

Aplikace kolagenu do tepelně opracovaných masných výrobků

Bc. Markéta Pirunčíková

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Markéta Pirunčíková
Osobní číslo:	T18387
Studijní program:	N2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor:	Technologie potravin
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Aplikace kolagenu do tepelně opracovaných masných výrobků

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Provedte charakterizace masa, vedlejších jatečných produktů, masných výrobků a kolagenu.
2. Následně ověřte možnosti aplikace kolagenu v masných výrobcích.

II. Praktická část

1. Připravte modelové vzorky, které budou podrobeny následným analýzám, hodnocení a diskuzi výsledků.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] HEINZ, G., HAUTZINGER, P., 2007. Meat processing technology. Food and agriculture organization of the united nations regional office for Asia and the Pacific, Bangkok. ISBN 978-974-7946-99-4.
- [2] PETERKOVÁ, P., LAPČÍK, L., 2000. Collagen – Properties, Modifications and Ap-plications. Chemické listy. 94(6), 371-379. ISSN 1213-7103.
- [3] SALÁKOVÁ, A., 2012. Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products. Brno, s. 1 – 11.
- [4] COMPOSITION OF MEAT, 2015. Animal Production and Health. Rome: FAO, March, 2015.
- [5] OECHSLE, A. M., AKGÜN, D., KRAUSE, F., MAIER, CH., GIBIS, M., KOHLUS, R., WEISS, J. Microstructure and physical?chemical properties of chicken collagen. Food Structure. 2016, 7, 29-37. DOI: 10.1016/j.foostr.2016.02.001. ISSN 22133291.

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

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá aplikací kolagenu do tepelně opracovaných masných výrobků, kterým byla zvolena kuřecí játrová paštika. V teoretické části práce jsou popsány základní vlastnosti masa, dále masné výrobky, kolagen a želatina. V praktické části jsou testovány komerční kolagenní přípravky ScanGel a VeproGel v kuřecích paštikách ve vztahu ke drůbežímu kolagenu získaného ze slepičích a kuřecích běháků. Jednotlivé vzorky jsou testovány pomocí instrumentálních metod za účelem zjištění texturních a barevných vlastností během doby skladování.

Klíčová slova: kolagen, želatina, kuřecí játrová paštika, textura, barva

ABSTRACT

This master thesis deals with the application of collagen to heat treated meat products, which is chicken liver pate. The theoretical part describes the basic properties of meat, meat products, collagen and gelatine. In the practical part, the commercial collagen products ScanGel and VeproGel are tested in chicken pates in relation to poultry collagen obtained from chicken feet. Individual samples are tested using instrumental methods to determine the textural and color properties during the storage period.

Keywords: collagen, gelatine, chicken liver pate, texture, color

Velmi děkuji vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za jeho vedení, pomoc, rady, ochotu, zkušenosti, čas, který mi během zpracovávání věnoval a za skvělou spolupráci, za kterou jsem velmi vděčná. Rovněž děkuji panu Ing. Richardosovi Nikolaosovi Salekovi, Ph.D. za cenné rady během vyhodnocování experimentálních dat textury. Velké poděkování také patří Ústavu technologie potravin, kde jsem se po celou dobu zpracování diplomové práce cítila velmi příjemně.

Dále bych chtěla poděkovat mé rodině, která mě po celou dobu studia na vysoké škole podporovala a věřila ve mě.

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

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 MASO	10
1.1 CHARAKTERIZACE MASA.....	10
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA.....	10
1.2.1 Voda.....	10
1.2.2 Bílkoviny.....	10
1.2.3 Lipidy.....	11
1.2.4 Minerální látky a vitaminy.....	12
1.3 VLASTNOSTI MASA.....	12
1.3.1 Barva.....	12
1.3.2 Vaznost.....	13
1.3.3 Křehkost masa.....	14
1.3.4 Vady masa – DFD a PSE.....	14
1.4 HODNOCENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ.....	16
1.5 BARVA MASNÝCH VÝROBKŮ.....	19
1.5.1 Systém Munsell.....	19
1.5.2 Systém CIE LAB.....	20
1.5.3 Ostatní barevné modely.....	21
2 VEDLEJŠÍ JATEČNÉ PRODUKTY	23
2.1 DROBY.....	23
2.2 KREV.....	23
2.3 KŮŽE.....	23
2.4 TUKOVÁ TKÁŇ.....	24
2.5 STŘEVA.....	24
2.6 OSTATNÍ.....	24
3 MASNÉ VÝROBKY	25
3.1 TEPELNĚ OPRACOVANÉ MASNÉ VÝROBKY.....	25
3.2 TEPELNĚ NEOPRACOVANÉ MASNÉ VÝROBKY.....	26
3.3 TRVANLIVÉ MASNÉ VÝROBKY.....	26
3.3.1 Trvanlivé tepelně opracované masné výrobky.....	26
3.3.2 Trvanlivé fermentované masné výrobky.....	26
3.3.3 Polokonzervy a konzervy.....	27
4 KOLAGEN	29
4.1 STRUKTURA A SLOŽENÍ KOLAGENU.....	29
4.2 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI KOLAGENU.....	30
4.2.1 Bobtnání.....	30
4.2.2 Denaturace a renaturace.....	31
4.2.3 Hydratace.....	31
4.2.4 Pevnost gelu.....	31
4.2.5 Přeměna na želatínu.....	31

