

Možnosti a využití kolagenu do masných výrobků

Terezie Miklášová

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Terezie Miklášová**

Osobní číslo: **T16325**

Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Možnosti a využití kolagenu do masných výrobků**

Zásady pro vypracování:

- 1. V teoretické části se student zaměří na literární rešerši získávání a aplikace kolagenu do masných výrobků.**
- 2. V praktické části vyrobí a analyzuje modelové masné výrobky.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ZHU, G. Y., ZHU, X., WAN, X. L., et al. Hydrolysis Technology and Kinetics of Poultry Waste to Produce Amino Acids in Subcritical Water. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2010, 88, 187–191.

[2] MORRISON, N. A., SWORN, G., CLARK, R. C., CHEN, Y. L., TALASHEK, T. Gelatine Alternatives in the Food Industry. In *Physical Chemistry and Industrial Application of Gellan Gum*. Heidelberg: Springer Verlag, 1999. 127–131.

[3] WILDING, P., LILLIFORD, P. J., REGENSTEIN, J. M.. Functional Properties of Proteins in Foods, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 1984, 34, 182–190.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Robert Gál, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

2. února 2019

Termín odevzdání bakalářské práce:

15. května 2019

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Mižek, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské 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.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá charakteristikou kolagenu a jeho vlivem na texturní vlastnosti a barvu masných výrobků. Tomu předchází kapitoly o složení masa a faktorech, které ho ovlivňují. Neméně důležitou kapitolou je kapitola, ve které je popsána technologie výroby masných výrobků, konkrétně výroba játrové paštiky.

Klíčová slova: maso, masné výrobky, kolagen, játrová paštika

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the characteristics of collagen and its influence on the textural properties and color of meat products. This is preceded by chapters on the composition of the meat and the factors that influence it. An equally important chapter is a chapter describing the technology of production of meat products, namely the production of liver pate.

Keywords: meat, meat products, collagen, liver pate

Ráda bych chtěla poděkovat vedoucímu práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za trpělivost, cenné rady, ochotu, čas a zajištění surovin. Díky patří i mé rodině za podporu po celou dobu studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 CHARAKTERISTIKA MASA	13
1.1 DEFINICE MASA	13
1.2 STAVBA A SLOŽENÍ MASA	13
1.2.1 Histologická stavba	13
1.2.2 Chemické složení	16
1.2.2.1 Voda.....	16
1.2.2.2 Bílkoviny	16
1.2.2.3 Lipidy.....	18
1.2.2.4 Sacharidy	19
1.2.2.5 Minerální látky.....	19
1.2.2.6 Vitaminy	20
1.3 VLASTNOSTI MASA.....	21
1.3.1 Barva	21
1.3.2 Vaznost.....	24
1.3.2.1 Teorie vázání vody.....	24
1.3.2.2 Vyjadřování vaznosti masa.....	25
1.3.2.3 Faktory ovlivňující vaznost vody	25
1.3.2.4 Měření vaznosti.....	29
2 VÝROBA MASNÝCH VÝROBKŮ.....	30
2.1 DEFINICE PAŠTIKY	30
2.2 SUROVINOVÁ SKLADBA.....	30
2.2.1 Kuřecí stehenní svalovina	30
2.2.2 Kuřecí kůže	31
2.2.3 Kuřecí játra.....	31
2.2.4 Voda	31
2.2.5 Dusitanová solící směs	31
2.2.6 Škrob	32
2.2.7 Koření.....	32
2.2.8 Bílkovinné přísady	32
2.2.9 Konzervační látky	32
2.2.10 Emulgátory	33
2.3 TECHNOLOGICKÉ OPERACE	33
2.3.1 Předvaření kůží.....	33
2.3.2 Mělnění surovin	33
2.3.3 Míchání surovin	34
2.3.4 Plnění do obalů.....	34
2.3.5 Tepelné ošetření	34
2.3.5.1 Tepelné ošetření konzerv	34
2.3.5.2 Tepelné ošetření polokonzerv	35
3 KOLAGEN.....	36

3.1	OBEČNÁ CHARAKTERISTIKA KOLAGENU	36
3.2	MAKROMOLEKULÁRNÍ CHARAKTER	36
3.2.1	Struktura a složení kolagenu	36
3.2.2	Biosyntéza	36
3.2.3	Fyzikálně-chemické vlastnosti	37
3.2.3.1	Polyelektrolytický charakter	37
3.2.3.2	Bobtnání	38
3.2.3.3	Denaturace a renaturace	38
3.2.3.4	Hydratace	38
3.2.3.5	Hydrotermální stabilita	39
3.2.3.6	Přeměna na želatínu	39
4	APLIKACE KOLAGENU A ŽELATINY	41
4.1	APLIKACE V POTRAVINÁŘSTVÍ	41
4.2	APLIKACE V MEDICÍNĚ	42
4.3	TECHNICKÉ APLIKACE	42
4.4	APLIKACE V KOSMETICE	42
II	PRAKTICKÁ ČÁST	43
5	CÍL PRÁCE	44
6	METODIKA PRÁCE	45
6.1	MATERIÁL A METODY	45
6.1.1	Suroviny pro přípravu masných výrobků	45
6.1.2	Přístroje a pomůcky	45
6.2	PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ MASNÝCH VÝROBKŮ	46
6.2.1	Receptura modelových vzorků masných výrobků	46
6.2.2	Postup výroby modelových vzorků masných výrobků	46
6.3	MĚŘENÍ TEXTURY	47
6.3.1	Penetrometrická metoda	47
6.4	MĚŘENÍ BARVY	48
6.4.1	Metoda CIE L*a*b*	48
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	49
7.1	HODNOCENÍ TEXTURNÍCH PARAMETRŮ	49
7.1.1	Tvrdost masných výrobků	49
7.1.2	Pevnost masných výrobků	50
7.1.3	Pružnost masných výrobků	51
7.2	HODNOCENÍ BARVY	52
7.2.1	Jas L*	52
7.2.2	Přechod mezi zelenou a červenou (G/R) a*	53
7.2.3	Přechod mezi modrou a žlutou (B/Y) b*	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
	POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM TABULEK	66

SEZNAM GRAFŮ	67
SEZNAM PŘÍLOH.....	68

ÚVOD

Při opracování zvířecích těl po porážce vzniká značné množství odpadu, proto je snaha toto množství snižovat a nevyužité části zpracovávat. Výhodou pro zpracovatele, kteří vedlejší produkty zpracují je, že nemusí za tento odpad platit asanačním ústavům za jeho likvidaci. Nejznámější produkt, získaný zpracováním vedlejších produktů jatečnictví, je kolagen. Kolagen se využívá zejména ve formě želatiny v potravinářském, kosmetickém či farmaceutickém průmyslu, ale jeho uplatnění najdeme i v jiných odvětvích lidské činnosti. Hlavními zdroji kolagenu jsou hovězí a vepřové kosti a kůže. Velký potenciál má však rybí kolagen, který by byl využitelný v zemích, kde vyznávají hinduismus, islám či buddhismus a pokud bude připraven v souladu s kašrutem, byl by vhodný i pro lidstvo vyznávající judaismus. Rybí kolagen by mohl být přípustný i ve stravě vegetariánů.

Pro některá náboženství by byl přijatelný i kuřecí kolagen, který je v této bakalářské práci aplikován do masných výrobků, konkrétně do játrových paštik. Spotřeba masných výrobků neustále roste nejen díky nenáročnosti přípravy, ale zejména kvůli jejich dlouhé trvanlivosti. Obal výrobku sice zvyšuje atraktivnost u zákazníka, ale hlavní je pro něj zejména textura a barva výrobku. Proto po aplikaci kolagenu z kuřecích vedlejších jatečných produktů byly játrovky podrobeny měření na texturní vlastnosti a barvu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA MASA

1.1 Definice masa

Maso zahrnuje všechny požitelné části teplokrevných i studenkrevných zvířat, z kterých se většinou oddělují tukové tkáně. Maso je především zdrojem bílkovin a výživová hodnota závisí na poměru čisté svaloviny k méně hodnotnému vazivu. Vazivo je pro gastrointestinální trakt (dále jen GIT) člověka prakticky nestravitelné. Maso je tvořeno nejvíce příčně pruhovanou svalovinou [1].

1.2 Stavba a složení masa

Maso má složitou a velmi různorodou histologickou strukturu, proměnlivé chemické složení, technologické a organoleptické vlastnosti. Struktura i složení masa závisí na způsobu života, funkci jednotlivých částí těla a na řadě intravitálních vlivů (druh zvířete, plemeno, pohlaví, věk, způsob výživy, zdravotní stav aj.), průběhu posmrtných změn i způsobu zpracování [2].

1.2.1 Histologická stavba

Strukturou masa je tkáň, což jsou buňky uspořádané do souborů. Tkáň masa jsou složeny ze souboru buněk mající stejný původ, tedy funkci a morfologii. Mezi buňkami je prostor, který je vyplněn mezibuněčnou hmotou. Mezibuněčná hmota je tekutá až tuhá a obsahuje fibrily (vlákna) a lamely. Tkáň rozdělujeme na 5 základních skupin:

- 1) Tkáň epitelová – pokrývá povrch těla, tělní dutiny a vnitřní orgány. V mase má minimální podíl a většinou ji chceme odstranit (paření předžaludků skotu, sdíráání a odhlehování střev aj.).
- 2) Tkáň nervová – je tvořena neurony (nervovými buňkami). Pro potravu se využívá pouze mozek, který je společně s míchou využíván i k farmaceutickým účelům.
- 3) Tkáň pojivová – má velké množství mezibuněčné hmoty, která nese funkci tkáně. Mezibuněčná hmota se skládá z interfibrilární složky a z vláken:
 - Elastická vlákna – pružná tenčí vlákna žluté barvy, vytváří síť.
 - Kolagenní vlákna – jejich pružnost je způsobena propletením jednotlivých svazků vláken.

Mezi pojivové tkáně patří vaziva, která nejsou inkrustována minerálními látkami a neobsahují mukoidy. Z technologického hlediska je významnější řídké vazivo, které hraje velkou roli při stahování kůže. Čím více řídkého vaziva, tím je snadnější a jednodušší stahování kůže, protože je zabezpečena jejich pohyblivost. Pevné vazivo rozlišujeme neuspořádané a uspořádané:

- Neuspořádané vazivo – vyskytuje se v hlubších vrstvách škály, také tvoří vazivové obaly některých orgánů a je součástí kloubních pouzder.
- Uspořádané vazivo – obsahuje snopce kolagenních vláken uspořádaných ve směru působení mechanického tlaku v provazcích (kloubní vazy, šlachy) a ve vrstvách (povázka). Vysoký obsah kolagenu je využit jako surovina pro výrobu želatiny a lze ho využít i při výrobě vařených masných výrobků.

Další pojivovou tkání je chrupavka, která je tuhá v důsledku impregnace buněčné hmoty organickými látkami. Chrupavka je pro člověka obtížně stravitelná, proto k lidské výživě většinou neslouží. Při jatečním opracování či bourání masa se vyřezává.

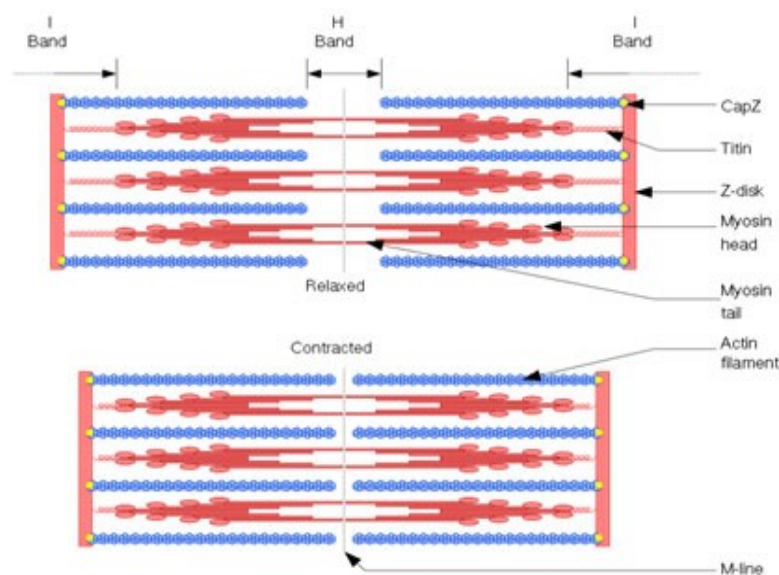
Kost má mezibuněčnou hmotu inkrustovanou anorganickými solemi, které umožňují její pevnost, tvrdost i křehkost. Kost také patří mezi pojivové tkáně. Mezibuněčná hmota kosti je tvořena kolagenními vlákny a interfibrilární hmotou, jejíž organickou složku tvoří glykoproteiny a anorganickou složku převážně sloučeniny vápníku a fosforu. Na povrchu je kost kryta okostnicí, což je vazivová blanka, která má technologický význam při vykostování, kdy se kost odděluje od svaloviny. Kostí se zpracovávají hlavně na masokostní moučku, která dále slouží jako krmivo. Uvnitř kosti se nachází kostní dřev, ve které dochází k tvorbě červených a bílých krvinek. Kostní dřev je součástí i masných výrobků pokud se do nich přidává separát [3, 4].

- 4) Svalová tkáň – je kontraktlní tkáň, má schopnost vykonávat pohybové funkce. Její funkce je založena na přeměně energie chemických vazeb na mechanickou práci. Svalovou tkáň lze rozdělit do 3 hlavních skupin podle buněčné stavby, vzhledu a způsobu inervace:
 - Příčně pruhovaná svalovina – má příčné pruhování a je ovládána somatickým nervstvem. Tato svalovina rychle kontrahuje a její základní stavební jednotkou je svalové vlákno. Povrch svalového vlákna je tvořen sarkolemou (buněčnou

blánou) a jádra jsou uložena pod povrchem. Jako sarkoplazmu označujeme cytoplazmu svalového vlákna, která obsahuje buněčné orgány a inkluze. Pro svalovou kontrakci má největší význam sarkoplazmatické (endoplazmatické) retikulum (dále jen ER). Největší počet inkluzí tvoří myofibrily (kontraktilní vlákna), které vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. Základní funkční a strukturální jednotkou myofibril je sarkomera. Překrývající se aktinová a myozinová myofilamenta tvoří každou myofibrilu. Tím, jak jsou myofilamenta uspořádána, vytváří charakteristické příčné pruhování. Uspořádání myofilament:

- a) Pás I – isotropní aktinová filamenta (tenká filamenta).
- b) Pás A – anisotropní myozinová filamenta (tlustá filamenta).

Aktinová filamenta volným koncem zasahují do pásu A a vytváří tak světlou H-zónu (Hensenův disk). Uprostřed H-zóny jsou myozinová filamenta ukotvena v tmavší M-linii (mesofragma), ze které se rozebíhají na obě strany. Dvě navazující sarkomery uprostřed isotropního úseku mají membránu zvanou Z-linie (te-lofragma). Při svalové kontrakci (viz obrázek 1) se zasouvají aktinová a myozinová vlákna do sebe, takže se mění vzájemné poměry pásu A, pásu I a zóny H. Z technologického hlediska je příčně pruhovaná svalovina nejvýznamnější tkáň, je masem v nejužším slova smyslu [3].



Obrázek 1: Stavba svalu [5]

- Hladká svalovina – je součástí vnitřních dutých orgánů těla. Uspořádání hladké svaloviny GIT je důležité pro zpracování střev na obaly masných výrobků.

Hladká svalovina není ovlivnitelná vůlí. Z technologického hlediska má menší význam než příčně pruhovaná svalovina. Hladká svalovina hůře váže vodu, takže je méně vhodná pro výrobu mělněných masných výrobků. Je součástí drobů a některých výrobků jako jsou například játrové salámy.

- Srdeční svalovina – svojí stavbou se podobá příčně pruhované svalovině, ale liší se funkcí, protože stejně jako hladká svalovina není ovládána vůlí, nýbrž vegetativním nervstvem [3, 6].

5) Tkáňové tekutiny – patří sem tkáňový mok, míza a krev [3].

1.2.2 Chemické složení

Chemické složení masa lze obtížně charakterizovat. Jiné složení bude mít průměrné maso, jatečně opracovaný kus nebo čistá svalovina zbavená tuku, šlach a povázek. Maso se skládá z vody, bílkovin, minerálních látek, tuků, vitaminů a dalších bioaktivních složek a z malého množství sacharidů. Z hlediska výživy je význam masa odvozen od jeho vysoce kvalitních bílkovin, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny a jsou zde biologicky dostupné minerální látky a vitaminy. Maso je bohaté na kobalaminy a železo, jež jsou ve vegetariánské stravě obsaženy pouze v malých množstvích [3, 7].

1.2.2.1 Voda

Z nutričního hlediska je voda obsažená v mase bezvýznamná, má však velký vliv na kulinární, sensorickou i technologickou jakost. Voda je nejvíce zastoupenou složkou masa. Svalová tkáň dospělého zvířete obsahuje méně vlhkosti (45 %), zatímco mladý kus může obsahovat ve svalech podstatně vyšší množství vlhkosti (až 72 %). Textura, barva a chuť masa je ovlivněna množstvím vody ve svalové tkáni [8, 9].

