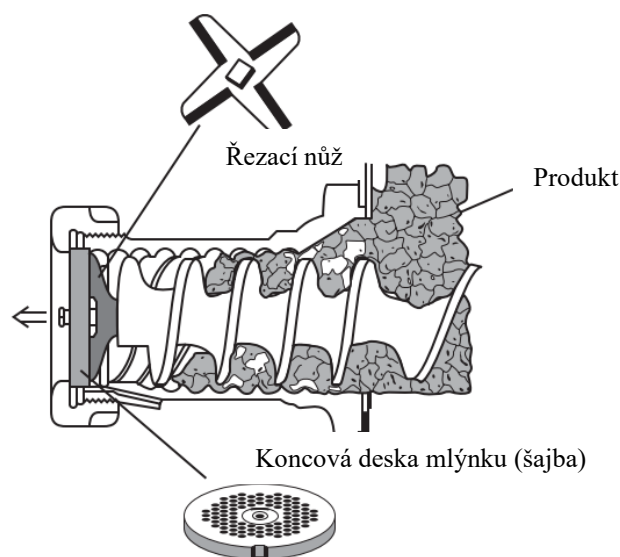
### 3.2.1 Předvaření kůže, sádla a masa

Předvaření se provádí ještě před mělněním, kdy se má tímto krokem zajistit změknutí kůže, sádla i masa a slouží k vytvoření charakteristické struktury paštiky [27, 38].

Kolagen se významně podílí na stabilizaci paštiky, kdy při záhřevu denaturuje. Během záhřevu kolagen bobtná a po rozrušení příčných vazeb dochází k přechodu na rozpustnou želatínu. K denuraci kolagenu dochází při 55 - 90 °C [36, 49, 50].

### 3.2.2 Mělnění a míchání surovin

Suroviny mohou být mělněny pomocí stříhu, které může být prováděno pomocí řezačky, kdy jeden břit tvoří ostrá hrana otvoru v řezací desce a druhým břitem je ostří řezacího nože. Suroviny jsou podávány pomocí šneku, který tlačí surovinu do otvoru v řezací desce a následně dochází k odříznutí pomocí rotujícího nože [30, 51, 52].



Obrázek 4: Řezačka na maso [53]

Efektivnější možností mělnění je využití kutru. V kutru dochází mělnění pomocí ostrého nože v otáčivé míse, kdy dochází k sekání suroviny. Velmi jemné homogenizace, která je vhodná pro výrobu paštik, je možné dosáhnout pomocí vakuového kutru. Během procesu řezání je odváděn vzduch a tím se zamezuje kontakt s kyslíkem a je inhibován růst mikroorganismů, zabraňuje se oxidaci tuků a tím je dosažena i lepší údržnost emulze. Jednou z dalších výhod využití vakua je zvyšující se hustota mělněné hmoty, a tak i nejmenší části suroviny jsou zachyceny noži a tím dochází k intenzivní homogenizaci [30, 52].



Obrázek 5: Otevřený vakuový kutru [53]

Po homogenizaci dochází k míchání všech surovin včetně přísad a koření. Většinou, ale dochází k míchání společně s mělněním v kutru. Další možností je využít jednoúčelové mělniče a míchačky. Dnes je možné využívat i vakuové mělniče a míchačky s chladicí i vařicí funkcí a s vestavěnými vážicími zařízeními, které dodávají informaci o hmotnosti díla. Mícháním díla ve vakuu se podporuje vstřebávání koření a dalších přísad a také se směs stává hutnější a stabilnější [30, 52].

### 3.2.3 Plnění

Následuje plnění díla do obalů, které jsou vhodné i pro tepelné opracování paštik. Obecně platí, že balení paštik má 3 úrovně. Primární obal je v kontaktu s potravinou a poskytuje potravině ochranu před znečištěním a poskytuje spotřebitelům potřebné informace. Mezi nejčastější materiály při balení paštik se používá kov, sklo nebo plast. Hliníkové obaly patří mezi nejrozšířenější. Jeho výhodou je odolnost a ochrana před nepříznivými vlivy. Dále je

netoxický, sterilní a nijak neovlivňuje chuť výrobku. Hliníkový obal je vyráběn pomocí lisování fólie, která je složená ze čtyř vrstev složené z polypropylenu, lepidla, hliníku a povrchového laku. Skleněné obaly se využívají nejčastěji u prémiových značek paštik [36, 54, 55].

Sekundární balení většinou obsahují několik jednotlivých primárních balení, které chrání před vlivy prostředí během distribuce. Jako příklad může sloužit kartonový obal či plastová přepravka. Terciální balení zahrnuje několik sekundárních balení, které slouží k nakládce, vykládce a během přepravy. Nejčastějším příkladem je paleta se zbožím, která je obalená smrštitelnou fólií [54].

### 3.2.4 Tepelné ošetření

Tepelné zpracování v potravinářském průmyslu pokrývá širokou oblast konzervace výrobků, ve které se používají tepelné úpravy k inaktivaci mikroorganismů. U konzerv se běžně využívá sterilace, která slouží k zachování bezpečnosti a zdravotní nezávadnosti potravin určené k přímé spotřebě po dlouhém skladování při pokojové teplotě [56, 57].

Mimo zajištění údržnosti je cílem tepelného ošetření vytvořit u paštik příslušnou strukturu, upravit chuť, vůni, barvu a celkový vzhled výrobku. Pro dosažení správné údržnosti se u masných výrobků požaduje takový záhřev, při kterém je dosaženo minimálně pasteračního účinku, který je ekvivalentní působení teploty 70 °C ve středu výrobku po dobu nejméně 10 minut [30].

#### *Sterilace*

U paštikových konzerv je nejčastějším způsobem tepelného opracování sterilace. Průmyslová výroba sterilovaných paštik má přesně stanovené postupy, kdy je důležité zajištění tzv. obchodní sterility a tím se zajistí i mikrobiologická bezpečnost potravin [58, 59].

Dle ČSN 56 9609, která stanoví pravidla správné hygienické a výrobní praxe a mikrobiologická kritéria pro potraviny je obchodní sterilita definována, jako nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které vyvolávají onemocnění [60].

Hlavní metodou při kontrole obchodní sterility je termostatová zkouška, která se provádí v hermeticky uzavřených obalech, které se zahřejí na 35 - 37 °C na 10 dní. Po této době nesmí dojít k nárůstu mikroorganismů nad  $10^2$ . Obchodní sterilitou lze tedy rozumět, že

konzervovaná potravina neobsahuje mikroorganismy, které jsou schopné se za normálních podmínek při skladování a distribuci množit [61].

Koncept doby tepelné smrti se ukázal jako nejužitečnější při hodnocení účinnosti tepelných procesů. Označuje se také jako hodnota Fahrenheita (F) s dolním indexem reprezentujícím teplotu, přičemž jednotka  $F_0$  je nejčastější a představuje čas v minutách potřebný k dosažení sterility při teplotě 250 °F (121 °C) [57, 62].

Desetinná hodnota redukce (D) je čas v minutách potřebný k usmrcení 90 procent bakteriálních buněk při dané teplotě. Vynesením logaritmu F nebo D proti teplotě ohřevu se získá přímka. Jeho gradient je známý jako z-hodnota a může být definován jako počet stupňů Fahrenheita, o který musí být zvýšena teplota, aby se dosáhlo desetinásobného zvýšení míry smrti bakteriálních buněk [57, 62].

### ***Pasterace***

U chlazených paštik je možné i využít polokonzervy. Dle vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, polokonzerva je výrobek, který je neprodyšně uzavřen v obalu a je pasterovaný. Tepelné ošetření se u polokonzerv provádí po dobu 10 minut v jádře a teploty do 100 °C. Polokonzervy je vhodné uchovávat v chladu a doba jejich použitelnosti se pohybuje kolem 3 – 6 měsíců [25, 63, 64].

Po tepelném opracování je nutné výrobek řádně vychladit, čímž se rychle překoná kritická oblast (20 - 40 °C), při které může docházet k pomnožení případně přežívajících mikroorganismů, nebo mohou vyklíčit a pomnožit se sporuláty [30].

## **3.3 Technologické vlastnosti játrových paštik**

### **3.3.1 pH**

Na mikrobiální inaktivaci má výrazný vliv pH. Hodnota pH, celková kyselost a typ okyselovadla jsou důležité vnitřní faktory, které ovlivňují typy mikroorganismů, které mohou růst v potravinách. Obecně u kyselých produktů,  $\text{pH} < 4,5$ , např. u široké škály ovoce a jejich šťáv, nezpůsobují patogenní organismy problém, proto je ke stabilizaci produktu zapotřebí pouze mírné tepelné ošetření, obvykle označované jako pasterizace. Pro  $\text{pH} > 4,5$ , např. u většiny zeleniny, ryb a masných výrobků, musí být naplánovaný proces dostatečný k inaktivaci spór *Clostridium botulinum*. V některých případech je možné produkt okyselit, aby byl zajištěn adekvátní proces pasterizace. U produktů, u kterých není plánovaný proces,

je nutné předem stanovit pH a pokud jde o hraniční případ, je nutné povést mikrobiologické testy [65, 66].

Hodnoty pH byly měřeny ve studii Tolik et al. (2015) u drůbežích paštik, kdy vzorky byly opracovány pomocí dvěma různými tepelnými opracováními: sterilace a pasterace. Sterilace byla provedena při teplotě 121 °C po dobu 40 minut a pasterace byla provedena ve vroucí vodě (100 °C) po dobu 40 minut. Tepelná úprava nikterak neovlivnila hodnotu pH, kdy v obou případech byla hodnota pH  $6,5 \pm 0,0$  [67].

### 3.3.2 Obsah sušiny

Obsah sušiny a vody ve výrobku se stanovuje pomocí gravimetrické analýzy. Při gravimetrické analýze je analyt zcela oddělen od matrice a jeho koncentrace je určena vážením. Gravimetrické analýzy se často používají v masných laboratořích, například pro stanovení obsahu popela po úplném spálení vzorku v muflové peci nebo pro stanovení obsahu vody a sušiny po vysušení do konstantní hmotnosti při 105 °C [68].

Obsah vody byl měřen ve studii Tolik et al. (2015), kdy byly zkoumány drůbeží paštiky, které byly ošetřeny pasterací a sterilací. U paštik, které byly opracovány pomocí sterilace, byl obsah vody roven  $60,0 \pm 2,1$  % a vzorky, které byly opracovány pomocí pasterace, měly obsah vody  $60,5 \pm 2,0$  % [67].

Ve studii Jridi et al. (2015), byl sledován obsah vody u párků, do kterých byla přidána želatina v množství 0 %; 0,25 %; 0,5 %; 0,75 %; 1 % a 1,5 %. Výsledky ukázaly, že se zvyšujícím se množstvím želatiny rostl i obsah vody ve výrobku, a tudíž se postupně snižoval obsah sušiny [69].

### 3.3.3 Textura

Textura je velmi důležitým parametrem v celkové kvalitě masného výrobku. Pro přijatelnost výrobku spotřebitelem je měkkost zásadní vlastností. V praxi se k hodnocení struktury masa používá mnoho metod. Mohou být seskupeny do tří kategorií: smyslové metody (které jsou zásadně subjektivní), instrumentální metody (známé jako objektivní) a nepřímé metody [70].

Mezi nejčastěji používané instrumentální metody patří kompresní, penetrační, smykové a prodlužovací testy. Nepřímé metody, jako je stanovení obsahu kolagenu, index myofibrilární fragmentace, aktivity některých proteáz a histologické analýzy pomocí světelné nebo elektronové mikroskopie, mohou poskytnout užitečné informace o struktuře masa [70].

Textura paštik je dána obsahem vody a tuku. Obsahem zejména nerozpustných bílkovin a obsahem a složením polysacharidů. Změny textury většinou nastávají při významných změnách obsahu vody či tuku v důsledku destrukce polysacharidů, koagulací či hydrolyzou proteinů. Paštiky patří mezi emulze, kdy při technologických operacích je možnost stabilizace emulze či naopak je možnost, že dojde k její destrukci [71].

Rozpad textury u paštik může být zapříčiněn nevhodnou materiálovou skladbou, nedostatečným rozmělněním svaloviny, nevyhovujícím stavem materiálu, nadměrným zahříváním suroviny během mělnění, nedostatečným přídavkem či rozmícháním soli v díle [27, 72].

Mezi nejběžnější instrumentální metody, které měří texturu patří Warner-Bratzlerův test, analýza texturního profilu a penetrometrie [73, 74].

#### **3.3.3.1 Warner-Bratzlerův test**

Tento test simuluje první skousnutí v ústech, kdy jde v podstatě o měření stříhové síly, která je potřebná k přestřihnutí vzorku. Způsoby provedení mohou být popisovány odlišně, ale nejčastěji měření vypadá tak, že vzorek, který obsahuje svalová vlákna, je položen takovým způsobem, aby nuž vzorek krájel kolmo ve směru vláken. Rychlost krájení je možné nastavit libovolně během experimentu s tím, že je nutné, aby došlo k úplnému rozdělení vzorku pomocí Warner-Bratzlerova nože. Přístroj zaznamenává poté sílu, která je potřebná k rozdělení vzorku [75, 76].

#### **3.3.3.2 Analýza texturního profilu**

Metoda je založena na simulaci podmínek, které se nachází v ústech při namáhání potraviny. V úplné podstatě se jedná o píst a soustavu dvou ploch. Jedna plocha je stacionární a je na ní položen vzorek a druhá plocha je pohyblivá a působí na vzorek tlakovou deformační silou. Při měření je nutné, aby vzorek, na který se působí tlak, svou velikostí nepřekračoval plochu desky. Měření u této metody probíhá ve dvou cyklech [76].

Analýza texturního profilu byla využita ve studii Pereira et al. (2011), kde byly zjištěny rozdíly v textuře párků ošetřených vepřovým kolagenem a bylo zde uvedeno zvýšení hodnot maximálního zatížení potřebného ke stlačení vzorků se zvýšením hladiny vepřového kolagenu [77].

Touto technikou se zabývala i studie Meullenet et al. (1994), kteří zde uvedli, že zvýšení obsahu kolagenových vláken zvyšuje tuhost a snižuje šřavnatost kuřecích párků. Meullenet



et al. (1994) také pozorovali, že přidání kolagenových vláken významně ( $P < 0,05$ ) zvyšuje smykové napětí, které vysoce koreluje s tvrdostí ( $R^2 = 0,76$ ). Zvýšená tvrdost s přidavkem kolagenového vlákna je žádoucí, protože je důležitým texturním atributem při určování přijatelných uzenin [78].

Studie Jridi et al. (2015) ukázala, že přidavek želatiny do krutých párků mění jejich texturu. Do párků byly přidány různé koncentrace želatiny. Významné rozdíly byly zjištěny v hodnotách tvrdosti, soudržnosti, žvýkací schopnosti a lepivosti v šesti úrovních přidané želatiny. Přidané želatiny bylo přidáno od 0 do 1,5 %. S přidavkem želatiny se zvyšovala i tvrdost párků [69].

Při měřeních ve studii Aiadi et al. (2009) bylo zjištěno, že změna koncentrace karagenanu od 0 % do 0,5 % neměla žádný významný vliv na tvrdost klobásy. Na druhé straně, když koncentrace karagenanu dosáhne 0,8 % a 1,5 %, bylo pozorováno významné ( $p < 0,05$ ) zvýšení tvrdosti klobásy. Byl pozorován významný ( $p < 0,05$ ) účinek koncentrace karagenanu, kdy se soudržnost klobás neustále zvyšovala s koncentrací karagenanu, s výjimkou koncentrace 1,5 %, kde se soudržnost mírně snížila. Vývoj elasticity s koncentrací karagenanu ukazuje, že se elasticita zvyšuje, dokud koncentrace karagenanu nedosáhne 0,5 %. Koncentrace vyšší než tato hodnota vedou k významnému ( $p < 0,05$ ) snížení elasticity uzenin. Dále bylo v této studii zjištěno, že žvýkatelnost se zvyšuje s koncentrací karagenanu [79].

V experimentu Rather et al (2016), kdy byla přidávána guarová guma do tradičního skopového indického masného výrobku. U výrobku byla měřena tvrdost, žvýkatelnost, pružnost a gumovitost. Nejvyšší tvrdost byla naměřena u vzorku, který neobsahoval guarovou gumu a s přidavkem 0,5 % a 1 % guarové gummy se tvrdost snižovala s přidavkem 1,5 % guarové gummy se mírně tvrdost zvýšila [80].

### 3.3.3.3 Penetrometrie

Penetrometrie patří mezi nejstarší a nejdéle používanější metody při hodnocení textury. Princip této metody spočívá v pronikání sondy skrz měřený materiál, kdy se měří síla, která je potřebná na dosažení dané hloubky průniku či celkové hloubky průniku. Čím je materiál odolnější, tím je menší penetrační hloubka nebo je větší síla potřebná k penetraci. Penetrometrie se nejčastěji používá pro stanovení tuhosti tuků, měření tuhosti gelů a paštik [81, 82, 83].

Většinou nemají paštiky takovou strukturu, aby se dal vzorek vykrojit pomocí vykrajovátko a zachoval tvar i výšku při manipulaci. Je vhodné, aby se vzorek měřil v nádobě, která má přesně definované rozměry, a proto se paštiky většinou měří v obalu, kdy se paštika nachází v hliníkovém kelímku či konzervě [82, 83].

Při měřeních v práci Miklášová (2019), byla měřena tvrdost, pevnost a pružnost u játrových paštik, do kterých byl přidáván kolagen v různých koncentracích. Nejvyšší tvrdost měla paštika, která obsahovala 0,5 % kolagenu a při přídatku 1 % a 2 % kolagenu tvrdost klesala pod 2 N. Nejvyšší pevnost byla u výrobku, který obsahoval 0,5 % kolagenu a při 1% a 2% přídatku kolagenu pevnost klesala. Nejvyšší pružnost byla v tomto experimentu zjištěna u výrobku s 1 % kolagenu [84].

Ve studii Schilling et al. (2002) bylo v různém poměru přidáno maso s vadou PSE v různém poměru s masem bez této vady a do těchto výrobků nebyl přidán kolagen, anebo byly přidány 3 % kolagenu. U šunky, která byla vyrobena ze 100 % PSE masa a 3 % kolagenu měla větší pevnost než u výrobku, který byl vyroben bez kolagenu. I při použití masa bez vady PSE byla zjištěna větší pevnost u výrobků, které obsahovaly 3 % kolagenu než u výrobků, který byl bez kolagenu [85].

Při aplikaci iota karagenanu do pštosí šunky ve studii Schutte et al. (2021), byla sledována pevnost výrobku. Do výrobku bylo přidáván karagenan v koncentraci 0,0 %; 0,1 %; 0,2 %; 0,3 % a 0,4 %. Bylo zjištěno, že se zvyšující se koncentrací iota karagenanu se zvyšovala pevnost šunky, kdy se pohybovala od 18,9 N při 0,0% koncentraci do 35,1 N při 0,4% koncentraci karagenanu [86].

Penetrace byla měřena i u kuřecí paštiky ve studii Tolik et al. (2015). Vzorky paštik byly opracovávány sterilací a pasterací. Při porovnání obou tepelných opracování bylo zjištěno, že penetrace se téměř nelišila. Při sterilaci byla hodnota penetrace rovna  $2,4 \pm 0,4$  N a u vzorků ošetřených pomocí pasterace byla hodnota rovna  $2,5 \pm 0,5$  N [67].

Ve studiích provedených Pyrcz et al. (2007) u mletých klobás bylo zjištěno, že sterilizované produkty se vyznačovaly vyšší tvrdostí než pasterizované v důsledku většího tepelného úniku. Použití nižších teplot tepelného zpracování zlepšilo kvalitu výrobků – měkkí konzistence a nižší únik tepla [87].

### 3.3.3.4 Reologické vlastnosti

Potravinová reologie je studium deformace a toku surovin, meziproductů a konečných produktů potravinářského průmyslu. Řada operací zpracování potravin silně závisí na reologických vlastnostech produktu v mezistupni výroby, protože to má hluboký vliv na kvalitu hotového produktu. Například reologie chlebového těsta, mléčného tvarohu a masových emulzí jsou důležitými aspekty při výrobě vysoce kvalitního chleba, sýrů a uzenářských výrobků [88, 89].

Reologie je důležitá, protože má mnoho aplikací ve třech hlavních kategoriích přijatelnosti potravin:

1. Vzhled – Ve vzhledu je malá složka reologie, protože určité strukturní a mechanické vlastnosti některých potravin lze určit podle vzhledu; například můžeme vidět, jak dobře javorový sirup vytéká z láhve a pokrývá palačinku.
2. Půchuť – Reologie nemá v této kategorii přímou roli, ačkoliv způsob štěpení potravy v ústech může ovlivnit rychlost uvolňování chuťové sloučeniny.
3. Dotyk – Při hodnocení vzorků jsou důležité i reologické vlastnosti potravin zkoumané pomocí hmatu. Potravinu držíme v ruce a z pocitu deformovatelnosti a zotavení po vymačkání často získáme určitou představu o jejich texturní kvalitě [88, 89].

Mezi reologické vlastnosti patří vlastnosti, jako je elasticita, viskozita a viskoelasticita, které souvisí se složením, strukturou a pevností interakce mezi strukturálními prvky potravinářských produktů. Četné senzorní vlastnosti potravinářských emulzí souvisí s jejich reologickými vlastnostmi (např. krémovost, tloušťka, hladkost, roztíratelnost, rozlévatelnost, tekutost, křehkost, a tvrdost). Trvanlivost mnoha potravinářských emulzí také závisí na jejich reologických vlastnostech, například krémování kapiček oleje závisí na viskozitě vodná fáze [88, 89].

Při reologických testech se ve vzorku vytváří fixní napětí a zkoumá se vztah mezi stresem, napětím a časovým horizontem potravin. Obsah tuku je jedním z nejdůležitějších faktorů reologických vlastností potravinářských emulzí. Studie založené na reologickém měření prokázaly, že koloidní síť hydrokoloidů může poskytnout mechanickou bariéru značné pevnosti a trvanlivosti na rozhraní emulze. Kromě toho hydrokoloidy zahušťují vodní fázi mezi olejovými kuličkami a brání jejich těsnému přiblížení. Tyto atributy jasně demonstrují potenciál použití hydrokoloidů zvyšujících viskozitu při stabilizaci nízkotučných

potravinářských produktů na bázi emulze, které vyžadují dobrou stabilitu při skladování [88, 89].

Mezi další měřitelné reologické vlastnosti patří elastický modul pružnosti ( $G'$ ) a ztrátový modul pružnosti ( $G''$ ), které vyjadřují elastické a viskózní vlastnosti materiálů. Když  $G' > G''$  tak se potravina chová více elasticky, naopak když  $G' < G''$  tak potraviny vykazují spíše viskózní charakter [89, 90].

V práci Štefanko (2021) byl sledován vliv přídavku hydrokoloidů do paštik a byly zde měřeny jejich reologické vlastnosti. Při všech přídavcích jak karagenanu, tak i furcellaranu měly jádrové paštiky elastický charakter. Se zvyšujícím se přídavkem obou hydrokoloidů elastický modul pružnosti se zvyšoval a zvyšoval se i ztrátový modul pružnosti a viskozity [91].

Ve studii Polášek et al. (2021), kde byl zkoumán vliv přídavku  $\kappa$ -karagenanu do kuřecí šunky. Zde bylo zjištěno, že i tohoto typu masného výrobku, že při zvýšení obsahu  $\kappa$ -karagenanu došlo k nárůstu ztrátového modulu pružnosti [92].

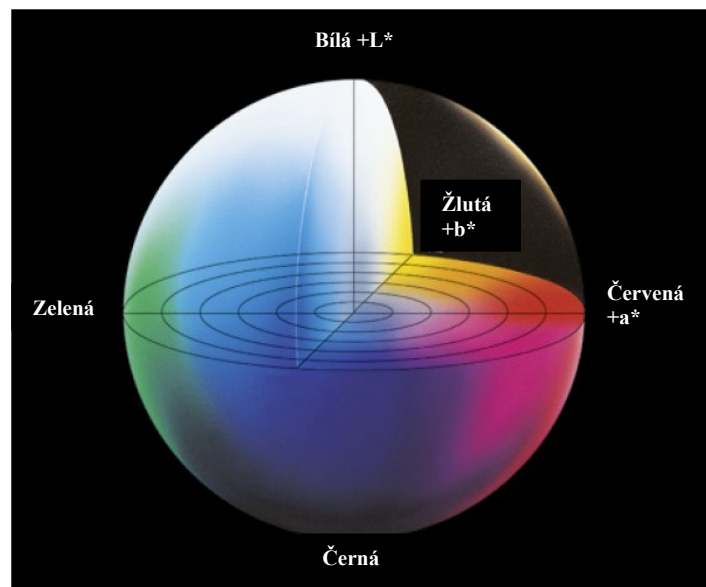
Reologické vlastnosti byly sledovány ve studii Chattong et al. (2007) u párků ze pštosího masa. Během experimentu byl při se zvyšující se koncentrací xanthanu zjištěn měkčí a méně tuhý charakter gelového systému. Se zvyšující se koncentrací xanthanu bylo sledováno méně tuhé chování u výrobků a klesala jak viskozita, tak i elasticita [93].

### 3.3.4 Barva

Barvu je ovlivněna řadou faktorů. U paštik ji ovlivňuje zejména technologie zpracování produktu, při kterém dochází k degradaci přirozených barviv v potravine a dále závisí i na surovinové skladbě. Aby bylo možné subjektivně či objektivně vyhodnotit barevnost potraviny je za potřebí tři elementů. Jedná se o zdroj světla, pozorovaný objekt a pozorovatele. Předměty mají schopnost pohltit pouze určitou část barevného spektra o dané vlnové délce, a naopak se záření jiné vlnové délky odrazí. Odražené světlo má na svědomí barevný vjem, protože záření dopadá na oko, kdy složitými biochemickými pochody dochází ke zpracování vlnové délky na barvu. Vnímání ovlivňují i další podmínky. Patří sem okolní světlo, úhel dopadajícího světla, ostrost vidění pozorovatele nebo schopnost čočky přizpůsobit se okolním světelným podmínkám [71, 94, 95].

### 3.3.4.1 Systém CIELAB

Patří mezi nejpoužívanější model. Barva se zde definuje pomocí bodu v trojrozměrném prostoru ve vztahu k souřadnicím  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .  $L^*$  označuje světlost barvy a má hodnoty na škále od 0 (černá barva) do 100 (bílá barva) a na diagramu se znázorňuje svislou osou. Na horizontálních stranách jsou parametry  $a^*$  a  $b^*$ , které určují odstín a sytost barvy. Parametr  $a^*$  určuje barvy od  $-a^*$  (zelená barva) do  $+a^*$  (červená) a parametr  $b^*$ , který je udáván od hodnot  $-b^*$  (modrá barva) po  $+b^*$  (žlutá barva) [94, 95].