4.3	DRUHY KOLAGENU.....	32
4.3.1	Kolagen typu I.....	32
4.3.2	Kolagen typu II	32
4.3.3	Kolagen typu III	32
4.4	ŽELATINA.....	33
4.5	ZÍSKÁVÁNÍ ŽELATINY Z KOLAGENU.....	34
4.6	VYUŽITÍ KOLAGENU A ŽELATINY.....	35
4.7	DRŮBEŽÍ KOLAGEN	37
II	PRAKTICKÁ ČÁST	38
5	CÍL PRÁCE	39
6	METODIKA PRÁCE.....	40
6.1	MATERIÁL A METODY	40
6.1.1	Výchozí suroviny pro přípravu kuřecích játrovek	40
6.1.2	Přístroje a pomůcky.....	40
6.2	VÝROBA EXPERIMENTÁLNÍCH VZORKŮ	40
6.2.1	Postup přípravy experimentálních vzorků	42
6.3	MĚŘENÍ TEXTURY VZORKŮ	43
6.4	MĚŘENÍ BARVY VZORKŮ	45
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	46
7.1	VYHODNOCENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ JÁTROVÝCH PAŠTIK	46
7.1.1	Tvrdost	46
7.1.2	Pevnost gelu	48
7.1.3	Pružnost.....	50
7.2	VYHODNOCENÍ BAREVNÝCH VLASTNOSTÍ JÁTROVÝCH PAŠTIK.....	52
7.2.1	Jas L*	52
7.2.2	Přechod mezi zelenou a červenou barvou – a*	54
7.2.3	Přechod mezi žlutou a modrou barvou – b*.....	56
	ZÁVĚR	59
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	74

ÚVOD

Kolagen je vláknitá ve vodě nerozpustná bílkovina, která je rozšířena v celé říši živých organismů s výjimkou jednobuněčných. Tvoří základní stavební hmotu pojivových tkání a tvoří tak 25 – 30 % všech proteinů v těle savců. Je hlavní složkou kůže, kostí, chrupavek a šlach, rovněž je i významnou součástí cévních stěn a membrán. Hydrolyzou kolagenu vzniká želatina, která je velmi rozšířena v potravinářském průmyslu. Želatina je lehce stravitelná bílkovina skládající se z aminokyselin, z nichž nejvíce zastoupená je glycin, prolin a hydroxyprolin. Želatina je potravina živočišného původu a z tohoto důvodu je pod přísnou kontrolou kvality.

Zdroje kolagenu jsou téměř neomezené. Nejčastěji se využívají vepřové a hovězí kůže, kdy vepřové převažují nad hovězími. Ovšem použití vepřového a hovězího kolagenu má i svá omezení (např. náboženská). Proto je snaha získávat kolagen i z jiných zdrojů, například z drůbeže či ryb, které slouží jako alternativy k hovězímu a vepřovému kolagenu. Během jatečného opracování drůbeže vzniká řada vedlejších jatečných produktů. Některé tyto produkty mohou být nabízeny v tržní síti spotřebitelům (např. žaludky či játra), jiné produkty jsou však nevhodné pro přímou výživu lidí. Mezi tyto produkty patří právě drůbeží běháky, které jsou velmi bohaté na kolagen. Ve snaze zmírnit množství odpadů, které by se za jiných okolností musely zpracovávat v kafilériích, se pomocí vhodných metod extrahuje kolagen z těchto běháků za účelem jeho využití v potravinářském průmyslu.

Cílem této diplomové práce je vytvořit modelové vzorky paštik obsahující právě tento kolagen z drůbežích běháků a srovnat jejich vlastnosti s komerčními kolagenními přípravky. Rovněž jsou parametry vyhodnocovány v závislosti na době skladování játrových paštik. Použitý kolagen z drůbežích běháků, respektive z kuřecích a slepičích běháků, pochází z nově patentované metody získávání kolagenu enzymatickou metodou na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MASO

Maso se řadí mezi oblíbené složky naší stravy a je její součástí již více než 1 milion let. Oblíbeným se stalo pro své sensorické a nutriční vlastnosti, jako je obsah plnohodnotných bílkovin, vitaminů a minerálních látek. Maso je konzumováno v různých formách a pochází z různých živočišných druhů. [1,2]

1.1 Charakterizace masa

Jako maso jsou definovány všechny části těl živočichů, ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu určené k lidské výživě. Mezi maso se řadí i živočišné tuky, krev či droby, ale také masné výrobky. Maso se rozděluje na maso červené a maso bílé. Mezi červené druhy řadíme maso hovězí, vepřové, telecí, ovčí, kozí a mezi bílé druhy řadíme maso drůbeží a rybí. [1,2]

Nejběžnějšími zdroji masa jsou domestikované druhy zvířat, jako je skot, prasata a drůbež. V menší míře je pak využíváno maso buvolů, ovcí a koz. V některých regionech se jako maso konzumují i jiné živočišné druhy, jako jsou velbloudi, jaci, koně či pštrosi a zvěřina. Využívání a konzumace různých druhů zvířat je závislé na kulturních preferencích a náboženských vyznáních. [3]

1.2 Chemické složení masa

1.2.1 Voda

Obsah vody v mase kolísá v závislosti na anatomickém původu, druhu, plemeni, stáří, krmivu apod. Obecně se obsah vody pohybuje v rozmezí od 46 do 78 %. Existují tři formy výskytu vody v mase. Strukturální (vázaná) voda se nachází v globulárních proteinech a je vázána pomocí vodíkových iontů. Povrchová (hydratační) voda vytváří vrstvy na povrchu biopolymerů. Největší podíl představuje voda volná, která je v mase držena pomocí kapilárních sil a nachází v myofibrilách mezi tenkými a tlustými filamenti. [4]

1.2.2 Bílkoviny

Z nutričního hlediska jsou nejcennější složkou masa bílkoviny. V libovém mase se nachází přibližně 20 % bílkovin. Obsah proteinů je podobný pro maso vepřové, hovězí a drůbeží, ale značné rozdíly lze zaznamenat u jednotlivých svalů (anatomických částí). Mezi nejbohatší

části vepřového masa patří kýta (ořech), naopak mezi části s nižším obsahem bílkovin lze zařadit například zadní koleno. [1,4]

Proteiny masa jsou velmi dobře stravitelné a obsahují esenciální aminokyseliny, zejména leucin. Bílkoviny přítomné v mase lze dle rozpustnosti ve vodě a solných roztocích rozdělit do tří skupin:

- myofibrilární bílkoviny – tvoří 50 až 53 % bílkovin. Jsou rozpustné v solných roztocích. Do této skupiny se řadí vláknité proteiny – aktin a myosin – tvoří základní strukturu, regulační proteiny – tropomyosin a troponin a strukturální proteiny – nebulin, desmin, vimentin a synemin. Zvlášť důležitý význam mají bílkoviny aktin a myosin, které se při posmrtných změnách spojují za vzniku aktomyosinu;
- sarkoplazmatické bílkoviny – tvoří 30 až 34 % bílkovin. Jedná se o globulární proteiny, které jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích. Z technologického hlediska mají největší význam hemová barviva – myoglobin a hemoglobin;
- stromatické bílkoviny – tvoří 10 až 15 % bílkovin. Tyto bílkoviny vytvářejí intramuskulární pojivovou tkáň a nejsou rozpustné ve vodě ani solných roztocích. Nejdůležitějším zástupcem je kolagen, který vlivem záhřevu bobtná a přechází na želatinu. [1,4]

1.2.3 Lipidy

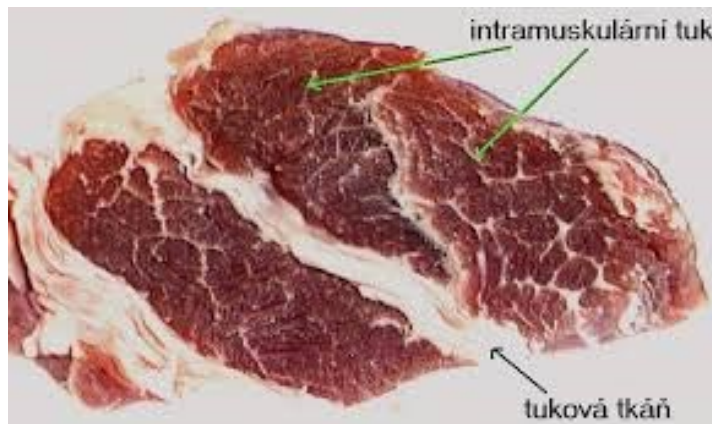
Lipidy jsou nejkoncentrovanějším zdrojem energie z potravy a jsou nezbytné pro zdraví. Jsou nositelé vitaminů rozpustných v tucích a některých esenciálních mastných kyselin. [5]

V mase jsou lipidy z největší části zastoupeny jako tuky (triacylglyceroly), dále pak fosfolipidy a doprovodné látky. Obsahují cenné nenasycené mastné kyseliny. Význam tuku v mase spočívá zejména z hlediska sensorického, neboť je nosičem řady aromatických látek a je také důležitý pro vitaminy rozpustné v tucích. Velmi libové maso může obsahovat pouze 1 g tuku / 100 g masa, avšak optimální hodnota tuku v závislosti na spokojenosti konzumenta je v rozmezí 4 – 7 g tuku / 100 g masa. [1,6]

Lipidy se v mase vyskytují jednak přímo ve svalovině nebo v tukové tkáni. Tuk ve svalovině se označuje jako tuk intramuskulární, zatímco tuk v tkáni se označuje jako tuk zásobní. Základní rozdíl mezi intramuskulárním tukem a tukovou tkání je znázorněn na obrázku 1.

Ze sensorického hlediska je významný zejména tuk intramuskulární, který je zodpovědný za chutnost masa a jeho křehnutí. Lze ho poznat podle charakteristické kresby na řezu masa.

[1]



Obr. 1. Tuk ve svalovině [7]

1.2.4 Minerální látky a vitaminy

Z minerálních látek je důležitý zejména hořčík, vápník a železo. Vápník hraje roli při svalové kontrakci a účastní se reakcí srážení krve. Mimo jiné je vápník taky významná strukturální složka kostí. Železo obsažené v maso je velmi dobře vstřebatelné a maso tak představuje hlavní zdroj železa v naší stravě. Je obsaženo v hemoglobinu a myoglobinu. Maso obsahuje tak významné množství mědi. [1,8]

Maso je výborným zdrojem vitaminů skupiny B. Kryje téměř $\frac{1}{4}$ celkového příjmu vitaminu B1 (thiaminu) a vitaminu B2 (riboflavinu). Významný je také obsah vitaminu B3 (niacinu) a vitaminu B12 (kobalaminu). Tepelné ošetření masa způsobuje úbytek obsahu některých vitaminů. Za nejstabilnější vitamin se považuje vitamin B3 (niacin). [8]

1.3 Vlastnosti masa

Mezi nejvýznamnější vlastnosti masa se řadí barva, vaznost, křehkost a chutnost. [1]

1.3.1 Barva

Barva je důležitý, velmi nápadný znak, na základě, kterého spotřebitel posuzuje kvalitu masa a masných výrobků. Charakteristické červené zbarvení masa je způsobeno hemovými barvivy – hemoglobinem a myoglobinem. Tyto barviva se skládají z nosiče, který se nazývá globin a z barviva, který se nazývá hem (obsahuje atom dvojmocného železa). Obsah hemových barviv v maso se pohybuje v rozmezí 100 – 1000 mg / kg. [1]

Barevným pigmentem svalové tkáně je myoglobin, zatímco hemoglobin je barevný pigment krve. Hladina hemoglobinu v krvi závisí z velké části na stupni vykrvení během procesu porážky. Barva syrového masa je tvořena přibližně z 90 – 95 % myoglobinu a kolem 2 – 5 % hemoglobinu. Molekulová hmotnost hemoglobinu je 65 000 Da a myoglobinu asi 17 000 Da. Myoglobin je tedy přibližně čtyřikrát menší než hemoglobin. [5]

Přítomný atom železa je zodpovědný za změny barvy masa. Pokud se na železo, jako ligand naváže molekulární kyslík, vzniká rumělkově červený oxymyoglobin. Dochází k tomu v případě vyššího parciálního tlaku kyslíku. V opačném případě, při sníženém parciálním tlaku převládne oxidace železa na jeho trojmocnou formu a dojde ke změně myoglobinu na hnědo – červený metmyoglobin (viz obrázek 2). Hnědá barva vařeného masa je způsobena denaturovaným hemichromem. Červená barva je stabilnější při nižších teplotách, protože rychlost oxidace pigmentu klesá. [1,9]



Obr. 2. Barevné variace myoglobinu [9]

Koncentrace pigmentu v maso je ovlivněna mnoha faktory:

- druh zvířete – hovězí maso obsahuje podstatně více myoglobinu než maso vepřové;
- plemeno;
- věk – koncentrace pigmentu se s věkem zvířete zvyšuje;
- sval – sval, který vykonává více práce, obsahuje více myoglobinu. [9]

1.3.2 Vaznost

Vaznost je schopnost masa vázat neboli poutat vodu. Tato vlastnost je důležitá jak z hlediska sensorického, tak i technologického a výživového. Maso, které je schopné poutat vodu, je šťavnaté a má plnou chuť, naopak maso, které vodu ztrácí, působí nevzhledně a při tepelné úpravě se ztrácí nejen voda, ale i látky v ní rozpuštěné (vitaminy, rozpustné bílkoviny, minerální látky). [10]

Z technologického hlediska se voda rozlišuje na vodu volnou a vodu vázanou. Rozdělení vyplývá z toho, zda voda volně z masa vytéká, či nikoli. Vaznost je ovlivněna řadou faktorů, mezi které patří zejména pH, obsah solí, stupeň dezintegrace vláken a také průběh posmrtných změn v mase. Řadu faktorů lze ovlivnit a docílit tak žádoucí vaznosti. [1]

Pro získání dobrých výtěžků při technologickém zpracování, jako je například vaření, musí být kapacita zadržování vody vysoká (s výjimkou fermentovaných nebo sušených masných výrobků). Schopnost vázat vodu se výrazně liší mezi jednotlivými svaly a mezi jednotlivými živočišnými druhy. Největší kapacitu zadržovat vodu má maso hovězí, poté maso vepřové, a nakonec maso drůbeží. [11]

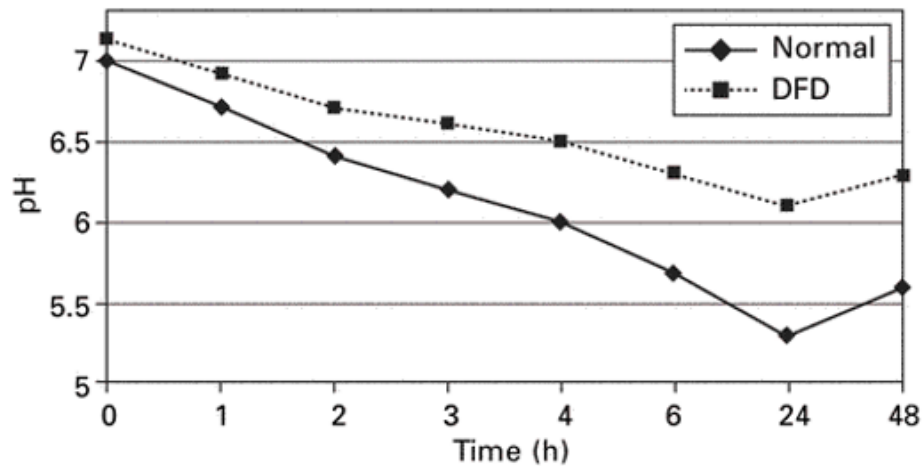
1.3.3 Křehkost masa

Křehkost masa je velice důležitá z pohledu příjemné chuti při jeho konzumaci. Je dána jednak řadou intravitálních vlivů, jako je druh zvířete, tělesná partie či věk a pohlaví, ale také podílem jednotlivých tkání (šlach a vaziv) a obsahem intramuskulárního tuku. Maso, které obsahuje více tuku, bývá křehčí. Jedním z dalších významných vlivů ovlivňující křehkost masa je jeho zrání. Pro dosažení požadované křehkosti je nutno nechat maso dostatečně dlouho dobu zrát, aby se uvolnila posmrtná ztuhlost. Maso mladších zvířat je křehčí, stejně tak maso samic a maso z částí, kde je méně pojivových tkání. Křehkost masa lze hodnotit senzoricky nebo objektivně jako sílu ve stříhu. [1,10]

1.3.4 Vady masa – DFD a PSE

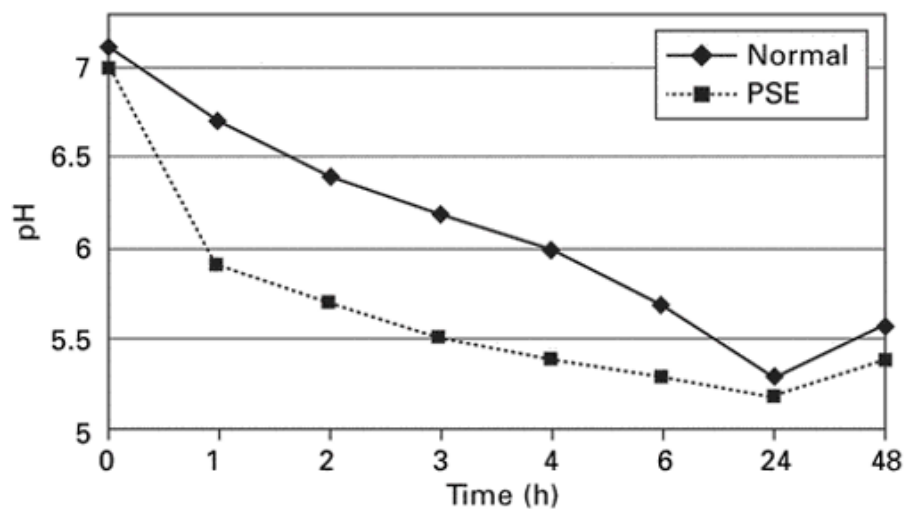
Téměř se všemi výše zmíněnými vlastnostmi masa souvisí jeho dvě základní vady – tzv. DFD a PSE maso.