1.2.2.2 Bílkoviny

Bílkoviny masa jsou významné jak z hlediska technologického tak i nutričního. Jedná se o plnohodnotné bílkoviny, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny. Bílkoviny v mase lze rozdělit do jednotlivých skupin podle rozpustnosti ve vodě a solných roztocích. Právě při vytváření struktury masných výrobků se využívá rozdílná rozpustnost bílkovin:

- 1) Myofibrilární bílkoviny – jsou rozpustné v roztocích soli, v deionizované vodě nikoli. Aby se tyto bílkoviny rozpustily, je nutné zajistit podmínky, při nichž se narušují mezimolekulární interakce bílkovin.

- 2) Sarkoplasmatické bílkoviny – jsou obsaženy v sarkoplazmatu. Tyto bílkoviny jsou rozpustné jak ve vodě, tak i ve slabých solných roztocích.
- 3) Stromatické bílkoviny – jsou obsaženy ve vlákních pojivových tkání, které tvoří obaly svalových struktur ve svalovině. Stromatické bílkoviny nejsou rozpustné ve vodě ani v solných roztocích [10].

Jakost masa a masných výrobků lze charakterizovat obsahem svalových bílkovin, tedy myofibrilárních a sarkoplasmatických bílkovin. Obsah svalových bílkovin má význam z hlediska nutričního, technologického ale i finančního, protože stromatické bílkoviny se považují za neplnohodnotné maso s výrazně nižší cenou. Odečtem obsahu kolagenu od celkového obsahu bílkovin se stanoví obsah svalových bílkovin [3].

Ze sarkoplasmatických bílkovin mají v technologii největší význam hemová barviva myoglobin a hemoglobin, která jsou zodpovědná za červené zbarvení masa a krve. Hemová barviva tvoří bílkovinný nosič (globin) a barevná skupina (hem). V hemu je vnitřně komplexně vázán atom dvojmocného železa [3].

Převažující frakcí bílkovin masa jsou myofibrilární bílkoviny. Právě tyto bílkoviny určují vlastnosti masa i průběh posmrtných změn ve svalu. Tím, že vážou největší podíl vody v mase, jsou důležité pro strukturu salámů. Nejvýznamnější myofibrilární bílkovinou je aktin, který je hlavní složkou tenkých filament a myozin, který je obsažen v tlustých filamentech. Spojením vytváří komplex aktinomyozin, k němuž dochází hlavně při svalové kontrakci nebo při posmrtných pochodech. V obou případech se jedná o zasunutí tlustých a tenkých filament teleskopicky do sebe a k jejich vazbě zejména pomocí hlaviček myozinových molekul přes vápenaté můstky, iontové vazby, disulfidické můstky apod. [3, 10].

Stromatické bílkoviny najdeme v pojivových tkáních, ale i ve svalové tkáni, ve které tvoří různé membrány. Stromatické bílkoviny jsou z výživového hlediska označovány jako neplnohodnotné [3, 4].

Kolagen má jiné aminokyselinové složení než ostatní bílkoviny. Na rozdíl od jiných bílkovin má vysoký obsah nepolárních aminokyselin, zejména glycinu, ale neobsahuje cystein a tryptofan. Má také vysoký obsah hydroxyprolinu a prolinu. Kolagen má složitou strukturu, která se odráží v jeho vlastnostech. Při záhřevu masa se kolagenní vlákna ohýbají, deformují a jejich délka se zkracuje na jednu třetinu počáteční hodnoty. Zároveň se kolagen stává průzračně sklovitým a elastickým. Takovou teplotu, při které k těmto dějům dochází, nazýváme teplotou smrštění. Zahříváme-li kolagen ve vodě, začne silně bobtnat a po roz-

puštění všech příčných vazeb pak přechází na želatinu (glutin). Přejít z kolagenu na želatinu se děje při delším zahřívání ve vodě o teplotě 65 – 90 °C. Želatinový gel je síť makromolekul a micel, které jsou mezi sebou propojeny van der Waalsovými silami či vodíkovými můstky. Vznik želatiny z kolagenu má velký význam v technologii masa. Díky želatině měknou některé typy masa (např. klišky nebo kůže) při tepelném opracování. Tohoto se využívá jak při kulinární úpravě, tak i při výrobě vařených masných výrobků. Želatina se využívá pro přípravu některých výrobků v aspiku a také se přidává do některých konzerv (dušená šunka) [3].

Elastin je chemicky velmi odolný, nerozpustný ve vodě, v solných roztocích ani ve zředěných kyselinách a zásadách [4, 10].

Kreatiny jsou rozsáhlou skupinou bílkovin, vyskytují se v chlupech, rohovině a jiných kožních produktech. Za jejich odolnost mohou disulfidové příčné vazby mezi jednotlivými peptidovými řetězci [4, 10].

1.2.2.3 Lipidy

Lipidy jsou nízkomolekulární látky. Chemicky jsou charakterizované jako estery vyšších mastných kyselin a trojmocného alkoholu glycerolu. Slouží především jako zdroj a zásobárna energie, která je potřebná pro dobrou funkci organismu. Energie je v případě potřeby uvolňována právě z triacylglycerolů pomocí štěpení. Tuky jsou také rozpouštědlem pro vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K), které napomáhají ke správné funkci organismu [1].

Lipidy jsou v masě zastoupeny z největší části jako estery mastných kyselin a glycerolu, v menší míře jsou přítomny polární lipidy (fosfolipidy), doprovodné látky aj. Tuk je v těle zvířat rozložen nerovnoměrně. Intramuskulární tuk, který je rozložen mezi buňkami ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa, má velký význam pro chuť a křehkost masa. Maso s vyvinutým mramorováním je ceněno více než maso zcela libové. Depotní tuk tvoří samostatnou tukovou tkáň. Tuk je důležitý ze sensorického hlediska, protože je nositelem řady aromatických látek [10].

Mezi významné lipidy spadající do skupiny sterolů patří cholesterol. Působením ultrafialového záření vzniká z cholesterolu vitamin D₃. Cholesterol se nachází v každé buňce, je stavební jednotkou nervů a některých hormonů. Je typický pro živočišné tkáně, jeho nad-

měrný příjem ve stravě přispívá k výskytu onemocnění vaskulárního systému (kornatění tepen) [3].

1.2.2.4 Sacharidy

Sacharidy jsou nejdůležitějším zdrojem svalové energie. Zásobárnou sacharidů jsou v živočišném těle játra, která obsahují asi jednu polovinu sacharidů v těle. Sacharidy jsou uloženy jako glykogen v játrech a ve svalech. Zbývající sacharidy jsou distribuovány po celém těle, převážně ve svalech, ale i v krvi (obvykle jako glukóza) a v jiných tkáních, orgánech a žlázách [9, 10].

Glykogen je významný z technologického hlediska. Podle obsahu glykogenu ve svalu při porážce dojde k okyselení tkáně, to má význam pro údržnost a vaznost. Pokud je zvíře vyčerpané je obsah glykogenu ve svalu nízký, což má za následek malé okyselení tkáně a tím i menší údržnost [3].

1.2.2.5 Minerální látky

Minerální látky tvoří asi 1 % hmotnosti masa. Ve svalovině jsou minerální látky přítomny v podobě iontů. Každá minerální látka má specifickou funkci nejen z hlediska metabolismu, ale i z technologického hlediska.

Hořčík (Mg) ovlivňuje aktivitu enzymu ATPázy a některé enzymy metabolismu cukrů.

Vápník (Ca) je důležitý při svalové kontrakci a účastní se reakcí srážení krve. Kromě těchto funkcí tvoří vápník ještě strukturu kostí a zubů. V nich je uložen jako hydrogenfosfát vápenatý v buněčné struktuře tvořené bílkovinou oseinem. Dodává kostem tvrdost a pevnost.

Draslík (K) je v masě obsažen velmi významně, jeho obsah koreluje s obsahem svalových bílkovin. Draslík se podílí na regulaci osmotického tlaku a vzniku kyseliny chlorovodíkové v žaludeční sliznici.

Železo (Fe) je v masě součástí hemových barviv, nachází se také volně nebo ve ferritinu atd. Maso je i významným zdrojem zinku, který je pro organismus člověka lépe využitelný z živočišných zdrojů než z rostlinných [1, 3, 4].

1.2.2.6 Vitaminy

Vitaminy jsou organické látky, které si lidský organismus neumí sám syntetizovat, proto jsou pro organismus nenahraditelné a je nutné je přijímat v potravě. Samy nemají kalorickou hodnotu, nejsou strukturálními elementy buněk, ale podílejí se na metabolismu zdravého organismu. Při nedostatku vitaminů vznikají těžké až smrtelné choroby [1].

Maso je významným zdrojem vitaminů, které se do organismu konzumenta dostávají společně s bílkovinami, což je důležité při budování některých enzymů. Z hydrofilních vitaminů jde o vitaminy skupiny B, zejména o vitamin B₁₂, který je přítomen v potravinách živočišného původu. Kobalamin je obsažen mimo masa také v mléce a mléčných výrobcích. Jeho funkcí je řízení syntézy ATP v organismu a ovlivňování dalších metabolických dějů. Jeho nedostatek se projevuje anémií (chudokrevnost) a neurologickými obtížemi. Hypervitaminóza nebyla detekována, protože se jedná o vitamin rozpustný ve vodě, tudíž se jeho nadbytek vyloučí z těla močí. Vitamin C (též kyselina askorbová) se v masě vyskytuje v zanedbatelném množství, ve vyšším množství se vyskytuje v krvi a v játrech. Kyselina askorbová je řazena mezi antioxidanty. Hlavním zdrojem není maso, ale čerstvé ovoce a zelenina. V organismu řídí metabolismus železa a podílí se na tvorbě kolagenu. Hypovitaminóza vede k onemocnění skorbut (kurděje), astenii (celková tělesná slabost), anorexii (nechutenství) aj. [1, 3, 11].

Lipofilní vitaminy jsou obsaženy v játrech a tukové tkáni [3].

Vitamin A neboli retinol se vyskytuje v živočišných potravinách, jako jsou játra, mléko, máslo a vaječný žloutek. V rostlinných potravinách se vyskytuje betakaroten, což je provitamin retinolu. Ten se vyskytuje nejvíce ve špenátu, mrkvi a jiné zelenině a ovoci. Vitamin A je potřebný pro dobrý stav a činnost epitelových buněk kůže, žláz, sliznice a oční sítnice. Ovlivňuje vidění, stav pokožky a sliznic, vzrůst a činnost endokrinních žláz. Hypovitaminóza vyvolává poškození pokožky, rohovatění sliznic a vysychání spojivky a rohovky oka (xeroftalmie). Hypervitaminóza se projevuje bolestmi hlavy, pocením, ztrátou vlasů, suchostí pokožky a sliznic, špatnou koordinací pohybů aj. [1, 11].

Vitamin D reguluje v organismu hospodaření vápníku a fosforu. V potravinách se vyskytuje spíše jako provitamin, shromažďuje se v pokožce a vlivem UV záření přechází na vlastní vitamin (kalciferol). Obsažen je v masě mořských ryb, mléku, smetaně či sýrech. Nedostatek vitaminu D způsobuje rachitis (křivice) u dětí, demineralizaci kostí a zubů. Nadměrný

příjem se projevuje nechutenstvím, polydipsií (nadměrná žízeň), redukcí váhy, hypertenzí i kardiovaskulárními anomáliemi [1, 11].

Vitamin E neboli tokoferol je důležitý pro činnost pohlavních žláz, podporuje účinek pohlavních hormonů, udržuje výkonnost kosterního svalstva a centrální nervové soustavy. Má antioxidační účinky, takže chrání nenasycené mastné kyseliny před oxidací. Nedostatek tokoferolů způsobuje rozpad erytrocytů u dětí, dospělí trpí poruchami GIT, může způsobit sterilitu nebo degeneraci epitelových buněk. Předávkování vitaminem E nebylo dosud detekováno. Dobrým zdrojem tohoto vitamínu jsou játra, obilné klíčky, maso, vaječný žloutek, mléko a rostlinné oleje [1, 11].

Vitamin K ovlivňuje srážlivost krve, je nezbytný v procesu mineralizace kostí, buněčného růstu a metabolismu proteinů cévní stěny. Hypovitaminóza se projevuje krvácením z nosu a dásní, modřinami, krví v moči a stolici, u dětí způsobuje smrtelnou intrakraniální hemoragii (krvácení do mozkového parenchymu) [1, 11].

1.3 Vlastnosti masa

Mezi nejvýznamnější vlastnosti masa patří chuť, barva, textura a vaznost [3].

1.3.1 Barva

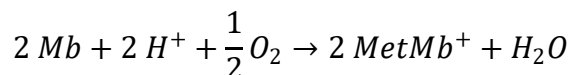
Barva je pro spotřebitele znakem kvality masa a masných výrobků. Informaci o barvě poskytuje hlavně světlost, která je určena obsahem hemových barviv, hodnotou pH a hydratací masa a je závislá na řadě intravitálních a technologických faktorů [2].

Nejvýznamnějším faktorem pro barvu masa je obsah hemových barviv. Myoglobin je svalové barvivo a slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech. Má větší afinitu ke kyslíku než hemoglobin. Hemoglobin je krevní barvivo zprostředkovávající přenos kyslíku z plic do svalů. Má čtyřnásobnou relativní molekulovou hmotnost myoglobinu. V mase může být nalezen v různých koncentracích, podle toho jak bylo zvíře vykřveno. Jeho obsah v mase tvoří 10 – 30 % všech hemových barviv. Různý obsah hemoglobinu v mase je závislý nejen na celkovém obsahu hemoglobinu, ale také na obsahu myoglobinu. Je-li myoglobinu málo, je naopak podíl hemoglobinu relativně vysoký. Proto při srovnatelném vykřvení vepřového a hovězího masa bývá u vepřového masa poměr hemoglobinu a myoglobinu vyšší než u hovězího [3, 10, 12].

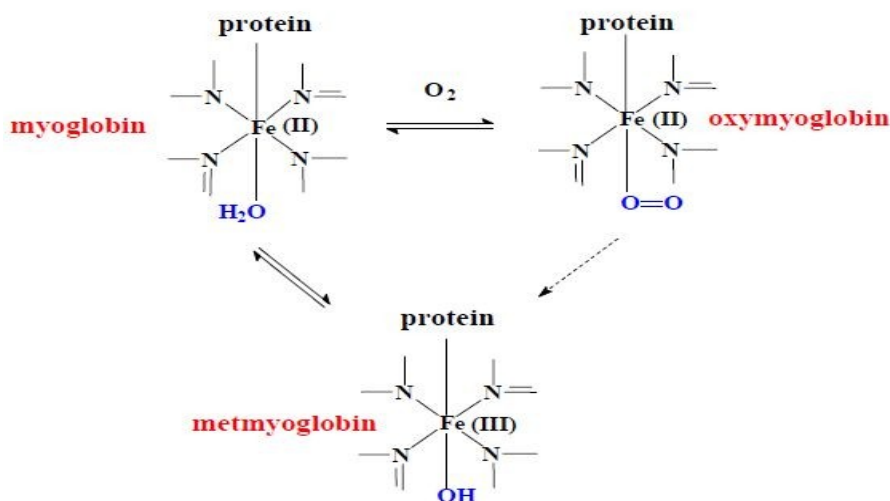
Atom železa navázaný v centru molekuly myoglobinu má schopnost vázat ligandy. Poté vznikají různé deriváty:

- 1) Oxymyoglobin – na myoglobin je navázaná molekula kyslíku a tvoří rumělkově červenou barvu.
- 2) Karboxymyoglobin – třesňově červená barva je způsobena navázáním oxidu uhelnatého na myoglobin.
- 3) Nitroxymyoglobin – je růžovočervený a myoglobin má navázanou molekulu oxidu dusného [3, 10].

Oxidace centrálního atomu železa je způsobena účinkem oxidačních činidel, zejména vzdušným kyslíkem, peroxidem vodíku atd. Při oxidaci myoglobin přechází na metmyoglobin (přechod dvojmocného železa na trojmocné) a jeho barva se změní na šedohnědou:



K oxidaci kyslíkem dochází při nízkých parciálních tlacích kyslíku, při vyšších parciálních tlacích probíhá oxygenace za vzniku oxymyoglobinu, jehož dvojmocný centrální atom je před oxidací chráněn navázaným kyslíkem (viz obrázek 2) [3, 13, 14].



Obrázek 2: Oxidace centrálního atomu železa myoglobinu [15]

Významnou reakcí oxymyoglobinu je autooxidace působením kyslíku, který je uvolněn při disociaci oxymyoglobinu. Tato reakce je dvoustupňová:

1. stupeň – zde dochází k uvolnění molekuly kyslíku z donor-akceptorové vazby na železo v molekule oxymyoglobinu.

2. stupeň – oxymyoglobin se mění na oxygenovaný pigment a následně oxiduje myoglobin pomocí kyslíku, který byl uvolněn z oxymyoglobinu v 1. stupni.