Obrázek 6: Reprezentace barev v souřadnicovém systému [96]

Ve studii Pereira et al. (2011), kde byla měřena barva u párků. Zvýšená světlost produktů byla zjištěna s vyšším množstvím přísad kolagenových vláken. Zvýšené hodnoty  $L^*$  mohly být způsobeny zvýšením rozptylu světla způsobeného bobtnáním kolagenových vláken při kontaktu s vodou [77].

Barva byla zjišťována i v experimentu Miklášová (2019), kdy bylo zjištěno, že s přísadou kolagenu do játrových paštik hodnota  $L^*$  (jas) měla zvyšující se tendenci, a tudíž světlost byla vyšší. Hodnota parametru  $a^*$  s přísadou kolagenu mírně klesala, zatímco hodnota parametru  $b^*$  s vyšším přísadou kolagenu mírně stoupala [84].

Barva krutí šunky, do které byl přidáván kolagen, byla měřena ve studii Prestes et al. (2013), kde bylo zjištěno, že začlenění kolagenu snížilo světlost a zvýšilo zarudnutí a žlutost. Parametr zarudnutí se pohyboval od 7,45 do 9,12. Hodnoty žlutosti se pohybovaly mezi 9,49 a 11,49 [97].

Měření barvy bylo provedeno i ve studii Schilling et al. (2002) u šunek. U šunky, která byla vyrobena z masa s vadou PSE, i u šunky, která byla vyrobena z masa bez této vady, se zjistilo zvýšení parametru  $L^*$  (jas) a snížení parametru  $a^*$  u šunek, které obsahovali 3 % kolagenu v porovnání šunky bez kolagenu [85].

Další měření bylo provedeno u pštroší šunky, do které byl přidán Iota-karagenan ve studii Schutte et al. (2021). Bylo zjištěno, že při zvyšování koncentrace od 0,0 % do 0,2 % došlo ke zvýšení parametru  $L^*$  při přidavku 0,3 % došlo k mírnému snížení tohoto parametru a po dalším zvýšení koncentrace na 0,4 % došlo k dalšímu zvýšení parametru  $L^*$  a stejnou tendenci měl i parametr  $b^*$ . U parametru  $a^*$  se při zvýšení koncentrace z 0,0 % na koncentraci 0,1 % až 0,2 % došlo ke snížení a při dalším zvýšení na 0,3% a 0,4% koncentraci došlo ke zvýšení parametru [86].

Barva byla měřena i u kuřecích paštik ošetřených sterilací a pasterací ve studii Tolik et al. (2015). U paštiky, která byla ošetřena pomocí pasterace byl parametr  $L^*$  roven  $62,6 \pm 1,1$ , parametr  $a^*$  roven  $5,7 \pm 0,1$  a parametr  $b^*$   $11,9 \pm 0,1$ . U sterilovaných paštik se hodnoty mírně lišily, kdy parametr  $L^*$  byl roven  $60,8 \pm 0,8$ , parametr  $a^*$  byl roven  $5,8 \pm 0,4$  a parametr  $b^*$  měl hodnotu  $12,1 \pm 0,1$  [67].

Výsledky výzkumu Pyrcze et al. (2007) uvádějí, že produkty, které prošly tradiční pasterizací mají světlejší barvu a produkty, které jsou ošetřené sterilizací mají tmavší a intenzivnější červenou barvu [87].

#### **3.3.4.2 Munsellův systém**

Jedná se o nejstarší model, který identifikuje barvu vzorku v trojrozměrném prostoru. Barva se zde popisuje pomocí odstínu (H), hodnoty (V) a čistotou barvy (C). Modelem jsou definovány základní barvy. Patří sem červená (R), žlutá (Y), zelená (G), modrá (B) a fialová (F). Tyto barvy jsou uspořádány do kruhu a jsou proloženy jejich kombinacemi. Sytost barvy se zvyšuje od středu k okraji a na svislé ose se mění hodnota jasu [95].

#### **3.3.5 Senzorická analýza**

Jedná se o vědeckou disciplínu vyvolávající, měřící, analyzující a interpretující reakce na vlastnosti a charakteristiky potravin či surovin, které lze postřehnout lidskými smysly – chutí, čichem, zrakem, hmatem a sluchem. V obecném smyslu je možné tuto definici použít i na jiné materiály, než jsou potraviny, suroviny a nápoje, ale lze ji využít i v kosmetice, či při výrobě barev. Často se sensorická analýza zjednodušuje pouze na použití chuti či vůně

(tzv. ochutnávání), ale důležité je i zapojení ostatních smyslů, které poskytují další důležité informace, jako je vzhled, konzistence, či zvuky, které vznikají při rozlomení či jiné deformaci [98].

Senzorická analýza se již řadu desetiletí využívá v procesu kontroly jakosti a bezpečnosti potravin. Její největší význam spočívá zejména v její rychlosti získávání relevantních informací a zpravidla relativních nákladech na pořízení. Na základě výsledků je poté možné za určitých okolností korigovat technologické fáze výroby potravin [98].

Výsledky sensorických analýz se využívají jednak k samostatnému vyhodnocení jednotlivých ukazatelů, ale častěji se však kombinují a slouží tak ke komplexnímu hodnocení jakosti potravin [99].

Senzorická analýza se provádí na základě experimentu, který zahrnuje přípravu experimentu, hodnocení vzorků, vyhodnocení a interpretaci výsledků. Na základě výsledků sensorické analýzy se dělají závěry, kdy je nutné přijatá data vyhodnotit. Pro statistické vyhodnocení sensorických analýz je zapotřebí využití statistických metod. Statistické metody se dělí na rozlišovací metody, pořadové metody a stupnicové metody [99].

Mezi rozlišovací zkoušky řadíme párovou porovnávací zkoušku, zkoušku dou-trio a trojúhelníkovou zkoušku. Tyto metody se využívají k porovnávání 2 vzorků. Pořadové metody se využívají u tří a více vzorků, kdy sensorický hodnotitel seřazuje vzorky dle určitého sensorického znaku či preference. U stupnicových metod, lze posuzovat každý sensorický znak zvlášť pomocí stupnice, kdy je nutné určit správný počet stupňů (zpravidla se volí 5, 7 nebo 9), správné a úplné sestavení stupnice, srozumitelný popis jednotlivých kategorií a uspořádání bodů [99].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 CÍL PRÁCE

Výroba želatiny z kosterních zbytků po strojním oddělování masa a následné jeho využití i v masném průmyslu je možnost, jak využít doposud odpadní materiál, který v současné době nejčastěji končí v kafilériích, kde dochází k jeho spálení. Jednou z možností, jak využít tuto želatinu v průmyslu je její aplikace právě do masných výrobků.

Cílem této práce bylo ověření technologických funkcí masných výrobků obsahujících právě kuřecí želatinu. Pro aplikaci byly vybrány játrovky, které svojí konzistencí odpovídají sortimentu krájitelných paštik. Technologické vlastnosti výrobků, které obsahují želatinu, která je vyrobena z kosterních zbytků po strojním oddělování masa, kdy při výrobě želatiny byla použita demineralizace a následně i enzymatická předúprava suroviny, byly zjišťovány pomocí různých analýz zejména byla zjištěna textura paštik a vliv želatiny na ni. Kombinací obou metod při výrobě želatiny se zabývala pouze diplomová práce Dujka (2021) [100]. Výroba želatiny vycházela ze zmíněné diplomové práce a vyrobené játrové paštiky s přídavkem želatiny byly podrobeny analýzám určující jejich technologické vlastnosti a pro porovnání těchto vlastností byly vyrobeny i vzorky obsahující komerční želatiny, a to vepřovou a hovězí.

## 5 METODIKA

V této kapitole jsou vypsány suroviny a přístroje, které byly potřebné při výrobě želatiny z kuřecích kostí ze separace a následně i k výrobě kuřecích játrových paštik a k jejich analýzám. Je zde popsán princip a postup jednotlivých technologických operací včetně všech laboratorních podmínek.

### 5.1 Materiály a přístroje

#### 5.1.1 Suroviny a chemikálie pro výrobu želatiny z kuřecích kostí ze separace

Kuřecí kosti a kolagenní zbytky za strojního oddělování masa

0,2 mol/l NaCl, 0,03 mol/l NaOH, směs petrolether/ethanol (1:1), enzym Protamex (vyrobený firmou Novozymes, jedná se o komplex proteázy Bacillus a je vyvinutý pro hydrolyzu potravinových proteinů), sójový olej

#### 5.1.2 Pomůcky a přístroje pro výrobu želatiny

Odměrný válec, odměrné baňky, pipety, balónky, Petriho misky, tyčinky, lžičky, kleště, zkumavky, Erlenmayerovy baňky, koželužské misky, PA tkanina, kuchyňské síto, kádinky, žihací kelímky, LDPE samo uzavíratelné sáčky

Sušárna WTB Binder, elektronické laboratorní váhy 440-47, pH metr WTW 526, třepačka LT 3, varná deska s termostatem a magnetickým míchadlem Schott a IKA C MAG HS7, mixéry Bosch a Eta, stopky, exsikátor, plynový kahan, Muflova pec Naberthem, lednička, Termostat Thermo Hauke, Übeleho viskozimetr, odstředivky firmy Hettich Zentrifugen Rotina 35 a EBA 20

#### 5.1.3 Suroviny pro výrobu kuřecích játrových paštik

Kuřecí játra, kuřecí kůže, kuřecí svalovina, bramborový škrob, koření směs RAPS Leberkäs natur, kuřecí želatina (80 Bloom), vepřová želatina (200 Bloom), hovězí želatina (280 Bloom)

#### 5.1.4 Přístroje a pomůcky pro výrobu kuřecích játrových paštik

Běžné kuchyňské vybavení, hliníkové váženky s křemenným pískem

Váhy Kern 440-49N, kutr Vorwerk Thermomix TM 31 s příslušenstvím, konvektomat Rational SCC WE 61, autokláv Fedegari group FVA/A1, reometr RheoStress 1 HAAKE,

texturometr TA.XT+, vpichový pH metr Foodcare HI 99161, laboratorní sušárna, řezačka na maso Braher P22-82

## 5.2 Výroba želatiny z kuřecích kostí ze separace

### 5.2.1 Příprava čistého kolagenu

Vstupní surovina (kuřecí kosti a kolagenní zbytky ze strojního oddělování masa) byla rozmrazena a po rozmražení se na kuchyňském sítu s vrstvou PA tkaniny byla promyta pod tekoucí studenou pitnou vodou. Následovalo ponoření na asi 5 minut do studené vody a po uplynutí této doby došlo k následovnému promytí, aby došlo k odstranění albuminů.

Surovina byla vložena do nádoby, do které se následně přidal 0,2 mol/l roztok NaCl v poměru 1:6 a při laboratorní teplotě a za občasného promíchání byla surovina opracována po dobu 1,5 hodiny. Po uplynutí této doby došlo k odstranění roztoku pomocí kuchyňského síta s vrstvou PA tkaniny a surovina byla znovu promyta studenou vodou. Při tomto kroku došlo k odstranění globulinů.

Surovina byla dána zpět do nádoby a byl následně přidán roztok 0,03 mol/l NaOH v poměru 1:6 a při laboratorní teplotě byla surovina opracovávána po dobu 45 minut. Surovina byla zfiltrována pomocí kuchyňského síta s vrstvou PA tkaniny a promyta studenou vodou. Celý postup opracování pomocí 0,03 mol/l roztoku NaOH včetně promytí studenou vodou byl opakován ještě třikrát. Poté byla surovina zfiltrována pomocí síta s vrstvou PA tkaniny a promyta studenou vodou po dobu 5 minut. Mechanickým vymačkáním bylo ze suroviny odstraněno co největší množství vody. Tímto opracováním došlo k odstranění glutelinů ze vstupní suroviny. Tenká vrstva opracované suroviny byla dána na plech, který byl následně vložen do sušárny s cirkulací vzduchu. Surovina byla sušena po dobu 24-36 hodin a při teplotě 35 °C.

Následovalo odtučnění suroviny pomocí směsi rozpouštědel petrolether/ethanol (smísených v poměru 1:1). Vysušená surovina byla smíchána s rozpouštědly v poměru 1:6 a za mírného třepání probíhalo odtučňování 1,5 - 2 dny při laboratorní teplotě. Během odtučňování docházelo dvakrát k výměně rozpouštědel za nové. Po odtučnění byla surovina zfiltrována přes kuchyňské síto a byla uložena volně do digestoře, aby došlo k odpaření zbytků rozpouštědla. Takto připravený kolagen byl rozemlet na vertikálním mlýnku na velikost přibližně asi 3 mm. Takto připravený kolagen byl skladován v uzavíratelném sáčku v temnu.

### 5.2.2 Demineralizace kolagenu

Připravený kolagen z předešlého kroku byl smíchán s 3% HCl v poměru 1:7. Během demineralizace se po 24 hodinách vyměňovala kyselá za novou a celá demineralizace probíhala po dobu 4 dní. Po demineralizaci byl kolagen na kuchyňském sítu důkladně promyt pod tekoucí vodou a následně přesušena v sušárně s cirkulací vzduchu při teplotě 35 °C po dobu 24 - 36 hodin.

### 5.2.3 Příprava želatiny

Demineralizovaný kolagen byl smíchán s destilovanou vodou v poměru 1:10. Hodnota pH byla upravena na hodnotu 6,5 – 7 a následně byl přidán proteolytický enzym Protamex v množství 0,5 %, který byl vztažen na hmotnost suroviny. Směs byla třepána při pokojové teplotě po dobu 24 hodin. Po 30 minutách od začátku třepání byla kontrolována hodnota pH a případně byla znovu doupravena a toto bylo opakováno do konstantní hodnoty. Po uplynutí 24 hodin byl kolagen zfiltrován přes síto se 3 vrstvami PA tkaniny. Kapalina (hydrolyzát) získaná po zfiltrování byla rozlita na plech a vysušena v sušárně při 70 °C. Materiál na sítku byl propláchnut studenou vodou, aby došlo k odstranění enzymu.

Propláchnutý materiál zbavený enzymu byl smíchán s destilovanou vodou v poměru 1:10. Extrakce první frakce probíhala při 60 °C po dobu 3 minut. Po extrakci byl materiál zfiltrován přes sítko se 3 vrstvami PA tkaniny. Želatinový roztok se rychle zahřál na teplotu 85 °C po dobu 7 minut a následně došlo k vyelití na plech a vložení do lednice na 30 minut a poté byl plech vložen do sušárny s cirkulací vzduchu při teplotě 40 °C a sušen přes noc. Dosušení probíhalo při 65 °C po dobu 8 hodin.

Nerozložený materiál byl smíchán s destilovanou vodou v poměru 1:10 a druhá frakce byla extrahována při teplotě 70 °C po dobu 60 minut. Po ukončení extrakce byl materiál zfiltrován a želatinový roztok byl rychle zahříván na teplotu 85 °C po dobu 7 minut a poté byl želatinový roztok rozlit na plech a zchlazen v lednici po dobu 30 minut a poté byl plech vložen do sušárny s cirkulací vzduchu při teplotě 40 °C a sušen přes noc. Dosušení probíhalo při 65 °C po dobu 8 hodin.

Nerozložený podíl byl znovu smíchán s destilovanou vodou v poměru 1:10. Třetí frakce byla extrahována při teplotě 80 °C po dobu 60 minut. Po ukončení extrakce byl materiál zfiltrován a želatinový roztok byl rozlit na plech a zchlazen v lednici po dobu 30 minut a poté byl plech vložen do sušárny s cirkulací vzduchu při teplotě 40 °C a sušen přes noc. Dosušení probíhalo při 65 °C po dobu 8 hodin.

U čtvrté frakce byl postup extrakce stejný jak u třetí frakce, kdy se lišila teplota extrakce, která byla 90 °C a sušení probíhalo za stejných podmínek. Nerozložený podíl, který zůstal zachycený na PA tkanině byl vysušen při teplotě 103 °C.

### 5.3 Analýza technologických vlastností želatiny

Analýza technologických vlastností želatiny byla prováděna dle standartních zkušebních metod pro jedlé želatiny Institutu GMIA (2013) [101].

#### 5.3.1 Obsah sušiny

Do předem zvážené koželužské misky bylo naváženo 1,5 g vzorku. Koželužská miska byla zvážena se vzorkem před vysušením a následně byla vložena do sušárny a sušena při teplotě  $103 \pm 1$  °C do dosažení konstantní hmotnosti. Po vysušení byla miska znovu zvážena a množství sušiny bylo vypočítáno dle vzorce:

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

Kde:

S – obsah sušiny ve vzorku [%]

$m_1$  – hmotnost vzorku před vysušením [g]

$m_2$  – hmotnost vzorku po vysušení [g]

#### 5.3.2 Obsah popelovin

Žíhací kelímky byly předžíhány v muflové peci předehřáté na 650 °C po dobu asi 10 minut. Po vychlazení byly zváženy na analytických vahách a byl do nich navážen asi 1 g vzorku. Kelímek se vzorkem byl následně umístěn nad plynový kahan a vzorek byl spálen na popel. Poté byl kelímek žíhán v muflové peci při 650 °C do konstantní hmotnosti. Po vychlazení v exikátoru byl žíhací kelímek zvážen a obsah popela P [%] byl vypočten dle vzorce:

$$P = \frac{m_p}{n} \cdot 100 \quad (2)$$

Kde:

P – obsah popela [%]

$m_p$  – hmotnost popela [g]

n – navážka vzorku [g]

### 5.3.3 Pevnost gelu

V předepsané nádobě byl připraven vzorek gelu o koncentraci 6,67 % (w/w). Po 1 hodině botnění želatiny došlo k zahřátí na teplotu 45 °C do doby, dokud nedošlo k vytvoření želatinového roztoku. Poté došlo k vychlazení v lednici při teplotě 10 °C po dobu 16 - 18 hodin. Měření bylo provedeno na přístroji Stevens LFRA a byla měřena síla potřebná k penetraci povrchu sondou do hloubky 4 mm rychlostí 1 mm/s.



Obrázek 7: Měření pevnosti gelu

### 5.3.4 Stanovení dynamické viskozity

U 6,67 % želatinového roztoku byla stanovována doba průtoku standardizovanou pipetou při teplotě 60 °C. Měření probíhalo na Ubbelohdeho viskozimetru a naměřená doba průtoku byla přepočítána na kinematickou viskozitu  $\nu$  [mm<sup>2</sup>/s], která byla vypočítána dle vzorce:

$$\nu = k \cdot t - \frac{B}{t} \quad (3)$$

Kde:

$\nu$  – kinematická viskozita [mm<sup>2</sup>/s]

$k$  – konstanta viskozimetru zjištěna ověřenou kalibrační kapalinou

$B$  – konstanta korelace na kinetickou energii určená z rozměrů viskozimetru

$t$  – aritmetický průměr změřených průtokových dob [s]

Z kinematické viskozity  $v$  byla vypočítána dynamická viskozita  $\eta$  [mPa.s] dle vzorce:

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

Kde:

$\eta$  – dynamická viskozita [mPa.s]

$v$  – kinematická viskozita [mm<sup>2</sup>/s]

$\rho$  – hustota želatinového roztoku [g.cm<sup>-3</sup>]

### 5.3.5 Čiřost

U 6,67 % roztoku želatiny, který byl použit u stanovení kinematické viskozity došlo ke zchlazení na teplotu asi 45 - 50 °C. Byla provedena kalibrace pomocí destilované vody a poté došlo ke změření transmitance při vlnové délce 640 nm.

### 5.3.6 Teplota tání

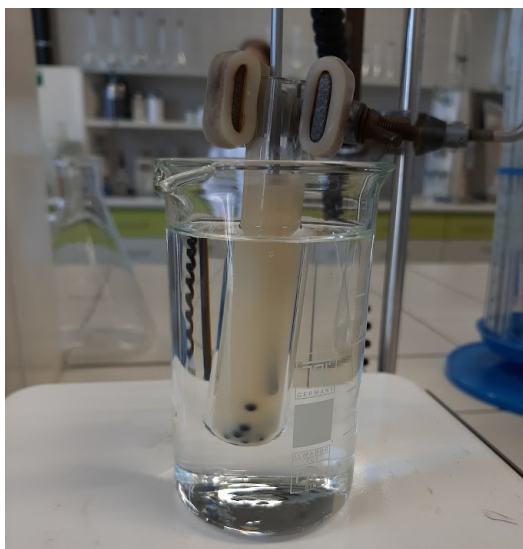
Vzorek želatinového gelu byl odebrána do kapiláry s vnitřním průměrem 2 - 4 mm a s výškou želatinového sloupce 1,0 - 1,5 cm z gelu po stanovení pevnosti. Připravené kapiláry byly uchovány v lednici při teplotě 10 °C. Pro měření byla kapilára ponořena do zkumavky s destilovanou vodou společně s teploměrem. Zkumavka byla vložena do kádinky s destilovanou vodou a následně došlo k jejímu zahřívání. Byla měřena teplota, kdy tlak vody vytlačil želatinový roztok z kapiláry a v tomto okamžiku došlo k zaznamenání teploty tání.



Obrázek 8: Aparatura pro stanovení teploty tání

### 5.3.7 Teplota tuhnutí

Zkumavka o vnitřním průměru 1,5 – 2 cm, byla naplněna asi do poloviny želatinovým roztokem, do kterého byl vložen teploměr. Zkumavka byla vložena do kádinky, a když měl roztok teplotu 30 °C byla do kádinky nalita vychlazená voda, která musela sahat nad vzorek ve zkumavce. Následně byly do zkumavky vhažovány ocelové kuličky o hmotnosti 0,1 g při poklesu asi o 1 °C. V okamžiku, kdy kulička uvízla ve vrstvě želatinového gelu či na povrchu byla odečtena teplota tuhnutí.



Obrázek 9: Aparatura pro stanovení teploty tuhnutí

### 5.3.8 Vodu zadržující kapacita

Vodu zadržující kapacita byla stanovena dle metody Nasrina et al. (2014) [102], kdy 1,0 g vzorku želatiny v podobě prášku byl rozmíchán v 25 ml destilované vody po dobu 5 minut při laboratorní teplotě a následně byl odstředěn při 5000 ot/min po dobu 30 minut. Po uplynulé době došlo k odstranění supernatantu a jeho zvažení. Vodu zadržující kapacita [g/g], tedy hmotnost absorbované vody na 1,0 g vzorku, byla vypočítána dle vzorce:

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

Kde:

WHC – vodu zadržující kapacita [g/g]

$m_s$  – hmotnost supernatantu [g]



### 5.3.9 Tuk vázací kapacita

Tuk vázací kapacita byla stanovena dle metody Li et al. (2009) [103], kdy 0,10g vzorku bylo důkladně rozmícháno v 10 ml sójového oleje a poté vzorek stál při laboratorní teplotě po dobu 30 minut. Následovalo odstředění při 2500 ot/min po dobu 30 minut. Odstraněný supernatant byl zvážen a tuk vázací kapacita [g/g] byla vypočtena dle vzorce:

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

Kde:

FBC – tuk zadržující kapacita [g/g]

$m_s$  – hmotnost supernatantu [g]

## 5.4 Výroba kuřecích játrových paštik

Bylo vyrobeno 21 vzorků kuřecích játrových paštik, kdy při výrobě 3 vzorky sloužily jako standard a do ostatních byly přidány 3 druhy želatiny (kuřecí, vepřová, hovězí) ve 2 různých koncentracích (0,5 % - 7,5 g a 1 % - 15 g). Vyrobené vzorky byly tepelně opracované při třech různých teplotách – 70 °C, 90 °C a 120 °C.

### *Receptura vzorků kuřecích játrových paštik*

Základní receptura pro výrobu kuřecích játrových paštik je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1: Základní surovinová skladba pro výrobu kuřecích játrových paštik

Kuřecí játra [g]	Kuřecí stehna [g]	Kuřecí kůže [g]	Kuřecí vývar [g]	Škrob [g]	DSS [g]	Kořenící směs [g]
450	375	290	310	37,5	30	7,5

K optimalizaci podmínek výroby játrovek, které odpovídají sortimentu krájitelných paštik byla použita metoda Taguchi design, což je metoda více faktorových experimentů, která se běžně využívá i v průmyslu, a to umožňuje snížení nákladů tím, že se minimalizuje počet potřebných experimentů na takové množství, abychom byly schopni ze získaných výsledků popsat jednotlivé vlivy zkoumaných faktorů. Mezi sledované faktory se řadí typ želatiny (faktor A), koncentrace želatiny (faktor B) a teplota tepelného opracování (faktor C).

Bylo vyrobeno 21 vzorků podle faktorové metodiky 3<sup>3</sup>. Nulová koncentrace byla vyrobena pouze jednou pro každé tepelné opracování, kdy z každé šarže výrobku bylo získáno 7 vzorků ve sklenicích, případně 13 vzorků v hliníkových miskách. V tabulce 2 jsou uvedeny jednotlivé faktory u vyrobených vzorků.

Tabulka 2: Faktory u jednotlivých vzorků

Číslo vzorku	Označení vzorku	Faktor A Typ želatiny	Faktor B Koncentrace želatiny ve výrobku [%]	Faktor C Teplota opracování [°C]
1	S70	Standard	0	70
2	S90	Standard	0	90
3	S120	Standard	0	120
4	K70 0,5	Kuřecí	0,5	70
5	K90 0,5	Kuřecí	0,5	90
6	K120 0,5	Kuřecí	0,5	120
7	K70 1	Kuřecí	1	70
8	K90 1	Kuřecí	1	90
9	K120 1	Kuřecí	1	120
10	V70 0,5	Vepřová	0,5	70
11	V90 0,5	Vepřová	0,5	90
12	V120 0,5	Vepřová	0,5	120
13	V70 1	Vepřová	1	70
14	V90 1	Vepřová	1	90
15	V120 1	Vepřová	1	120
16	H70 0,5	Hovězí	0,5	70
17	H90 0,5	Hovězí	0,5	90
18	H120 0,5	Hovězí	0,5	120
19	H70 1	Hovězí	1	70
20	H90 1	Hovězí	1	90
21	H120 1	Hovězí	1	120

**Postup výroby vzorků**

Játrové drůbeží paštiky byly vyrobeny z chlazených kuřecích jater, kuřecích stehenních řízků a kuřecích kůží. Před samotnou výrobou byly kuřecí kůže ztuženy ve vroucí vodě do měkka a byl připraven vývar. Kuřecí stehenní řízků byly rozmělněny v elektrické řezačce na maso.

Suroviny byly postupně mēlněny v kutru, kdy jako první byly rozmělněny kuřecí játra s dusitanovou solící směsí. Po promíchání bylo přidáno potřebné množství želatiny podle surovinového složení vzorku a směs byla znovu promíchána. Do druhé mísy kutru byly přidány rozemleté kuřecí stehenní řízků a kořenící směs a vše bylo vykutrováno do jemného díla. Poté byly přidány ztužené kuřecí kůže a následovalo rozmělnění a promíchání surovin.

Následně byl přidán horký vývar a vše bylo znovu promícháno. Následovalo přidání rozkútrované směsi jater s dusitanovou solící směsí a želatinou a vše bylo znovu promícháno. Jako poslední surovina byl přidán bramborový škrob a všechny suroviny byly důkladně promíchány.