DFD maso je označováno jako tmavé (dark), tuhé (firm) a suché (dry). Má vysoké pH a velmi málo do něj proniká kyslík, proto je vrstva oxymyoglobinu tenká. Tato vada je spojena s dlouhodobým stresem a vyčerpání zvířat před porážkou, který vede k vyčerpání zásob glykogenu, což omezuje tvorbu kyseliny mléčné v posmrtných změnách a v důsledku toho pH svalu dostatečně neklesá, jak je vidno na obrázku 3. Maso s vysokým pH se rychleji kazí a zahrnuje vady spojené s barvou, křehkostí, šřavnatostí a chutí masa. [9,12]



Obr. 3. Graf poklesu pH DFD masa [5]

PSE maso je označováno jako bledé (pale), měkké (soft), vodnaté (exudative). Tato vada se projevuje převážně u masa vepřového. Ve svalu dochází po porážce k extrémně rychlé glykogenolýze a k hromadění kyseliny mléčné, což způsobuje značný pokles pH v ještě teplém svalu, který lze pozorovat na obrázku 4. Současně také dochází k denuraci některých bílkovin a k porušení struktury svalových vláken a uvolňuje se voda, mění se barva a konzistence. Vznik PSE masa obvykle způsobuje stres zvířat před porážkou. [13]

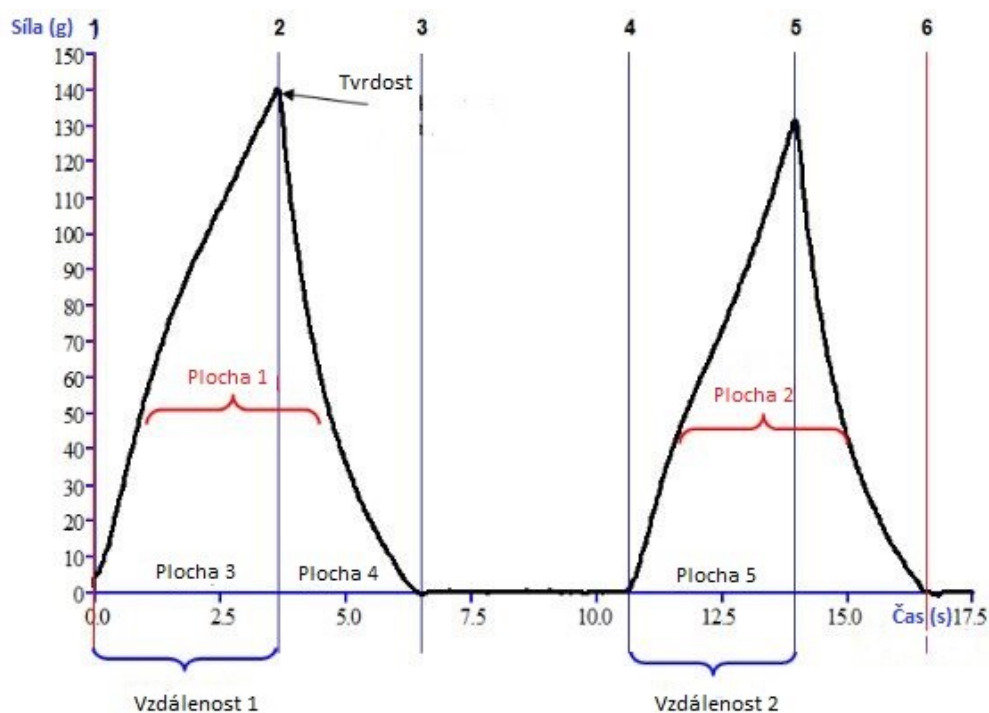


Obr. 4. Graf poklesu pH PSE masa [5]

1.4 Hodnocení texturních vlastností

Textura je jedním z nejdůležitějších aspektů kvality masných výrobků spolu s barvou a chutí výrobku. Z texturních charakteristik je nejčastěji posuzována tvrdost, soudržnost a šťavnatost. Textura bývá hodnocena různými metodami, které lze rozdělit do tří základních skupin: instrumentální, sensorické a nepřímé metody, které jsou založeny například na stanovení obsahu kolagenu v mase. Nejpoužívanějšími metodami jsou metody instrumentální. Většina z nich je založena na mechanických zkouškách, při kterých se měří odpor, který potravina představuje vůči silám, které jsou větší než gravitace. Textura je měřena silou nebo energií vynaloženou na řezání nebo stlačení vzorku masa či masného výrobku. Nejběžnějšími způsoby hodnocení textury je analýza profilu textury a Warner-Bratzlerův test. [14]

Analýza profilu textury (TPA) napodobuje podmínky, kterým je jídlo vystaveno v ústech, respektive žvýkání a je často nazýván testem dvou kousnutí. Zkouška se skládá ze dvou cyklů, kdy v prvním cyklu dojde ke stlačení vzorku (první žvýknutí). Po stlačení se měřicí píst vrátí, následuje krátká prodleva a poté dojde k druhému stlačení (druhé žvýknutí). Pro samotné stlačení se používají písty různých velikostí a pro každý píst platí, že musí být větší než stlačovaný vzorek, zatímco samotný vzorek by měl mít rovný a hladký povrch, aby styčná plocha mezi vzorkem a pístem byla co největší. [14,15,16]



Obr. 5. Graf analýzy profilu textury [17]

Výsledkem měření je křivka – graf závislosti působící síly na deformaci měřeného vzorku, znázorňující obrázek 5. Měření udává základní parametry analýzy, jako je:

- tvrdost – maximální síla působící při prvním stlačení vzorku, tvrdost nemusí nastat v místě nejhlubší komprese, ačkoli to obvykle platí pro většinu produktů;
- adheze – síla, která je zapotřebí k odtržení povrchu sondy od povrchu měřeného vzorku, běžně bývá označována také jako přilnavost;
- pružnost – definovaná jako deformační délka v mm druhého stlačení dělená výškou vzorku, je měřena několika způsoby, nejčastěji však vzdáleností zjištěné výšky během druhé komprese děleno původní kompresní vzdáleností (na obrázku 5 se jedná o poměr vzdálenosti 2 a vzdálenosti 1);
- soudržnost – poměr energie potřebné pro druhé stlačení a energie potřebné k prvnímu stlačení vzorku (na obrázku 5 se jedná o poměr plochy 2 ku ploše 1), neboli soudržnost je to, jak dobře produkt odolává druhé deformaci vzhledem k jeho odporu při první deformaci;
- gumovitost – vyhodnocuje se u výrobků s polotuhou konzistencí, které jsou charakteristické nízkým stupněm tvrdosti a vysokým stupněm soudržnosti, jedná se o součin tvrdosti a soudržnosti;
- žvýkání – vztahuje se pouze na tuhé produkty a jedná se o součin tvrdosti, soudržnosti a pružnosti. [14,17]