Další rozpad hemových barviv je způsoben působením vzduchu a peroxidu vodíku nebo činností enzymů či mikroorganismů. Další oxidací metmyoglobinu vznikají zelená barviva choleglobin, verdoglobin a verdohaem. Dále vzniká biliverdin modrozelené barvy, který se redukuje na červený bilirubin. Laktobacily, které produkují peroxid vodíku, jsou také původcem vzniku zelených barviv [3].

Hemová barviva na sebe vzájemně působí s nenasycenými mastnými kyselinami. K oxidaci hemových barviv vede tvorba radikálů a tukových hydroperoxidů. Hemová barviva prostřednictvím železa, které se jeví jako katalyzátor oxidace, působí na zrychlenou oxidaci tuků [3, 14].

O tom jestli budou hemová barviva redukována, oxygenovaná nebo oxidovaná rozhoduje složení atmosféry kolem masa, zejména parciální tlak kyslíku. Při vysokých parciálních tlacích dochází k oxygenaci, při nižších k oxidaci. Proto je nutné zvolit vhodné složení atmosféry při dlouhodobém skladování [3, 14].

Hodnota pH ovlivňuje světlost masa. Rozpustnost bílkovin klesá s pH blízkému izoelektrickému bodu, bílkoviny pak vážou méně vody, světlo proniká do malé hloubky, více se odráží od povrchových vrstev masa a vytváří dojem světlejšího masa. To se projevuje u tzv. PSE a DFD masa. V případě masa označovaného jako PSE, dochází po porážce k abnormálně rychlé glykogenolýze a k hromadění kyseliny mléčné. Následkem toho dochází k poklesu hodnoty pH pod 5,8 a zvýšení teploty uvnitř svalu nad 42 °C. Dochází k částečné denaturaci bílkovin, také k porušení struktury svalových vláken a vše vrcholí uvolňováním masné šťávy, změnou barvy a konzistence svaloviny (nejčastěji u vepřového masa). Tato vada souvisí s náchylností pouze některých šlechtěných prasat na stres. PSE maso je bledé, měkké a vodnaté. U masa DFD se jedná o důsledek vyčerpání zvířat před porážkou. Zvířata (zejména skot) během přepravy, případně během námahy před porážkou spotřebují veškeré glykolytické zásoby, takže není k dispozici zdroj kyseliny mléčné pro zrání. K poklesu hodnoty pH proto dojde minimálně (pH nad 6,2), maso se pak snadno kazí, je tmavé, tuhé a suché [8, 16].

V nepřítomnosti dusitanů dochází při tepelné úpravě masa k denaturaci globinu, poté následuje oxidace železa v hemové skupině a tak dochází ke změně barvy na hnědou či šedo-hnědou. Oxidaci nezabrání ani redukční podmínky, které se v mase vytváří při tepelné

denaturaci uvolněním SH-skupin, ani přidavek redukčních látek jako je např. kyselina askorbová (vitamin C). Barviva po tepelné úpravě masa nazýváme hemichromy. Naopak v přítomnosti dusitanů či dusičnanů se na atom železa váže oxid dusný, který zabraňuje oxidaci a způsobuje růžové zabarvení masných výrobků [3, 4].

1.3.2 Vaznost

Vaznost čili schopnost masa vázat vodu je jednou z nejdůležitějších technologických vlastností masa, protože ovlivňuje jakost masných výrobků. Vaznost je důležitá i pro ekonomiku výroby, spadají sem ztráty vody při výrobě, skladování a tepelném opracování. Vaznost masa lze ovlivnit různými přísadami nebo i způsobem zacházení s ním [10].

1.3.2.1 Teorie vázání vody

V libové svalovině je voda vázána různým způsobem a různě pevně. Hydratační voda je vázána nejpevněji, další voda je imobilizována mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny, zbytek je voda volná pohyblivá v buněčných prostorech. Vodu z technologického hlediska dělíme na volnou, která z masa volně vytéká za daných podmínek nebo vázanou, která z masa nevytéká [3].

Hydratační voda elektrostaticky váže na disociované skupiny a na nedisociované hydrofilní skupiny se váže vodíkovými můstky [17].

Hlavní podíl vody v mase tvoří voda volná, ale jen její část je volně pohyblivá, zbytek tvoří voda imobilizovaná (znehyněná). Některá volně pohyblivá voda je uzavřena ve svalových vláknech a buňkách, ta volně z masa vytéká až po porušení příslušných buněčných obalů. Část vody volné je voda imobilizovaná, která při naříznutí masa nevytéká, ale k jejímu uvolnění dochází při zvýšeném tlaku [3, 10].

Znehynění vody nastává v síti membrán a filament strukturálních bílkovin. Je závislé na nábojích v molekule bílkoviny. Význam nábojů pro imobilizaci spočívá v ovlivnění přitažlivých a odpudivých sil mezi jednotlivými peptidovými řetězci bílkovin a dalšími strukturami svaloviny. Změnou poměru těchto sil se buď zvětšuje, nebo zmenšuje myofibrilární prostor, do kterého se pak může imobilizovat více či méně vody. Uvnitř myofibrilárního prostoru jsou vodíkovými můstky navzájem propojeny molekuly vody. Když se zvětšuje vzdálenost mezi peptidovými řetězci bílkovin pomocí elektrostatických sil, tak se zvyšuje podíl imobilizované vody. Naopak při snížení této vzdálenosti tvorbou příčných vazeb do-

cháží k úbytku podílu imobilizované vody. Na imobilizaci se nejvíce podílí aktin a myozin, tedy tlustá a tenká filamenta. Změny vaznosti nelze vysvětlit jejich vzájemným podélným pohybem, ale příčným oddálením nebo přiblížením filament, které souvisí se změnami příčných vazeb mezi myozinem a aktinem. Bobtnání a zvětšování vaznosti nastává i odpuzováním peptidových řetězců v myozinových filamentech. Imobilizovaná voda není uložena jen mezi aktinovými a myozinovými filamenty, ale i uvnitř samotných filament. Pokud se vzdálenost mezi aktinem a myozinem zvětší zvýšením celkového náboje bílkoviny anebo rozpuštěním příčných vazeb, dochází k přírůstku imobilizované vody. Při těchto prostorových změnách dochází mezi filamenty myofibril a sarkoplasmatem k výměně vody [3, 4].

Vazba vody v mase je komplikovaná a úzce souvisí se stupněm desintegrace masa. Svalovina rozmělněná jen tak, že je většina svalových vláken neporušena, má menší vaznost než jemně homogenizovaná tkáň, v níž je roztrhána sarkolema a filamenta jsou uvolněna z myofibril. V prvním případě je bobtnání filament omezeno sarkolematem, popř. i vazivovými obaly svalu, v druhém případě mohou filamenta bobtnat prakticky bez omezení [3].

Spojování a štěpení příčných vazeb mezi bílkovinnými molekulami zásadním způsobem ovlivňuje imobilizaci. Jde o vazby příčné iontové přes dvojmocné kationty, vodíkové vazby mezi karbonylovými a iminoskupinami peptidových vazeb. Uplatňují se také iontové vazby mezi kladně a záporně nabitými skupinami a disulfidové můstky cystinu [3].

1.3.2.2 Vyjadřování vaznosti masa

Vaznost masa je z technologického hlediska definována jako schopnost masa udržet svoji vlastní, případně přidanou vodu při působení nějaké síly. Čím vyšší tato síla je, tím větší množství vody přejde z imobilizovaného stavu do stavu volně pohyblivého. Podíl imobilizované vody nezávisí jen na působící síle, ale i na metodě, kterou tento podíl stanovujeme. Vaznost se nejčastěji vyjadřuje jako podíl vody vázané ku celkovému obsahu vody v mase [3].

1.3.2.3 Faktory ovlivňující vaznost vody

Schopnost masa vázat vodu závisí na mnoha faktorech, jako jsou pH, koncentrace solí, obsah některých iontů, intravitální vlivy, průběh posmrtných změn či rozmělnění masa. Některé faktory lze technologicky ovlivňovat, a tím dosáhnout žádoucí vaznosti [17].

Složení použité suroviny a její ošetření po porážení má na stabilitu hotového výrobku a žádoucí vaznost největší vliv. Vysokou vaznost má hlavně hovězí libové maso. Těsně po porážení má tzv. teplé maso největší vaznost. Teplé maso dokáže udržet až 150 % vody, tzn., že 100 g masa udrží během celého procesu až 150 g vody. V tomto mase je přítomno maximální množství rozpuštěných svalových bílkovin. Zhruba po 4-5 hodinách od porážky se začíná projevovat posmrtné ztuhnutí, které má za následek snížení rozpustnosti svalových bílkovin. Vaznost hovězího masa ve stádiu maximálního ztuhnutí (rigor mortis) dosahuje pouze jen 10 % vaznosti teplého masa. Nejmenší vaznost masa je 1-2 dny po porážení, ale po 4-5 dnech odvěšení maso opět dosáhne přijatelné vaznosti [3, 10, 17].

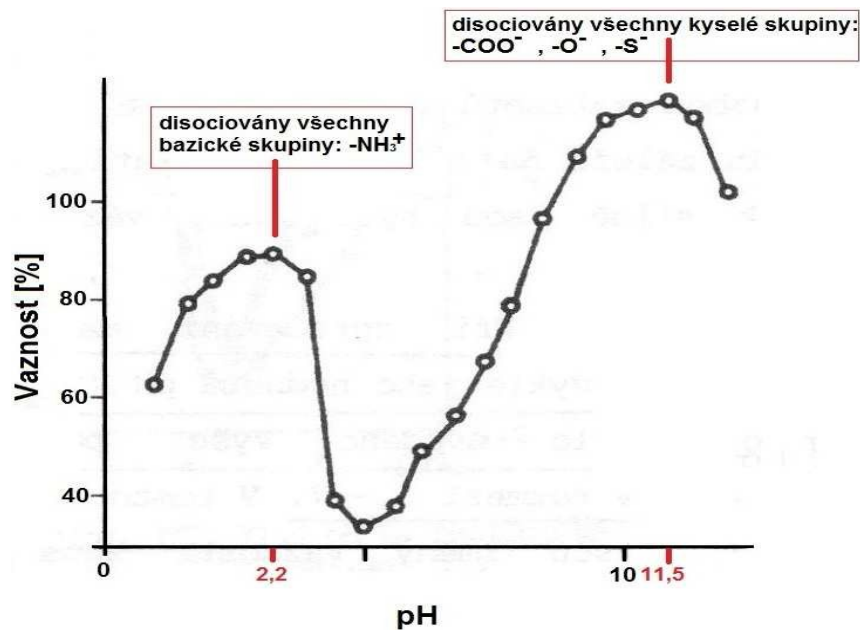
1.3.2.3.1 Vliv pH

Při posmrtných změnách i při některých technologických operacích nastávají změny pH masa. Hodnota pH masa a masných výrobků se pohybuje v rozmezí 4,5 až 7. Náboj bílkoviny má základní význam pro vaznost, ten je právě hodnotou pH značně ovlivňován. Z obrázku 3 je patrné, že při hodnotě pH cca 5 nastává výrazné minimum vaznosti, které odpovídá hodnotě pH izoelektrického bodu (pI). Tehdy je vyrovnán počet kladných a záporných nábojů na molekule bílkoviny a výsledný náboj se navenek jeví jako nulový. Při pI je bílkovina nejméně rozpustná v polárních rozpouštědlech. V pI nejsou molekuly bílkovin navzájem odpuzovány elektrostatickými silami mezi souhlasnými náboji a jsou maximálně přitahovány opačně nabitými skupinami. Voda je tedy při této hodnotě pH vázána jen minimálně. Hodnota izoelektrického bodu se mění vlivem přidavku solí.

Z obrázku 3 dále vyplývá, že směrem od pI, dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin. Nejvyšší vaznosti v kyselé oblasti je dosaženo při hodnotě pH 2,2, kdy jsou bazické skupiny přítomny v nejvyšší míře. Dalším okyselením však dochází ke snižování vaznosti, protože se snižuje množství disociovaných skupin $-\text{NH}_3^+$ v důsledku stínícího efektu aniontů, které se vážou na kationty. Vzniká menší prostor pro imobilizovanou vodu, protože se snižuje odpuzivá síla mezi peptidovými řetězci [3, 18].

Naopak nejvyšší vaznosti v zásadité oblasti lze dosáhnout při hodnotě pH 11,5. Tehdy jsou přítomny kyselé skupiny v nejvyšší míře. Zvýšením pH nad tuto hodnotu ovšem dochází k poklesu vaznosti, protože se snižuje množství disociovaných skupin $-\text{COO}^-$, $-\text{S}^-$, $-\text{O}^-$ v důsledku stínícího efektu kladně nabitých částic, které se vážou na záporně nabitě částice. Tím se také snižuje odpuzivá síla mezi peptidovými řetězci a vzniká menší prostor pro imobilizovanou vodu jako v případě kyselého prostředí pod pH 2,2.

V obou případech záleží na tom, jak silně jsou tyto ionty vázány na proteiny [18].

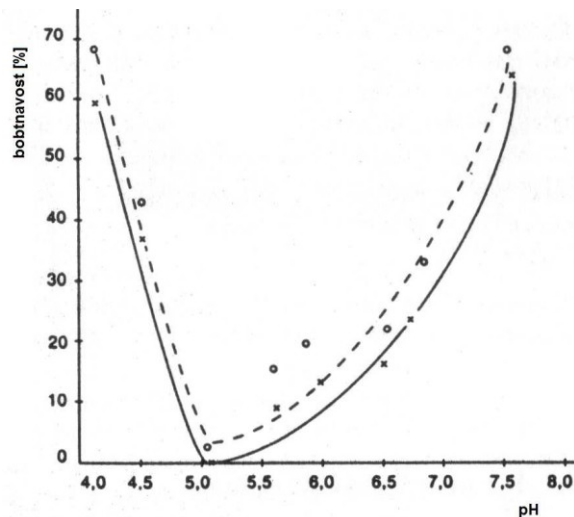


Obrázek 3: Vliv pH na vaznost masa [3]

Když svalovinu okyselíme nebo zalkalizujeme směrem od pI, dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin. To se projeví změnou rozložení kladných i záporných nábojů na molekule bílkoviny. Některé příčné elektrostatické vazby se rozštěpí mezi peptidovými řetězci a zvýšením koncentrace stejně nabitých skupin se vytvářejí mezi vlákny odpuzivé síly. Působením těchto sil dochází k oddalování peptidových řetězců, v prostoru mezi nimi se imobilizuje více vody [3].

Když se zpracovává maso, pohybuje se hodnota pH v rozmezí 5-7, ale již v rozmezí 4,5-5,3 dochází ke kyselé denaturaci, která je způsobena rozštěpením iontových a H-vazeb a následným rozvinutím peptidových řetězců. Nové iontové a vodíkové vazby se tvoří mezi rozvinutými řetězci, což se projeví smrštěním bílkovinných gelů.

Na pH nezávisí pouze vaznost masa, ale i jeho bobtnavost. Bobtnavost je charakterizována jako hydratace bílkovin, tedy nárůst vaznosti masa. Vliv pH na bobtnavost je znázorněna na obrázku 4 [3, 18].



Obrázek 4: Vliv pH na bobtnavost svaloviny [18]

1.3.2.3.2 Vliv soli

Vliv solí na vaznost je spletitý a je třeba ho chápat jako výsledek vlivu kationtů a aniontů. S rostoucí koncentrací solí vaznost svaloviny zpočátku stoupá, dosahuje maxima, aby opět klesla na původní hodnotu (odbobtnání). Při vyšších iontových silách je bobtnání způsobeno tím, že neutrální ionty solí přitahují polární skupiny vody, a tím dehydratují molekulu proteinu, což může vést při vyšších iontových silách až k denaturaci bílkovin, např. změnou proteinové struktury v důsledku štěpení H-vazeb. Při koncentraci 5 % nastává maximální vaznost (bez současného přidavku vody), je však potřeba vzít v úvahu i obsah vody a tuku [18].

Vaznost snižují vícemocné ionty (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+}) tím, že tvoří příčné vazby mezi peptidovými řetězci, takže dojde k zesíťování struktury. Tam, kde se překrývají aktin a myozin jsou zvláště pevná spojení. Příčné vazby se mohou uvolnit, pokud dojde k výměně dvouvalentních iontů za jednovalentní, a tak může být imobilizováno více vody. Mezi nejúčinnější soli patří např. citran nebo polyfosfát, protože jejich anion má více negativních nábojů. Uvolněním bílkovinné struktury se zvýší podíl imobilizované vody a tímto způsobem je porušen zesíťující účinek vícemocných kationtů. Při výrobě salámů se využívá přidavku některých solí slabých vícesytných kyselin (př. deriváty kyseliny fosforečné), které zvyšují vaznost [3].

1.3.2.3.3 Další vlivy

Technolog musí brát v úvahu i jiné faktory a jevy a dle možnosti je může ovlivnit. Vaznost je rozdílná v mase jatečných zvířat různého pohlaví či věku, význam má i způsob chovu zvířete. Vaznost se výrazně mění v průběhu posmrtných změn. Někdy dochází v důsledku odchýlného průběhu pH ke vzniku tzv. myopatie, kdy je vaznost nízká (PSE maso) nebo vyšší (DFD maso).