Připravené dílo bylo rozděleno rovnoměrně do sklenic (pro tepelné opracování při 70 °C a 90 °C) a hliníkových misek pro tepelné opracování při 120 °C. Sklenice a misky byly zavíčkovány a řádně označeny. Sklenice, které byly opracovány při teplotě 70 °C a 90 °C byly opracovány v konvektomatu, kdy vždy do jedné sklenice byly vložena teplotní sonda. Po dosažení dané teploty (70 °C nebo 90 °C) v celém objemu působila teplota ještě 10 minut. Po uplynutí této doby byly paštiky zchlazeny ve studené vodě s šupinkovým ledem a poté byly vloženy do lednice, kde byly skladovány při teplotě  $4 \pm 2$  °C. Hliníkové misky s paštikami byly vloženy dnem dolů do koše, který byl vložen do autoklávu, ve kterém došlo k tepelnému opracování při teplotě 120 °C po dobu 10 minut. Po tepelném opracování byly misky zchlazeny a umístěny do chladícího boxu.

## 5.5 Analýza vlastností kuřecích játrových paštik

Analýza vlastností byla provedena 8 dní po výrobě paštik.

### 5.5.1 Měření pH

Měření pH bylo provedeno pomocí vpichového pH metru. Do každého vzorku bylo uděláno 5 vpichů do různých míst a následně byl z naměřených hodnot vypočítán průměr.

### 5.5.2 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny byl stanoven podle metody ČSN ISO 5534, kdy pro každý vzorek byly provedeny dvě měření. Navážka (přibližně 3 g) byla vložena do předem připravené a zvážené hliníkové váženky s křemenným pískem. Vzorek byl vážen na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa. Vzorek byl řádně promíchán s křemenným pískem a poté byl vložen do sušárny předeřáté na teplotu  $102 \pm 2$  °C a vzorek byl sušen po dobu 5 hodin. Po vysušení a vychladnutí vzorků byly vzorky zváženy na analytických vahách. Obsah sušiny byl vypočítán podle vzorce:

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

Kde:

$S$  – obsah sušiny ve vzorku [g]

$k_0$  – hmotnost prázdné váženky s křemenným pískem [g]

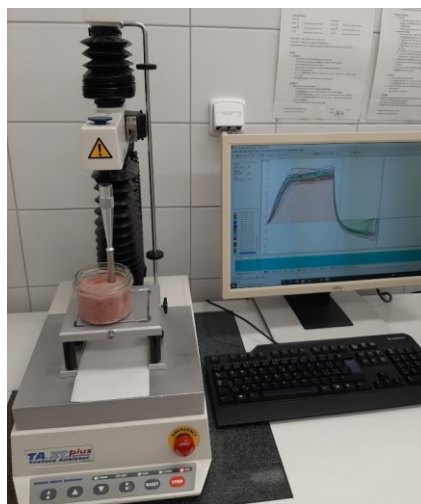
$k_1$  – navážka vzorku [g]

$k_2$  – hmotnost váženky se vzorkem po vysušení [g]

### 5.5.3 Měření textury

#### *Penetrometrická metoda*

Texturometr byl zkalibrován a nastaven režim Project Játrovka. Při měření byla použita sonda o velikosti 10 mm. Rychlost sondy během měření byla 1 mm/s a hloubka průniku sondy do vzorku byl 10 mm. Před samotným měřením byla z výrobku odstraněna zoxidovaná vrstva povrchu. Vzorek v obalu byl umístěn na texturometr a sonda byla manuálně spuštěna několik mm nad vzorek a poté bylo uskutečněno měření. U každého vzorku bylo provedeno 6 měření, kdy z měření byl vypočítán průměr. Pomocí texturometru byla měřena síla nutná k penetraci vzorku a relativní lepivost vzorku.



Obrázek 10: Měření síly penetrace

#### *Reologické vlastnosti – Dynamická oscilační reometrie*

Reologická analýza se věnuje studii viskoelastických vlastností potravin. Viskoelastické vlastnosti jsou charakterizovány pomocí elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) a ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ). Elastický modul pružnosti určuje míru pružnosti materiálu a ztrátový modul pružnosti určuje míru viskózního chování a schopnost materiálu rozptýlit energii. Oba moduly mají jednotku Pascal (Pa). Poměrem mezi těmito dvěma moduly lze

získat tangens fázového posunu ( $\tan \delta$ ). Odolnost materiálu vůči oscilačnímu smyku se označuje jako komplexní modul ( $G^*$ ). Komplexní modul se vypočítá dle vzorce:

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

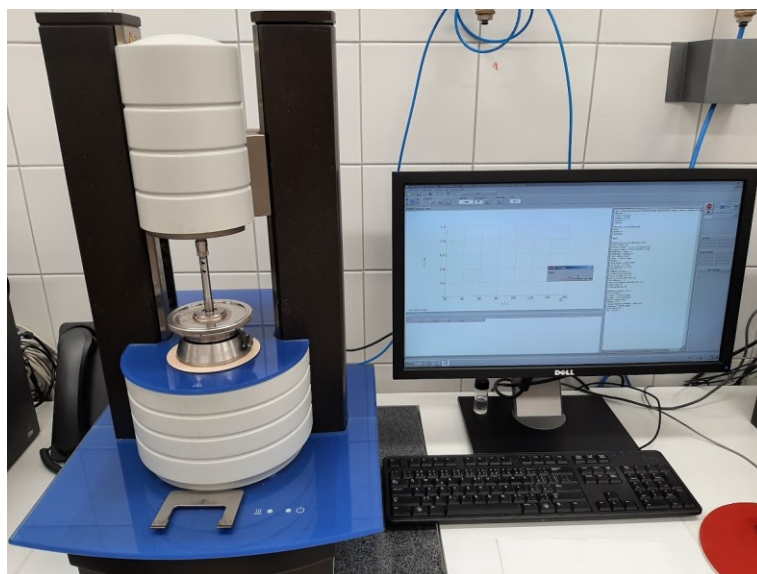
Kde:

$G^*$  - komplexní modul pružnosti [Pa]

$G'$  - elastický modul pružnosti [Pa]

$G''$  - ztrátový modul pružnosti [Pa]

Analýza vzorků byla provedena pomocí dynamického oscilačního reometru RheoStress 1 HAAKE. Každý vzorek byl změřen dvakrát. Vzorky byly měřeny v rozsahu 0,1-10 Hz při teplotě  $20,0 \pm 0,1$  °C a byla využita geometrie deska-deska. Ze vzorku byla odstraněna zoxidovaná vrstva a vzorek byl nanesen na spodní pevnou desku přístroje a poté byl přístroj spuštěn a horní deska byla spuštěna na vzorek a mezi geometrií zůstala vrstva vzorku 1 mm. Přebytný vytlačený vzorek byl před samotným měřením odstraněn, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků.



Obrázek 11: Měření reologických vlastností

#### 5.5.4 Hodnocení barvy

Měření barvy probíhalo pomocí spektrofotometru Ultrascan PRO (HunterLab) v trojrozměrném prostoru CIE  $L^*a^*b^*$ . Před měřením proběhla kalibrace na černé a bílé pozadí. Vzorky byly naplněny do formiček, kdy na každé měření byla naplněna 1 formička

a od každého vzorku bylo provedeno 6 měření. Hodnoty souřadnic byly získány na základě změny intenzity procházejícího paprsku vzorkem.

### 5.5.5 Senzorické hodnocení vzorků

Senzorické analýze bylo podrobena 9 vzorků, u kterých při posuzování byla vybrána stupnicová zkouška pořadová zkouška.

#### *Stupnicová zkouška*

Pro srovnání sensorického znaku u více jak dvou výrobků se nejčastěji využívá Kruskal-Wallisův test. Tento test slouží k ověření shody úrovně určitého znaku výrobku. Počet posuzovatelů pro hodnocení vzorků musí být alespoň 5. Testovaná hypotéza předpokládá, že mezi výrobky není rozdíl na úrovni sledovaného znaku. Alternativa potom tohoto testu bude předpokládat, že alespoň 1 výrobek, který ve sledovaném znaku liší od jiného nebo jiných výrobků. Testové kritérium Kruskal-Wallisova testu lze vypočítat dle vzorce:

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

Kde:

$Q_{KW}$  – testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

$n$  – počet posuzovatelů

$T_r$  – součet pořadí

Testové kritérium má při platnosti hypotézy přibližně rozdělení  $\chi^2$  s  $(R-1)$  stupni volnosti. Pokud je shodných pozorování ve všech výběrech více než 25 % potom se doporučuje využít korigované testové kritérium. Korigované testové kritérium lze vypočítat dle vzorce:

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum n_k^3 - n_k}{n^3 - n}} \quad (10)$$

Kde:

$Q_{KW}^*$  – korigované testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

$Q_{KW}$  – testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

$n$  – počet posuzovatelů

Hypotézu lze zamítnout se  $100(1-\alpha)\%$  spolehlivostí zamítneme, pokud bude platit:

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

Kde:

$Q_{KW}^*$  – korigované testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

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

Při zamítnutí tetované hypotézy lze prohlásit vzorky na dané hladině významnosti  $\alpha$  za rozdílné v určitém sensorickém znaku. Následně se určí, které jednotlivé vzorky se od sebe liší. K porovnání slouží Néményiho metoda vícenásobného párového porovnání závislých výběrů. Tato metoda slouží ke zjištění rozdílnosti mezi dvěma vzorky. Rozdíl mezi i-tým a j-tým vzorkem je se 100(1- $\alpha$ )% spolehlivostí významný, platí-li:

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

Kde:

$T_{i,j}$  – součet pořadí

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

### **Pořadová preferenční zkouška**

Pořadová zkouška slouží k seřazení skupiny výrobků podle intenzity sledovaného znaku, podle preferencí hodnotitelů, nebo ke sledování vlivu určitého faktoru na organoleptické vlastnosti a sensorickou jakost výrobku. Využívá se zejména u výrobků, u kterých jsou malé rozdíly a stupnicové metody selhávají. U pořadové preferenční zkoušky posuzovatel obdrží skupinu vzorků a jeho úkolem seřadit vzorky podle preferencí. Tato zkouška je zkouška s nucenou volbou, kdy každý vzorek musí mít pouze jedno místo v pořadí. Pořadí vzorků poté posuzovatel zaznamená do přiloženého dotazníku. Tato zkouška je poměrně náročná a vede k psychické a fyzické únavě, kdy největší nárok se klade na sensorickou paměť.

Při vyhodnocování se nejčastěji používá Friedmanův test. Tento test se využívá k ověření shody úrovně sledovaného znaku. Pro zpracování Friedmanova testu je nejdříve nutné uspořádat zjištěná data do tabulky, kdy sloupce tabulky odpovídají jednotlivým vzorkům a řádky jednotlivým posuzovatelům. Pro další výpočty se provede součet pořadí jednotlivých vzorků.

Testovaná hypotéza předpokládá, že všechny předpokládá, že mezi zkoumanými vzorky nejsou významné rozdíly ve sledovaném znaku. Alternativní hypotéza toto tvrzení popírá a říká, že mezi zkoumanými vzorky je alespoň 1, který se od jiného nebo jiných odlišuje.

Pokud platí testovaná hypotéza, měly by být součty pořadí teoreticky stejné. Friedmanův test posuzuje, zda případné rozdíly součtů pořadí jsou významné. Testovací kritérium se vypočítá dle vzorce:

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

Kde:

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 se zamítne, v případě že po zvolené  $\alpha$  bude platit:

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

Kde:

FR – testovací kritérium Friedmanova testu

$Q_{1-\alpha}(R,n)$  – kritická hodnota

Při zamítnutí testované hypotézy se vzorky prohlásí v dané hladině významnosti  $\alpha$  za rozdílné v intenzitě sledovaného znaku. Při dalším posouzení je nutné určit, které vzorky se od sebe liší a k tomu slouží Nemenyihova metoda vícenásobného párového porovnávání závislých výběrů.



## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Analýzy technologických vlastností želatiny

Na základě předchozích studií, byl stanoven postup pro extrahování želatiny z kostí ze separace, která byla podrobena analýzám technologických vlastností. Výsledky analýz jsou zaznamenány v tabulce 3. Kvůli malému množství želatiny u 3 a 4 frakce byly provedeny pouze některé analýzy.

Tabulka 3: Technologické vlastnosti želatiny

	1. frakce	2. frakce	3. frakce	4. frakce
Pevnost gelu	20,2 Bloom	76,3 Bloom	50 Bloom	145,7 Bloom
Čiřost	2,121	2,4135	2,526	2,314
Dynamická viskozita	1,62 mPa.s	1,96 mPa.s	2,33 mPa.s	2,48 mPa.s
Bod tání	29,1 °C	33,2 °C	29,8 °C	31,95 °C
Bod tuhnutí	15,55 °C	15,2 °C	13,25 °C	16,4 °C
Obsah sušiny	92,11 %	90,51 %	-	-
Obsah popelovin	0,67 %	0,63 %	-	-
Vodu zadržující kapacita (WHC)	6,7 g/1 g	5,8 g/1 g	-	-
Tuk vázací kapacita (FBC)	2,9 g/1 g	3,45 g/1 g	-	-

Pevnost želatinového se s rostoucí teplotou extrakce zvyšovala, pouze u třetí frakce byla pevnost nižší což mohlo být způsobeno nedostatečným promytím materiálu před extrakcí, a tudíž použitý enzym Protamex mohl způsobit rozštěpení při zvýšené teplotě.

Dynamická viskozita s rostoucí teplotou extrakce stoupala. Její hodnota se pohybovala mezi 1,62 až 2,48 mPa.s. Nejvyšší bod tání byl naměřen u druhé frakce, kdy se jeho teplota

pohybovala kolem 33,2 °C. Nejvyšší bod tuhnutí byla zjištěn u 4. frakce, kdy se pohyboval kolem 16,4 °C, zatímco nejnižší bod tuhnutí byl zjištěn u 3. frakce, kdy se pohyboval kolem 13,25 °C.

Obsah sušiny, obsah popelovin, vodu zadržující kapacita a tuk vázací kapacita byly hodnoceny pouze u první a druhé frakce. Obsah sušiny byl vyšší u první frakce, ale obě frakce měly > 90 % obsahu sušiny. Obsah popelovin byl u první frakce roven 0,67 % a u druhé frakce byl obsah popelovin roven 0,63 %. Což je důkazem, že pomocí demineralizace byla želatina zbavena téměř všech minerálních látek a samotná želatina je tak použitelná jak pro potravinářské, tak farmaceutické účely, u kterých musí být obsah minerálních látek pod 2 % [104, 105].

Dle výsledků a množství vyrobené želatiny byla zvolena druhá frakce k aplikaci do játrových paštik. Pevnost želatinového gelu u druhé frakce byla 76,3 Bloom. Pro porovnání výsledků byla použita vepřová želatina o pevnosti 200 Bloom a hovězí želatina o pevnosti 280 Bloom.

Tuk vázací kapacita (FBC) u druhé frakce vyrobené želatiny byla rovna 3,45 g/1 g. Vodu zadržující kapacita (WHC) byla u druhé frakce kuřecí želatiny rovna 5,8 g/ 1 g, u vepřové želatiny měla WHC hodnotu  $4,43 \pm 0,26$  g/ 1 g a u hovězí želatiny byla hodnota WHC  $6,42 \pm 0,26$  g/ 1 g [106].

## 6.2 Pilotní experiment

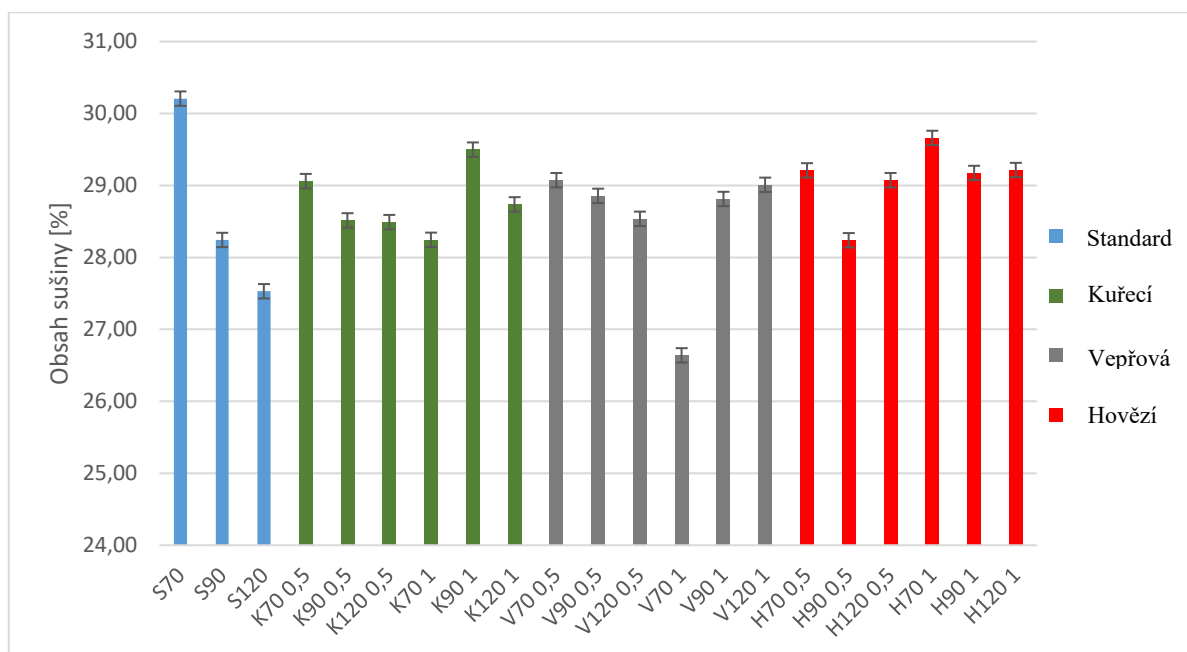
Na základě literárních studií byly stanoveny podmínky tepelného opracování kuřecích játrových paštik, kdy byly stanoveny teploty v rozmezí 70 až 120 °C a byly zvoleny 3 koncentrace kuřecí želatiny ve vzorcích. Pro porovnání výsledků byly zvoleny další 2 druhy komerčních želatín (vepřová, hovězí). Celkem bylo vyrobeno 21 vzorků podle faktorové metodiky  $3^3$ . Mezi sledované faktory patří typ želatiny – faktor A, koncentrace želatiny ve výrobku – faktor B a teplota opracování – faktor C.

Vyrobene paštiky byly podrobeny fyzikálně-chemickým analýzám a ze zjištěných výsledků bylo vybráno 9 vzorků, které byly podrobeny senzorické analýze. Výsledky důležitých experimentů zpracovány v softwaru MiniTab 15, který slouží ke statistickému zpracování získaných dat. Výsledky experimentů byly hodnoceny pomocí p-hodnoty, kdy faktory s hodnotou, která je nižší než  $\alpha = 0,05$  mají vliv na hodnocené proměnné až s 95% spolehlivostí. Čím nižší je p-hodnota, tím větší je vliv procesního faktoru. Graficky byly sledovány účinky studovaných procesních faktorů, kterými byly koncentrace želatiny (faktor

B) a teplota tepelného opracování (faktor C), kdy hodnoceny vrstvenými grafy u každého typu želatiny zvlášť. Posuzovala se jejich vzájemná interakce na hodnocené proměnné, kterými byla tuhost a viskozita.

### 6.2.1 Hodnocení sušiny vzorků

Výsledky jsou graficky znázorněny v obrázku 12. Přesné výsledky měření jsou zaznamenány v příloze III.



Obrázek 12: Graf závislosti obsahu sušiny na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci

Nejnižší obsah sušiny byl zjištěn u vzorku opracovaném na 70 °C s 1 % vepřové želatiny. Zatímco nejvyšší obsah sušiny byl zjištěn u vzorku, který neobsahoval želatinu a byl opracován při teplotě 70 °C.

U vzorků, do kterých nebyla přidána žádná želatina, se při zvyšování teploty snižoval obsah sušiny. U vzorků, do kterých bylo přidáno 0,5 % kuřecí želatiny opracovaných na 70 °C byl obsah sušiny vyšší než u vzorků opracovaných na teplotu 90 °C a 120 °C. Obsah sušiny u vzorků s 0,5 % kuřecí želatiny opracovaných při 90 °C a 120 °C byl téměř stejný. U koncentrace 1 % kuřecí želatiny ve výrobku byl nejnižší obsah sušiny při tepelném opracování při 70 °C, při zvyšující se teplotou na 90 °C se zvedl obsah sušiny a u vzorku ošetřeného teplotou 120 °C se jeho obsah snížil. U vzorků s 0,5 % vepřové želatiny se obsah sušiny s rostoucí teplotou snižoval, zatímco u vzorků s 1 % vepřové želatiny se s rostoucí teplotou se obsah sušiny zvyšoval. U vzorků s 0,5 % hovězí želatiny, kdy nejvyšší obsah

sušiny byl u vzorku opracovaném při 70 °C, při opracování vzorku při 90 °C byl obsah sušiny nižší a při tepelném opracování při 120 °C se obsah sušiny zvýšil. U vzorků s 1% hovězí želatiny ve výrobku se při zvýšení teploty z 70 °C na 90 °C snížil a u vzorků opracovaných při teplotě 120 °C zůstal obsah sušiny téměř stejný, jako při opracování teplotou 90 °C.

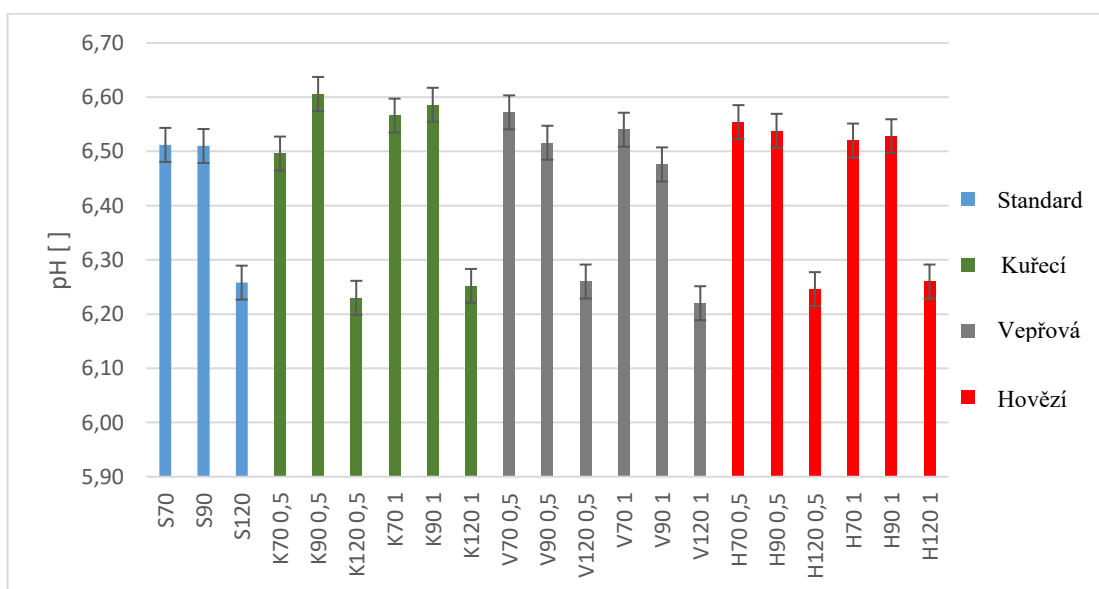
Ve studii Tolik et al. (2015) zjištěno, že tepelné opracování pomocí sterilace a pasterace nijak neovlivnilo množství sušiny ve vzorcích, což souhlasí s výsledky zjištěnými u vzorků, které obsahovaly 0,5 % hovězí želatiny.

Při teplotě 70 °C a zvyšující se koncentrací kuřecí i vepřové želatiny ve vzorku se snižoval obsah sušiny. U hovězí želatiny se při přidání 0,5 % želatiny obsah sušiny snížil a při zvýšení želatiny na 1 % se obsah sušiny mírně zvýšil.

Výsledky zjištěné u vzorků s kuřecí i vepřovou želatinou souhlasily s výsledky zjištěnými ve studii Jridi et al. (2015). Ve zmíněné studii bylo zjištěno, že se zvyšujícím se množstvím želatiny v párcích se snižoval obsah sušiny.

### 6.2.2 Stanovení pH paštik

Na obrázku 13 je sloupcový graf znázorňující závislosti pH na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny. Přesné výsledky jsou k nahlédnutí v příloze III.



Obrázek 13: Graf závislosti pH na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny. Největší vliv na pH mělo tepelné opracování, kdy nejnižší hodnota pH byla naměřena u vzorků, které byly opracovány při teplotě 120 °C, kdy se hodnota pohybovala od 6,22 - 6,26.

Námi zjištěné výsledky se neshodují s výsledky zjištěným ve studii Tolik et al. (2015), kde byly opracovávány drůbeží paštiky pomocí pasterace a sterilace. Ve studii rozdílná tepelná úprava nijak neovlivnila pH paštik a jejich hodnota byla v obou případech rovna  $6,5 \pm 0,0$ . Hodnotu pH kolem 6,5 v tomto experimentu měly dle měření vzorky, které byly opracovány při teplotě 70 °C a 90 °C.

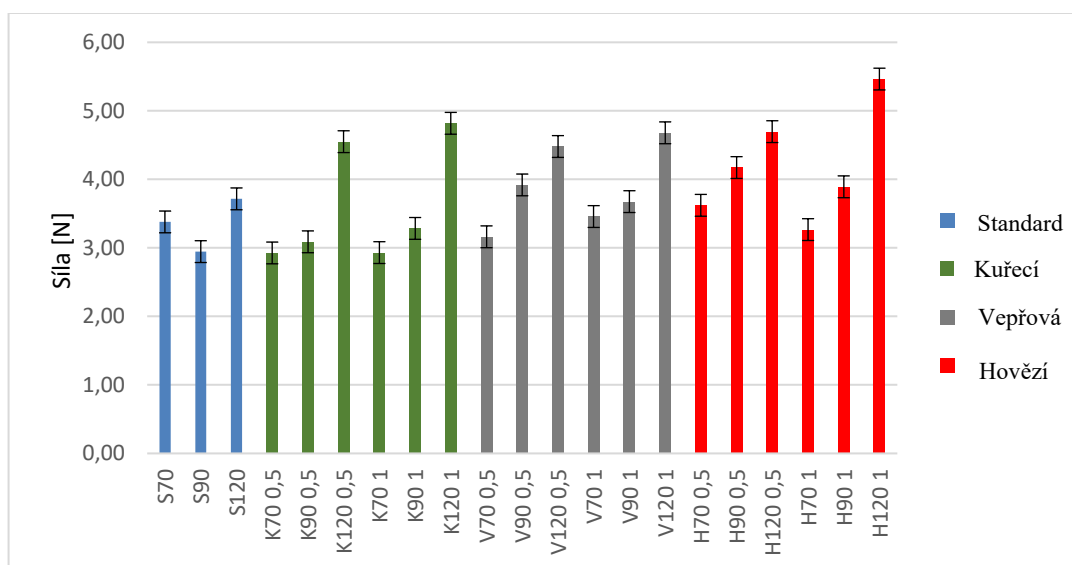
Zvyšování koncentrace želatiny u játrových paštik neměla téměř žádný vliv na hodnotu pH, jelikož se hodnoty pohybovaly v malém rozmezí. Ani druh želatiny výrazně neovlivnil hodnotu pH. Přesné výsledky jsou zaznamenány v příloze č. III.