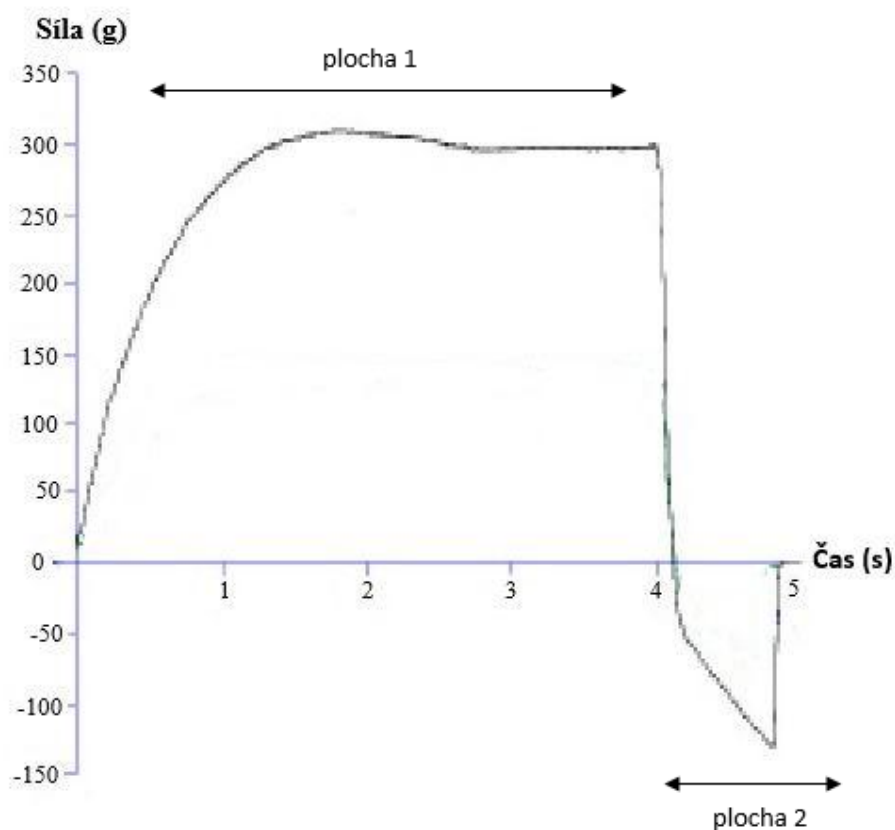
Warner-Bratzlerův test umožňuje určit chování potraviny během prvního kousnutí v ústech. Test je založen na řezu potraviny speciálním nožem až do úplného přetržení. Vzorek je nutno umístit tak, aby řez proběhl kolmě na svalová vlákna potraviny. U této metody je měřena síla (N) v závislosti na posunutí nože (mm) a tlak potřebný k přetržení vzorku (MPa). Výsledkem měření je tvrdost vzorku. [14]

Penetrometrie je metoda založena na principu pronikání vhodné sondy do potraviny. V některé literatuře se lze setkat s názvem punkční test. Je to nejstarší způsob měření textury, při kterém se měří síla potřebná k proniknutí sondy do určité hloubky potraviny, nebo hloubka vpichu sondy ve stanoveném čase. Průběh měření je zaznamenáván do grafu, který je znázorněn níže (obrázek 6). Čím větší je síla, kterou je potřeba vynaložit, nebo čím menší je penetrační hloubka, tím více je masný výrobek odolnější. Velmi často se metoda penetrometrie používá pro stanovení tuhosti gelů. [14,16]

Měření textury potraviny metodou penetrometrie bývá provedeno celou škálou sond různých velikostí a průměrů, jejichž základní rozdělení je do tří skupin:

- válcové sondy se používají ke stanovení tvrdosti vzorku a liší se průměrem;
- kuželové sondy se využívají pro imitaci roztírání pomazánek;
- sondy ve tvaru koule napodobují vlačování palce do vzorku potraviny. [15]

Kromě výše uvedených a nejčastěji používaných přístrojů pro měření textury potravin se lze setkat také s tzv. mastikometry, které napodobují žvýkání, konzistometry nebo s extruzními přístroji. [14]



Obr. 6. Graf penetrometrického měření [18]

Výše uvedený graf znázorňuje průběh penetrometrického měření. Plocha 1 znázorňuje sílu, kterou je potřeba vynaložit, aby sonda pronikla potravinou. Penetrometrická sonda se pohybuje směrem do vzorku a zaznamenává odpor potraviny. Naproti tomu plocha 2 znázorňuje sílu, se kterou se měřící sonda pohybuje z potraviny směrem ven.

1.5 Barva masných výrobků

Barva masných výrobků je jedna z nejvýznamnějších vlastností, která láká konzumenta ke koupi. Barva masného výrobku je dána koncentrací a oxidačním stupněm myoglobinu. Barva je směs různých vlnových délek a části viditelného spektra, které se odráží od objektu. To, co člověk vnímá, jako barvu závisí na řadě podmínek, kdy jednou z nejvýznamnějších je úhel dopadajícího světla, úhel pozorování, vlastnosti povrchu a vlastnosti pozorovatele, jako je například kvalita zraku a s tím spojený věk. Barva masného výrobku je tak vnímána velmi individuálně. Existuje několik barevných modelů, z nichž mezi nejvýznamnější patří barevný model RGB, systém Munsell, barevný model CMYK nebo barevný prostor CIE LAB. [14,19,20]