I technologický postup při mělnění a míchání díla masných výrobků ovlivňuje vaznost. S postupujícím rozmělněním dochází k uvolnění tkáně a bílkovinné struktury pak mohou lépe bobtnat [3].

1.3.2.4 Měření vaznosti

Měření vaznosti je komplikovaná záležitost, protože záleží na tom, jakým způsobem definujeme volnou a vázanou vodu. Podle toho, co má být zjištěno (tedy jaký podíl vody má být zjištěn), lze metody rozdělit do několika skupin:

- 1) Metody bez použití síly
 - Ztráty odkapem – metoda je velmi časově náročná, ale citlivá. Zjišťuje se množství uvolněné šťávy za podmínek skladování masa.
- 2) Metody za použití síly
 - Lisovací metoda
 - Kapilární volumetrie
- 3) Metody s působením tepla (ztráty vývarem) – záhřevem masa se uvolní voda, jejíž množství se touto metodou určuje. Toto množství vody je určeno gravimetricky za definovaných podmínek (většinou teplota a doba působení) [3].

2 VÝROBA MASNÝCH VÝROBKŮ

Tato kapitola bude zaměřena na výrobu tepelně opracovaných masných výrobků – kuřecích játrových paštik, které byly vyrobeny pro praktickou část. Postup výroby u kuřecí a vepřové játrovky je stejný, z důvodu souladu s praktickou částí bude výroba játrovek soustředěna na kuřecí suroviny.

Aby bylo dosaženo požadovaných senzorických vlastností i údržnosti játrových paštik, je potřeba několika kroků při jejich výrobě. Podle typu játrových paštik se jednotlivé technologické procesy opakují. Záleží zejména na struktuře a tepelném ošetření paštiky (mělněná, hrubozrná, sterilovaná, pasterovaná), ale i na použitém obale [19, 20].

2.1 Definice paštiky

Podle vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, je paštika tepelně opracovaný masný výrobek z mělněného masa, převážně roztíratelný, který nemusí být naražený v technologickém obalu. Tepelně opracovaným masným výrobkem se rozumí, takový výrobek, u kterého bylo dosaženo ve všech částech minimálního tepelného účinku působením teploty 70 °C po dobu 10 min [21].

2.2 Surovinová skladba

Suroviny pro výrobu játrové paštiky by měly být kvalitní a čerstvé [10].

2.2.1 Kuřecí stehenní svalovina

Zrání kuřecího masa je velmi rychlé, doporučuje se po vychlazení nechat zrát kuřecí maso 4 – 8 hodin při chladírenské teplotě. U drůbežího masa nastává autolýza podstatně rychleji než u masa vepřového či hovězího [4, 10].

Zralé maso dokáže vázat přidanou vodu, což je důležité pro výslednou strukturu masného výrobku. Vaznost lze zlepšit rozmělněním masa a přidáním solí. Naopak ke zhoršení vaznosti vede zahřívání díla během mělnění, které vede k denaturaci bílkovin. Proto se přidává voda ve formě šupinkového ledu [22].

2.2.2 Kuřecí kůže

Kůže kromě tuku obsahují zejména vodu a pojivovou tkáň. Do masných výrobků jsou přidávány kvůli zlepšení struktury a chuti, ale také sníží celkovou cenu masného výrobku [23, 24].

2.2.3 Kuřecí játra

Výsledná jakost jater je dána již ošetřením ihned po porážce, kdy se odstraňují velké cévy a lymfatické uzliny, žlučovody a játra se oplachují vodou, aby byl odstraněn veškerý podíl žluči a játra nebyla hořká.

Játra mají výbornou emulgační schopnost. Dokážou zabránit spojování tukových částic tak, že obalí tukové částice tučné suroviny. Aby nedocházelo v masném výrobku k oddělení tuku od ostatních surovin při tepelném opracování, přidávají se játra společně s dusitanovou solící směsí, které jsou společně schopny vyvázat přidaný tuk [23].

2.2.4 Voda

Voda se může přidávat jako přímá přísada přímo do paštiky, ale nejčastěji se přidává ve formě šupinkového ledu do kutru při rozměňování díla. V kutru dochází k zahřívání díla, což má za následek tavení tuku, který by se z díla oddělil. Přídavek vody je důležitý pro dosažení optimálního stupně stabilizace tuku. V paštice se voda přidává od 10 % do 45 %. Voda musí splňovat požadavky na vodu pitnou používanou v potravinářském průmyslu [25].

2.2.5 Dusitanová solící směs

Dusitanová solící směs (dále jen DSS) se přidává do masných výrobků, u kterých je žádoucí růžové zbarvení i po tepelné úpravě. Jedná se nejčastěji o směs dusitanu sodného (nebo draselného) a chloridu sodného. Obsah dusitanu se pohybuje v rozmezí 0,5 – 0,6 % a obsah chloridu sodného 99,4 – 99,5 %. Dusitan je sice toxická látka, ale jeho konečná koncentrace je v rozmezí 0,01 – 0,03 %. Dusitany se tedy ve velké míře rozloží na neškodné látky a tak je konzumace masných výrobků neškodná [12, 23, 26, 27].

2.2.6 Škrob

Škrob slouží jako plnidlo masných výrobků, které zvětšuje objem. Škrob také zvyšuje vaznost masa a zlepšuje vázání tuku v masném díle. Nejvíce využívaný je škrob bramborový a pšeničný, častým důvodem je jejich nízká cena. Do masných výrobků se škrob běžně přidává do 2 % [3, 26].

2.2.7 Koření

Koření má rostlinný původ a vyznačuje se intenzivní chutí a vůní. Koření slouží k dochucování potravin. Koření se může využívat v syrovém stavu, formou extraktu, ale nejčastěji ve stavu sušeném. Malá část koření má původ u nás (např. majoránka, kmín), ale většina je původem ze subtropických či tropických oblastí (zázvor, hřebíček, pepř atp.) [12, 28].

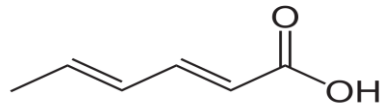
Dnes většina výrobců masných výrobků využívá firem, které se zabývají výrobou koření a jejich směsí pro určitý masný výrobek. Výrobce si tak může koupit směs koření určenou přímo na jeho výrobky [12, 29].

2.2.8 Bílkovinné přísady

Bílkovinné přísady jsou přidávány z důvodu zvýšení nutriční hodnoty, zlepšení stability díla a zlepšení chuti hotových výrobků. Příkladem přidané živočišné bílkoviny je kolagen, který absorbuje vodu a tím vytváří gel. Další živočišnou bílkovinou může být bílkovina mléka či vejce. Živočišné bílkoviny jsou nahrazovány méně kvalitními a levnějšími rostlinnými bílkovinami, které mají na rozdíl od živočišných jiné aminokyselinové složení (chybí lysin a sirmé aminokyseliny) a tím nižší nutriční hodnotu [17, 26, 30].

2.2.9 Konzervační látky

Přidáním do paštik se prodlužuje jejich údržnost na dobu delší než je jejich trvanlivost tím, že zamezují růst a množení mikroorganismů. Nejpoužívanější konzervační látkou v masném průmyslu je kyselina sorbová a její soli (viz obr. 5), jež působí proti kvasinkám a plísním. Využívají se dále i dusitany jako stabilizátory barvy masných výrobků [17, 26, 30].



Obrázek 5: Strukturní vzorec kyseliny sorbové [31]

2.2.10 Emulgátory

Jsou to povrchově aktivní látky, které působí na povrchových rozhraních látek, jež jsou schopné vytvořit disperzní systém vzájemně nemísitelných fází. Emulgátory snižují povrchové napětí na rozhraní mezi fázemi [32].

Při výrobě masných výrobků se využívá monoglyceridů a diglyceridů mastných kyselin a jejich esterů s kyselinou mléčnou nebo citronovou [16].

2.3 Technologické operace

Kusy masa se intenzivně rozmělnují a promíchávají s vodou, kořením, solí a dalšími přísadami pro získání jemného díla neboli spojky masných výrobků. Dále se plní do obalů a tepelně opracují [25, 26].

2.3.1 Předvaření kůží

Před mēlněním kůží musí dojít k jejich předvaření. Důvodem je jejich změknutí, které ve výsledku vytvoří charakteristickou strukturu výrobku. Zahříváním tukové tkáně dochází ke smršťování kolagenních vláken a uvolnění vody z tkání. Dále se při zahřívání snižuje viskozita tuku a zmenšuje se jeho povrchové napětí. Kolagen při zāhřevu přechází na rozpustnou želatinu, čímž se významně podílí na stabilizaci výrobku [12, 26].

2.3.2 Mēlnění surovin

Mēlnění surovin může být prováděno na řezačce, ale častěji se využívá mēlnění v kutru. Mēlnění suroviny v kutru je prováděno sekáním sadou ostrých kutrovacích nožů a je efektivnější než mēlnění na řezačce, kde se využívá mēlnění trháním a řezáním. Pro výrobu paštik je nejvhodnější vakuový kutr, ze kterého je během mēlnění odváděn vzduch. Zame-

zení přístupu kyslíku inhibuje růst mikroorganismů, zabraňuje oxidaci tuků a tím je dosaženo delší údržnosti emulze [33].

2.3.3 Míchání surovin

Po homogenizaci následuje míchání všech surovin včetně koření a jiných přísad. Kutr slouží obvykle jako mělnič i míchačka, lze ale použít i jednocelové mělniče a míchačky. Existují vakuové míchačky a mělniče s vařicí i chladicí funkcí s vestavěnými váhami, které podávají informace o aktuální hmotnosti díla. Pokud míchání probíhá za vakua, dochází k lepšímu vstřebávání koření a dalších pomocných přísad. Díky nízkému přísunu vzduchu se dílo stává hustší a stabilnější [33].

2.3.4 Plnění do obalů

Dobře rozmělněné a promíchané dílo je následně plněno do obalů, které umožňují tepelné opracování. V provozech probíhá plnění pomocí automatizovaných zařízení, které současně plní dílo do obalů a také obaly uzavírají [3].

Balení paštik je zajištěno ve třech úrovních. Primární obal je nejčastěji z kovu, skla či plastu. Takové balení poskytuje paštice ochranu před znečištěním. Nejrozšířenějším obalem paštik je obal vyrobený lisováním folie složené ze čtyř vrstev (polypropylenu, lepidla, hliníku a povrchového laku). Toto balení je odolné a chrání paštiku před nepříznivými vlivy, je sterilní a nijak neovlivňuje chuť výrobku. Sekundárním balením může být kartonový obal nebo plastová přepravka, které obsahují několik primárních balení a chrání je v průběhu distribuce před vlivy prostředí. Terciární úroveň zahrnuje více sekundárních balení pro účel přepravy. Typickým příkladem je paleta se zbožím opatřená smršťitelnou folií [3, 34, 35].

2.3.5 Tepelné ošetření

Při tepelném ošetření dochází k inaktivaci mikroorganismů, případně i jejich spor. U paštik se teplota a její doba působení liší podle typu balení [36].

2.3.5.1 Tepelné ošetření konzerv

Podle vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, je konzerva takový výrobek, který

je neprodyšně uzavřený v obalu a je sterilovaný. Konzervy musí být ve všech částech ošetřeny teplotou 121 °C po dobu nejméně 10 minut. Sterilací jsou inaktivovány vegetativní formy mikroorganismů včetně jejich spor, což zaručuje minimální trvanlivost konzervy v neporušeném obalu při teplotě místnosti 28 °C 4 roky. Ke sterilaci se využívají autoklávy [2, 21, 37].

Českou technickou normou ČSN 56 9609 je obchodní sterilita definována jako nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly za podmínek oběhu množit, a nepřítomnost mikroorganismů vyvolávajících onemocnění z potravin [38].

Termostatové zkoušky jsou první podmínkou obchodní sterility. Při termostatové zkoušce v uzavřených obalech při teplotě 37 °C po desetidenní inkubaci nedojde ke zvýšení počtu mikroorganismů více než 10^2 . Obchodní sterilitou se tedy rozumí, že potravina, která je konzervovaná, musí být prostá mikroorganismů, které by za normálních teplotních podmínek během skladování a distribuce byly schopné množení [39].

2.3.5.2 Tepelné ošetření polokonzerv

Podle vyhlášky č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, je polokonzerva výrobek, který je neprodyšně uzavřen v obalu a je pasterovaný. Tepelné ošetření u polokonzerv trvá také minimálně 10 minut, ale za působení teploty 100 °C. Polokonzervy jsou vhodné zejména pro sortiment chlazených paštik, tedy pro paštiky, které musí být uchovávány v chladu. Doba použitelnosti takto ošetřených paštik se pohybuje v rozmezí 3 až 6 měsíců. K pasteraci se využívají kontinuální nebo diskontinuální pastéry [2, 21, 37].

3 KOLAGEN

3.1 Obecná charakteristika kolagenu

Kolagen je vláknitá bílkovina, která je hojně zastoupena v živých organismech kromě organismů jednobuněčných. V pojivových tkáních tvoří hlavní složku, která umožňuje jejich správnou mechanickou funkci. Kolagen zastupuje 20-30 % bílkovin v těle živočichů, proto se jedná o téměř neomezený zdroj s širokým spektrem využití. Proto je snaha o zdokonalování kolagenních preparátů a nalezení nových možností jeho zpracování a využití [40].

3.2 Makromolekulární charakter

3.2.1 Struktura a složení kolagenu

Molekula kolagenu má trojřetězcovou helikální strukturu a vyznačuje se velkou pevností. Tři kolagenové polypeptidové makromolekuly se stáčí do pravidelné pravotočivé superšroubovice. Jedna kolagenová polypeptidová makromolekula má asi 1000 aminokyselinových zbytků a měří asi 280 nm. Celá otáčka trojitě spirály pak obsahuje 30 aminokyselinových zbytků. Superhelix tvoří kolagenovou strukturu o délce asi 300 nm a průměru 1,5 nm. α -řetězce jsou levotočivé a jsou spirálovitě stočeny od N-konce k C-koncové skupině. Molekuly kolagenu obsahují velké množství aminokyselin. Největší zastoupení má z 26 – 28 % glycin a z více jak 15 % prolin. Glycinové zbytky jsou dostatečně malé, což umožňuje jejich výskyt uvnitř trojitě spirály, a to má za následek pevné semknutí α -helixů do kolagenové superšroubovice, Prolin, jako zacyklená aminokyselina, má za úkol vytvořit levotočivou konformaci každého α -řetězce [41].

3.2.2 Biosyntéza

Nejvíce je kolagen vylučován buňkami pojivových tkání. Jednotlivé kolagenové polypeptidy jsou syntetizovány na hraniční membráně ribosomů tak, že se kondenzací spojují jednotlivé aminokyseliny a odštěpí se voda. Následně jsou přenášeny do buněčné dutiny endoplazmatického retikula jako prekursory, jinak nazývané pro α -řetězce [41].

Prekursory obsahují aminoluminální (signální) peptidy, které jsou nutné pro transport vylučovaných proteinů přes membránu ER. Dále obsahují propeptidy, což jsou další aminokyseliny vyskytující se na aminovém a karboxylovém konci. Hydroxylázou v buněčné du-

tině ER vzniká z prolinu hydroxyprolin a z lysinu hydroxylysin. Každý α -řetězec je spojen se dvěma dalšími pomocí vodíkových vazeb, tím vzniká trojšroubovicová struktura zvaná prokolagen. Vodíkové vazby vznikají mezi vodíkem z iminoskupiny jedné peptidové vazby a kyslíkem z karbonylové skupiny druhé peptidové vazby. Vylučované fibrilární kolageny jsou převedeny na kolagenové molekuly odstraněním propeptidů. Kolageny jsou odštěpovány s nehelikálním prodloužením na obou koncích [42].

Kolageny jsou neustále pomalu degradovány kolagenasami, specifickými mimobuněčnými enzymy. Vyloučené propeptidy jsou odstraněny specifickými proteolytickými enzymy mimo buňku. Ty pak dále přeměňují prokolagenové molekuly na molekuly kolagenu nebo-li tropokolagenu, které spojováním v mimobuněčném prostoru tvoří kolagenové fibrily. Propeptidy mají tedy dvě funkce, a to že usměrňují vnitrobuněčnou tvorbu trojřetězcových kolagenových molekul, a zabraňují vnitrobuněčné tvorbě kolagenových fibril, která by mohla mít fatální následky pro buňku [43].

Po vytvoření kolagenových fibril mimo buňku dochází k jejich vnitřnímu zpevnění zesíťováním, čili tvorbou kovalentních vazeb mezi lysinovými zbytky základních kolagenových molekul. Síťování má více kroků:

- 1) Deaminace lysinových a hydroxylysinových zbytků mimobuněčnými enzymy lysyloxidasami, vzniká větší reaktivita tvorbou aldehydových skupin.
- 2) Aldehydové skupiny samovolně reagují s dalšími lysinovými či hydroxylysinovými zbytky za vzniku kovalentních vazeb, některé z vazeb jsou nestabilní a podílí se na stabilnějším zesíťování, i když zesíťování vzniká nejčastěji mezi krátkými nehelikálními konci kolagenových molekul [41].