### 6.2.3 Vyhodnocení texturních vlastností

K vyhodnocení texturních vlastností bylo použito penetrometrické měření a měření pomocí reometru.

#### *Síla penetrace*

Hodnoty síly penetrace jsou graficky znázorněny na obrázku 14. Přesné hodnoty zjištěné během měření jsou zaznamenány v příloze IV.



Obrázek 14: Graf závislosti síly penetrace na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny

Dle výsledků bylo zjištěno, že nejvyšší pevnost vzorku, byla naměřena u vzorků, které byly opracovány při teplotě 120 °C. Bylo zjištěno, že teplota opracování vzorků nejvíce ovlivňuje sílu penetrace, kdy je u všech vzorků, které obsahovaly jakékoli množství želatiny, patrné znatelné zvýšení síly penetrace s rostoucí teplotou opracování. Tyto výsledky se neshodují

s výsledky získanými ve studii Tolik et al. (2015), kdy teplota opracování neměla vliv na penetraci. Toto mohlo být způsobeno rozdílným složením výrobku.

S rostoucí koncentrací želatiny se zvyšovala i síla penetrace u vzorků s kuřecí želatinou při všech teplotách opracování, zatímco u vzorků s vepřovou a hovězí želatinou byla zjištěna nejvyšší síla u vzorků s 0,5 % želatiny při tepelném opracování při 70 a 90 °C. U hovězí i vepřové želatiny bylo dále zjištěno, že při opracování při 120 °C se s rostoucí koncentrací zvyšuje i síla potřebná pro penetraci.

Výsledky u hovězí a vepřové želatiny souhlasí s výsledky zjištěnými v práci Miklášová (2019), kdy vzorky byly opracovány při teplotě 70 °C a nejvyšší tvrdost byla zjištěna u výrobku obsahující 0,5 % kolagenu. Výsledky nebyly shodné se studií Jridi et al. (2015), což může být způsobeno rozdílnou surovinovou skladbou, ale i jinou metodou měření, kdy v této studii byly sledovány vlastnosti krutí klobásy se sépiovým kolagenem, které byly měřené metodou texturní profilové analýzy – TPA, která simuluje podmínky, které nastávají v ústech při namáhání potravin. Odlišné výsledky byly dále zjištěny ve studii Pereira et al. (2011), kdy byly měřeny kuřecích párků pomocí metody TPA.

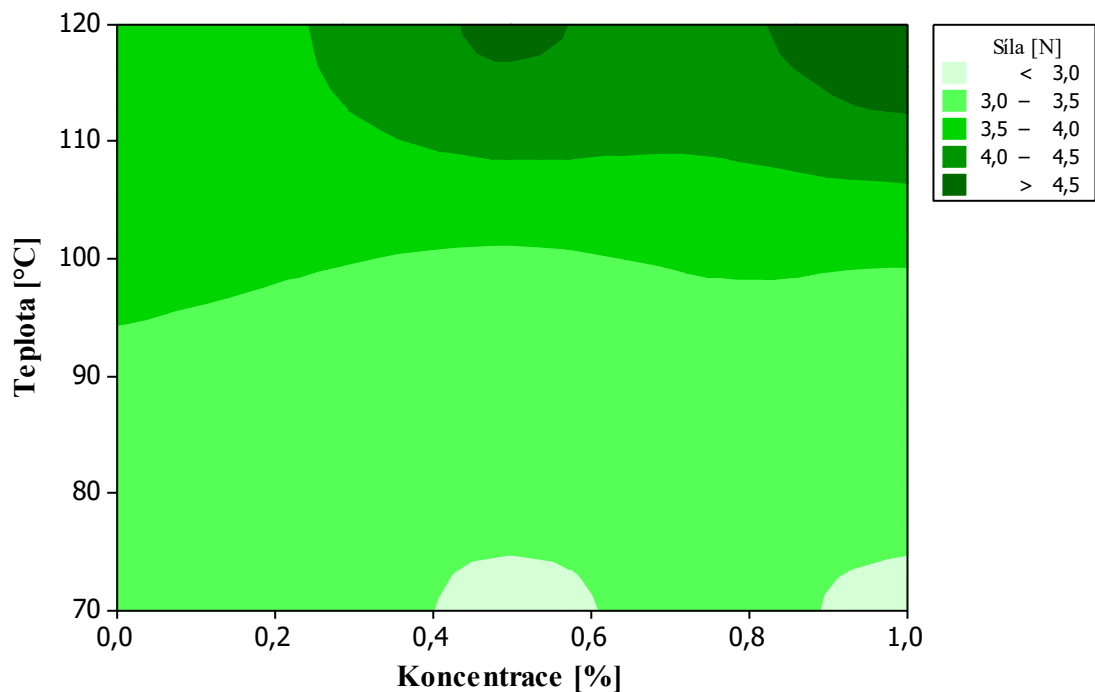
U vzorků bylo zjištěno, že nejvyšší síla byla nutná u vzorků s hovězí želatinou, nižší potom u vzorků obsahující vepřovou želatinu a nejnižší u vzorků obsahující kuřecí želatinu. Tyto výsledky souvisí s pevností želatinového gelu, který jednotlivé želatiny tvoří. Pevnost u kuřecí želatiny byla 80 Bloom, u vepřové 200 Bloom a u hovězí 280 Bloom.

### **Síla penetrace u vzorků s kuřecí želatinou**

Regresní rovnice síly penetrace u vzorků s kuřecí želatinou:

$$\text{Síla} = 0,995 + 0,0266 \text{ Teplota} + 0,181 \text{ Koncentrace}$$

$$\text{Hodnota P: koncentrace} = 0,676, \text{ teplota} = 0,015$$



Obrázek 15: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků s kuřecí želatinou

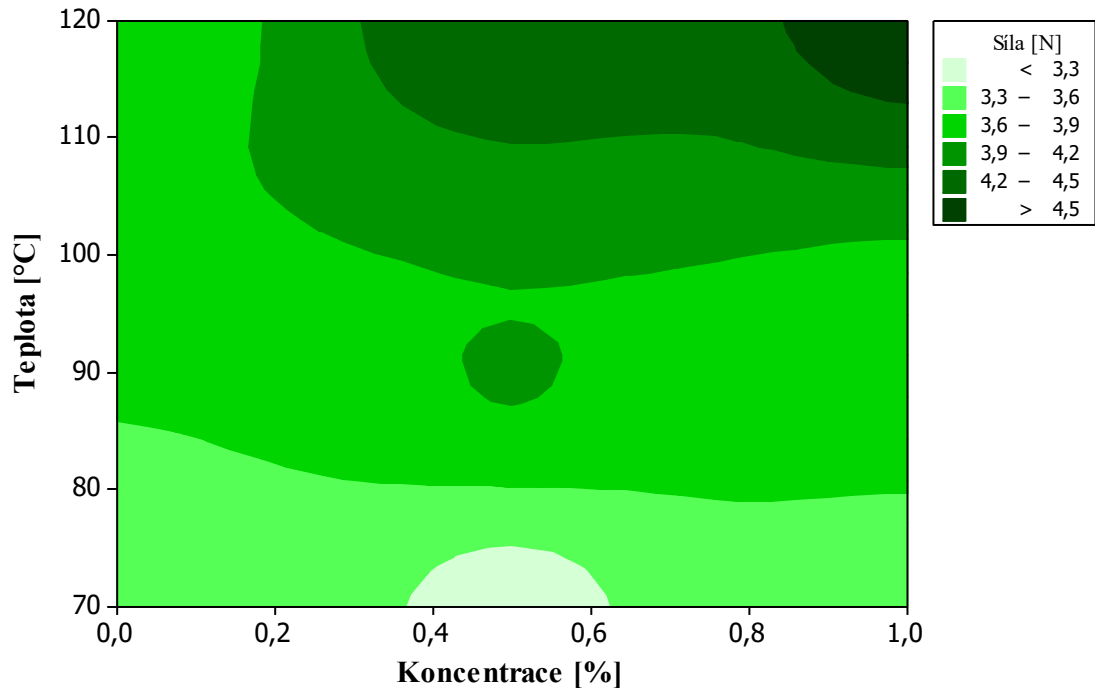
Na obrázku 15 lze vidět vrstvený graf vlivu faktorů (teploty opracování a koncentrace želatiny) na sílu při penetraci. Graf ukázal, že nejvyšší síly kolem 4 - 4,5 N bylo dosaženo při teplotě 110 °C až 120 °C a při koncentraci od 0,4 % do 1 % želatiny ve výrobku. Nejnižší síla (< 3 N) byla zaznamenána při teplotě 70 °C až 75 °C koncentraci želatiny od 0,4 % do 0,6 % a od 0,9 do 1 % želatiny ve výrobku. Z výsledků lze usoudit, že zvýšení teploty opracování má významný vliv na sílu penetrace a s vyšší teplotou a vyšším množstvím želatiny se zvyšuje tuhost výrobku.

### Síla penetrace u vzorků vepřové želatiny

Regresní rovnice síly penetrace u vzorků s vepřovou želatinou:

$$\text{Síla} = 1,78 + 0,399 \text{ Koncentrace} + 0,0192 \text{ Teplota}$$

Hodnota P: koncentrace = 0,183, teplota = 0,009



Obrázek 16: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků s vepřovou želatinou

Obrázek 16 znázorňuje vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků ve kterých byla použita vepřová želatina. Z grafu lze vyčíst, že nejmenší síla (< 3,3 N) byla při koncentraci 0,4 až 0,6 % želatiny ve vzorku a při teplotě opracování 70 až 75 °C. Zatímco nejvyšší síla (> 4,5 N) byla zjištěna při koncentraci 0,9 až 1 % želatiny ve výrobku a opracování při teplotě 115 až 120 °C. Z výsledků je patrné, že teplota i koncentrace ovlivňují konečnou tuhost výrobků.

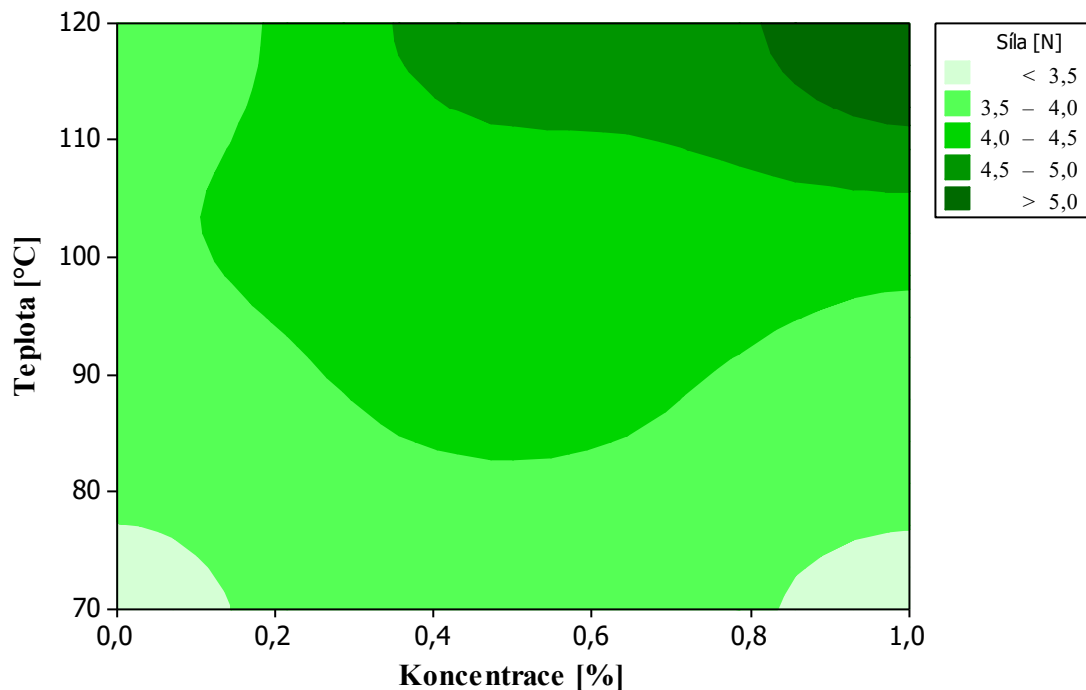
### Síla penetrace u hovězí želatiny

Regresní rovnice síly penetrace u vzorků s hovězí želatinou:

$$\text{Síla} = 1,40 + 0,650 \text{ Koncentrace} + 0,0241 \text{ Teplota}$$

Hodnota P: koncentrace = 0,192, teplota = 0,026



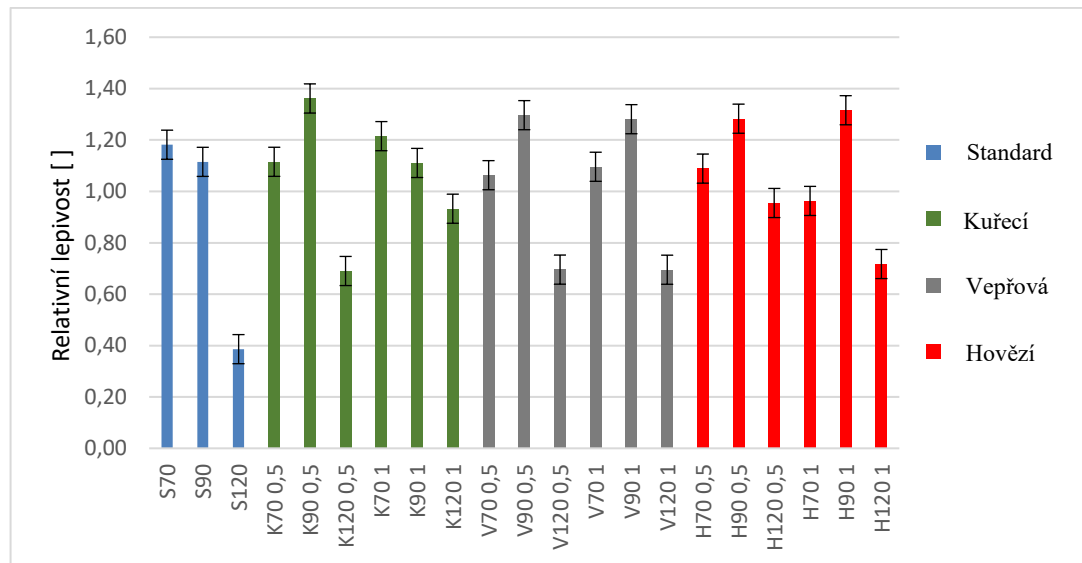


Obrázek 17: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků s hovězí želatinou

Na obrázku 17 je znázorněný vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků s hovězí želatinou. Dle grafu je zřejmé, že nejnižší síla potřebná k penetraci (<3,5 N) je při koncentraci 0,0 až 0,1 % a při 0,9 až 1 % a při tepelném opracování 70 až 75 °C. Pro získání nejtěžších výrobků, kdy síla je > 5 N je zapotřebí teploty 110 až 120 °C a koncentraci 0,9 až 1 % hovězí želatiny ve vzorku.

### ***Relativní lepivost***

Relativní lepivost je graficky znázorněna na obrázku 18, kde je zaznamenána závislost relativní lepivosti na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny. Přesné hodnoty jsou zapsány v příloze IV.



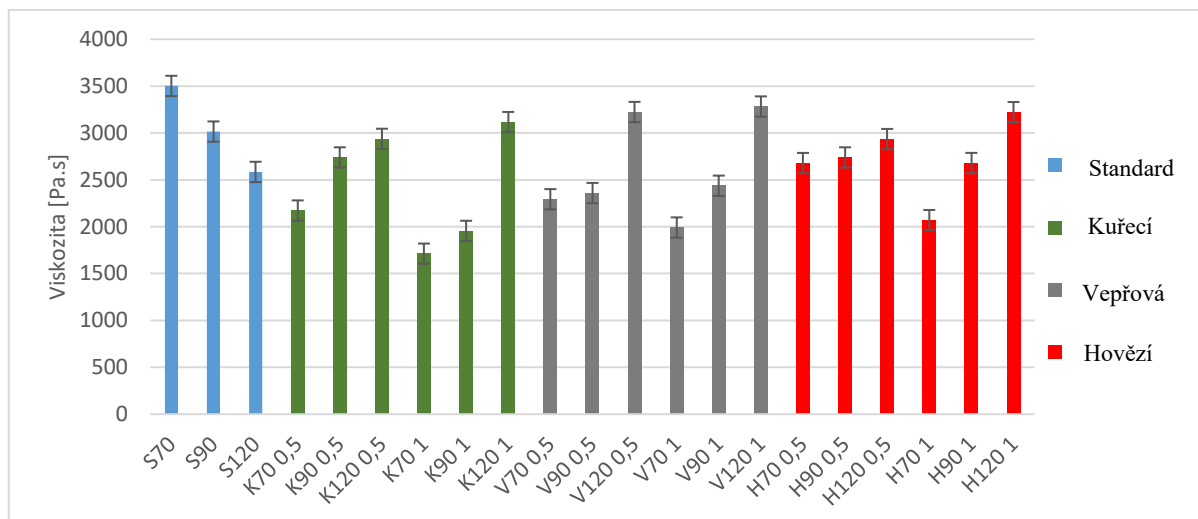
Obrázek 18: Graf závislosti relativní lepivosti na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny

Relativní lepivost u vzorků bez želatiny a u vzorků s 1 % kuřecí želatiny s rostoucí teplotou opracování klesala. U ostatních vzorků nejvyšší hodnoty relativní lepivosti dosahovaly vzorky opracované při 90 °C a nejnižší hodnoty relativní lepivosti měly vzorky opracované při 120 °C.

Výsledky u vzorků s vepřovou želatinou a u vzorků s hovězí želatinou opracovaných při teplotě 90 °C ukazují, že koncentrace nemá žádný vliv na lepivost výrobku. U vzorků s kuřecí želatinou opracovaných při 70 a 90 °C s rostoucí koncentrací lepivost stoupala, zatímco u vzorků s hovězí želatinou opracovaných při teplotě 70 a 90 °C a u vzorků s kuřecí želatinou opracovaných při 90 °C s rostoucí koncentrací lepivost klesala. Nebyl pozorován žádný významný rozdíl v lepivosti při použití různých druhů želatiny.

### *Viskozita*

Viskozita byla měřena pomocí reometru RheoStress 1 HAAKE, kdy mimo viskozitu byl zjištěn i elastický modul pružnosti ( $G'$ ) a ztrátový modul pružnosti ( $G''$ ). Měření probíhalo při frekvenci 0,1 - 10 Hz. Viskozita měla u všech s rostoucí frekvencí velký spád, a tudíž pro porovnání výsledků byla vybrána frekvence 1 Hz. Výsledky jsou zaznamenány na obrázku 19. Zjištěné výsledky byly poté použity i při zpracování vrstvených grafů pro každý druh želatiny.



Obrázek 19: Graf závislosti viskozity při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci

Se zvyšováním teploty opracování se u vzorků, do kterých byla přidána želatina v jakékoli koncentraci, zvyšovala i jejich viskozita, pouze u vzorků, do kterých nebyla přidána želatina, se s rostoucí teplotou viskozita snižovala.

S rostoucí koncentrací u teploty 70 °C a 90 °C se viskozita všech vzorků mírně snižovala, zatímco u vzorků, které byly ošetřeny při teplotě 120 °C se jejich viskozita s rostoucí koncentrací mírně zvyšovala.

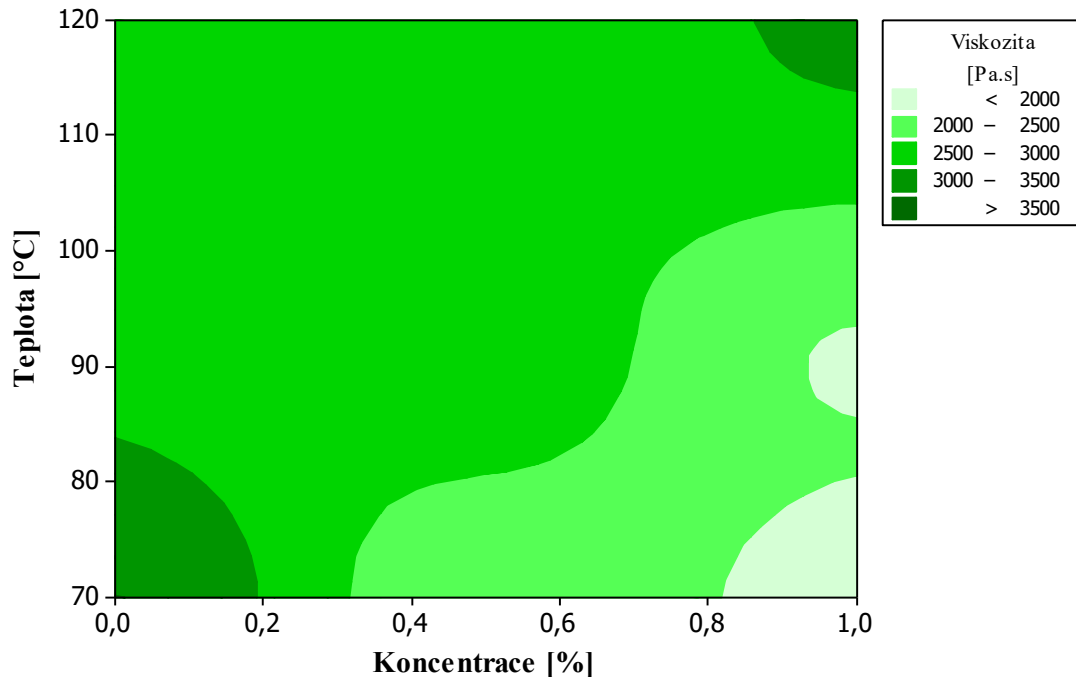
Nejvyšší viskozita byla zjištěna u vzorku, ve kterém nebyl žádný obsah želatiny a byl opracován při teplotě 70 °C. Při porovnání druhů želatiny byla nejvyšší viskozita u hovězí želatiny a nejnižší viskozita u vzorků s kuřecí paštikou.

### Viskozita u vzorků s kuřecí želatinou

Regresní rovnice viskozity u vzorků s kuřecí želatinou:

$$\text{Viskozita} = 2219 - 763 \text{ Koncentrace} + 8,53 \text{ Teplota}$$

Hodnota P: koncentrace = 0,196, teplota = 0,395



Obrázek 20: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků s kuřecí želatinou

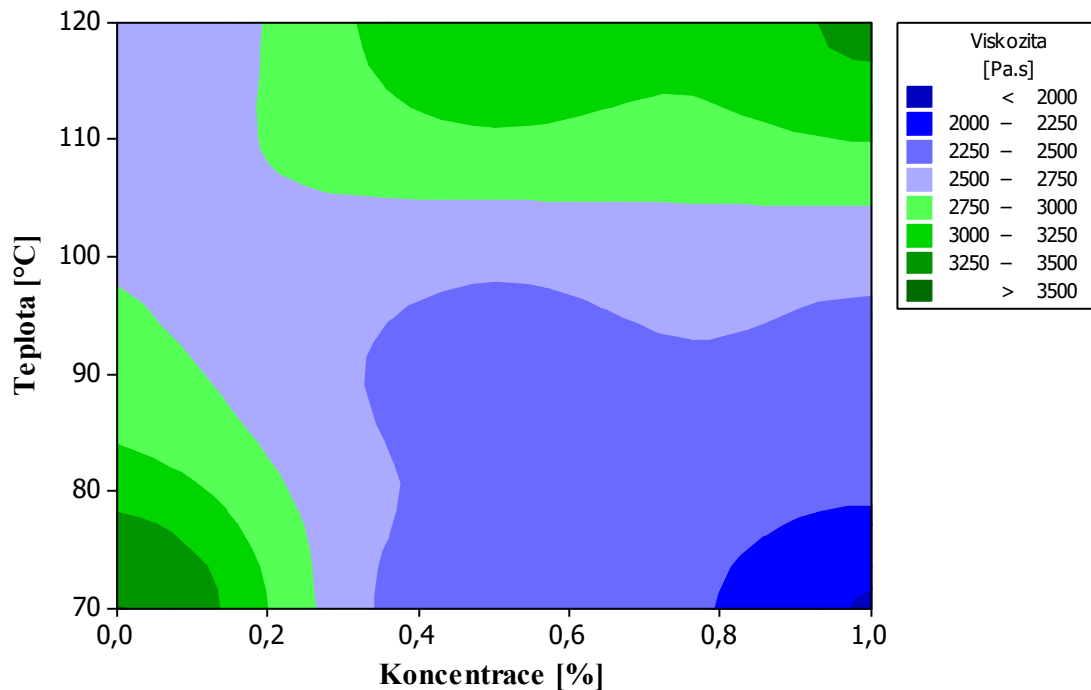
Na obrázku 20 je vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na viskozitu výrobků, do kterých byla přidána kuřecí želatina. Z grafu lze vyčíst, že nejvyšší viskozity (> 3500 Pa.s) u výrobku s kuřecí želatinou lze dosáhnout u výrobku obsahujícího 0,0 až 0,2 % želatiny a při tepelné úpravě při 70 až 80 °C a při koncentraci 0,9 až 1 % a při tepelném opracování při teplotě 110 až 120 °C. Nejnižší viskozita (< 2000 Pa.s) dle grafu je u výrobku s 0,85 až 1 % želatiny a při tepelném ošetření 70 až 80 °C. Z grafu je zřejmý vliv teploty a koncentrace na viskozitu výrobku.