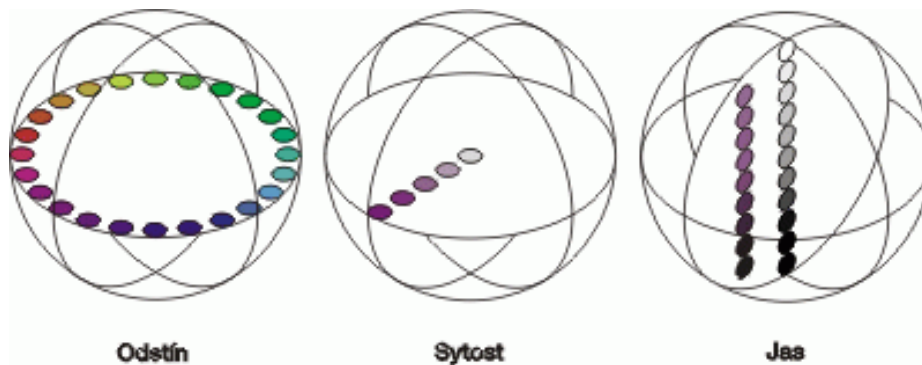
Barva masných výrobků je nejčastěji měřena pomocí kolorimetrů nebo spektrofotometrů. Spektroskopie je metoda založena na interakci elektromagnetického záření se vzorkem. Základním procesem je absorpce určitého množství energie. Spektrofotometr se skládá ze dvou jednotek, kdy jedna produkuje světlo vybrané barvy (vlnové délky) a druhá jednotka se nazývá fotometr pro měření intenzity světla. Osvětlení je většinou poskytnuto monochromatickým světlem. [21]

1.5.1 Systém Munsell

V roce 1905 byl vytvořen systém Munsell třídění barev, který zohledňuje lidské vnímání. Jedná se o nadčasový systém, protože i dnešní systémy popisující barvy vycházejí z podobné koncepce. Tento systém vychází z předpokladu, že barvu můžeme popsat třemi základními vlastnostmi, které jsou rovněž i vyobrazeny graficky na obrázku níže:

- odstín – vlastnost umožňující rozlišit jednu barvu od druhé, například, že se červená liší od modré nebo zelená od žluté. Smísením barev sousedních spekter lze dosáhnout plynulého přechodu, jako například smísení červené a žluté vytvoří barevnou škálu od červené, přes oranžovou až po žlutou. Munsell stanovil také pět základních barev (červená, žlutá, zelená, modrá, fialová), které jsou rovnoměrně rozmístěny po obvodu kruhu a mezi nimi jsou uspořádány barvy složené;
- jas – popisuje vlastnosti barvy ve smyslu tmavá a černá. Nabývá hodnot od 0 (bílá) do 10 (černá);
- sytost – charakterizuje přechod barvy od neutrální šedé po čistý odstín neboli od slabého odstínu po sytý. Sytost se zvětšuje od středu ke kraji kruhu. [19]

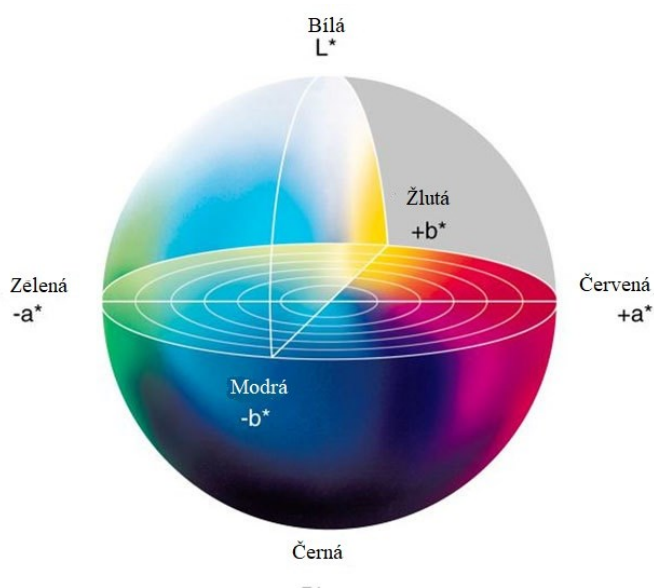
Uspořádání barev v prostoru se říká Munsellův barevný prostor. Jeho výhodou je možnost popsat jakoukoli barvu. Na Munsellově systému je založena řada produktů barevné komunikace nejen v průmyslu, ale také v medicíně. [19]



Obr. 7. Barevný systém Munsell [19]

1.5.2 Systém CIE LAB

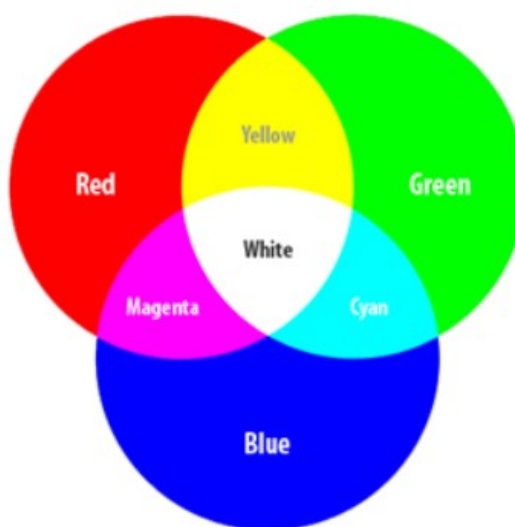
Systém CIE LAB je jedním z nejčastěji používaných barevných prostorů. Byl vytvořen v roce 1976. Barva je definována jako bod v trojrozměrném prostoru ve vztahu k souřadnicím L^* , a^* a b^* . Parametr L^* označuje světlost barvy, leží na vertikální ose a hodnota se pohybuje od 0 (černá) do 100 (bílá). Souřadnice a^* a b^* jsou hodnoty, ze kterých lze určit odstín barvy. a^* je součástí spektra vlnových délek odpovídající barvám od zelené ($-a^*$) po červenou ($+a^*$), b^* pak od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$). Barva nemůže být zároveň zelená a červená, stejně jako zároveň modrá a žlutá. Ve středu kruhu je neutrální oblast. [14]