3.2.3 Fyzikálně-chemické vlastnosti

3.2.3.1 *Polyelektrolytický charakter*

Stejně jako i jiné bílkoviny má kolagen charakter amfoterního polyelektrolytu. V závislosti na pH prostředí dochází k iontovým reakcím kolagenu. Některé skupiny postranních řetězců se tedy ionizují v zásaditém prostředí, jiné zase v kyselém pH oblasti. Se změnou pH se mění náboj kolagenu. Pokud se nachází v silně alkalickém prostředí, má záporný náboj, naopak v prostředí se silnou kyselinou tvoří náboj kladný. Jako izoelektrický bod označujeme takovou hodnotu pH, při níž se počet ionizovaných kyselých skupin rovná počtu ioni-

zovaných alkalických skupin. Hodnota izoelektrického bodu nativního kolagenu je při pH 7 [40, 44].

3.2.3.2 *Bobtnání*

Kolagen patří k přechodným koloidním soustavám – gelům. Nejdůležitější vlastností přechodných koloidních soustav je schopnost bobtnat. Pokud kolagen ponoříme do vody, jeho vlákno začne omezeně bobtnat. Dochází tedy ke změně délky a pružnosti vlákna a ke změně objemu. V nabobtnalém kolagenu zůstává tzv. bobtnací voda, kterou lze mechanicky odstranit, ale také voda hydratační, která je pevně navázaná na kolagen a lze ji odstranit sušením [44].

Z hlediska mechanismu rozlišujeme dva druhy bobtnání:

- 1) Osmotické bobtnání – při takovém bobtnání proniká voda styčnou plochou mezi pevnou látkou a rozpouštědlem v důsledku gradientu osmotického tlaku, který je dán rozdílem koncentrací všech pohyblivých iontů v gelu (vnitřní fáze) a v roztoku (vnější fáze). Po určité době se ustanoví tzv. Donnanova membránová rovnováha, kdy bobtnací tlak je právě vykompenzován pevností makromolekulární sítě.
- 2) Lyotropní bobtnání – působením lyotropního činidla nebo extrémní hodnoty pH se rozruší stabilizující vazby, tím se sníží protitlak pevné fáze proti průniku vody a při vyšším stupni nabobtnání se dosáhne rovnováhy. Sloučeniny způsobující toto bobtnání mají schopnost štěpit vodíkové vazby, někdy dokonce až rozpouštět kolagen [40].

3.2.3.3 *Denaturace a renaturace*

Vlivem tepelného účinku či chemikálií dochází k ztrátám vlastností bílkovin – denaturují. Denurací kolagenu vzniká želatina. Pokud zůstane denaturovaný roztok při nízké teplotě po delší dobu, dochází k částečné renaturaci, tedy zpětné rekonstrukci spirálové konfigurace [40].

3.2.3.4 *Hydratace*

V proteinech jsou dva typy hydrofilních center, které jsou schopné na sebe vázat vodu vodíkovými vazbami a elektrostatickými silami:

- 1) Polární skupiny – jsou uloženy v bočních řetězcích některých aminokyselinových zbytků.
- 2) Kyslík a dusík – součást peptidové vazby [45].

Aby kolagenu zůstaly fyzikální vlastnosti, je nutné dodat minimální množství vody, což je asi 20 % jeho hmotnosti. Suchý kolagen má vzdálenost vláken mezi sousedními polypeptidovými řetězci 1 nm, zatímco u hydratovaného kolagenu se tato vzdálenost vláken zvětšuje na 1,5 – 1,6 nm [40].

3.2.3.5 *Hydrotermální stabilita*

Pokud jsou kolagenová vlákna zahřívána ve vodě, zkracuje se vlákno ve směru osy asi o 1/3. Tato termická kontrakce je nazývána jako teplota smrštění, jehož příčinou je štěpení intermolekulárních příčných vazeb i intramolekulárních vazeb, které udržují trojitě spirály v nativním kolagenovém vlákně v nataženém stavu. Teplota smrštění kolagenu je považována za tání v krystalických oblastech. Teplotu smrštění snižují lyotropní činidla, která způsobují kontrakci svalového vlákna. Stabilita trojhelikální struktury bývá stanovena měřením denaturační teploty přechodu kolagen – želatina [46].

3.2.3.6 *Přeměna na želatinu*

Želatina vzniká zahříváním kolagenu ve vodném prostředí. Rozeznáváme 3 fáze přechodu kolagenu na želatinu:

- 1) Štěpení příčných kovalentních intermolekulárních vazeb kvartérní struktury.
- 2) Denaturace terciární struktury.
- 3) Hydrolytické štěpení peptidových vazeb polypeptidových řetězců na molekulární úrovni.

Zásah do struktury polypeptidových řetězců zhoršují fyzikálně – chemické vlastnosti želatiny, proto je nutné co nejméně tyto struktury štěpit [47].

Při výrobě želatiny se živočišná surovina zpracovává zředěnou kyselinou (želatina typu A) nebo alkálií (želatina typu B), kdy dochází k částečnému štěpení proteinových vazeb [48, 49].

Tento modifikovaný kolagen má nižší stupeň uspořádání, není odolný vůči běžným proteázám a označuje se jako želatina. Teplota, při které kolagen přechází na želatinu, se obvykle pohybuje kolem 60 °C, ale závisí také na iontové síle, hodnotě pH, složení roztoku a stupni

kovalentního zesíťování kolagenu. Jde o transformaci prvního řádu, kdy se mění krystalická modifikace biopolymeru na modifikaci amorfni. Vlivem transformace se mění konformace polypeptidických řetězců a uvolňuje se vazebná energie. Tato přeměna je nevratná, po ochlazení se spontánně krystalická struktura kolagenu již nevytvoří. Makroskopicky se tepelná přeměna projeví zkrácením kolagenního vlákna o 1/3 původní délky. Teplotu, u které lze pozorovat první délkové smrštění, označujeme jako teplotu smrštění. Teplota smrštění bývá o 5 – 15 °C nižší než teplota fázové přeměny.

Jedna z typických vlastností želatiny je přechod sol – gel. Gel želatiny je tixotropní, takže při určité teplotě taje a přechází na sol. Tato přeměna je ireverzibilní (nevratná) [47].

Nejdůležitější vlastností želatiny je její pevnost v gelu a při stanovení standardní metodou se nazývá „Bloomová síla“ nebo „Bloomová hodnota“. Při určování hodnoty se použije síla potřebná k stlačení povrchu 6,67 % gelu [48].

Želatina je pozoruhodná svými gelovacími vlastnostmi a čistým aromatickým profilem. Želatinový gel byl popsán jako mající jiskřivý a jasný vzhled s čistou texturou taveniny v ústech, která dosud nebyla duplikována žádným polysacharidem.

Želatina je považována za speciální a jedinečný hydrokoloid, který má mnoho funkcí s širokou škálou aplikací. Jak již bylo zmíněno, kolagen pro výrobu želatiny se získává nejčastěji z hovězích a vepřových kostí a kůží, což je nepříjemná surovina pro vegetariány a vegany, ale i halal a košér trhy. Velký potenciál má rybí želatina, ale její kvalita závisí na druhu ryby i prostředí, ve kterém žije (teplé či studené vody). Rybí želatina má na rozdíl od savčí želatiny nižší obsah prolinu a hydroxyprolinu, což pravděpodobně dává rybí želatině nízký modul gelovatění, želírování a teplotu tání. Kromě toho byly publikovány různé patenty o vývoji alternativ želatiny nebo náhrad z rostlinných hydrokoloidů, jako je modifikovaný škrob, pektin, karagenan a agar [48, 49].

4 APLIKACE KOLAGENU A ŽELATINY

4.1 Aplikace v potravinářství

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu, blíže specifikuje výrobu kolagenu pro potravinářské využití.

Surovinami pro výrobu potravinářského kolagenu mohou být šlachy, kůže a kožky farmových přežvýkavců či volně žijící zvěře, šlachy, kůže a kosti drůbeže, prasat a ryb. Nesmí se využít kůže, které byly činěny, přestože nebyl proces činění dokončen. Surovina pro výrobu potravinářského kolagenu musí pocházet ze zařízení, která jsou registrována nebo schválena podle nařízení (ES) č. 853/2004 nebo podle tohoto nařízení [50].

Kolagen se v potravinářství využívá ve formě želatiny. Je jednou z nejčastěji využívaných látek pocházejících ze zpracování částí zvířecích těl. Tím, že má schopnost vytvářet gel je vhodný pro použití různě zbarvených a ochucených želé na povrchu cukrářských výrobků, ochranných filmů na produkty a polotovary a v neposlední řadě se využívá jako emulgátor či pro vysoce sofistikované využití při zapouzdření látek do gelových kapslí a mikrokapslí. Používá se i pro zvýšení nutriční hodnoty výrobků a zlepšení sensorických vlastností, např. použití proteinových hydrolyzátů do polévek, omáček aj. a jako stabilizátor ve zmrzlině, smetanovém sýru a tvarozích. Dále se využívá jako plnidlo, pojídlo či zvlhčovač [48, 51].

Nejčastěji se kolagen využívá k výrobě jedlých obalů pro uzeniny. Dalším důležitým využitím je výroba jedlých filmů, do kterých se balí čerstvé maso, aby se prodloužila jeho údržnost. Při výrobě masného díla v masném průmyslu plní gel funkci matrice, která zadržuje tuky, vodu i jiné složky. Na povrch polotovarů, které jsou určeny pro smažení, mohou být aplikovány kolagenní nebo želatinové nástřiky, jež zabraňují penetraci tuku do potraviny. Želatina se přidává do masových konzerv, k pasterizované konzervované šunce či do lunchmeatů. Kolagenní povlaky se dále aplikují na povrch ovoce a zeleniny, aby se tak zabránilo odpařování vody a zejména u citrusových plodů slouží k prodloužení doby zrání [52].

Želatina se používá v potravinách jako čisticí prostředek pro bílé víno, pivo a ovocné a zeleninové šťávy (zejména pro jablečné šťávy a šťávy z hrušek). Želatina se používá v dezertech v množství 8 – 10 % sušiny, v jogurtu 0,3 – 0,5 % jako zahušťovadlo a v cukrářských výrobcích a kapslích (vitaminové doplňky) v množství 1,5 – 2,5 % [48].

4.2 Aplikace v medicíně

Díky vlastnostem kolagenu jako je vysoká pevnost v tahu, kontrolovatelnost síťování, degradabilita enzymy lidského těla a jeho neškodnost pro lidský organismus je využíván především k výrobě takových materiálů, jako jsou vstřebávající se nitě k šití ran, kolagenní obvazy pro léčení infekce v otevřených ranách, kolagenní houby využitelné při léčbě těžkých popálenin a obvazy pro různé typy ran jako jsou dekubity či bércové vředy.

V lékařských aplikacích je vyžadována vysoká čistota kolagenních preparátů. Pro většinu aplikací se používá kolagen, který je zbaven koncových částí peptidových řetězců tropokolagenu – telopeptidů, jež jsou nositelem determinantů antigenní reakce organismu. Takovýto kolagen se nazývá atelokolagen [53].

4.3 Technické aplikace

V technických aplikacích se nejčastěji využívá želatina a to zejména ve fotografickém průmyslu, kde se používá více než 100 let. Dále má želatina využití i při restaurování historických dokumentů. Používá se i pro výrobu mikrokapslí naplněných inkoustem, které se používají na dokumentech, u nichž je potřeba při jednom průpisu vytvořit více kopií. Želatina se dá využít i při setí a sázení rostlin, kdy se želatina ve formě zcela degradabilních granulí přidává do kořenové zóny. Zde fungují jako zásobárna vody v období sucha [51].

4.4 Aplikace v kosmetice

Kolagen je schopný bobtnat a zadržovat velké množství vody a vlhkosti, čímž se stává významnou ingrediencí v kosmetologii. Přispívá ke zvlhčení pokožky, zvýšení její pružnosti, čímž minimalizuje přítomnost viditelných mimických vrásek, a také urychluje hojení ran. Kolagen najdeme jako součást výrobků péče o pleť a vlasy, hlavně ve výrobcích pro oční okolí, barvách na vlasy, make-upech, řasenkách. Dále se kolagen může přidávat do výrobků na zpevnění pokožky, zmírnění celulitidy a strií. V kosmetických přípravcích je využíván rozpustný kolagen získaný z kůží mladých zvířat. Důvodem je malé síťování takového kolagenu [52, 54].

Dalším využitím kolagenu je mikroenkapsulace např. vonných látek v deodorantech. Kondenzáty hydrolyzovaného kolagenu se využívají jako stimulátor růstu vlasů. Kolagenní hydrolyzáty se používají k výrobě tenzidů lameponového typu, které vykazují velmi dobrou pěnovost, velmi nízkou dráždivost a vysoké detergenční účinky [52, 55].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo vyrobit modelové vzorky kuřecích játrovek v laboratorních podmínkách s různými koncentracemi kolagenu z kuřecích vedlejších jatečných produktů. Jako standard sloužil vzorek s nulovým přídatkem kuřecího kolagenu. V ostatních vzorcích byl kolagen přidán v koncentracích 0,5 %, 1,0 % a 2,0 %.

U modelových vzorků kuřecí játrovky bylo cílem zjistit, jaký vliv mají jednotlivé procentuální přídatky kuřecího kolagenu na texturní vlastnosti a barvu výrobku.

6 METODIKA PRÁCE

V metodice práce jsou vypsány všechny suroviny a přístroje potřebné pro výrobu kuřecích játrovek za laboratorních podmínek. Dále je popsán princip a postup jednotlivých operací.

6.1 Materiál a metody

6.1.1 Suroviny pro přípravu masných výrobků

Kuřecí játra (RACIOLA Uherský Brod, s.r.o.)

Kuřecí stehenní svalovina (RACIOLA Uherský Brod, s.r.o.)

Kuřecí kůže vařené (RACIOLA Uherský Brod, s.r.o.)

Vývar z kuřecích kůží

Kukuřičný škrob (Amylon a.s.)

Dusitanová solící směs (K+S Czech Republic a.s.)

Kořenící směs Játrovka (Raps-CZ, s.r.o.)

Kolagen z kuřecích běháků

6.1.2 Přístroje a pomůcky

Váhy Kern 440-49N (Kern & Sohn GmbH)

Kutr Vorwerk Thermomix TM 31 s příslušenstvím (Vorwerk)

Konvektomat Rational SCC WE 61 (Rational)

Texturometr TA.XT Plus s válcovou sondou (Stable Micro Systems)

Spektrofotometr Ultrascan PRO (HunterLab)

Vakuovací zařízení

Běžné laboratorní a kuchyňské vybavení

6.2 Příprava modelových vzorků masných výrobků

Byly vyrobeny 4 vzorky játrových paštik, kdy jeden sloužil jako standard a neobsahoval tedy žádný přidaný kolagen. V ostatních vzorcích byl přidán kolagen z kuřecích běháků v množství 7,5 g (0,5 %), 15,0 g (1,0 %) a 30,0 g (2,0 %).

6.2.1 Receptura modelových vzorků masných výrobků

V tabulce 1 je uvedena receptura jedné dávky pro výrobu kuřecí játrovky.

Tabulka 1: Surovinové složení kuřecí játrovky v g

Vzorek	Kuřecí játra	Kuřecí stehna	Kuřecí kůže	Kuřecí vývar	Škrob	DSS	Kořenící směs	Kolagen
1	450,0	375,0	375,0	225,0	37,5	30,0	7,5	-
2	450,0	375,0	375,0	225,0	37,5	30,0	7,5	7,5
3	450,0	375,0	375,0	225,0	37,5	30,0	7,5	15,0
4	450,0	375,0	375,0	225,0	37,5	30,0	7,5	30,0

6.2.2 Postup výroby modelových vzorků masných výrobků

Pro výrobu játrovky byly použity rozmražená kuřecí játra, čerstvé kuřecí stehenní řízků a kuřecí kůže. Všechny suroviny byly odváženy na laboratorních vahách Kern s přesností na dvě desetinná místa.

Suroviny byly mlety v kutru v následujícím pořadí. Nejdříve byla rozmělněna játra společně s dusitanovou solící směsí. V druhém kutru byly rozmělněny stehenní kuřecí řízků, které byly před tím nakrájeny na menší kusy, s kořenící směsí Játrovka. K rozmělněným surovinám byly přidány předem uvařené (ztužené) kůže. Po rozmělnění se přidal horký vývar z kůží a kolagen rozpuštěný v části přidávaného vývaru. Rozmělněná játra se přidala k ostatním komponentům a vše bylo řádně promícháno. Poslední přísadou vmíchanou do masného díla byl škrob. Takto připravené masné dílo bylo rozděleno do uzavíratelných sklenic. Sklenice s tepelně neopracovaným dílem byly vloženy do vakuové odparky, aby z díla byly odstraněny vzduchové dutinky. Poté byly sklenice uzavřeny víčkem, na kterém byla napsána koncentrace přidaného kolagenu. Následně byly sklenice dány do konvektometru pro tepelné ošetření. Do jedné sklenice byla vložena teplotní sonda. Po dosažení teploty 72 °C v celém objemu paštiky, působila tato teplota ještě 10 minut. Po uplynutí doby

byly paštiky zchlazeny ve studené vodě s šupinkovým ledem na teplotu 8 °C a poté vloženy do lednice, kde byly skladovány při teplotě 4 ± 2 °C. Po týdnu byly paštiky vyjmuty z lednice pro stanovení jejich textury a barvy. V příloze 1 je přiložena fotodokumentace z výroby kuřecí játrovky.