### Viskozita u vzorků s vepřovou želatinou

Regresní rovnice viskozity u vzorků s vepřovou želatinou:

$$\text{Viskozita} = 2087 - 430 \text{ Koncentrace} + 9,21 \text{ Teplota}$$

Hodnota P: koncentrace = 0,434, teplota = 0,356



Obrázek 21: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků s vepřovou želatinou

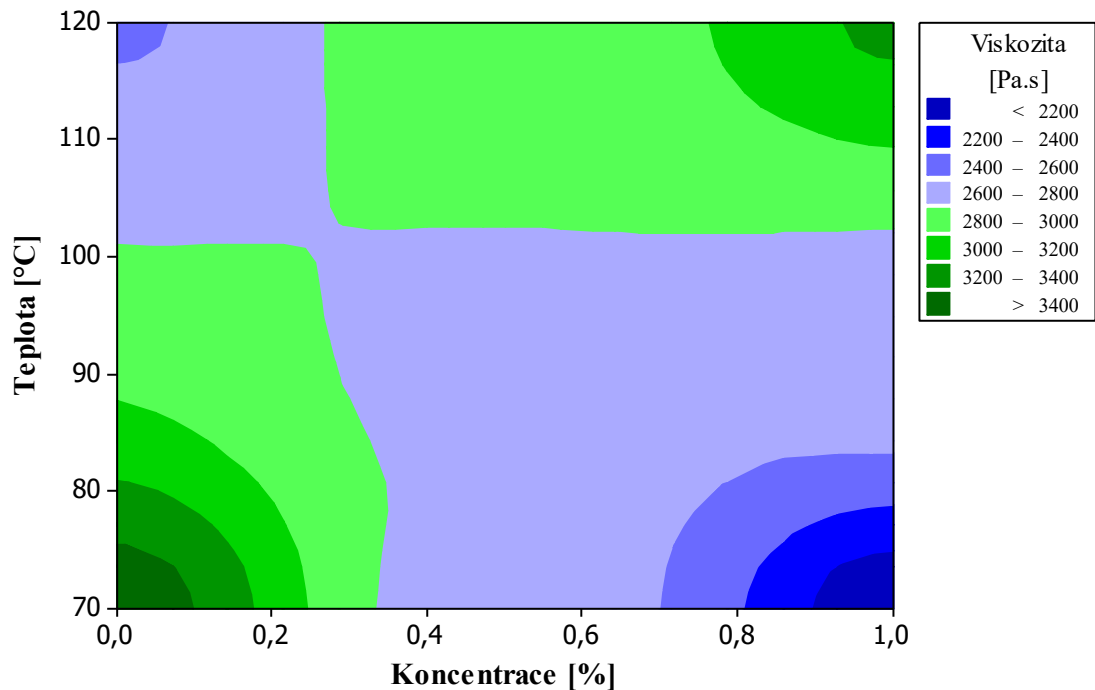
Vrstvený graf na obrázku 21 znázorňuje vliv teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků obsahující vepřovou želatinu. Z grafu lze vyčíst, že nejnižší viskozita (< 2000 Pa.s) je při koncentraci 1 % a teploty 70 °C. Oblast s nejvyšší pevností (> 3500 Pa.s) byla zjištěna v rozmezí 0,0 až 0,1 % želatiny při tepelném opracování při 70 až 75 °C a druhá oblast byla zjištěna při koncentraci 0,9 až 1 % a teplotě opracování 115 až 120 °C.

### Viskozita u vzorků s hovězí želatinou

Regresní rovnice viskozity u vzorků s hovězí želatinou:

$$\text{Viskozita} = 2700 - 370 \text{ Koncentrace} + 3,30 \text{ Teplota}$$

Hodnota P: koncentrace = 0,421, teplota = 0,681



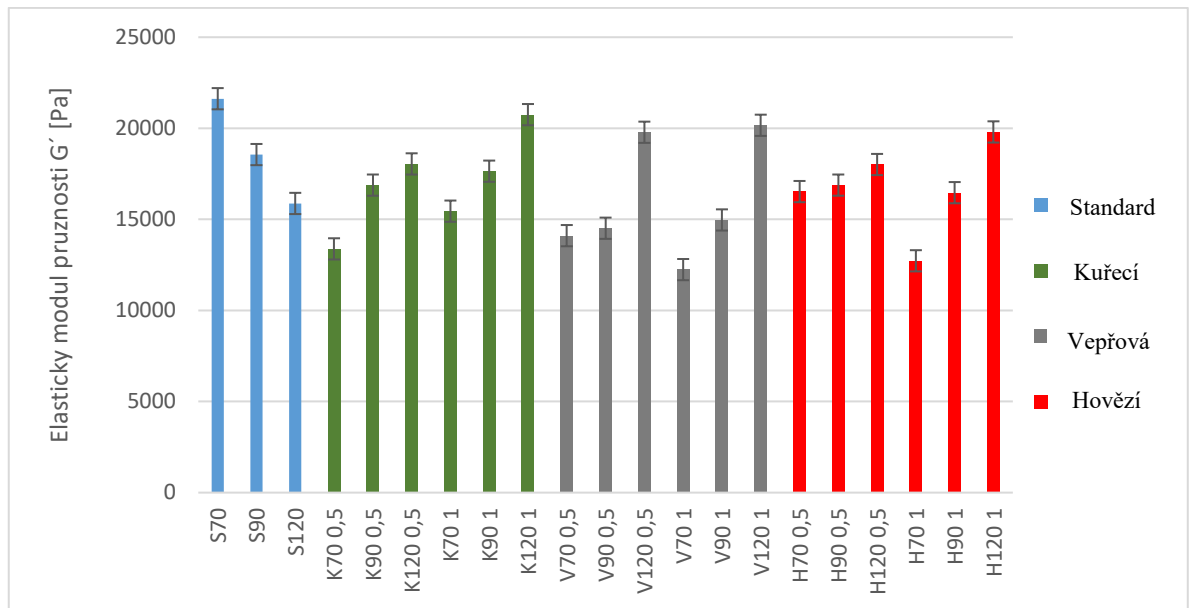
Obrázek 22: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků s hovězí želatinou

Z vrstveného grafu vyobrazeného na obrázku 22 lze vyčíst vliv teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků obsahujících hovězí želatinu. Oblast s nejvyšší viskozitou (> 3400 Pa.s) byla zjištěna kolem koncentrace 0,0 až 0,1 % a tepelném ošetření kolem 70 až 75 °C. Oblast s nejnižší viskozitou (< 2200 Pa.s) byla zjištěna při koncentraci 0,9 až 1 % a teplotě opracování 70 až 75 °C.

Při porovnání obrázku 20, 21 a 22 lze vidět, že nejvyšší viskozita byla při koncentraci 0 až 0,1 % želatiny ve vzorku a při tepelném opracování a poté i u koncentrace kolem 1 % ale teplotě opracování kolem 120 °C. Oblast s nejnižší viskozitou byla u všech vzorků zjištěna při koncentraci kolem 1 % ale při tepelném ošetření kolem 70 °C.

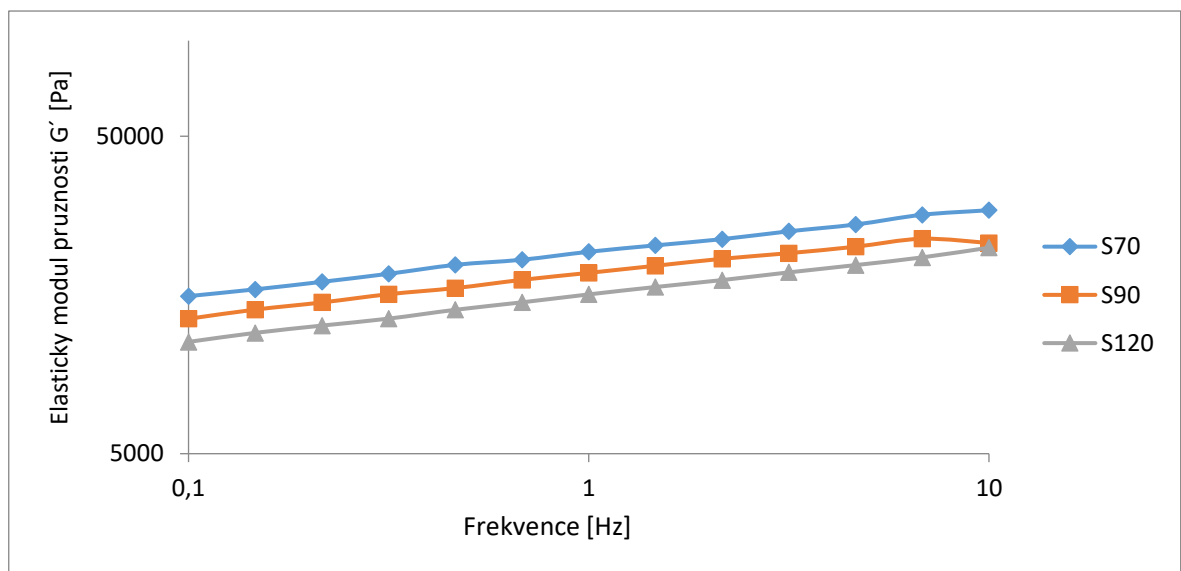
### ***Elastický modul pružnosti***

Přesné hodnoty elastického modelu pružnosti naměřených při frekvenci 1 Hz jsou zaznamenány v příloze IV.



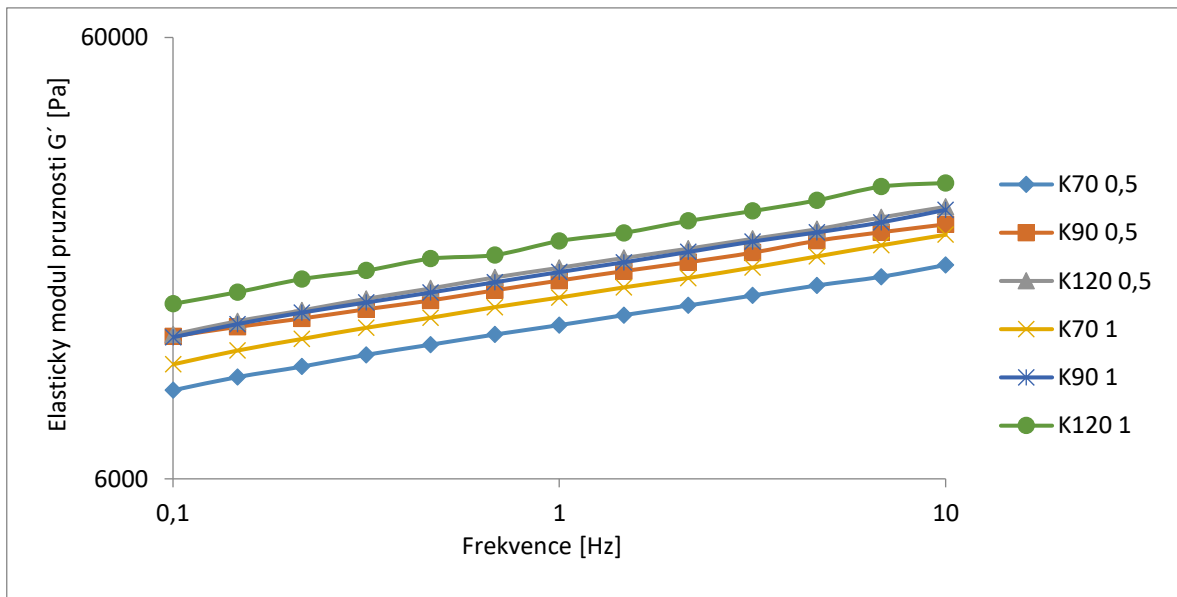
Obrázek 23: Graf závislosti elastického modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci

Elastický modul pružnosti s rostoucí teplotou opracování u vzorků obsahujících želatinu rostl, zatímco u standardu elastický modul pružnosti klesal. Při porovnání obrázku 23 s obrázkem 19, kde je graficky znázorněna závislost viskozity při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatina a koncentraci lze vidět podobné chování jednotlivých vzorků.



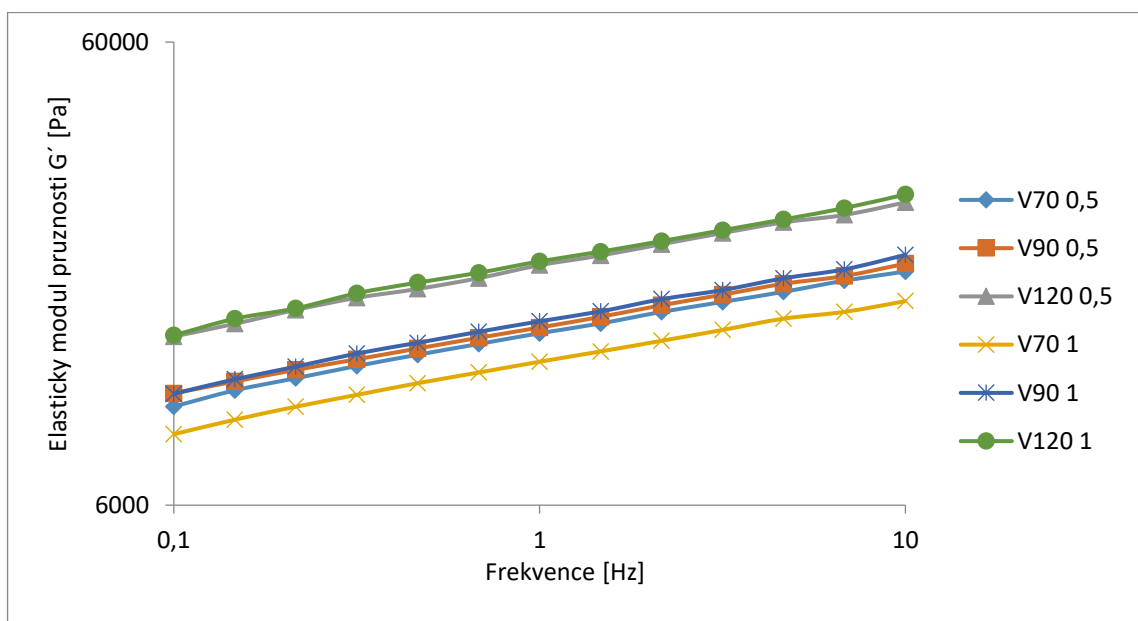
Obrázek 24: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u standardu na frekvenci

Na obrázku 24 je graficky znázorněn průběh hodnot elastického modulu pružnosti během měření, které probíhalo při frekvenci od 0,1 – 10 Hz. Během měření při zvyšování frekvence měl elastický modul pružnosti zvyšující se tendenci a se zvyšující se teplotou opracování hodnota elastického modulu pružnosti klesala.



Obrázek 25: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u vzorků s kuřecí želatínou na frekvenci

Na obrázku 25 je graficky vyobrazena závislost elastického modulu pružnosti na frekvenci, kdy měření probíhalo při frekvenci 0,1 - 10 Hz. Porovnávají jsou vzorky, které obsahovaly kuřecí želatínu. Bylo zjištěno, že s rostoucí frekvencí u všech vzorků se zvyšuje i jejich elastický modul pružnosti. Hodnoty ukazují, že s rostoucí teplotou opracování se zvyšuje jejich elastický modul pružnosti při koncentraci 0,5 % i 1 % kuřecí želatiny ve vzorku. S rostoucí koncentrací u všech vzorků se zvyšoval i jeho elastický modul pružnosti.

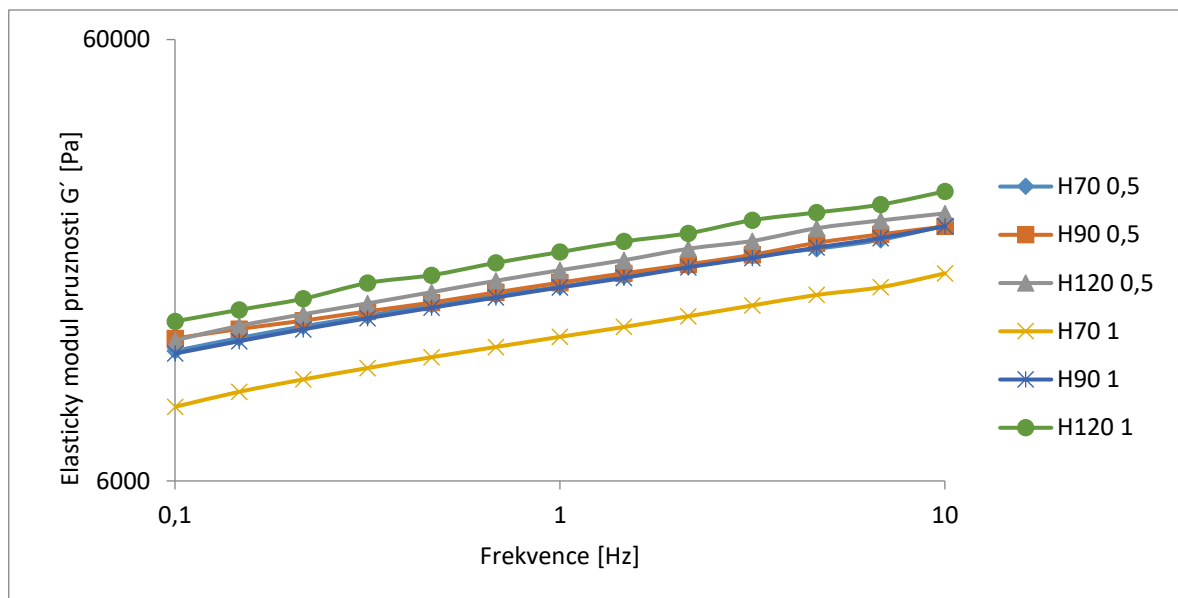


Obrázek 26: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u vzorků s vepřovou želatínou na frekvenci



Na obrázku 26 je znázorněn graf závislosti elastického modulu pružnosti u vzorků obsahující vepřovou želatinou na frekvenci, která se během měření pohybovala v rozmezí 0,1 - 1 Hz.

Během měření se zvyšující se frekvencí se u všech vzorků zvyšoval i elastický modul pružnosti. U všech vzorků se také zvyšoval elastický modul pružnosti s rostoucí koncentrací stejně jako u vzorků obsahující kuřecí želatinu.



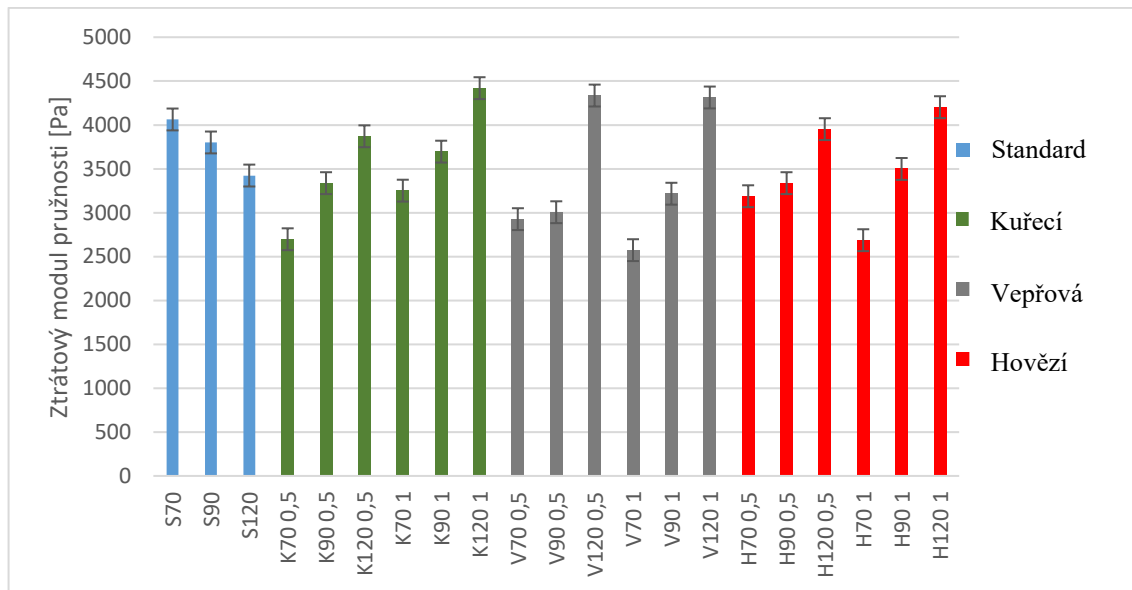
Obrázek 27: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u vzorků s hovězí želatinou na frekvenci

Na obrázku 27 je graficky znázorněna závislost elastického modulu pružnosti u vzorků, které obsahovaly hovězí želatinu na frekvenci, která se během měření pohybovala od 0,1 - 10 Hz. Bylo zjištěno, že jako u vzorků s kuřecí i vepřovou želatinou hodnota elastického modulu pružnosti stoupala.

U vzorků, které byly opracovány při teplotě 70 °C s rostoucí koncentrací hodnota elastického modulu pružnosti klesala, zatímco u vzorků opracovaných při teplotě 120 °C stoupala a vzorků, které byly opracovány při teplotě 90 °C se s rostoucí koncentrací jeho hodnota téměř nezměnila.

### **Ztrátový modul pružnosti**

Na obrázku 28 je graficky znázorněn vliv teploty opracování, druhu a koncentraci želatiny na ztrátový modul pružnosti. Hodnoty naměřené při frekvenci 1 Hz jsou zaznamenány v příloze IV.



Obrázek 28: Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci

Při porovnání obrázku 28 s obrázkem 23, na kterém je znázorněna závislost elastického ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci, jde vidět podobný trend, kdy při zvyšování teploty u vzorků, ve kterých nebyla želatina tak ztrátový modul pružnosti klesal, zatímco u vzorků, které obsahovaly želatinu tak se zvyšující se teplotou opracování rostl. Druh ani koncentrace výrazně neovlivnila ztrátový modul pružnosti.

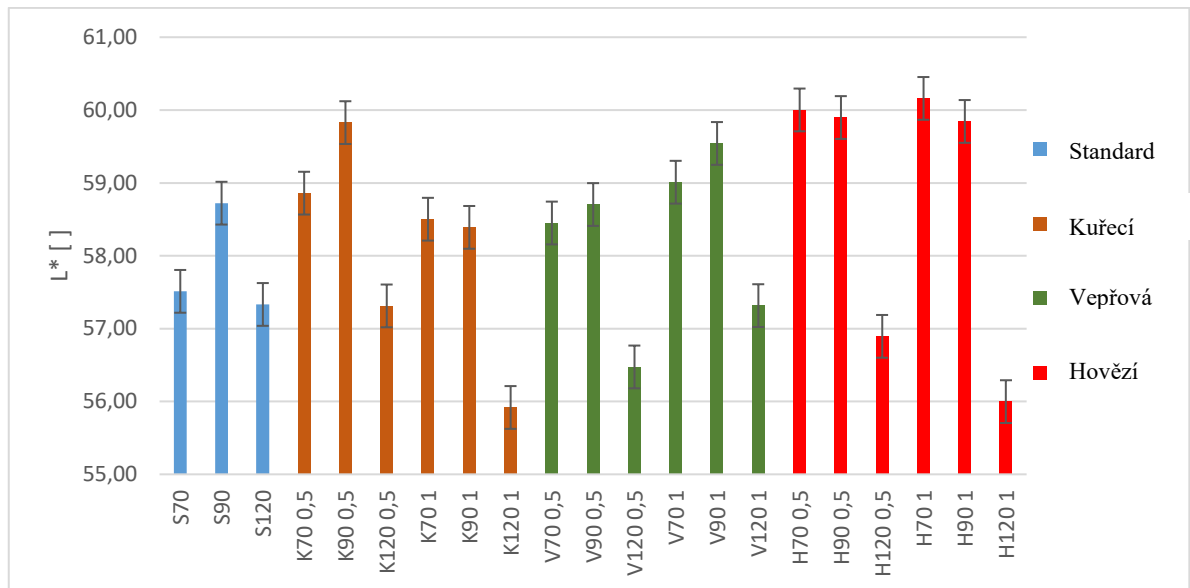
#### 6.2.4 Hodnocení barvy

Barva masného výrobku je závislá na přítomnosti hemových barviv zejména hemoglobinu a myoglobinu. Během tepelného opracování dochází k denaturaci barviv, po které následuje oxidace železa v hemové skupině a nastává tak změna barvy na šedohnědou. Přidáním dusitanové silicí směsi se šedohnědý metmyoglobin převádí pomocí redukčních reakcí thiolové skupiny a enzymů v mase zpět na růžový myoglobin.

Měření barvy je zaznamenáno pomocí 3 parametrů. Parametr  $L^*$  určuje jas barvy, parametr  $a^*$  určuje přechod mezi zelenou a červenou barvou a parametr  $b^*$  ukazuje na přechod mezi modrou a žlutou barvou.

##### *Jas $L^*$*

Hodnoty jasu jsou graficky znázorněny na obrázku 29, kde je zobrazena závislost parametru  $L^*$  na teplotě opracování druhu želatiny a koncentraci. Přesnější hodnoty jsou zaznamenány v příloze III.



Obrázek 29: Graf závislosti parametru L\* na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci

Nejnižší jas byl sledován u vzorků, které byly opracovány při teplotě 120 °C. S rostoucí teplotou u vzorků, ve kterých byla hovězí želatina, se hodnota jasu snižovala, zatímco u vzorků, které byly vyrobeny bez použití želatiny, u vzorků s vepřovou želatinou a vzorku ve kterých bylo použito 0,5 % kuřecí želatiny hodnota jasu při porovnání hodnot po tepelném opracování při 70 a 90 °C byla hodnota jasu vyšší u vzorků opracovaných při teplotě 90 °C. Tedy hodnota jasu vzrostla při zvýšení teploty ze 70 °C na 90 °C a při opracování vzorků při teplotě 120 °C tato hodnota klesla. U vzorků, ve kterých bylo použito 1 % kuřecí želatiny byla hodnota jasu klesala s rostoucí teplotou opracování.

Výsledky souhlasily s výsledky zjištěny ve studii Tolik et al. (2015), kdy hodnota jasu byla nižší při sterilování výrobků než při pasteraci výrobků. Výsledky nesouhlasily s výsledky studie Pyrcze et al. (2007), což mohlo být způsobeno rozdílnou surovinovou skladbou.

Při zvýšení koncentrace kuřecí želatiny na 0,5 % se jas zvyšoval a při dalším zvýšení želatiny na 1 % se jas snížil. U vepřové želatiny se se zvýšením koncentrace z 0,5 % na 1 % se jas zvýšil, zatímco u hovězí želatiny se se zvýšením koncentrace z 0,5 na 1 % snížil.

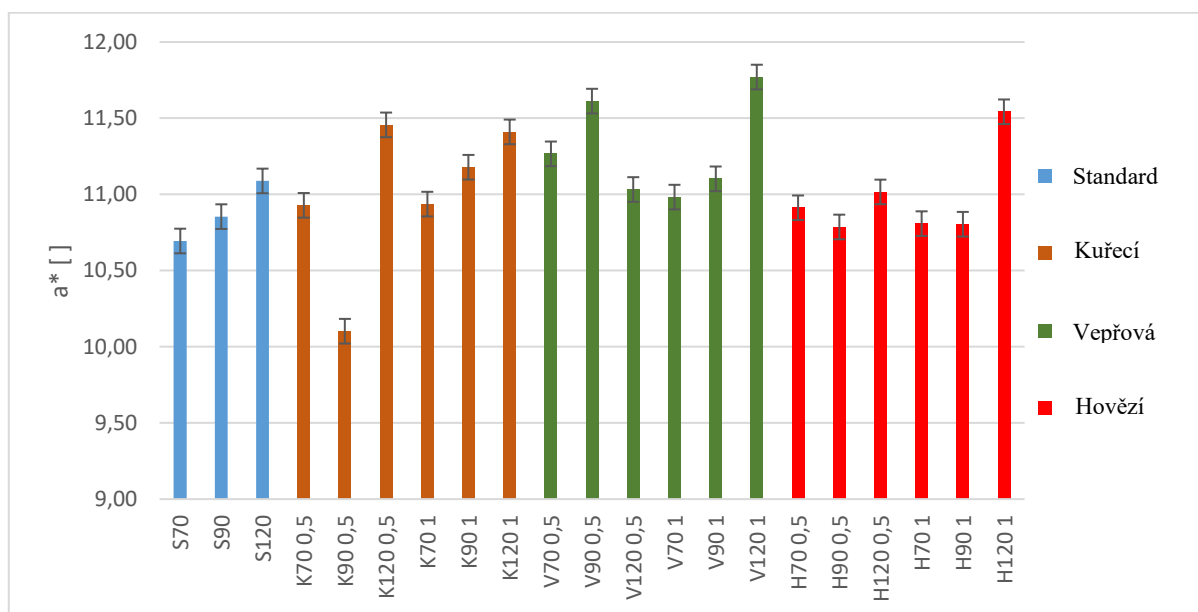
Při porovnání výsledků se studií Pereira et al. (2011), kde byla měřena barva u párků, byla zjištěna zvýšená světlost produktů s vyšším množstvím přísad kolagenových vláken což odpovídá námi zjištěných výsledků, kdy s přísadkem 0,5 % kuřecí, vepřové i hovězí želatiny při tepelném opracování při 70 °C. S výsledky u vzorků s hovězí a vepřovou želatinou souhlasil i experiment Miklášová (2019), kde bylo zjištěno, že s přísadkem kolagenu do

játrových paštik hodnota  $L^*$  měla zvyšující se tendenci. Zvyšující tendence parametru  $L^*$  byla zjištěna i ve studii Schilling et al. (2002) u šunek s přidavkem kolagenu.

Rozdílné výsledky byly zjištěny ve studii Prestes et al. (2013), kdy hodnota jasu klesala. Rozdílné výsledky mohou souviset s rozdílným typem masného výrobku a rozdílným surovinovým složením.

### ***$a^*$ přechod mezi červenou a zelenou barvou***

Na obrázku 30 je graficky znázorněná závislost parametru  $a^*$  na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci. Přesnější data jsou zaznamenána v příloze III.



Obrázek 30: Graf závislosti parametru  $a^*$  na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci. Dle obrázku 30, lze vidět, že u vzorků, u kterých není použita želatina, a u vzorků s 1 % vepřové želatiny i kuřecí želatiny s rostoucí teplotou parametr  $a^*$  roste. U vzorků, ve kterých bylo 0,5 % kuřecí a hovězí byla nejnižší hodnota parametru  $a^*$ , při teplotě opracování 90 °C, zatímco nejvyšší při teplotě opracování při 120 °C. U vzorků obsahujících 0,5 % vepřové želatiny dosahoval nejvyšší hodnoty vzorek opracovaný při teplotě 90 °C a nejnižší hodnoty vzorek opracovaný při 120 °C. U vzorků s 1 % hovězí želatiny je patrné, že nejvyšší hodnoty dosahoval vzorek opracovaný při teplotě 120 °C a vzorky opracované při teplotě 70 a 90 °C dosahovali téměř stejné hodnoty.

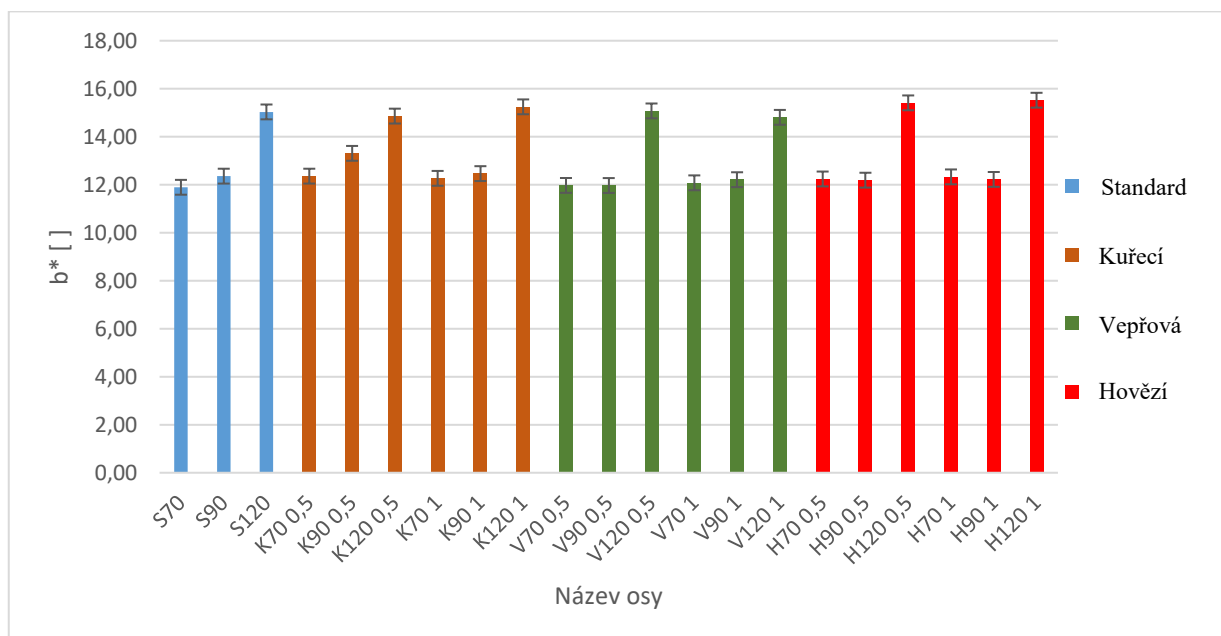
V porovnání se studií Pyrcze et al. (2007) a Tolik et al. (2015) zjištěné výsledky nesouhlasily pouze se vzorky s 0,5 % vepřové želatiny, kdy hodnota jasu byla nejnižší, zatímco u ostatních vzorků byla tato hodnota nejvyšší. Rozdílné výsledky mohou souviset s rozdílným druhem použité želatiny ve výrobku.

U vzorků s rostoucí koncentrací není vidět jednoznačný trend v závislosti na teplotě opracování vzorků. Při porovnání jednotlivých druhů želatin je patrné, že ani tento faktor nemá znatelný vliv na parametr  $a^*$ , jelikož všechny hodnoty se pohybují v úzkém rozmezí 10 až 12. Je možné říci, že teplota, koncentrace ani druh želatin významně neovlivňují parametr  $a^*$ .

Zjištěné výsledky neodpovídají výsledkům zjištěným ve studii Miklášová (2019) ani se studií Schilling et al. (2002), kdy hodnota parametru  $a^*$  s přidavkem kolagenu mírně klesala, zatímco během tohoto experimentu u vzorků s vepřovou a hovězí želatinou hodnoty mírně rostly, u vzorků s kuřecí želatinou tato hodnota s přidavkem 0,5 % klesla, ale s přidavkem 1 % hodnota stoupla. Rozdílné výsledky mohou souviset s rozdílným druhem použité želatinou během experimentu. Výsledky experimentu souhlasily s výsledky zjištěnými ve studii Prestes et al. (2013), kdy hodnota parametru u krůtí šunky rostla.

### ***b\** - přechod mezi modrou a žlutou barvou**

Přesné hodnoty parametru  $b^*$  jsou zaznamenány v příloze III a na obrázku 31 je grafické znázornění závislosti parametru  $b^*$  na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatin ve vyrobených vzorcích.



Obrázek 31: Graf závislosti parametru  $b^*$  na teplotě opracování, druhu želatin a koncentraci. Nejvyšší hodnota parametru  $b^*$  je u všech vzorků, které byly opracovány při teplotě 120 °C. Při opracování při 70 a 90 °C není výrazný rozdíl v hodnotách parametru  $b^*$  pouze u vzorku obsahujícího 0,5 % kuřecí želatinu došlo k mírnému nárůstu hodnoty. V porovnání

s výsledky zjištěnými ve studii Tolik et al. (2015), kdy s vyšší teplotou opracování paštik se téměř nezměnil parametr  $b^*$  tudíž výsledky nesouhlasily, což mohlo být způsobeno rozdílnou surovinovou skladbou.

Z grafu je patrné, že koncentrace želatiny ani druh použité želatiny významně neovlivňuje hodnoty parametru  $b^*$ .

Zjištěné výsledky souhlasí s výsledky získanými v experimentu Miklášová (2019), i s výsledky ze studie Prestes et al. (2013), kdy u obou autorů bylo zjištěno, že s rostoucím množstvím kolagenu se mírně zvýšil i parametr  $b^*$ .

### 6.2.5 Senzorická analýza

K senzorické analýze bylo použito 9 vzorků, kdy vzorky byly vybírány podle tuhosti, obsahu a druhu želatiny. K senzorické analýze byly vybrány vzorky bez želatiny, které byly opracovány při teplotě 70 °C, 90 °C a 120 °C, a dále vzorky s kuřecí, vepřovou a hovězí želatinou s obsahem 1 %, které byly opracovány při teplotě 70 °C a 120 °C.

Hodnotitelům byly předloženy očíslované vzorky, chuťový neutralizátor (bílé pečivo a voda) a senzorický dotazník, který je k nahlédnutí v příloze V.

Pomocí stupnicové zkoušky byl hodnocen vzhled, konzistence, barva, chuť a vůně. Senzoričtí posuzovatelé tyto vlastnosti hodnotili pomocí 5-ti bodové stupnice. Ke statistickému vyhodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test při 5% spolehlivosti.



Obrázek 32: Stůl připravený k senzorické analýze

**Vzhled**

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali vzhled výrobku, kdy za optimální vzhled se považoval výrobek, který měl vynikající vzhled, typický, směs byla homogenní, bez přítomnosti vzduchových dutin a nevyskytoval se žádný uvolněný tuk. Za nevyhovující vzorek, byl vzorek nepodobný paštice. Pro statistické hodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test.

Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7 \equiv 8 \equiv 9$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

*A: non H*

Tabulka 4: Hodnocení vzorků pro vzhled

Vzorek	Kategorie					Suma
	1	2	3	4	5	
1	5	3	4	0	0	12
2	6	5	1	0	0	12
3	3	3	5	1	0	12
4	6	5	0	1	0	12
5	0	4	7	1	0	12
6	7	4	0	1	0	12
7	3	4	5	0	0	12
8	3	4	5	0	0	12
9	8	3	1	0	0	12
nk	41	35	28	4	0	
Nk	41	76	104	108	108	
Rk	21	59	90,5	106,5	108,5	
T1	105	177	362	0	0	644
T2	126	295	90,5	0	0	511,5
T3	63	177	452,5	106,5	0	799
T4	126	295	0	106,5	0	527,5
T5	0	236	633,5	106,5	0	976
T6	147	236	0	106,5	0	489,5
T7	63	236	452,5	0	0	751,5
T8	63	236	452,5	0	0	751,5
T9	168	177	90,5	0	0	435,5
n	108	R	9	A	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7} + \frac{T_8^2}{n_8} + \frac{T_9^2}{n_9} \right) - 3 \cdot (n + 1) \quad (15)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{108 \cdot (108 + 1)} \cdot \left( \frac{644^2}{12} + \frac{511,5^2}{12} + \frac{799^2}{12} + \frac{527,5^2}{12} + \frac{976^2}{12} + \frac{489,5^2}{12} + \frac{751,5^2}{12} + \frac{751,5^2}{12} + \frac{435,5^2}{12} \right) - 3 \cdot (108 + 1)$$

$$Q_{kw} = 21,66$$

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

$$Q_{kw}^* = \frac{21,66}{1 - \frac{(41^3 - 41) + (35^3 - 35) + (28^3 - 28) + (4^3 - 4)}{108^3 - 108}}$$

$$Q_{kw}^* = 24,23$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}(R - 1) \quad (17)$$

$$24,23 \geq 15,51$$

Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru při statistickém vyhodnocení vzhledu. S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných vzorků. Pro zjištění odlišných nebo odlišného vzorku se použije Němenyihovo test vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Testovaná hypotéza: Vzorky jsou si podobné; nejsou mezi nimi rozdíly

$$H: I \equiv J$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od ostatních

$$A: I \neq J$$

$$|T_i - T_j| \geq Q_{0,95}(R, n) \quad (18)$$

$$|T_i - T_j| \geq 476$$



Tabulka 5: Výsledky Néményiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro vzhled

	1	2	3	4	5	6	7	8
2	132,5							
3	155	287,5						
4	116,5	16	271,5					
5	332	464,5	177	448,5				
6	154,5	22	309,5	38	<b>486,5</b>			
7	107,5	240	47,5	224	224,5	262		
8	107,5	240	47,5	224	224,5	262	0	
9	208,5	76	363,5	92	<b>540,5</b>	54	316	316

Při hodnocení vzhledu bylo zjištěno, že existuje statistický rozdíl mezi vzorky č. 6 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracovaný při 120 °C) a č. 5 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracovaný při 70 °C) a mezi vzorky č. 5 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracovaný při 70 °C) a č. 9 (standard opracovaný při 120 °C). Kdy nejvíce vyhovují vzhled měl vzorek č. 9 (standard opracovaný při 120 °C) a vzorek č. 6 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracovaný při 120 °C). Nejméně vyhovující vzhled měl vzorek č. 5 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracovaný při 70 °C).

### **Barva**

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali barvu výrobku, kdy za výbornou barvu se považoval výrobek, který měl barvu typickou pro paštiku, která má růžovo-hnědou, stejnoměrnou barvu a povrch byl typicky lesklý. Za nevyhovující se barvu byla považována barva netypická pro daný výrobek. Pro statistické hodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test.

Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7 \equiv 8 \equiv 9$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

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

Tabulka 6: Hodnocení vzorků pro barvu

Vzorek	Kategorie					Suma
	1	2	3	4	5	
1	8	3	1	0	0	12
2	12	0	0	0	0	12
3	6	4	1	1	0	12
4	11	0	0	1	0	12
5	10	1	0	1	0	12
6	10	1	1	0	0	12
7	4	8	0	0	0	12
8	8	4	0	0	0	12
9	10	2	0	0	0	12
nk	79	23	3	3	0	
Nk	41	64	67	70	70	
Rk	40	53	66	69	70,5	
T1	320	159	66	0	0	545
T2	480	0	0	0	0	480
T3	240	212	66	69	0	587
T4	440	0	0	69	0	509
T5	400	53	0	69	0	522
T6	400	53	66	0	0	519
T7	160	424	0	0	0	584
T8	320	212	0	0	0	532
T9	400	106	0	0	0	506
N	108	R	9	$\alpha$	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7} + \frac{T_8^2}{n_8} + \frac{T_9^2}{n_9} \right) - 3 \cdot (n + 1) \quad (19)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{108 \cdot (108 + 1)} \cdot \left( \frac{545^2}{12} + \frac{480^2}{12} + \frac{587^2}{12} + \frac{509^2}{12} + \frac{522^2}{12} + \frac{519^2}{12} + \frac{584^2}{12} + \frac{532^2}{12} + \frac{506^2}{12} \right) - 3 \cdot (108 + 1)$$

$$Q_{kw} = -110,13$$

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (20)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{-110,13}{1 - \frac{(79^3 - 79) + (23^3 - 23) + (3^3 - 3) + (3^3 - 3)}{108^3 - 108}}$$

$$Q_{kw}^* = -183,86$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}(R - 1) \quad (21)$$

$$-183,86 \geq 15,51$$

Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotézu tedy přijímáme a zamítáme alternativu. S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky neexistuje rozdíl v barvě.

### ***Konzistence***

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali konzistenci vzorku, kdy za výbornou konzistenci se považoval vzorek, který měl extrémně pevnou, špatně roztíratelnou, tuhou až drobivou konzistenci, která odpovídá krájitelným paštikám. Za nevyhovující konzistenci byl považován vzorek extrémně měkký, špatně namazatelný, tekutý a nesoudržný. Pro statistické hodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test.

Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7 \equiv 8 \equiv 9$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

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

Tabulka 7: Hodnocení vzorků pro konzistenci

Vzorek	Kategorie					Suma
	1	2	3	4	5	
1	2	1	7	1	1	12
2	5	5	2	0	0	12
3	1	3	6	2	0	12
4	5	4	3	0	0	12
5	2	3	2	5	0	12
6	7	4	1	0	0	12
7	3	2	5	1	1	12
8	2	3	3	4	0	12
9	6	3	3	0	0	12
nk	33	28	32	13	2	
Nk	41	69	101	114	116	
Rk	17	55,5	85,5	108	115,5	
T1	34	55,5	598,5	108	115,5	911,5
T2	85	277,5	171	0	0	533,5
T3	17	166,5	513	216	0	912,5
T4	85	222	256,5	0	0	563,5
T5	34	166,5	171	540	0	911,5
T6	119	222	85,5	0	0	426,5
T7	51	111	427,5	108	115,5	813
T8	34	166,5	256,5	432	0	889
T9	102	166,5	256,5	0	0	525
n	108	R	9	A	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7} + \frac{T_8^2}{n_8} + \frac{T_9^2}{n_9} \right) - 3 \cdot (n + 1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{108 \cdot (108 + 1)} \cdot \left( \frac{911,5^2}{12} + \frac{533,5^2}{12} + \frac{912,5^2}{12} + \frac{563,5^2}{12} + \frac{911,5^2}{12} + \frac{426,5^2}{12} + \frac{813^2}{12} + \frac{889^2}{12} + \frac{525^2}{12} \right) - 3 \cdot (108 + 1) \quad (22)$$

$$Q_{kw} = 98,19$$

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (23)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{98,19}{1 - \frac{(33^3 - 33) + (28^3 - 28) + (32^3 - 32) + (13^3 - 13) + (2^3 - 2)}{108^3 - 108}}$$

$$Q_{kw}^* = 105,99$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}(R - 1) \quad (24)$$

$$105,99 \geq 15,51$$

Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru při statistickém vyhodnocení vzhledu. S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných vzorků. Pro zjištění odlišných nebo odlišného vzorku se použije Némenyioho test vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Testovaná hypotéza: Vzorky jsou si podobné; nejsou mezi nimi rozdíly.

$$H: I \equiv J$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od ostatních.

$$A: I \neq J$$

$$|T_i - T_j| \geq Q_{0,95}(R, n) \quad (25)$$

$$|T_i - T_j| \geq 476$$

Tabulka 8: Výsledky Némenyioho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro konzistenci

	1	2	3	4	5	6	7	8
2	378							
3	1	379						
4	348	30	349					
5	0	378	1	348				
6	<b>485</b>	107	<b>486</b>	137	<b>485</b>			
7	98,5	279,5	99,5	249,5	98,5	386,5		
8	22,5	355,5	23,5	325,5	22,5	462,5	76	
9	386,5	8,5	387,5	38,5	386,5	98,5	288	364

Během hodnocení konzistence bylo zjištěno, že existuje statistický rozdíl mezi vzorky č. 1 (vzorek s 1 % kuřecí želatiny opracované při 70 °C) a č. 6 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracované při 120 °C), č. 3 (vzorek s 1 % hovězí želatiny opracované při 70 °C) a č. 6 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracované při 120 °C) a mezi vzorky č. 5 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracované při 70 °C) a 6 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracované při 120 °C). Nejlepší konzistence byla zjištěna u vzorku č. 6 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracované při 120 °C) a nejméně vyhovující č. 3 (vzorek s 1 % hovězí želatiny opracované při 70 °C).

**Chuť**

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali chuť vzorků, kdy za výbornou chuť se považoval vzorek, který měl vynikající, typickou chuť po použitých surovinách, je příjemná, optimálně slaná a harmonická. Za nevyhovující chuť byl považován vzorek, který má nepříjemnou, výrazně jinou chuť nebo je bez chuti. Pro statistické hodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test. Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7 \equiv 8 \equiv 9$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

*A: non H*

Tabulka 9: Hodnocení vzorků pro konzistenci

Vzorek	Kategorie					Suma
	1	2	3	4	5	
1	4	5	2	1	0	12
2	1	4	4	2	1	12
3	4	6	1	1	0	12
4	3	3	3	1	2	12
5	9	2	1	0	0	12
6	1	4	5	2	0	12
7	7	2	2	1	0	12
8	8	2	1	1	0	12
9	4	2	3	3	0	12
nk	41	30	22	12	3	
Nk	41	71	93	105	108	
Rk	21	56,5	82,5	99,5	107	
T1	84	282,5	165	99,5	0	631
T2	21	226	330	199	107	883
T3	84	339	82,5	99,5	0	605
T4	63	169,5	247,5	99,5	214	793,5
T5	189	113	82,5	0	0	384,5
T6	21	226	412,5	199	0	858,5
T7	147	113	165	99,5	0	524,5
T8	168	113	82,5	99,5	0	463
T9	84	113	247,5	298,5	0	743
n	108	R	9	$\alpha$	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7} + \frac{T_8^2}{n_8} + \frac{T_9^2}{n_9} \right) - 3 \cdot (n + 1) \quad (26)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{108 \cdot (108 + 1)} \cdot \left( \frac{631^2}{12} + \frac{883^2}{12} + \frac{605^2}{12} + \frac{793,5^2}{12} + \frac{384,5^2}{12} + \frac{858,5^2}{12} + \frac{524,5^2}{12} + \frac{463^2}{12} + \frac{743^2}{12} \right) - 3 \cdot (108 + 1)$$

$$Q_{kw} = 21,28$$

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (27)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{21,28}{1 - \frac{(41^3 - 41) + (30^3 - 30) + (22^3 - 22) + (12^3 - 12) + (3^3 - 3)}{108^3 - 108}}$$

$$Q_{kw}^* = 23,28$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}(R - 1) \quad (28)$$

$$23,28 \geq 15,51$$

Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru při statistickém vyhodnocení chuti. S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných vzorků. Pro zjištění odlišných nebo odlišného vzorku se použije Némenyiho test vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Testovaná hypotéza: Vzorky jsou si podobné; nejsou mezi nimi rozdíly

$$H: I \equiv J$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od ostatních

$$A: I \neq J$$

$$|T_i - T_j| \geq Q_{0,95}(R, n) \quad (29)$$

$$|T_i - T_j| \geq 476$$

Tabulka 10: Výsledky Néményiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť

	1	2	3	4	5	6	7	8
2	252							
3	26	278						
4	162,5	89,5	188,5					
5	246,5	<b>498,5</b>	220,5	409				
6	227,5	24,5	253,5	65	474			
7	106,5	358,5	80,5	269	140	334		
8	168	420	142	330,5	78,5	395,5	61,5	
9	112	140	138	50,5	358,5	115,5	218,5	280

Statistickým hodnocením bylo zjištěno, že existuje statistický rozdíl mezi vzorky č. 2 (vzorek s 1 % kuřecí želatinou opracované při 120 °C) a 5 (vzorek s 1 % vepřovou želatinou opracované při 70 °C). Nejlepší chuť byla zjištěna u vzorku č. 5 (vzorek s 1 % vepřové želatiny opracované při 70 °C) a nejméně vyhovující chuť byla zjištěna u vzorku č. 2 (vzorek s 1 % kuřecí želatinou opracované při 120 °C).

### *Vůně*

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali chuť vzorků, kdy za výbornou vůni se považoval vzorek, který měl vynikající, výraznou vůni po jednotlivých komponentech. Za nevyhovující chuť byl považován vzorek, který má nepříjemnou, nepříjemnou vůni s výskytem cizích pachů. Pro statistické hodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test.

Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7 \equiv 8 \equiv 9$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

*A: non H*



Tabulka 11: Hodnocení vzorků pro vůni

Vzorek	Kategorie					Suma
	1	2	3	4	5	
1	6	3	3	0	0	12
2	7	2	2	1	0	12
3	6	5	1	0	0	12
4	4	6	1	0	1	12
5	6	3	3	0	0	12
6	7	2	2	1	0	12
7	6	6	0	0	0	12
8	5	4	3	0	0	12
9	5	4	2	1	0	12
nk	52	35	17	3	1	
Nk	41	76	93	96	97	
Rk	26,5	59	85	95	97	
T1	159	177	255	0	0	591
T2	185,5	118	170	95	0	568,5
T3	159	295	85	0	0	539
T4	106	354	85	0	97	642
T5	159	177	255	0	0	591
T6	185,5	118	170	95	0	568,5
T7	159	354	0	0	0	513
T8	132,5	236	255	0	0	623,5
T9	132,5	236	170	95	0	633,5
n	108	R	9	α	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n \times (n + 1)} \times \left( \frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7} + \frac{T_8^2}{n_8} + \frac{T_9^2}{n_9} \right) - 3 \times (n + 1) \quad (30)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{108 \times (108 + 1)} \times \left( \frac{591^2}{12} + \frac{568,5^2}{12} + \frac{539^2}{12} + \frac{642^2}{12} + \frac{591^2}{12} + \frac{568,5^2}{12} + \frac{513^2}{12} + \frac{623,5^2}{12} + \frac{633,5^2}{12} \right) - 3 \times (108 + 1)$$

$$Q_{kw} = -63,59$$

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

$$Q_{kw}^* = \frac{-63,59}{1 - \frac{(52^3 - 52) + (35^3 - 35) + (17^3 - 17) + (3^3 - 3) + (1^3 - 1)}{108^3 - 108}}$$

$$Q_{kw}^* = -74,77$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}(R - 1) \quad (32)$$

$$-74,77 \geq 15,51$$

Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotézu tedy přijímáme a zamítáme alternativu. S 95% spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky neexistuje rozdíl ve vůni.

### Pořadová preferenční zkouška

Pomocí pořadové zkoušky byla zjišťována preference hodnotitelů. Pro statistické vyhodnocení byl použit

Tabulka 12: Hodnocení posuzovatelů při pořadové preferenční zkoušce

Hodnotitel	Vzorek								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	9	4	8	2	7	5	1	6
2	2	1	6	3	7	4	5	9	8
3	2	6	4	9	3	8	7	5	1
4	3	4	6	8	2	1	9	5	7
5	1	8	3	5	7	2	4	6	9
6	7	8	5	3	1	6	9	2	4
7	1	7	5	8	3	9	6	2	4
8	1	2	3	5	4	8	6	9	7
9	3	6	5	7	8	9	1	4	2
10	4	7	5	9	1	8	2	3	6
11	4	1	5	8	6	7	3	9	2
12	7	5	4	1	6	2	9	8	3
Ti	38	64	55	74	50	71	66	63	59
Ti <sup>2</sup>	1444	4096	3025	5476	2500	5041	4356	3969	3481
n	12	R	9	A	0,05				

$$FR = \frac{12}{n \cdot R \cdot (R + 1)} \cdot \sum_{i=1}^R T_i^2 - 3 \cdot n \cdot (R + 1) \quad (33)$$

$$FR = \frac{12}{12 \cdot 9 \cdot (9 + 1)} \cdot (1444 + 4096 + 3025 + 5476 + 2500 + 5041 + 4356 + 3969 + 3481) - (3 \cdot 12 \cdot (9 + 1)) = 10,98$$

$$FR \geq Q_{0,95}(9,12) \quad (34)$$

$$10,98 \geq 15,15$$

Na základě statistického posouzení bylo zjištěno, že kritický obor neplatí a hypotézu přijímáme. Tedy s 95% spolehlivostí můžeme říci, že mezi předloženými vzorky neexistuje dle preferencí rozdíl.