6.3 Měření textury

Byly měřeny 2 vzorky od každé koncentrace (celkem 8 vzorků) pomocí penetrometrické metody. Texturní vlastnosti byly měřeny na přístroji TA.XT Plus. Ke zjištění textury játrové paštiky byla použita válcová sonda o průměru 10 mm. U každého vpichu byla zjištěna tvrdost, pevnost (síla gelu) a křehkost (zlomitelnost, pružnost) vzorku. Do každého vzorku byla sonda vsunuta 6krát. Pomocí programu Exponent Lite, verze 4.0.13.0, byla získaná data vyhodnocena. Všechna získaná data jsou uvedena v příloze 2.

6.3.1 Penetrometrická metoda

Jedná se o nejstarší a nejdéle používané přístroje. Principem je pronikání sondy různého tvaru vzorkem. Válcová sonda se používá k určení tvrdosti, kuželová k roztírání pomazánek a kulová sonda imituje vtlačování palce [56].

Měřením válcovou sondou získáme buď sílu, která je potřebná k proniknutí sondy do určité hloubky vzorku nebo délku vpichu za pevně daný čas či za konstantní síly, kterou sonda působí na vzorek [57].



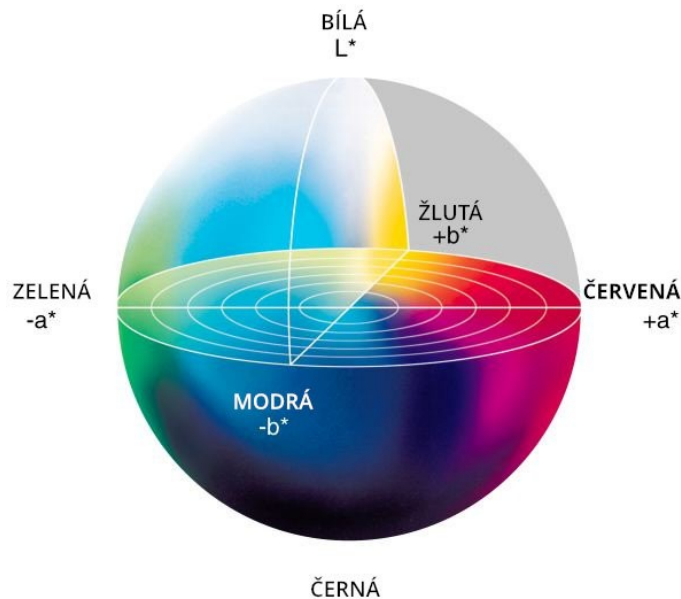
Obrázek 6: Texturometr s válcovou sondou

6.4 Měření barvy

Měření barvy vzorků probíhalo ve spektrofotometru Ultrascan PRO od výrobce HunterLab v trojrozměrném prostoru CIE $L^*a^*b^*$. Byly měřeny 2 vzorky od každé koncentrace a každý vzorek byl proměřen 6krát (celkem 12 výsledků pro každou koncentraci). Před samotným měřením proběhla kalibrace na černé ($L=0$) a bílé ($L=100$) pozadí. Hodnoty souřadnic byly získány na základě změny intenzity procházejícího paprsku vzorkem. Získaná data jsou uvedena v příloze 3.

6.4.1 Metoda CIE $L^*a^*b^*$

K měření barvy vzorků je velmi často používán barevný prostor CIE $L^*a^*b^*$. Souřadnice $L^*a^*b^*$ popisují barvu jako bod v trojrozměrném prostoru, kde L^* je světlost barvy a nabývá hodnot 0 (černá barva) až 100 (bílá barva), a^* určuje rozsah barev od zelené ($-a^*$) po červenou ($+a^*$) a b^* určuje rozsah barev od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$). Parametry a^* a b^* jsou umístěny v horizontální rovině, L^* naopak ve vertikální rovině [58, 59, 60].



Obrázek 7: Barevný prostor CIE $L^*a^*b^*$ [61]

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

V této kapitole jsou uvedeny a diskutovány průměrné výsledky z analýzy texturního profilu a barvy vyrobených vzorků.

7.1 Hodnocení texturních parametrů

Pomocí přístroje TA.XT Plus od společnosti StableMicro systém bylo provedeno měření texturních vlastností. Každá koncentrace měla 2 vzorky a každý vzorek byl proměřen 6krát (celkem 12 získaných hodnot). Z výsledků pro každou koncentraci byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. Získané výsledky pojednávají o tvrdosti, pevnosti a křehkosti (pružnosti) měřených vzorků. Každá vlastnost je porovnána v tabulce i grafu. Všechny získané výsledky jsou uvedeny v příloze 2.

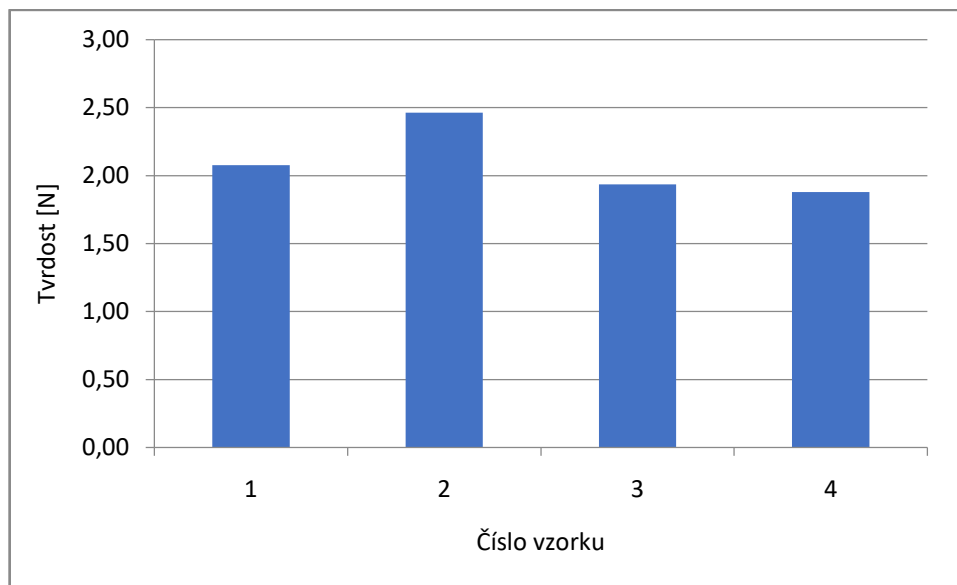
7.1.1 Tvrdost masných výrobků

Vzorek bez přídavku kolagenu (standard) má tvrdost cca 2 N. Nejvyšší tvrdost (2,5 N) má vzorek 2 s 0,5% přídavkem kolagenu. S navyšujícím se přídavkem kolagenu tvrdost vzorků klesá pod 2 N (viz graf 1).

Tabulka 2: Průměrné hodnoty tvrdosti vzorků v N

Vzorek	1	2	3	4
Průměrná tvrdost	2,076	2,464	1,936	1,878
Směrodatná odchylka	0,175	0,219	0,117	0,117

S výsledky JRIDI et al. [62] se tyto hodnoty neshodují, což může být způsobeno jinou surovinovou skladbou, ale především jinou metodou měření. Jednalo se o krutí klobásy se sépiovým kolagenem měřené metodou texturní profilové analýzy – TPA, která simuluje podmínky, které nastávají v ústech při namáhání potraviny. Taktéž PEREIRA et al. [63] používali k měření kuřecích párků metodu TPA, takže se jejich výsledky od jätrovky značně liší.



Graf 1: Závislost tvrdosti na množství kolagenu ve vzorku

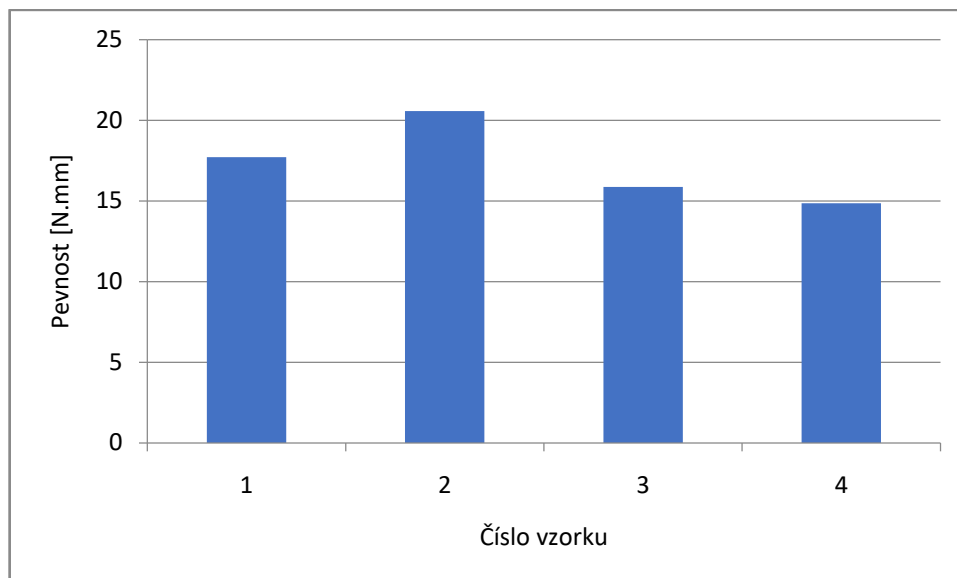
7.1.2 Pevnost masných výrobků

Nejvyšší pevnost, stejně jako tvrdost, má vzorek 2. Nejnižší pevnost a zároveň i tvrdost má vzorek 4. Obecně lze říct, že vzorek s vyšším přidavkem kolagenu má nižší pevnost (viz graf 2).

Tabulka 3: Průměrné hodnoty pevnosti vzorků v N.mm

Vzorek	1	2	3	4
Průměrná pevnost	17,720	20,574	15,864	14,854
Směrodatná odchylka	2,027	1,332	1,475	1,905

Podle JRIDI et al. [62] se pevnost masných výrobků pohybuje ve stejných číslech, taktéž má nejvyšší hodnotu pevnosti vzorek s 0,5% přidavkem kolagenu. PEREIRA et al. [63] uvádí jiné hodnoty pevnosti jejich masných výrobků, což může být způsobeno jinou surovinovou skladbou.



Graf 2: Závislost pevnosti na množství kolagenu ve vzorku

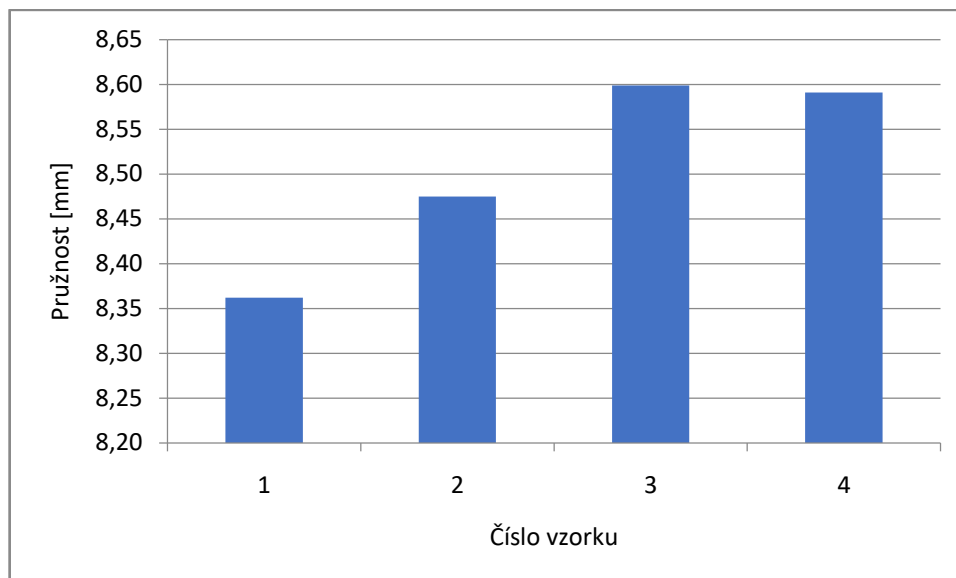
7.1.3 Pružnost masných výrobků

Vzorek sloužící jako standard má nejnižší pružnost. Vzorek s 0,5% přídavkem kolagenu má pružnost vyšší, avšak nejvyšší pružnost má vzorek s 1,0% přídavkem kolagenu. Vzorek s 2,0% přídavkem kolagenu má o 0,008 N.mm nižší pružnost než vzorek 3 (viz tabulka 4).

Tabulka 4: Průměrné hodnoty pružnosti vzorků v mm

Vzorek	1	2	3	4
Průměrná pružnost	8,362	8,475	8,599	8,591
Směrodatná odchylka	0,142	0,121	0,124	0,135

Pružnost játrové paštiky je jen o cca 1 N.mm vyšší než pružnost krutí klobásy podle JRIDI et al. [62]. Výsledky se tedy shodují.



Graf 3: Závislost pružnosti na množství kolagenu ve vzorku

7.2 Hodnocení barvy

Měření barvy masných výrobků bylo provedeno ve spektrofotometru Ultrascan PRO od společnosti HunterLab. Opět se měřily od každé koncentrace 2 vzorky, ve výsledku tedy bylo naměřeno 12 hodnot pro každou koncentraci. Srovnání průměrných výsledků je provedeno formou tabulky i grafu. Kompletní výsledky jsou uvedeny v příloze 3.

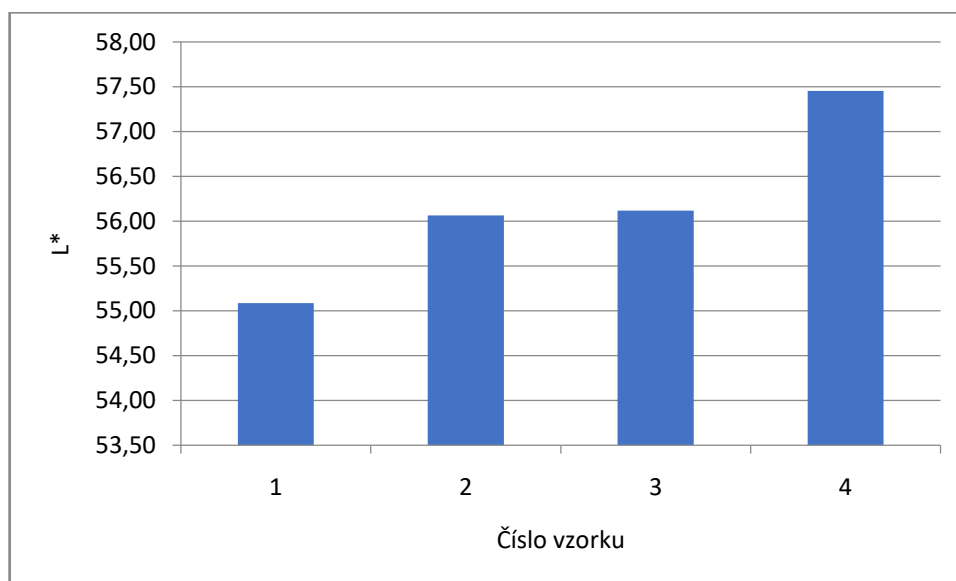
Barevnost masného výrobku záleží především na přítomnosti hemových barviv - myoglobinu a hemoglobinu. Jak již bylo zmíněno v teoretické části, během tepelného ošetření masných výrobků (masa) dochází k denaturaci globinu, po které následuje oxidace železa v hemové skupině barviva a dochází tak ke změně barvy na šedohnědou. Pomocí aplikace DSS, která se v těchto výrobcích běžně používá, lze vzniklý šedohnědý metmyoglobin převést redukčními reakcemi thiolové skupiny za pomoci enzymů v mase zpět na růžový myoglobin.

7.2.1 Jas L*

Jas standardu je nejnižší. Se zvyšujícím se přidavkem kolagenu jsou vzorky světlejší, nej-světlejší (blíží se k $L=100$) je tedy vzorek 4 přibližně s $L=57,5$ (viz tabulka 5 a graf 4).