## ZÁVĚR

V dnešní době se klade vyšší důraz na získávání želatiny z alternativních zdrojů, kdy odpady z masného průmyslu jsou dobrým zdrojem kolagenu a zároveň se sníží tak i množství těchto odpadů, které běžně končí v kafilériích. Výroba želatiny z těchto odpadních materiálů může být dobrou alternativou k již komerčně využívaným želatinám. Hlavní schopnost želatiny je tvorba gelu, kdy se této schopnosti využívá jak v potravinářském průmyslu, tak i ve farmaceutickém průmyslu či v kosmetickém, ale i v dalších průmyslových odvětvích.

Cílem diplomové práce bylo vyrobit kuřecí želatinu z kostí a kolagenních částí po strojním oddělování masa pomocí demineralizace a enzymatické předúpravě suroviny a zjištění jejich technologických vlastností, které byly porovnávány s komerčně získanými želatinami. Druhým cílem bylo zabudování takto vyrobené želatiny do receptury masných výrobků, kdy jako modelový výrobek byla vybrána paštika, která svojí konzistencí odpovídala krájitelným paštikám.

Surový kolagen byl demineralizován pomocí 3% kyseliny chlorovodíkové po dobu 4 dní, po které následovalo kondicionování 0,5% proteolytického enzymu Protamex, kdy pH dosahovalo hodnot mezi 6,5 až 7 po dobu 24 hodin. Během výroby byly získány 4 frakce želatiny, kdy se při extrakci zvyšovala teplota, která byla měřena. První frakce byla extrahována při teplotě 60 °C po dobu 3 minut, druhá frakce byla extrahována při teplotě 70 °C po dobu 60 minut, třetí frakce byla extrahována při teplotě 80 °C a čtvrtá frakce byla extrahována při teplotě 90 °C po dobu 60 minut. Tento postup byl zvolen z důvodu netypického propojení demineralizace s enzymatickou předúpravou, kdy v rámci studia je nutné posouzení možnosti využití této želatiny v masném průmyslu. Z důvodu množství vyrobené želatiny a pevnosti gelu byla pro výrobu paštik vybrána druhá frakce, kdy její pevnost byla 76 Bloom.

Vyrobená želatina byla aplikována do játrových paštik a pro porovnání výsledků byly zvoleny dva druhy komerčních želatin, a to vepřová o pevnosti gelu 200 Bloom a hovězí o pevnosti 280 Bloom. Metodika práce byla poté stanovena na základě faktorové metody Taguchi design, a to podle faktorů takto 3<sup>3</sup>. Pomocí této metodiky byly vyrobeny vzorky paštik, které byly podrobeny analýzám.

Typ želatiny, její koncentrace ani teplota opracování neměla významný vliv na obsah sušiny, kdy obsah sušiny se pohyboval v rozmezí 27,5 až 30,2 % a u vzorků nebyl zde pozorován žádný zjevný trend ve výsledcích.

Na pH mělo vliv pouze tepelné opracování, kdy při opracování při 70 a 90 °C se pH pohybovalo v rozmezí 6,48 až 5,59, zatímco u vzorků, které byly opracovány při teplotě 120 °C se pH pohybovalo v rozmezí 6,22 až 6,26.

Během texturních analýz bylo zjištěno, že největší tuhost byla u vzorku obsahující hovězí želatinu o koncentraci 1 % při tepelném opracování při 120 °C. Vliv na tuhost mělo zejména tepelné opracování, kde při zvyšování teploty se u všech vzorků zvyšovala jejich tuhost i viskozita. Pouze u vzorků, ve kterých nebyla v receptuře želatina při tepelném opracování jejich viskozita klesala. Elastický modul pružnosti i ztrátový modul pružnosti vykazovaly stejnou tendenci, kdy při rostoucí teplotě opracování u vzorků s želatinami se hodnoty zvyšovaly, zatímco u vzorků, ve kterých nebyla použita želatina, tato hodnota s rostoucí teplotou opracování klesala.

Typ želatiny ani její koncentrace neměla výrazný vliv na barvu vzorků. Teplota opracování měla vliv pouze na parametr  $b^*$ , kdy při zvyšující se teplotě opracování tato teplota rostla.

Při posouzení výsledku bylo zjištěno, že záměnou hovězí či vepřové želatiny za kuřecí želatinu lze získat výrobek, který je má podobnou barvu i senzorické a texturní vlastnosti. Další možností studia pro využití této želatiny by mohla být její aplikace do jiných masných výrobků či porovnání technologických vlastností výrobků s jinými druhy hydrokoloidů.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] OECHSLE, A. M., D. AKGÜN, F. KRAUSE, C. MAIER, M. GIBIS, R. KOHLUS a J. WEISS. Microstructure and physical–chemical properties of chicken collagen. *Food Structure* [online]. 2016, 7, 29-37 [cit. 2021-9-2]. ISSN 22133291. Dostupné z: doi:10.1016/j.foostr.2016.02.001
- [2] CHEN, Y. Hydrogels Based on Natural Polymers - 2.1.2.1 Collagen and Gelatin. *Elsevier*. [online], 2020 [cit. 2022-03-21]. ISBN 978-0-1281-6421-1. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0122TX21/hydrogels-based-natural/collagen-and-gelatin>
- [3] SEIDAVI, A. R., H. ZAKER-ESTEGHAMATI a C. G. SCANES. Chicken processing: impact, co-products and potential. *Worlds poultry science journal* [online]. 2019, 75(1), 55-67 [cit. 2021-9-19]. ISSN 00439339. Dostupné z: doi:10.1017/S0043933918000764
- [4] HASHIM, P., M. M. S. RIDZWAN, J. BAKAR a M. D. HASHIM. Collagen in food and beverage industries. *International Food Research Journal* [online]. 2015, 22(1), p. 1-8 [cit. 2021-09-04]. ISSN 19854668. Dostupné také z: <https://searchproquest-com.proxy.k.utb.cz/docview/1682164380?accountid=15518>
- [5] PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS. *Handbook of hydrocolloids* [online]. Woodhead Publishing Limited, 2009 [cit. 2021-8-4]. ISBN 978-1-84569-414-2. Dostupné z doi10.153397818456958
- [6] HASHIM, P., M. M. S. RIDZWAN, J. BAKAR a M. HASHIM. Collagen in food and beverage industries. *International food research journal* [online]. 2015, 22(1), 1-8 [cit. 2021-9-26]. ISSN 19854668. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&an=000422937100001&scope=site>
- [7] PURCEL, G., D. MELIȚĂ, E. ANDRONESCU a A. M. GRUMEZESCU. Collagen-based nanobiomaterials. Nanobiomaterials in Soft Tissue Engineering. *Elsevier* [online]. 2016, s. 173-200 [cit. 2022-02-23]. ISBN 9780323428651. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-42865-1.00007-6

- [8] LEPETIT, J. A theoretical approach of the relationships between collagen content, collagen cross-links and meat tenderness. *Meat Science* [online]. 2007, 76(1), 147-159 [cit. 2021-8-26]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2006.10.027
- [9] BOATENG, J. Therapeutic Dressings and Wound Healing Applications - 14.9.1.1 Collagen and Gelatin. *John Wiley & Sons*. [online]. 2020, [cit. 2022-03-21]. ISBN 978-1-5231-3736-7. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012JM223/therapeutic-dressings/collagen-and-gelatin>
- [10] GELSE, K. Collagens—structure, function, and biosynthesis. *Advanced Drug Delivery Reviews* [online]. 2003, 55(12), 1531-1546 [cit. 2022-02-23]. ISSN 0169409X. Dostupné z: doi:10.1016/j.addr.2003.08.002
- [11] ALBERTS, B., A. JOHNSON, J. LEWIS, M. RAFF, K. ROBERTS a P. WALTER. Molecular biology of the cell. *Annals of Botany* [online]. 2003, 91(3), 401 [cit. 2022-02-23]. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcg023>. Dostupné z: <https://academic.oup.com/aob/article/91/3/401/231052>
- [12] JACKSON, D. S. The nature of collagen - chondroitin sulphate linkages in tendon. *Biochemical Journal* [online]. 1954, 56(4), 699-703 [cit. 2022-02-23]. ISSN 1470-8728. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1269691/>
- [13] VODRÁŽKA, Z. a J. KRECHL. *Bioorganická chemie*. Praha: SNTL,1991. ISBN 9788003005475.
- [14] PETERKOVÁ, P. a L. LAPČÍK. Collagen - Properties, Modifications and Applications. *Chemické listy* [online]. 2000, 94(6), 371-379 [cit. 2021-09-07]. ISSN 1213-7103. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/259573775\\_Collagen\\_-\\_Properties\\_Modifications\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/259573775_Collagen_-_Properties_Modifications_and_Applications)
- [15] ALIPAL, J., N. A. S. MOHD PU'AD, T. C. LEE, N. H. M. NAYAN, N. SAHARI, H. BASRI, M. I. IDRIS a H. Z. ABDULLAH. A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialisation. *Materials Today: Proceedings* [online]. 2021, 42, 240-250 [cit. 2021-9-27]. ISSN 22147853. Dostupné z: doi:10.1016/j.matpr.2020.12.922

- [16] Denaturation of collagen produces thermoreversible gelatin, Creative Commons Attribution 4.0 International License. [online]. 2022. [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://chembam.com/resources-for-students/the-chemistry-of/gelatin/>
- [17] YADA, R. Y. *Proteins in food processing* [online]. Cambridge, Eng.: Woodhead Pub., 2004 [cit. 2022-01-17]. ISBN 978-1-85-573837-9.
- [18] MOKREJŠ, P., R. GÁL, M. PLŠKOVÁ, M. ZACHAROVÁ a D. JANÁČOVÁ. Chicken paws by-products as an alternative source of proteins. *Oriental Journal of Chemistry* [online]. 2017, 33(5), 2209 - 2216 [cit. 2021-8-25]. ISSN 22315039. Dostupné z: doi:10.13005/ojc/330508
- [19] 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* [online]. 2019, 113, 121-125 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/335030722\\_VYUZITI\\_VEDLEJSICH\\_KOLAGENNICH\\_PRODUKTU\\_Z\\_PORAZKY\\_DRUBEZE\\_K\\_PRIPRAVE\\_ZELATIN\\_A\\_HYDROLYZATU](https://www.researchgate.net/publication/335030722_VYUZITI_VEDLEJSICH_KOLAGENNICH_PRODUKTU_Z_PORAZKY_DRUBEZE_K_PRIPRAVE_ZELATIN_A_HYDROLYZATU)
- [20] CANSU, Ů. a G. BORAN. Optimization of a Multi-Step Procedure for Isolation of Chicken Bone Collagen. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* [online]. 2015, 35(4), 431-440 [cit. 2021-9-27]. ISSN 1225-8563. Dostupné z: doi:10.5851/kosfa.2015.35.4.431
- [21] ERGE, A. a Ö. ZORBA. Optimization of gelatin extraction from chicken mechanically deboned meat residue using alkaline pre-treatment. *LWT* [online]. 2018, 97, 205-212 [cit. 2021-9-26]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2018.06.057
- [22] ALI, M. E. N. a N. N. AHMAD. Preparation and Processing of Religious and Cultural Foods. *Elsevier* [online]. 2018, [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPPRCF001/preparation-processing/preparation-processing>
- [23] PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS. Handbook of food proteins . *Philadelphia: Woodhead Publishing* [online]. 2011 [cit. 2022-01-19]. ISBN 978-0-85-709363-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHFP00021/handbook-food-proteins/handbook-food-proteins>

- [24] SCHRIEBER, R. a H. GAREIS. *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 2007. ISBN 978-3-527-31548-2.
- [25] Vyhláška č. 69/2016 Sb., *O požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich*. *Zákony pro lidi.cz* [online]. Ročník 2016 [cit. 2021-16-08]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>
- [26] Paštika. In: *Receptyonline* [online]. foto.cz [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.receptyonline.cz/pastika-perla-studene-kuchyne/>
- [27] FEINER, G. *Meat products handbook practical science and technology: Spreadable liver sausage and liver pâté* [online]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. [cit. 2022-01-26]. ISBN: 978-184-5691-721. Dostupné z: [https://mastermilk.com/uploads/biblio/handbook\\_practical\\_science\\_and techno.pdf](https://mastermilk.com/uploads/biblio/handbook_practical_science_and techno.pdf)
- [28] BLATNÝ, C., P. PIPEK a I. INGR. *Konzervářenské suroviny*. 3. přepracované vydání. Praha: SNTL, 1982, 216 s.
- [29] HRABĚ, J., I. HOZA a O. ROP. *Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2005. ISBN 8073183722.
- [30] KADLEC, P., K. MELZUCH a M. VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.
- [31] BABICZ, M., K. KROPIWIEC-DOMAŃSKA, E. SKRZYPCZAK, M. SZYNDLER-NĘDZA a K. SZULC. *Analysis of Technological and Consumption Quality of Offal and Offal Products Obtained from Pulawska and Polish Landrace Pigs*. *Animals* [online]. 2020, 10(6) [cit. 2021-8-20]. ISSN 2076-2615. Dostupné z: doi:10.3390/ani10060964
- [32] INTERNATIONAL FOOD INFORMATION SERVICE. *Dictionary of food science and technology: Liver pates*. 2nd edition. *IFIS: Wiley – Blackwell* [online]. 2009. [cit. 2021-08-26]. ISBN 14-051-8740-9. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=akYLOTMdcSEC&pg=PA256&lpg=PA256&dq=Dictionary+of+food+science+and+technology:+Liver+pates&source=bl&ots=LLr4oQVwJq&sig=AC-fU3U10KX4BqksjHMR6\\_NWz6coKYRD4%20Q&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwjUpumbm4niAhWHb-](https://books.google.cz/books?id=akYLOTMdcSEC&pg=PA256&lpg=PA256&dq=Dictionary+of+food+science+and+technology:+Liver+pates&source=bl&ots=LLr4oQVwJq&sig=AC-fU3U10KX4BqksjHMR6_NWz6coKYRD4%20Q&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwjUpumbm4niAhWHb-)



[FAKHSpS BZMQ6AEwAHoEAgQAQ#v=onepage&q=Dictionary%20of%20food%20science%20and%20technology%3A%20Liver%20pates&f=false](#)

- [33] VALCHAŘ, P. a J. JANDÁSEK. Využití kůží v masných výrobcích. *Maso*, 21(2). Praha: Amigo International s.r.o., 2010. ISSN 1210-4086.
- [34] WHITEHURST, R. J. Emulsifiers in food technology. Oxford: Blackwell, 2008. ISBN 9781405147996.
- [35] LAAMAN, T. R. Hydrocolloids in Food Processing - 3. Hydrocolloids in Muscle Foods. *John Wiley & Sons* [online]. 2011, [2022-03-21]. ISBN: 978-1-5231-1863-2. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHFP00033/hydrocolloids-in-food/hydrocolloids-in-food>
- [36] PIPEK, P. Technologie masa. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998. ISBN 80-719-2283-8
- [37] LÁT, J. Technologie masa. Praha: Nakladatelství technické literatury. 1984. ISBN 04-846-46
- [38] HEINZ, G. a P. HAUTZINGER. Meat processing technology. *Food and agriculture organization of the united nations regional office for Asia and the Pacific, Bangkok* [online]. 2007, [cit. 2022-01-27]. ISBN 978-974-7946-99-4. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/ai407e/ai407e.pdf>
- [39] KODET, J., I. ŠOTOLOVÁ a S. ŠTĚRBA. *Plnící, zahušřovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny*. 1. vydání. Praha: Středisko potravinářských informací, 1993. 236 s. ISBN 80-85120-32-1.
- [40] VELÍŠEK, J., *Chemie potravin 1*. OSSIS, Tábor, 1999, ISBN 80-902391-3-7.
- [41] SYRBE, A., W. J. BAUER a H. KLOSTERMEXER. polymer Science Concepts in Dietary Systems – An Overview of Milk Protein and Food Hydrocolloid Interaction. *International Dairy Journal*. 1998, vol. 8, p. 179-193.
- [42] PHILLIPS, G.O. a P. A. WILLIAMS. Handbook of Hydrocolloids - 5.2 Manufacture. *Woodhead Publishing* [online]. 2000 [cit. 2022-03-21], ISBN: 978-1-85573-501-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHH000001/handbook-hydrocolloids/handbook-hydrocolloids>

- [43] WILLIAMS, P. A. a G. O. PHILLIPS. Gums and Stabilisers for the Food Industry 13 - 2.3 Hydrocolloid Gelling Agents. *Royal Society of Chemistry (RSC)* [online]. 2006 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U61MB4/gums-stabilisers-food/hydrocolloid-gelling>
- [44] PAL, K. B., I. SARKAR, P. KIM, D. DENG, W.-P. DUBEY a N. K. MAJUMDER. Biopolymer-Based Formulations - Biomedical and Food Applications - 5.2.2 Dextran. *Elsevier* [online]. 2020 [2022-03-21] Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012LNRS1/biopolymer-based-formulations/dextran>
- [45] VILLADSEN, J. Fundamental Bioengineering - 12.3 Xanthan Gum. *John Wiley & Sons* [online]. 2016, [2022-03-21]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011HYKG2/fundamental-bioengineering/xanthan-gum>
- [46] GRUMEZESCU, A. M. H. a A. MARIA. Biopolymers for Food Design - Handbook of Food Bioengineering, Volume 20 - 12.2.6 Soluble Dietary Fiber. Elsevier [online]. 2018, [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011PRIF5/biopolymers-food-design/soluble-dietary-fiber>
- [47] MIYAZAWA, T. a T. FUNAZUKURI. Noncatalytic hydrolysis of guar gum under hydrothermal conditions. *Carbohydrate Research* [online]. 2006, 341(7), 870-877 [cit. 2022-03-20]. ISSN 00086215. Dostupné z: doi:10.1016/j.carres.2006.02.014
- [48] MUDGIL, D., S. BARAK a B. S. KHATKAR. Guar gum: processing, properties and food applications—A Review. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 2014, 51(3), 409-418 [cit. 2022-03-20]. ISSN 0022-1155. Dostupné z: doi:10.1007/s13197-011-0522-x
- [49] KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?* Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074180514.
- [50] KEIM, H. a R. FRANKE. *Fachwissen Fleischtechnologie*, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Mein. 2007, 13. vydání, 481 s. ISBN 978-3-87150-899-8.

- [51] KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. Ostrava: Key Publishing, 2013. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-163-4.
- [52] STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. Brno: LAST, 1995. ISBN 80-900260-4-4.
- [53] DIKEMAN, M. a C. DEVINE. Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition) - Bone Separators. *Elsevier* [online]. 2014 [2022-03-21]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6GVB5/encyclopedia-meat-sciences/bone-separators>
- [54] AHN, D. U. a B. MIN. Packaging and Storage, In: TOLDRÁ, F. (editor): Handbook of Fermented Meat and Poultry, Blackwell Publishing, USA, 2007, 555 s. s. 289–300. ISBN 978-1-118-52269-1
- [55] ROBERTSON, G. L. Food packaging, s. 279–298. In: CAMPBELL-PLATT, G., ed. *Food science and technology*. Ames: Wiley-Blackwell, 2009, xi, 508 s. ISBN 9780632064212.
- [56] BHATTACHARYA, S. Conventional and Advanced Food Processing Technologies - 6.2.1.2 Pasteurization Equipment Systems. *John Wiley & Sons* [online]. 2015 [cit. 2022-03-21] Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011C83S4/conventional-advanced/pasteurization-equipment>
- [57] MOTARJEMI, Y. M. a E. GERALD TODD. Encyclopedia of Food Safety - 27.16.6 Conventional Thermal Sterilization. *Elsevier* [online]. 2014 [cit. 2022-03-21] Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C6DO15/encyclopedia-food-safety/conventional-thermal>
- [58] KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2013. ISBN 978-80-7418-163-4
- [59] ANDRÉ, S., F. ZUBER a F. REMIZE. Thermophilic Spore-forming Bacteria Isolated from Spoiled Canned Food and Their Heat Resistance. Results of a French Ten-year Survey. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2013, 165(2), 134-143 [cit. 2021-02-09]. ISSN 0168-1605. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0168160513002055>

- [60] Česká technická norma ČSN 56 9609: Pravidla správné hygienické a výrobní praxe – Mikrobiologická kritéria pro potraviny. Principy stanovení a aplikace. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [61] ANDERSON, N. M., J. W. LARKIN, M. B. COLE, et al. Food Safety Objective Approach for Controlling *Clostridium botulinum* Growth and Toxin Production in Commercially Sterile Foods. *Journal of Food Protection* [online]. 2011, 74(11), 1956-1989 [cit. 2022-02-09]. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-11-082. ISSN 0362- 028x. Dostupné z: <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X.JFP>
- [62] LAWRIE, R.A. a D. A. LEDWARD. Lawrie's Meat Science (7th Edition) - 7.2.2 Sterilization. *Woodhead Publishing* [online]. 2006, [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt006QHU31/lawries-meat-science/sterilization>
- [63] MATĚJKOVÁ, M. Svět potravin: podporováno Potravinářskou komorou ČR. Praha: Opportunitas. 2014. ISSN 1803-5140
- [64] KADLEC, P. et al. Technologie potravin I. Praha: Vysoká škola chemickotechnologická v Praze. 2002. ISBN 80-7080-509-9.
- [65] RICHARDSON, P. Improving the Thermal Processing of Foods - 1.3.1 F-Values and the Lethal Rate Concept. *Woodhead Publishing* [online]. 2004, [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt009BHO02/improving-thermal-processing/f-values-lethal-rate>
- [66] WALLACE, C., A. SPERBER, W. H. MORTIMORE a E. SARA. Food Safety for the 21st Century - Managing HACCP and Food Safety Throughout the Global Supply Chain - 6.2.3 Chemical Food Preservatives. *John Wiley & Sons* [online]. 2011, [cit. 2022-03-24] Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011NCCY1/food-safety-21st-century/chemical-food-preservatives>
- [67] TOLIK, D., M. SŁOWIŃSKI a K. DESPERAK. 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) [cit. 2022-03-20]. ISSN 20805985. Dostupné z: doi:10.15611/nit.2015.4.05

- [68] DIKEMAN, M. a D. CARRICK. Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition) - Electrochemical Methods. *Elsevier* [online]. 2014, [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6FPM3/encyclopedia-meat-sciences/electrochemical-methods>
- [69] JRIDI, M., O. ABDELHEDI, N. SOUISSI, M. KAMMOUN, M. NASRI a M. A. AYADI. Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. *Food Bioscience* [online]. 2015, 12, 67-72 [cit. 2021-9-19]. ISSN 22124292. Dostupné z: doi:10.1016/j.fbio.2015.07.007
- [70] KAMDEM, A. T. K. a J. HARDY. Grinding as a method of meat texture evaluation. *Meat science* [online]. 1995, 39(2), 225-236 [cit. 2021-9-19]. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsagr&an=edsagr.US201301497788&scope=site>
- [71] VOLDŘICH, M. *Procesy potravinářských a biotechnologických výrob: Vliv zpracování na nutriční a senzorické vlastnosti potravin*. Praha: VŠCHT, 2003. ISBN 80-7080-527-7.
- [72] OLIVARES, A., J. L. NAVARRO a M. FLORES. Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages. *Meat Science*. 2001, 87, s. 264-273. ISSN 0309-1740
- [73] KRKOŠKOVÁ, B. *Textúra potravin*. 1. vyd., Bratislava: Alfa, 1986.
- [74] CAVITT, L.C., G. W. YOUM, J. F. MEULLENET, C. M. OWENS a R. XIONG. Prediction of poultry meat tenderness using Razor blade shear, Allo-Kramer shear, and sarcomere length. *Journal Food Science*. 2004, 69, p. 11-15.
- [75] LISTRAT, A., N. RAKADJIYSKI, C. JURIE, B. PICARD, C. TOURAILLE a Y. GEAY. Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls. *Meat Science*. 1999, 53.
- [76] XIONG R., L. C. CAVITT, J. F. MEULLENET a C. M. OWENS. Comparison of Allo-Kramer, Warner-Bratzler and razor blade shears for predicting sensory tenderness of broiler breast meat. *J Tex Stud*, 2006, 37, p. 179-199.
- [77] PEREIRA, A. G. T., E. M. RAMOS, J. T. TEIXEIRA, G. P. CARDOSO a A. D. L. S. RAMOS a P. R. FONTES. Effects of the addition of mechanically deboned poultry

- meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Meat Science* [online]. 2011, 89(4), 519-525 [cit. 2021-8-27]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2011.05.022
- [78] MEULLENET, J. F., H. C. CHANG, J. A. CARPENTER, a A. V. A. RESSURRECCION. Textural properties of chicken Frankfurters with added collagen fibers. *Journal of Food Science* [online]. 1994, 59(4), 729–733 [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb08114.x>
- [79] AYADI, M. A., A. KECHAOU, I. MAKNI a H. ATTIA. Influence of carrageenan addition on turkey meat sausages properties. *Journal of Food Engineering* [online]. 2009, 93(3), 278-283 [cit. 2022-02-25]. ISSN 02608774. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.01.033
- [80] RATHER, S. A., F. A. MASOODI, R. AKHTER, A. GANI, S. M. WANI a A. H. MALIK. Effects of guar gum as fat replacer on some quality parameters of mutton goshtaba, a traditional Indian meat product. *Small Ruminant Research* [online]. 2016, 137, 169-176 [cit. 2022-03-20]. ISSN 09214488. Dostupné z: doi:10.1016/j.smallrumres.2016.03.013
- [81] DOMENICO, P., A. SCHWARTZ a W. FRANKLIN. Physical and Chemical Hydrogeology (2nd Edition) - 17.4.4 Cone Penetrometry. *John Wiley & Sons* [online]. 1998, [cit. 2022-03-20]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00CR6QP1/physical-chemical-hydrogeology/cone-penetrometry>
- [82] Proceedings. Kurz reometrie potravin. Praha: VÚPP, 1999.
- [83] LISTRAT, A., N. RAKADJIYSKI, C. JURIE, B. PICARD, C. TOURAILLE a Y. GEAY. Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls. *Meat Sci* [online]. 1999, 53, [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: doi: 10.1016/S0309-1740(99)00042-X
- [84] 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.