Tabulka 5: Průměrné hodnoty jasu L* vzorků

Vzorek	1	2	3	4
Průměrný jas L*	55,087	56,063	56,118	57,455
Směrodatná odchylka	0,572	0,301	0,631	0,276



Graf 4: Závislost jasu L* na množství kolagenu ve vzorku

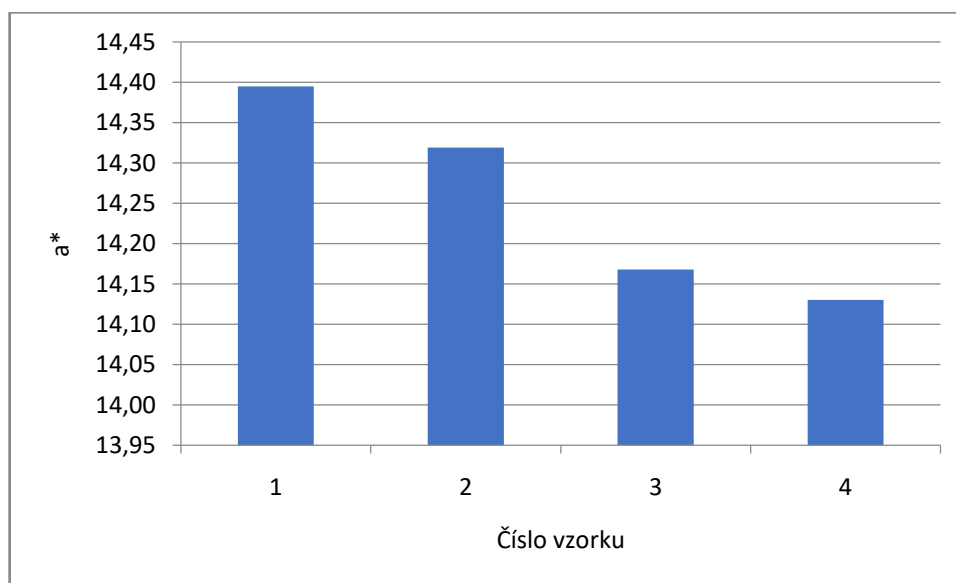
V porovnání s výsledky od JRIDI et al. [62] je paštika ve standardu světlejší, ostatní výsledky se shodují. Ještě světlejší je výrobek z PSE masa podle SCHILLING et al. [64], kde byla naměřena hodnota jasu L* 62 – 64 (podle množství přidaného PSE masa) a s přidavkem kolagenu rostla. PRESTES et al. [65] zase zkoumají vliv hovězích kolagenových vláken na kvalitu kuřecí šunky a jejich hodnoty jasu jsou přibližně shodné.

7.2.2 Přechod mezi zelenou a červenou (G/R) a*

Od standardu přechod mezi zelenou a červenou barvou vzorku klesá, ale stále se pohybuje v červené oblasti, tedy +a*. Parametr a* je tedy nejvyšší u vzorku 1 s 0,0% přidavkem kolagenu a nejnižší u vzorku 4 s 2,0% přidavkem kolagenu (viz tabulka 6 a graf 5).

Tabulka 6: Průměrné hodnoty parametru a^* vzorků

Vzorek	1	2	3	4
Průměr parametru a^*	14,395	14,319	14,168	14,130
Směrodatná odchylka	0,461	0,468	0,606	0,459

Graf 5: Závislost parametru a^* na množství kolagenu ve vzorku

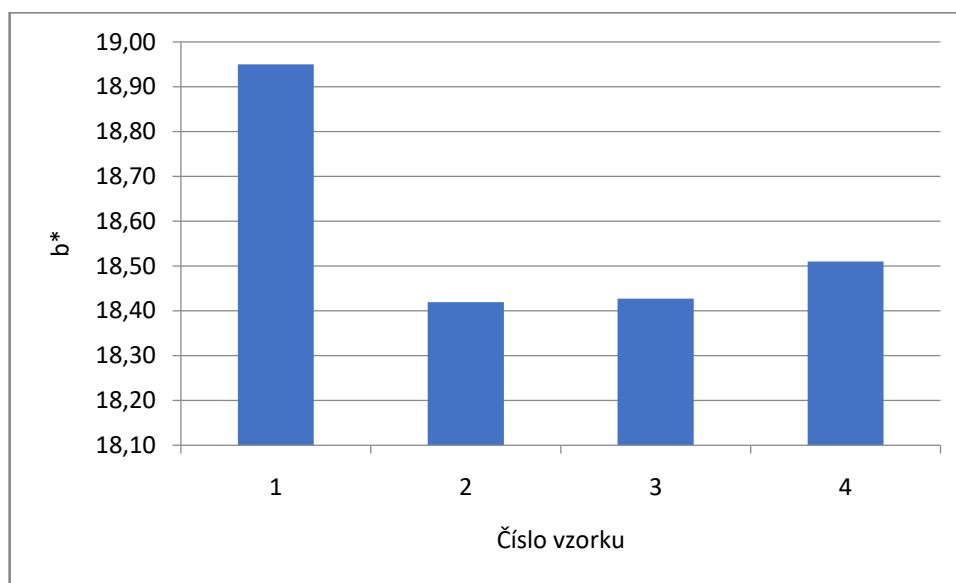
Podle JRIDI et al. [62] mají krutí klobásy parametr a^* kolem 22, dá se ale říci, že taktéž klesá jeho hodnota s vyšším přidavkem kolagenu. Vyšší hodnota parametru a^* může být způsobena rozdílnou surovinovou skladbou. Ve studii od SCHILLING et al. [64] mají výrobky z PSE masa s přidavkem kolagenu hodnotu parametru a^* 13 – 15, shodují se tedy více s játrovou paštikou než krutí klobása. To je dáno zejména tím, že vepřové PSE maso je světlé. Jak se dalo očekávat podle PRESTES et al. [65] je parametr a^* šunky menší (kolem 8) než u námi vyrobené játrové paštiky. Pouhým okem lze vidět, že kuřecí šunka je mnohem světlejší než paštika.

7.2.3 Přejchod mezi modrou a žlutou (B/Y) b^*

Přejchod mezi modrou a žlutou barvou má nejvyšší vzorek 1. Vzorky s přidavkem kolagenu mají parametr b^* menší, ale lze říci, že se zvyšujícím se přidavkem kolagenu tento parametr narůstá (viz tabulka 7).

Tabulka 7: Průměrné hodnoty parametru b^* vzorků

Vzorek	1	2	3	4
Průměr parametru b^*	18,950	18,419	18,427	18,510
Směrodatná odchylka	0,483	0,204	0,182	0,167

Graf 6: Závislost parametru b^* na množství kolagenu ve vzorku

Výsledky získané v práci od JRIDI et al. [62] jsou nižší, což může být způsobeno použitím jiné suroviny pro výrobu mělněného výrobku. PRESTES et al. [65] uvádí výsledky parametru b^* u šunky menší (cca 11) než námi naměřené hodnoty játrové paštiky.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda má kolagen přidávaný do masných výrobků vliv na jejich texturní vlastnosti a barvu. Byla tedy sestavena receptura, ve které se lišila pouze koncentrace přidaného kolagenu z kuřecích vedlejších jatečných produktů. Po sedmi dnech od výroby játrových paštik se měřily texturní vlastnosti a barva.

První vyhodnocenou texturní vlastností byla tvrdost, která se s ostatními studii neshodovala. Ve studiích totiž byly vyráběny klobásy a párky, u nichž se očekává jiná tvrdost než u paštik, které musí být roztíratelné. Bylo zjištěno, že 0,5% přídatkem kolagenu bude dosaženo nejvyšší tvrdosti. Další zkoumanou vlastností byla pevnost, kde opět vzorek s 0,5% přídatkem kuřecího kolagenu vykazuje nejvyšší pevnost. Pevnost i tvrdost se snižuje, pokud se přidá vyšší koncentrace kolagenu do masného výrobku. Poslední měřenou texturní vlastností byla pružnost, která se zvyšuje s rostoucím přídatkem kolagenu do masných výrobků (na rozdíl od tvrdosti a pevnosti).

Z hodnocení barvy bylo zjištěno, že kuřecí játrová paštika je světlejší než krutí klobása, tmavší než kuřecí párek, ale barevně shodná s kuřecí šunkou. Z výsledků též vyplývá, že výrobek je tím světlejší, čím více obsahuje kolagenu. Měření v barevném přechodu G/R probíhalo v $+a^*$ hodnotách. Jednalo se o typickou barvu masných výrobků – červenou. Čím více procent kolagenu vzorek obsahoval, tím měl menší hodnotu a^* . V barevném přechodu B/Y byly měřeny vzorky v $+b^*$ měřítku, jednalo se tedy o žlutou barvu. Vzorky s kolagenem měly podstatně nižší b^* než standard. Od vzorku 2 se parametr b^* mírně zvyšoval.

Po vyhodnocení všech získaných dat lze říci, že kolagen ovlivňuje texturní vlastnosti a barvu masných výrobků. Jestli pozitivně či negativně by mohla odhalit senzorická analýza, která by mohla být uskutečněna po mikrobiologickém rozboru vzorků, a tak by se výzkum mohl i tímto dále vhodně rozšířit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LANGMAIER, F., 2004. *Nauka o zboží*. 3. nezměněné vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-173-8.
- [2] KADLEC, P. et al, 2002. *Technologie potravin I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-509-9.
- [3] PIPEK, P., 1998. *Základy technologie masa*. Vyškov: VVŠ PV Vyškov. ISBN 80-7231-010-0.
- [4] BLATTNÝ, C., PIPEK, P., INGR, I., 1982. *Konzervářenské suroviny*. 3. přepracované vydání. Praha: SNTL, 216 s.
- [5] PODLIPSKÝ, M., 2010. Stavba svalu. In: *Svalstvo vs. sport* [online]. [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <http://absolventi.gymcheb.cz/2010/mipodli/oktava2/sval.html>
- [6] COMPOSITION OF MEAT, 2015. *Animal Production and Health* [online]. Rome: FAO, March, 2015 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_composition.html
- [7] COMPOSITION OF MEAT - WATER, CARBOHYDRATES, MINERALS AND VITAMINS, 2015. *American Meat Science Association* [online]. USA: Champaign, Illinois, Jul, 2015 [cit. 2019-03-30]. Dostupné z: <https://meatscience.org/students/meat-judging-program/meat-judging-news/article/2015/07/31/composition-of-meat---water-carbohydrate-s-minerals-and-vitamins>
- [8] INGR, I., 2011. *Produkce a zpracování masa*. 2. nezměněné vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-510-2.
- [9] KAMENÍK, J., JANŠTOVÁ, B., SALÁKOVÁ, A., 2014. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno [cit. 2019-04-28]. ISBN 8073057220. Dostupné z: <https://fvhe.vfu.cz/files/technologie-a-hygiena-potravin-zivocisneho-puvodu.pdf>
- [10] HRABĚ, J., HOZA, I., ROP, O., 2005. *Technologie výroby potravin živočišného původu : bakalářský směr*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 8073183722.
- [11] VELÍŠEK, J., 1999. *Chemie potravin 2*. Tábor: OSSIS. ISBN 8090239145
- [12] LÁT, J., 1984. *Technologie masa*. Nakladatelství technické literatury, Praha. ISBN 04-846-46.

- [13] ČEPIČKA, J. et al. 1999. *Obecná potravinářská technologie*. 1. vydání. Vydavatelství VŠCHT, Praha. ISBN 80-7080-239-1
- [14] NEETHLING, N. E., SUMAN, S. P., SIGGE, G. O., HOFFMAN, L. C., HUNT, M. C., 2017. Exogenous and Endogenous Factors Influencing Color of Fresh Meat from Ungulates. *Meat and Muscle Biology* [online]. United States: American Meat Science Association, 1(1), s. 253-275 [cit. 2019-03-30]. DOI: 10,22175 / mmb2017.06.0032. Dostupné z: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/mmb/articles/1/1/253>
- [15] DAVÍDEK, J., 2012. Myoglobiny. In: *Wikiskripta* [online]. Brno [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Tetrapyrrolov%C3%A1_barviva#/media/File:Myoglobiny.jpg
- [16] VADY MASA, 2018. *Bezpečnost potravin A-Z* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin [cit. 2019-02-08]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92470.aspx>
- [17] STEINHAUSER, L., 1995. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST. ISBN 80-900-2604-4.
- [18] HAMM, R., 1972. Kolloidchemie des Fleisches. Das Wasserbindungsvermögen des Muskeleiweißes in Theorie und Praxis. *Molecular Nutrition & Food Research* [online]. Berlin: Paul-Parey-Verlag, 16(6), s. 689-690 [cit. 2019-03-30]. DOI: <https://doi.org/10.1002/food.19720160614>. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/food.19720160614>
- [19] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. 1. vydání. Ostrava: Key Publishing. ISBN 9788074180514.
- [20] INTERNATIONAL FOOD INFORMATION SERVICE, 2009. *Dictionary of food science and technology: Liver pates* [online]. 2nd edition. IFIS: Wiley – Blackwell [cit. 2019-03-11]. 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-FAKHSpBZMQ6AEwAHoECAgQAQ#v=onepage&q=Dictionary%20of%20food%20science%20and%20technology%3A%20Liver%20pates&f=false

- [21] 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. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>
- [22] FEINER, G., 2006. *Meat products handbook practical science and technology: Raw Fermented Salami* [online]. Cambridge: Woodhead Publishing [cit. 2019-03-13]. ISBN 978-184-5691-721. Dostupné z: https://mastermilk.com/uploads/biblio/handbook_practical_science_and techno.pdf
- [23] VALCHAŘ, P., JANDÁSEK, J., 2010. Využití kůží v masných výrobcích. *Maso*, 21(2). Praha: Amigo International s.r.o. ISSN 1210-4086.
- [24] FEINER, G., 2008. *Meat products handbook: Treatment and use of pork skin* [online]. Cambridge: Woodhead Publishing [cit. 2019-04-28]. ISBN 978-184-5690-502. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/285756466_Meat_Products_Handbook_Practical_Science_and_Technology
- [25] BUDIG J., MATHAUSER, P., 2007. Technicko-technologické aspekty výroby díla mělněných masných výrobků v minulosti a současnosti. *Maso*. Praha: Amigo International s.r.o. 18(4), s. 10 – 18 [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://www.dera.cz/cz/documents/14>
- [26] HEINZ, G., HAUTZINGER, P., 2007. *Meat processing technology* [online]. Food and agriculture organization of the united nations regional office for Asia and the Pacific, Bangkok [cit. 2019-04-28]. ISBN 978-974-7946-99-4. Dostupné z: <http://www.fao.org/3/a-ai407e.pdf>
- [27] KATINA, J., 2009. Dusitany a masné výrobky. *Český svaz zpracovatelů masa* [online]. Praha [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=5&id=1136>
- [28] KOŘENÍ A SMĚSI KOŘENÍ TRUMF [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://www.trumf.cz/pastiky/>
- [29] COLMENERO, F. J., 2004. *Non-meat proteins*. Encyclopedia of Meat Science, 1st ed., Elsevier Ltd., s. 271 – 278. ISBN: 978-0-12-464970-5.
- [30] HVÍZDALOVÁ, I., 2010. Masné výrobky. *Agronavigátor* [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/masn_vrobky.pdf

- [31] SORBIC ACID, 2017. In: *Vinmetrica* [online]. Carlsbad [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://vinmetrica.com/product/sorbic-acid/>
- [32] STŘELCOVÁ, O., JANDÁSEK, J., BITTNER, J., PETŘÍK, T., VALCHAŘ, P., 2008. Přidatné látky v masných výrobcích. *Maso*, Praha: Amigo International s.r.o. 19(6), s. 51 – 54.
- [33] CUTTERS K 326. VACUUM-MIXERS. EMULSIFIERS [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://www.seydelmann.com/en/produkte/>
- [34] ALUFOIL CONTAINER [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.alufoil.org/en/media/image-galleries/alufoil-container.html>
- [35] AHN, D. U., MIN, B., 2007. Packaging and Storage. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Wiley – Blackwell [online], USA, s. 289 – 302. [cit. 2019-03-05]. ISBN 978-1-118-52269-1. Dostupné z: <http://103.94.125.243/poltekkes/20.ebook/02.Gizi/01.ebook/Handbook%20of%20Fermented%20Meat%20and%20Poultry.pdf>
- [36] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., 2013. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. 1. vydání. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-163-4.
- [37] MATĚJKOVÁ, M., 2014. *Svět potravin: podporováno Potravinářskou komorou ČR*. Praha: Opportunitas. ISSN 1803-5140.
- [38] 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.
- [39] ANDERSON, N. M., LARKIN, J. W., COLE, M. B., et al, 2011. Food Safety Objective Approach for Controlling *Clostridium botulinum* Growth and Toxin Production in Commercially Sterile Foods. *Journal of Food Protection* [online]. 74(11), s. 1956-1989 [cit. 2019-04-28]. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-11-082. ISSN 0362-028x. Dostupné z: <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X.JFP>
- [40] PETERKOVÁ, P., LAPČÍK, L., 2000. Collagen - Properties, Modifications and Applications. *Chemické listy* [online]. 94(6), 371-379 [cit. 2019-01-07]. ISSN 1213-7103. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/259573775_Collagen_-_Properties_Modifications_and_Applications

- [41] ALBERTS, B., JOHNSON, A., LEWIS, J., RAFF, M., ROBERTS, K., WALTER, P., 2003. Molecular biology of the cell. *Annals of Botany* [online]. 91(3), 401 [cit. 2019-01-07]. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcg023>. Dostupné z: <https://academic.oup.com/aob/article/91/3/401/231052>
- [42] JACKSON, D. S., 1954. The nature of collagen - chondroitin sulphate linkages in tendon. *Biochemical Journal* [online]. 56(4), 699-703 [cit. 2019-01-07]. ISSN 1470-8728. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1269691/>
- [43] VODRÁŽKA, Z., KRECHL, J., 1991. *Bioorganická chemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, Praha. ISBN 9788003005475.
- [44] MLÁDEK, M., 1971. *Zpracování odpadů kožedělného průmyslu*. Praha: SNTL.
- [45] GUSTAVSON, K. H., 1956. *The Chemistry and Reactivity of Collagen*. New York: Academic Press. ISBN 9780123099501.
- [46] ANSELME, K., PETITE, H, HERBAGE, D., 1992. Inhibition of Calcification In Vivo by Acyl Azide Cross-Linking of a Collagen-Glycosaminoglycan Sponge. *Matrix* [online]. 12(4), s. 264-273 [cit. 2019-01-07]. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0934-8832\(11\)80078-8](https://doi.org/10.1016/S0934-8832(11)80078-8). Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0934883211800788>
- [47] BABEL, W., 1996. Gelatine – ein vielseitiges Biopolymer. *Chemie in unserer Zeit* [online]. 30(2), 86 [cit. 2019-01-07]. DOI: <https://doi.org/10.1002/ciuz.19960300205>. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ciuz.19960300205>
- [48] KARIM, A. A., BHAT, R., 2008. Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 19(12), s. 644 – 656 [cit. 2019-05-01]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.08.001>. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0924224408002252>
- [49] MORRISON, N. A., SWORN, G., CLARK, R. C., CHEN, Y. L., TALASHEK, T., 1999. *Progress in Colloid and Polymer Science* [online]. Germany: Springer Verlag [cit. 2019-05-01]. ISBN 0340255X. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/225172494_Gelatin_alternatives_for_the_food_industry

- [50] Evropská unie. *Nariženi Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu*. In: Úřední věstník L 139, 2004.
- [51] SCHRIEBER, R., GAREIS, H., 2007. *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice*. Weinheim: WILEY-VCH. ISBN: 978-3-527-61097-6.
- [52] MOKREJŠ, P., LANGMAIER, F., 2008. *Aplikace přírodních polymerů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 90 s. ISBN 978-80-7318-674-6.
- [53] MANDAL, A., 2019. *Collagen Medical Uses*. *News medical life sciences* [online]. London: News-Medical [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.news-medical.net/health/Collagen-Medical-Uses.aspx>
- [54] KOLAGEN, 2007. *Biooo.cz* [online]. Praha [cit. 2019-05-10]. Dostupné z: <https://encyklopedie.biooo.cz/vyhledat-slozeni/kolagen/>
- [55] NNANNA, I. A., XIA, J., 2001. *Protein-based Surfactants: Synthesis, Physicochemical Properties, and Applications*. [online]. New York: M. Dekker [cit. 2019-05-10]. ISBN 9780429181900. Dostupné z: <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429181900>
- [56] NEDOMOVÁ, Š. *Texturní vlastnosti potravin* [online]. Brno [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/habilitacni_prednasky/habilitacni_prednaska_nedomova.pdf. Habilitační přednáška. Mendelova univerzita v Brně.
- [57] KRKOŠKOVÁ B., 1986. *Textúra potravin*. 1. vydání, Bratislava: ALFA s SNTL, 193 s. ISBN 63 - 003 - 86.
- [58] Understanding the CIE L*C*h Color Space, 2006. *KONICA MINOLTA* [online]. USA [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://sensing.konicaminolta.us/blog/understanding-the-cie-lch-color-space/>
- [59] WARRISS, P. D., 2000. *Meat Science*. An Introductory Text. 1st edition, Wallingford: CABI.
- [60] SALÁKOVÁ, A., 2012. *Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products* [online]. Brno, s. 1 - 11 [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <http://www.maso-international.cz/wp-content/uploads/2013/04/maso-international-2012-2-page-107-114.pdf>
- [61] Grafické znázornění LAB modelu, 2018. In: *Kopina* [online]. Olomouc [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://kopina.cz/terminologie/36958/lab/Seznam>

- [62] JRIDI, M., ABDELHEDI, O., SOUISSI, N., KAMMOUN, M., NASRI, M., AYADI, M. A., 2015. Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. *Food Bioscience* [online]. 12(1), 67-72 [cit. 2019-05-05]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.07.007>. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S2212429215300122>
- [63] PEREIRA, A. G. T., RAMOS, E. M., TEIXEIRA, J. T., CORDOSO, G. P., RAMOS, A. de L. S., FONTES, P. R., 2011. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Meat Science* [online]. 89(4), s. 519 – 525 [cit. 2019-05-05]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.05.022>. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174011002099>
- [64] SCHILLING, M. W., MINK, L. E., GOCHENOUR, P. S., MARRIOTT, N. G., ALVARADO, C. Z., 2003. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. *Meat Science* [online]. 65(1), s. 547-553 [cit. 2019-05-05]. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00247-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00247-4). Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0309174002002474>
- [65] 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* [online]. 22(4), s. 885-903 [cit. 2019-05-05]. DOI: <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00809>. Dostupné z: <https://academic.oup.com/japr/article/22/4/885/763454>

POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATP	Adenosintrifosfát
ATPáza	Adenosintrifosfatáza
DFD	Vada jakosti masa - tmavé, tuhé a suché maso (z angl. <i>dark, firm, dry</i>)
DSS	Dusitanová solící směs
ER	Endoplazmatické retikulum
GIT	Gastrointestinální trakt
H-vazba	Vodíková vazba
Mb	Myoglobin
MetMb	Metmyoglobin
pH	Záporný dekadický logaritmus aktivity vodíkových kationtů (z angl. <i>potential of hydrogen</i>)
pI	Izoelektrický bod
PSE	Vada jakosti masa – bledé, měkké a vodnaté maso (z angl. <i>pale, soft, exudative</i>)
SH-vazba	Disulfidická vazba
TPA	Texturní profilová analýza

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stavba svalu [5].....	15
Obrázek 2: Oxidace centrálního atomu železa myoglobinu [15]	22
Obrázek 3: Vliv pH na vaznost masa [3].....	27
Obrázek 4: Vliv pH na bobtnavost svaloviny [18]	28
Obrázek 5: Strukturní vzorec kyseliny sorbové [31]	33
Obrázek 6: Texturometr s válcovou sondou	47
Obrázek 7: Barevný prostor CIE L*a*b* [61].....	48
Obrázek 8: Kuřecí kůže	69
Obrázek 9: Kuřecí játra.....	69
Obrázek 10: Kuřecí stehenní řízky	69
Obrázek 11: Předvaření (ztužení) kuřecích kůží.....	70
Obrázek 12: Nativní kolagen z kuřecích běháků	70
Obrázek 13: Kuřecí játra s DSS v kutru	70
Obrázek 14: Rozmělněná játra s DSS.....	71
Obrázek 15: Stehenní řízky s kořenící směsí Játrovka	71
Obrázek 16: Rozmělněné kuřecí stehenní řízky s kořením	71
Obrázek 17: Příklad ztužených kůží	72
Obrázek 18: Příklad kolagenu s částí vývaru.....	72
Obrázek 19: Promíchané suroviny bez jater	72
Obrázek 20: Příklad rozmělněných jater s DSS.....	73
Obrázek 21: Promíchané suroviny včetně jater s DSS	73
Obrázek 22: Příklad škrobu.....	73
Obrázek 23: Hotové masné dílo.....	74
Obrázek 24: Plnění paštik	74
Obrázek 25: Odstranění vzduchu z díla – vakuová balička.....	74
Obrázek 26: Měření teploty při tepelném opracování	75
Obrázek 27: Tepelné opracování v konvektometru	75
Obrázek 28: Chlazení paštik ve vodě s šupinkovým ledem	75

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Surovinové složení kuřecí játrovky v g	46
Tabulka 2: Průměrné hodnoty tvrdosti vzorků v N	49
Tabulka 3: Průměrné hodnoty pevnosti vzorků v N.mm.....	50
Tabulka 4: Průměrné hodnoty pružnosti vzorků v mm	51
Tabulka 5: Průměrné hodnoty jasů L^* vzorků.....	53
Tabulka 6: Průměrné hodnoty parametru a^* vzorků	54
Tabulka 7: Průměrné hodnoty parametru b^* vzorků	55
Tabulka 8: Naměřené hodnoty tvrdosti vzorků v N	76
Tabulka 9: Naměřené hodnoty pevnosti vzorků v N.mm.....	77
Tabulka 10: Naměřené hodnoty pružnosti vzorků v mm	78
Tabulka 11: Naměřené hodnoty jasů L^* vzorků.....	79
Tabulka 12: Naměřené hodnoty G/R přechodu a^* vzorků	80
Tabulka 13: Naměřené hodnoty B/Y přechodu b^* vzorků.....	81

SEZNAM GRAFŮ

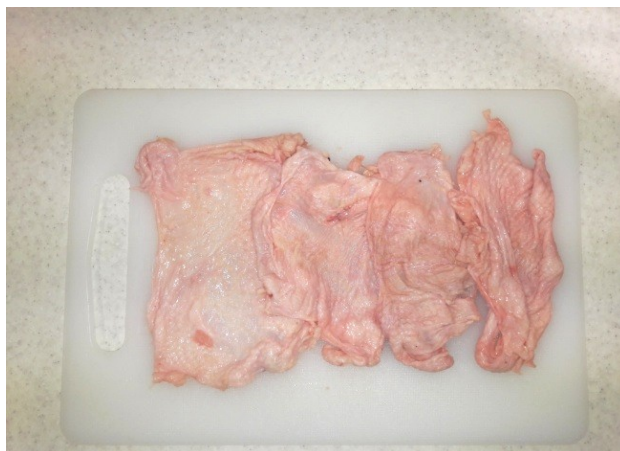
Graf 1: Závislost tvrdosti na množství kolagenu ve vzorku	50
Graf 2: Závislost pevnosti na množství kolagenu ve vzorku	51
Graf 3: Závislost pružnosti na množství kolagenu ve vzorku	52
Graf 4: Závislost jasů L^* na množství kolagenu ve vzorku	53
Graf 5: Závislost parametru a^* na množství kolagenu ve vzorku	54
Graf 6: Závislost parametru b^* na množství kolagenu ve vzorku	55

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Fotodokumentace výroby játrové paštiky	69
Příloha 2: Naměřené hodnoty pro vyhodnocení texturních vlastností vzorků.....	76
Příloha 3: Naměřené hodnoty pro vyhodnocení barvy vzorků	79

PŘÍLOHY

Příloha 1: Fotodokumentace výroby játrové paštiky



Obrázek 8: Kuřecí kůže



Obrázek 9: Kuřecí játra



Obrázek 10: Kuřecí stehenní řízky



Obrázek 11: Předvaření (ztužení) kuřecích kůží



Obrázek 12: Nativní kolagen z kuřecích běháků



Obrázek 13: Kuřecí játra s DSS v kutru



Obrázek 14: Rozmělněná játra s DSS



Obrázek 15: Stehenní řízky s kořenící směsí Játrovka



Obrázek 16: Rozmělněné kuřecí stehenní řízky s kořením



Obrázek 17: Přídavek ztužených kůží



Obrázek 18: Přídavek kolagenu s částí vývaru



Obrázek 19: Promíchané suroviny bez jater



Obrázek 20: Přídavek rozmělněných jater s DSS



Obrázek 21: Promíchané suroviny včetně jater s DSS



Obrázek 22: Přídavek škrobu



Obrázek 23: Hotové masné dílo



Obrázek 24: Plnění paštik



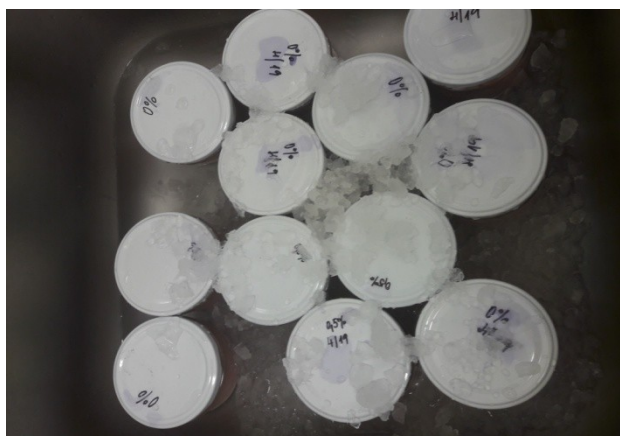
Obrázek 25: Odstranění vzduchu z díla – vakuová balička



Obrázek 26: Měření teploty při tepelném opracování



Obrázek 27: Tepelné opracování v konvektomatu



Obrázek 28: Chlazení paštik ve vodě s šupinkovým ledem

Příloha 2: Naměřené hodnoty pro vyhodnocení texturních vlastností vzorků

Tabulka 8: Naměřené hodnoty tvrdosti vzorků v N

Měření/ Vzorek	1	2	3	4
1	2,381	2,266	2,100	1,970
2	2,347	2,769	2,092	2,053
3	2,235	1,953	1,927	1,932
4	2,065	2,407	2,029	1,873
5	1,992	2,665	1,949	1,947
6	2,199	2,481	1,994	2,024
7	1,979	2,689	1,797	1,838
8	2,031	2,459	1,680	1,856
9	1,821	2,257	1,873	1,832
10	1,812	2,489	1,910	1,843
11	2,019	2,456	1,864	1,594
12	2,032	2,674	2,021	1,778
Průměrná hodnota:	2,076	2,464	1,936	1,878
Směrodatná odchylka:	0,175	0,219	0,117	0,117

Tabulka 9: Naměřené hodnoty pevnosti vzorků v N.mm

Měření/ Vzorek	1	2	3	4
1	20,054	19,838	18,140	16,237
2	19,443	22,331	15,080	17,783
3	20,268	17,369	13,762	11,799
4	17,483	19,806	16,991	16,279
5	17,846	22,213	16,104	17,026
6	19,296	20,393	17,024	16,428
7	17,547	22,437	14,906	14,533
8	18,377	20,019	13,149	15,308
9	15,619	20,382	16,192	12,629
10	12,616	21,015	15,955	13,019
11	16,995	20,732	15,131	12,430
12	17,097	20,348	17,929	14,778
Průměrná hodnota:	17,720	20,574	15,864	14,854
Směrodatná odchylka:	2,027	1,332	1,475	1,905

Tabulka 10: Naměřené hodnoty pružnosti vzorků v mm

Měření/ Vzorek	1	2	3	4
1	8,427	8,527	8,287	8,757
2	8,402	8,362	8,512	8,802
3	8,422	8,657	8,652	8,412
4	8,427	8,567	8,667	8,547
5	8,422	8,412	8,707	8,562
6	8,292	8,272	8,547	8,402
7	8,497	8,327	8,777	8,687
8	8,432	8,392	8,732	8,642
9	8,392	8,652	8,607	8,502
10	7,942	8,527	8,607	8,467
11	8,247	8,432	8,582	8,787
12	8,437	8,567	8,512	8,527
Průměrná hodnota:	8,362	8,475	8,599	8,591
Směrodatná odchylka:	0,142	0,121	0,124	0,135

Příloha 3: Naměřené hodnoty pro vyhodnocení barvy vzorků

Tabulka 11: Naměřené hodnoty jasu L* vzorků

Měření/ Vzorek	1	2	3	4
1	54,830	56,370	56,510	57,440
2	54,560	56,310	55,210	57,260
3	54,810	56,490	55,180	57,500
4	54,620	55,910	56,960	57,210
5	54,910	56,420	56,070	57,330
6	55,100	55,860	56,860	57,920
7	56,190	56,280	56,490	57,360
8	54,850	55,870	56,740	57,790
9	56,100	55,410	55,100	57,450
10	54,260	55,920	56,240	56,890
11	55,600	55,960	56,210	57,480
12	55,210	55,950	55,850	57,830
Průměrná hodnota:	55,087	56,063	56,118	57,455
Směrodatná odchylka:	0,572	0,301	0,631	0,276

Tabulka 12: Naměřené hodnoty G/R přechodu a* vzorků

Měření/ Vzorek	1	2	3	4
1	14,470	14,710	14,400	14,630
2	14,020	13,590	13,500	14,530
3	13,650	13,580	13,900	13,690
4	14,130	14,870	13,460	13,530
5	13,560	14,420	13,580	13,720
6	14,870	14,470	14,520	14,550
7	14,330	14,260	14,950	14,710
8	14,300	14,910	14,850	14,730
9	14,790	14,500	14,620	13,960
10	14,870	14,320	13,230	13,670
11	14,880	13,560	14,990	13,610
12	14,870	14,640	14,020	14,230
Průměrná hodnota:	14,395	14,319	14,168	14,130
Směrodatná odchylka:	0,461	0,468	0,606	0,459

Tabulka 13: Naměřené hodnoty B/Y přechodu b* vzorků

Měření/ Vzorek	1	2	3	4
1	19,120	18,310	18,230	18,600
2	19,250	18,530	18,330	18,650
3	19,440	18,230	18,550	18,530
4	19,330	18,340	18,310	18,350
5	19,550	18,460	18,760	18,670
6	19,340	18,130	18,670	18,450
7	18,160	18,470	18,590	18,670
8	19,330	18,520	18,260	18,320
9	18,410	18,500	18,130	18,450
10	18,620	18,320	18,470	18,140
11	18,610	18,960	18,350	18,570
12	18,240	18,260	18,470	18,720
Průměrná hodnota:	18,950	18,419	18,427	18,510
Směrodatná odchylka:	0,483	0,204	0,182	0,167