- [85] SCHILLING, M. W., L. E. MINK, P. S. GOCHENOUR, N. G. MARRIOTT a C. Z. ALVARADO. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. *Meat Science* [online]. 2003, 65(1), 547-553 [cit. 2022-03-07]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/S0309-1740(02)00247-4
- [86] SCHUTTE, S., J. MARAIS, M. MULLER a L. C. HOFFMAN. Replacement of Sodium Tripolyphosphate with Iota Carrageenan in the Formulation of Restructured Ostrich Ham. *Foods* [online]. 2021, 10(3) [cit. 2022-03-09]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods10030535
- [87] PYRCZ, J., B. DANYLUK a R. KOWALSKI. Effect of casing type and thermal processing on the microbial and organoleptic changes in the quality of scalded homogenized sausages. *Medycyna Weterynaryjna* [online]. 2007, 63(6), 742 - 745 [cit. 2022-03-30]. ISSN 00258628. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselec&an=edselec.2-52.0-34347356325&scope=site>
- [88] BOURNE, M. C.. Food Texture and Viscosity - Concept and Measurement (2nd Edition) - 1.14 Rheology and Texture. *Elsevier* [online]. 2002, [cit. 2022-03-20]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0099OCBB/food-texture-viscosity/rheology-and-texture>
- [89] GRUMEZESCU, A. M. H. a M. ALINA. Biopolymers for Food Design - Handbook of Food Bioengineering, Volume 20 - 3.3.2.1 Flow Properties. *Elsevier* [online]. 2018, [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011PRCM1/biopolymers-food-design/flow-properties>
- [90] DELGADO-PANDO, G., S. COFRADES, C. RUIZ-CAPILLAS, M. TRIKI a F. JIMÉNEZ-COLMENERO. 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 [cit. 2022-02-22]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.002
- [91] ŠTEFUNKO, F. *Sledování technologických vlastností u jätrových paštik s přidavkem furceralanu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2021, 62 s. (76 539 znaků).

- 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.
- [92] POLÁŠEK, Z., R. N. SALEK, M. VAŠINA, A. LYČKOVÁ, R. GÁL, V. PACHLOVÁ a F. BUŇKA. The effect of furcellaran or  $\kappa$ -carrageenan addition on the textural, rheological and mechanical vibration damping properties of restructured chicken breast ham. *LWT* [online]. 2021, 138 [cit. 2022-02-23]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2020.110623
- [93] CHATTONG, U., A. APICHARTSRANGKOON a A. E. BELL. Effects of hydrocolloid addition and high pressure processing on the rheological properties and microstructure of a commercial ostrich meat product “Yor” (Thai sausage). *Meat Science* [online]. 2007, 76(3), 548-554 [cit. 2022-03-10]. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2007.01.012
- [94] GREEN, P. a L. MACDONALD. Colour engineering: achieving deviceindependent colour. Rerprinted with corrections. Chichester: Wiley, 2003, ISBN 04-714-8688-4
- [95] TŘEŠŇÁK K. Barvy a barevné modely. Svět tisku. 1999, 6.
- [96] KOHLGRÜBER, K. Co-Rotating Twin-Screw Extruders - Applications - 4.2.6.1 Color Measurement. *Hanser Publishers* [online]. 2021, [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012I8H1B/co-rotating-twin-screw/quality-de-color-measurement>
- [97] PRESTES, R. C., A. GRABOSKI, S. S. ROMAN, A. P. KEMPKA, G. TONIAZZO, I. M. DEMIATE a M. DI LUCCIO. Effects of the addition of collagen and degree of comminution in the quality of chicken ham. *Journal of Applied Poultry Research* [online]. 2013, 22(4), 885-903 [cit. 2022-03-03]. ISSN 10566171. Dostupné z: doi:10.3382/japr.2013-00809
- [98] BUŇKA, F., J. HRABĚ a B. VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 145 s. ISBN 9788073186289.
- [99] KŘÍŽ, O., F. BUŇKA a J. HRABĚ. *Senzorická analýza potravin II.: statistické metody*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 127 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 9788073184940.
- [100] DUJKA, M. *Optimalizace přípravy želatin z kuřecího kostního odpadu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2021, 85 s. (135888 znaků), 4 s. Dostupné také z:



- <http://hdl.handle.net/10563/47207>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav inženýrství polymerů. Vedoucí práce Mokrejš, Pavel.
- [101] GMIA. 2013. Standard Testing Methods for Edible Gelatin. Available at: [http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA\\_Official\\_Methods\\_of\\_Gelatin\\_Revised\\_2013.pdf](http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA_Official_Methods_of_Gelatin_Revised_2013.pdf).
- [102] NASRIN, T. A. A., A. NOOMHORM a A. K. ANAL. Physico-Chemical Characterization of Culled Plantain Pulp Starch, Peel Starch, and Flour. *International Journal of Food Properties* [online] 2015, Vol. 18, pp. 165-177, [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1080/10942912.2013.828747>
- [103] LI, F., D. JIA a K. YAO. Amino acid composition and functional properties of collagen polypeptide from Yak (*Bos grunniens*) bone. *LWT-Food Science and Technology* [online], 2009, Vol. 42, No. 5, pp. 945-949, [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.12.005>
- [104] Food Chemical Codex 12, 2020, dostupné online: <https://www.foodchemicalscodex.org>
- [105] European Pharmacopoeia 9.0. European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care, 2017, dostupné online: <https://www.edqm.eu/en/news/shutdown-european-pharmacopoeia-9th-edition>
- [106] MRÁZEK, P., P. MOKREJŠ, R. GÁL a J. ORSAVOVÁ. *Chicken skin gelatine as an alternative to pork and beef gelatines* [online]. 2019 [cit. 2022-04-20]. ISSN edsoaiOpen. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsoai&an=edsoai.on1108591012&scope=site>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Gly Glycin

NaOH Hydroxid sodný

NaCl Chlorid sodný

HCl Kyselina chlorovodíková

DSS Dusitanová solící směs

Ca(OH)<sub>2</sub> Hydroxid vápenatý

n<sub>K</sub> Celkové zastoupení

N<sub>K</sub> Kumulované zastoupení

R<sub>K</sub> Průměrné pořadí

T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>9</sub> Součet pořadí

n Součet počtu hodnotitelů hodnotících jednotlivé vzorky

R Počet vzorků

α Hladina významnosti

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Struktura kolagenové trojšroubovice [7].....	12
Obrázek 2: Denaturace kolagenu a přechod želatiny sol-gel [16].....	16
Obrázek 3: Krájitelná paštika [26].....	22
Obrázek 4: Řezačka na maso [53] .....	27
Obrázek 5: Otevřený vakuový kutr [53] .....	28
Obrázek 6: Reprezentace barev v souřadnicovém systému [96] .....	37
Obrázek 7: Měření pevnosti gelu.....	46
Obrázek 8: Aparatura pro stanovení teploty tání .....	47
Obrázek 9: Aparatura pro stanovení teploty tuhnutí.....	48
Obrázek 10: Měření síly penetrace .....	52
Obrázek 11: Měření reologických vlastností .....	53
Obrázek 12: Graf závislosti obsahu sušiny na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci.....	59
Obrázek 13: Graf závislosti pH na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny.....	60
Obrázek 14: Graf závislosti síly penetrace na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny.....	61
Obrázek 15: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků s kuřecí želatinou.....	63
Obrázek 16: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků s vepřovou želatinou.....	64
Obrázek 17: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na sílu penetrace u vzorků s hovězí želatinou.....	65
Obrázek 18: Graf závislosti relativní lepivosti na teplotě opracování, druhu a koncentraci želatiny.....	66
Obrázek 19: Graf závislosti viskozity při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci .....	67
Obrázek 20: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků s kuřecí želatinou.....	68
Obrázek 21: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků s vepřovou želatinou.....	69
Obrázek 22: Vrstvený graf vlivů teploty a koncentrace na viskozitu u vzorků s hovězí želatinou.....	70
Obrázek 23: Graf závislosti elastického modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci .....	71
Obrázek 24: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u standardu na frekvenci .....	71
Obrázek 25: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u vzorků s kuřecí želatinou na frekvenci .....	72

Obrázek 26: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u vzorků s vepřovou želatinou na frekvenci .....	72
Obrázek 27: Graf závislosti elastického modulu pružnosti u vzorků s hovězí želatinou na frekvenci .....	73
Obrázek 28: Graf závislosti ztrátového modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci .....	74
Obrázek 29: Graf závislosti parametru $L^*$ na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci .....	75
Obrázek 30: Graf závislosti parametru $a^*$ na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci .....	76
Obrázek 31: Graf závislosti parametru $b^*$ na teplotě opracování, druhu želatiny a koncentraci .....	77
Obrázek 32: Stůl připravený k sensorické analýze .....	78
Obrázek 33: Odstranění albuminů .....	112
Obrázek 34: Odstranění globulinů .....	112
Obrázek 35: Přesušení suroviny .....	112
Obrázek 36: Odtučnění suroviny .....	113
Obrázek 37: Demineralizace a enzymatické opracování .....	113
Obrázek 38: Extrakce želatiny .....	113
Obrázek 39: Chlazení želatinového roztoku .....	114
Obrázek 40: Usušená želatina .....	114
Obrázek 41: Ztužování kůží .....	115
Obrázek 42: Mletí kuřecích steaků .....	115
Obrázek 43: Příprava surovin na výrobu .....	115
Obrázek 44: Mletí kuřecích jater s DSS .....	116
Obrázek 45: Přidání želatiny do rozemletých jater .....	116
Obrázek 46: Promíchání rozemletých steaků s kořenící směsí .....	116
Obrázek 47: Přidání ztužených kůží .....	117
Obrázek 48: Přimíchání vývaru .....	117
Obrázek 49: Přimíchání rozemletých jater .....	117
Obrázek 50: Přidání škrobu do díla .....	118
Obrázek 51: Vykutrované dílo .....	118
Obrázek 52: Plnění do obalů .....	118
Obrázek 53: Zavíčkování obalů .....	119
Obrázek 54: Uložení hliníkových misek do košů .....	119
Obrázek 55: Vložení koše se vzorky do autoklávu .....	119
Obrázek 56: Sterilizace vzorků v autoklávu .....	120

---

Obrázek 57: Tepelné ošetření pomocí konvektomatu .....	120
Obrázek 58: Kontrola teploty vzorku pomocí vpichové sondy .....	120
Obrázek 59: Chlazení v ledové vodní lázni .....	121
Obrázek 60: Uchovávání vzorků v chladícím boxu.....	121
Obrázek 61: Senzorický dotazník strana 1 .....	124
Obrázek 62: Senzorický dotazník strana 2 .....	125
Obrázek 63: Senzorický dotazník strana 3 .....	126
Obrázek 64: Senzorický dotazník strana 4 .....	127

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Základní surovinová skladba pro výrobu kuřecích játrových paštik .....	49
Tabulka 2: Faktory u jednotlivých vzorků.....	50
Tabulka 3: Technologické vlastnosti želatiny .....	57
Tabulka 4: Hodnocení vzorků pro vzhled.....	79
Tabulka 5: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro vzhled .....	81
Tabulka 6: Hodnocení vzorků pro barvu .....	82
Tabulka 7: Hodnocení vzorků pro konzistenci .....	84
Tabulka 8: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro konzistenci.....	85
Tabulka 9: Hodnocení vzorků pro konzistenci .....	86
Tabulka 10: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť.....	88
Tabulka 11: Hodnocení vzorků pro vůni .....	89
Tabulka 12: Hodnocení posuzovatelů při pořadové preferenční zkoušce .....	90
Tabulka 13: Naměřené hodnoty pH, sušiny a barvy vzorků.....	122
Tabulka 14: Hodnoty texturních vlastností.....	123
Tabulka 15: Tabelované hodnoty $\chi^2$ rozdělení.....	128

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha I: Fotodokumentace výroby želatiny

Příloha II: Fotodokumentace výroby paštik

Příloha III: Hodnoty pH, sušiny a barvy vzorků

Příloha IV: Naměřené hodnoty texturních vlastností

Příloha V: Senzorický dotazník

Příloha VI: Kritické hodnoty  $\chi^2$  rozdělení

## PŘÍLOHA I: FOTODOKUMENTACE VÝROBY ŽELATINY



Obrázek 33: Odstranění albuminů



Obrázek 34: Odstranění globulinů



Obrázek 35: Přesušení suroviny

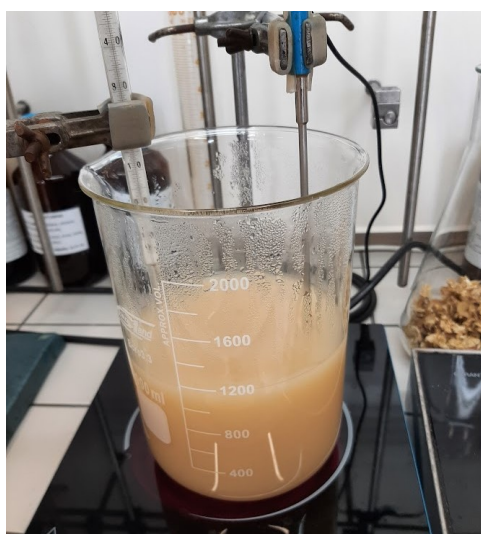




Obrázek 36: Odtučnění suroviny



Obrázek 37: Demineralizace a enzymatické opracování



Obrázek 38: Extrakce želatiny



Obrázek 39: Chlazení želatinového roztoku



Obrázek 40: Usušená želatina

## PŘÍLOHA II: FOTODOKUMENTACE VÝROBY PAŠTIK



Obrázek 41: Ztužování kůží



Obrázek 42: Mletí kuřecích steaků



Obrázek 43: Příprava surovin na výrobu



Obrázek 44: Mletí kuřecích jater s DSS



Obrázek 45: Přidání želatiny do rozemletých jater



Obrázek 46: Promíchání rozemletých steaků s kořenící směsí





Obrázek 47: Přidání ztužených kůží



Obrázek 48: Přimíchání vývaru



Obrázek 49: Přimíchání rozemletých jater



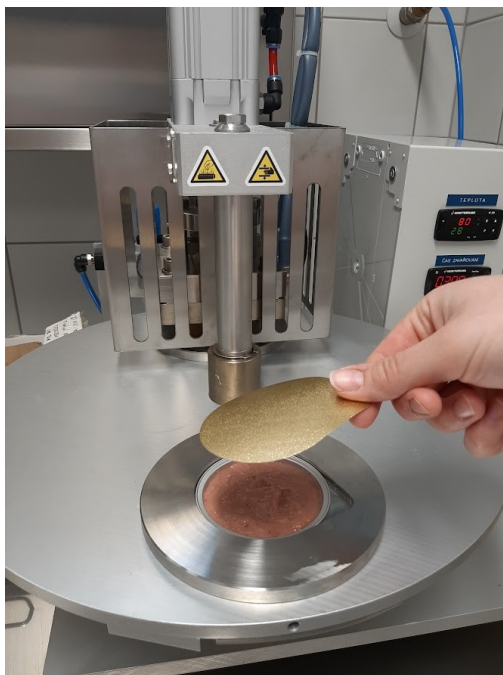
Obrázek 50: Přidání škrobu do díla



Obrázek 51: Vykutrované dílo



Obrázek 52: Plnění do obalů



Obrázek 53: Zavíčkování obalů



Obrázek 54: Uložení hliníkových misek do košů



Obrázek 55: Vložení koše se vzorky do autoklávu





Obrázek 56: Sterilace vzorků v autoklávu



Obrázek 57: Tepelné ošetření pomocí konvektomatu



Obrázek 58: Kontrola teploty vzorku pomocí vpichové sondy





Obrázek 59: Chlazení v ledové vodní lázni



Obrázek 60: Uchovávání vzorků v chladícím boxu

### PŘÍLOHA III: HODNOTY pH, SUŠINY A BARVY VZORKŮ

Tabulka 13: Naměřené hodnoty pH, sušiny a barvy vzorků

Vzorek	Sušina [%]	pH [ ]	Barva		
			L* [ ]	a* [ ]	b* [ ]
S70	30,21 ± 0,09	6,51 ± 0,03	57,51 ± 0,37	10,69 ± 0,29	11,89 ± 0,38
S90	28,24 ± 0,31	6,51 ± 0,01	58,72 ± 0,34	10,85 ± 0,18	12,36 ± 0,14
S120	27,53 ± 0,04	6,26 ± 0,01	57,33 ± 0,16	11,09 ± 0,10	15,03 ± 0,19
K70 0,5	29,06 ± 0,15	6,50 ± 0,01	58,86 ± 0,07	10,93 ± 0,13	12,36 ± 0,08
K90 0,5	28,51 ± 0,03	6,61 ± 0,02	59,83 ± 0,15	10,10 ± 0,29	13,31 ± 0,22
K120 0,5	28,49 ± 0,15	6,23 ± 0,01	57,31 ± 0,46	11,46 ± 0,36	14,86 ± 0,38
K70 1	28,24 ± 0,04	6,57 ± 0,01	58,50 ± 0,15	10,94 ± 0,13	12,27 ± 0,14
K90 1	29,50 ± 0,35	6,59 ± 0,01	58,39 ± 0,32	11,18 ± 0,13	12,46 ± 0,09
K120 1	28,74 ± 0,22	6,25 ± 0,01	55,92 ± 0,30	11,41 ± 0,23	15,25 ± 0,47
V70 0,5	29,07 ± 0,36	6,57 ± 0,01	58,45 ± 0,22	11,27 ± 0,06	11,97 ± 0,19
V90 0,5	28,86 ± 0,34	6,52 ± 0,01	58,70 ± 0,24	11,61 ± 0,24	11,97 ± 0,11
V120 0,5	28,54 ± 0,14	6,26 ± 0,01	56,47 ± 0,44	11,03 ± 0,28	15,08 ± 0,23
V70 1	26,64 ± 0,61	6,54 ± 0,01	59,01 ± 0,13	10,98 ± 0,07	12,08 ± 0,10
V90 1	28,81 ± 0,16	6,48 ± 0,01	59,54 ± 0,26	11,10 ± 0,25	12,21 ± 0,05
V120 1	29,01 ± 0,28	6,22 ± 0,01	57,32 ± 0,47	11,77 ± 0,59	14,81 ± 0,21
H70 0,5	29,21 ± 0,13	6,55 ± 0,01	60,00 ± 0,18	10,91 ± 0,17	12,24 ± 0,29
H90 0,5	28,24 ± 0,32	6,54 ± 0,01	59,90 ± 0,27	10,79 ± 0,11	12,19 ± 0,18
H120 0,5	29,07 ± 0,02	6,25 ± 0,01	56,89 ± 0,34	11,02 ± 0,04	15,41 ± 0,26
H70 1	29,66 ± 0,11	6,52 ± 0,01	60,16 ± 0,26	10,81 ± 0,08	12,33 ± 0,18
H90 1	29,17 ± 0,32	6,53 ± 0,01	59,84 ± 0,32	10,80 ± 0,29	12,22 ± 0,19
H120 1	29,21 ± 0,10	6,26 ± 0,01	56,00 ± 0,57	11,54 ± 0,07	15,52 ± 0,25

## PŘÍLOHA IV: HODNOTY TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ

Tabulka 14: Hodnoty texturních vlastností

Vzorek	Síla penetrace [N]	Relativní lepivost [ ]	Viskozita $\eta$ při 1 Hz [Pa.s]	Elastický modul pružnosti při 1 Hz [Pa]	Ztrátový modul pružnosti při 1 Hz [Pa]
S70	3,38 ± 0,17	1,18 ± 0,18	3501,85	21624,21	4062,76
S90	2,95 ± 0,13	1,12 ± 0,06	3014,94	18558,02	3800,73
S120	3,72 ± 0,21	0,39 ± 0,28	2584,65	15874,84	3423,54
K70 0,5	2,93 ± 0,07	1,12 ± 0,08	2172,32	13379,85	2697,67
K90 0,5	3,09 ± 0,12	1,36 ± 0,18	2738,87	16881,43	3336,94
K120 0,5	4,55 ± 0,13	0,69 ± 0,30	2937,24	18044,5	3871,23
K70 1	2,93 ± 0,04	1,22 ± 0,11	1712,12	15451,45	3251,69
K90 1	3,28 ± 0,19	1,11 ± 0,15	1954,88	17645,86	3696,18
K120 1	4,82 ± 0,32	0,93 ± 0,31	3115,87	20749,81	4419,54
V70 0,5	3,16 ± 0,10	1,06 ± 0,17	2292,92	14106,46	2926,59
V90 0,5	3,92 ± 0,20	1,30 ± 0,16	2358,94	14513,6	3005,58
V120 0,5	4,48 ± 0,23	0,70 ± 0,23	3223,32	19783,13	4335,37
V70 1	3,46 ± 0,25	1,10 ± 0,15	1991,17	12243,35	2573,34
V90 1	3,67 ± 0,18	1,28 ± 0,29	2436,73	14968,75	3216,54
V120 1	4,68 ± 0,24	0,70 ± 0,06	3282,11	20165,86	4313,33
H70 0,5	3,62 ± 0,20	1,09 ± 0,13	2679,07	16526,32	3187,88
H90 0,5	4,17 ± 0,24	1,28 ± 0,13	2738,87	16881,43	3336,94
H120 0,5	4,70 ± 0,18	0,95 ± 0,33	2934,88	18011,85	3952,43
H70 1	3,27 ± 0,28	0,96 ± 0,18	2070,17	12726,61	2686,8
H90 1	3,89 ± 0,29	1,32 ± 0,11	2679,26	16466,6	3499,01
H120 1	5,46 ± 0,34	0,72 ± 0,50	3221,7	19801,27	4202,78

## PŘÍLOHA V: SENZORICKÝ DOTAZNÍK

### Senzorické hodnocení vzorků paštiky

Jméno a příjmení hodnotitele:

Datum:

Zdravotní stav:

Věk:

#### **Stupnicová zkouška:**

Zhodnoťte předložené vzorky dle jejich vlastností – vzhled, barva, konzistence, chuť a vůně a následně запиšte do tabulky číslo zvolené vlastnosti

**\*\*Využijte hodnotící stupnici na straně 2 a 3**

Vzorek	Vzhled	Barva	Konzistence	Chuť	Vůně
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

#### **Pořadová preferenční zkouška:**

Předložené vzorky seřaďte dle vašich preferencí, kdy je hodnocen celkový dojem – od toho vzorku, který je podle vás nejlepší (1) až po ten nejhorší (9), při hodnocení zejména využijte to, jak na vás vzorek působí celkově, tedy vyváženost chuti, vůně, konzistence.

Pořadí	Vzorek
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

**\*\*Vzhled**

1	Výborný	Vzhled vynikající, typický, směs homogenní, bez přítomnosti vzduchových dutin, nevyskytuje se žádný uvolněný tuk
2	Velmi dobrý	Vzhled vyhovující, typický, směs homogenní, minimum vad v textuře či na povrchu výrobku
3	Dobrý	Vzhled optimální, občasný výskyt vzduchových dutin, mírně patrné uvolnění tuku
4	Méně dobrý	Vzhled vykazuje výrazné nedostatky, velký výskyt vzduchových bublin, směs není homogenní, velké množství uvolněného tuku
5	Nevyhovující	Vzhled nepřijatelný, nepodobá se paštice

**\*\*Barva**

1	Výborná	Typická pro paštiku, růžovo-hnědá, stejnoměrná, povrch typicky lesklý
2	Velmi dobrá	Vyhovující, barva odpovídá druhu paštiky, povrch typicky lesklý
3	Dobrá	Barva optimální, ojediněle se mohou vyskytnout menší nedostatky, povrch lesklý
4	Méně dobrá	Barva vykazuje výrazné nedostatky, výrazně odlišná barva od typické, extrémně tmavá či bledá barva, povrch je matný
5	Nevyhovující	Barva nepřijatelná, netypická pro daný výrobek

\*\*Konzistence – možnost využití nože k rozetření po talíři či pečivu, nebo stlačením mezi prsty

1	Výborná	Extrémně pevná, špatně roztíratelná, tuhá až drobná
2	Velmi dobrá	Více pevná, soudržná, hůře roztíratelná
3	Dobrá	Soudržná, snadno roztíratelná, typická pro výrobek
4	Méně dobrá	Více měkká, méně soudržná
5	Nevyhovující	Extrémně měkká, špatně namazatelná, tekutá, nesoudržná

\*\*Chuť

1	Výborná	Vynikající, typická, po použitých surovinách, příjemná, kořeněná, harmonická, optimálně slaná
2	Velmi dobrá	Typická, o použitých surovinách bez nežádoucích pachutí, optimálně slaná
3	Dobrá	Optimální, ale méně výrazná a harmonická, převládá kořeněná příchut' / příchut' po jednotlivých surovinách (koření, játra, maso), menší odchylka ve slanosti (více/méně slaná)
4	Méně dobrá	Chuť nevýrazná, neochucená, mdlá nebo naopak hodně kořeněná, výrazná, slaná
5	Nevyhovující	Nepříjemná, výrazně jiná, bez chuti

\*\*Vůně

1	Výborná	Vynikající, výrazná vůně jednotlivých komponent (koření, játra, maso) harmonická
2	Velmi dobrá	Vůně typická, více výrazná ale stále harmonická
3	Dobrá	Vůně optimální, typická po použitých surovinách, harmonická
4	Méně dobrá	Vůně typická, ale málo výrazná, neharmonická, převládá vůně po jednotlivých surovinách (koření, játra, maso)
5	Nevyhovující	Vůně nepřijatelná, nepříjemná, výskyt cizích pachů

## PŘÍLOHA VI: KRITICKÉ HODNOTY $\chi^2$ ROZDĚLENÍ

Tabulka 15: Tabelované hodnoty  $\chi^2$  rozdělení

v	Kvantily 1- $\alpha$ :				
	0,95	0,975	0,99	0,995	0,999
1	3,84	5,02	6,63	7,88	10,81
2	5,99	7,38	9,21	10,60	13,80
3	7,81	9,35	11,34	12,84	16,26
4	9,49	11,14	13,28	14,86	18,46
5	11,07	12,83	15,08	16,75	20,52
6	12,59	14,45	16,81	18,54	22,46
7	14,07	16,01	18,47	20,28	24,35
8	15,51	17,53	20,09	21,95	26,10
9	16,92	19,02	21,67	23,59	27,86
10	19,31	20,48	23,21	25,19	29,58
11	19,68	21,92	24,72	26,75	31,29
12	21,03	23,34	26,22	28,30	32,92
13	22,36	24,74	27,69	29,82	34,54
14	23,69	26,12	29,14	31,32	36,12
15	25,00	27,49	30,57	32,81	37,71
16	26,30	28,84	32,00	34,27	39,24
17	27,59	30,19	33,41	35,72	40,78
18	28,87	31,53	34,80	37,16	42,32
19	30,14	32,85	36,19	38,58	43,81
20	31,41	34,17	37,57	39,99	45,31
21	32,67	35,48	38,94	41,40	46,80
22	33,92	36,78	40,29	42,80	48,25
23	35,17	38,08	41,64	44,19	49,75
24	36,41	39,36	42,97	45,56	51,15
25	37,65	40,65	44,31	46,93	52,65
26	38,88	41,92	45,64	48,30	54,05
27	40,11	43,20	46,97	49,65	55,46
28	41,34	44,46	48,28	51,00	56,87
29	42,56	45,72	49,59	52,34	58,27
30	43,77	46,98	50,89	53,68	59,68
35	49,80	53,20	57,34	60,27	66,62
40	55,76	59,34	63,69	66,76	73,39
50	67,51	71,42	76,16	79,50	86,66
60	79,08	83,30	88,38	91,96	99,58
70	90,53	95,02	100,43	104,22	112,32
80	101,88	106,63	112,32	116,32	124,80
100	124,34	129,56	135,81	140,16	149,41