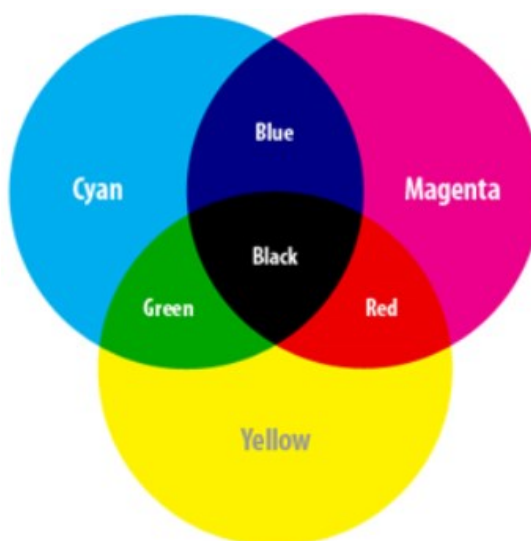
Obr. 8. Barevný systém CIE L^*a^*b [22]

1.5.3 Ostatní barevné modely

Mezi další významné barevné modely patří model RGB (obrázek 9). Jedná se o model vyjadřující červenou (Red), zelenou (Green) a modrou (Blue) barvu. Jedná se o aditivní barevný model, ve kterém se červené, zelené a modré světlo sčítá mnoha způsoby, aby se vytvořila široká škála různých barev. Jejich kombinací lze vytvořit až 16,7 miliónů barev. Většina barevných tiskáren používá barevný model CMYK (obrázek 10). Model CMYK charakterizuje tři základní barvy – azurovou (Cyan), purpurovou (Magenta), žlutou (Yellow) a doplňkovou čtvrtou barvu – klíčovou černou (Key). Důvodem přidávání černé barvy je zejména ekonomická stránka věci, protože dosažení černé barvy mícháním barev ostatních je náročné. Proto se černá barva přidává samostatně. [20]

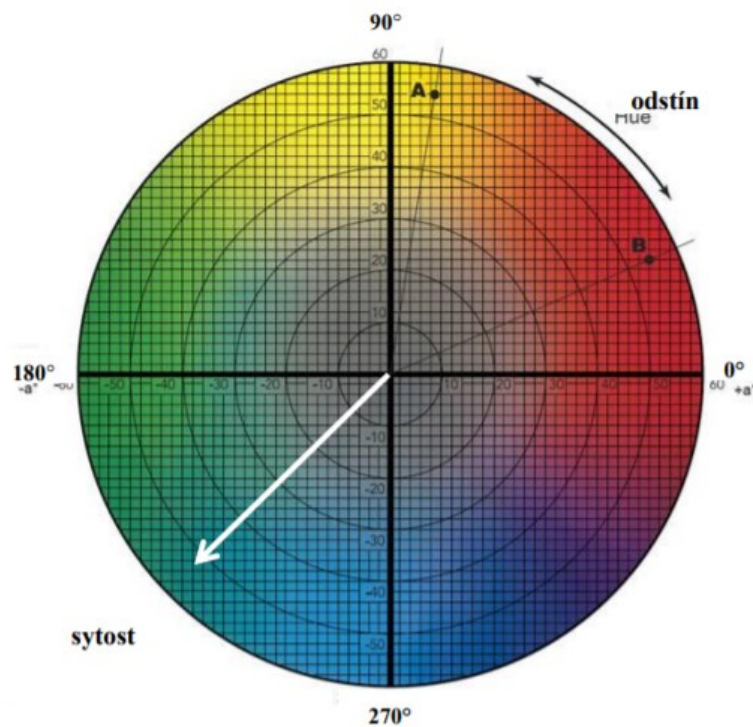


Obr. 9. Barevný model RGB [20]



Obr. 10. Barevný model CMYK [20]

Barevný prostor LCh, rovněž vyobrazený na obrázku 11, zahrnuje cylindrické souřadnice. Parametr L^* představuje hodnotu jasu neboli světlosti. Písmeno C^* pak označuje sytost neboli chroma. Hodnota C^* nabývá ve středu nulových hodnot a je tím vyšší, čím větší je jeho vzdálenost od středu. Parametr h° je odstínový úhel, který je vyjádřen ve stupních. Hodnota 0° pro $+a^*$ představuje červenou, 90° pro $+b^*$ žlutou, dále 180° pro $-a^*$ zelenou a nakonec 270° pro $-b^*$ modrou barvu. [14]



Obr. 11. Barevný prostor LCh [23]

2 VEDLEJŠÍ JATEČNÉ PRODUKTY

Kromě masa se při jatečném opracování zvířat získává řada dalších vedlejších produktů. Mezi tyto produkty se řadí součásti trávicího traktu, droby, tuková tkáň apod. Vedlejší jatečné produkty podléhají rychlejší mikrobiální zkáze ve srovnání se svalovou tkání. Je tomu tak z důvodu vyššího obsahu glykogenu. Nutností je hygienická manipulace a co nejdříve je tepelně opracovat. Výťažnost vedlejších jatečných produktů se pohybuje v rozmezí od 10 – 30 % živé hmotnosti zvířete. [1,2]

2.1 Droby

Za droby považujeme požitelné části jatečných zvířat. Jedná se o části těla, které jsou málo údržné, protože obsahují vyšší obsah vody. Mezi droby lze zařadit játra, srdce, jazyky, žaludky, ledviny apod. Játra jsou velmi dobrým zdrojem vitamínu A, C a D, vitamínů skupiny B a zdrojem živin, zejména železa a mědi. Jazyky bývají poměrně tvrdé a vyžadují dlouhodobé vaření. Vařené jazyky se podávají jako tenké plátky a jsou zdrojem vitamínu B12. Srdce obsahují velké množství železa a jsou dobrým zdrojem selenu, zinku a fosforu. Ledviny mají vysoký obsah bílkovin a obsahují riboflavin a niacin. [1,2,8]

2.2 Krev

Krev se těžší při porážce zvířat a pro potravinářské účely ji lze využít pouze za předpokladu hygienického získávání, neboť je vhodným médiem pro růst mikroorganismů. Ihned po odběru je nutné zamezit srážení krve, např. defibrinací (mechanické odstranění fibrinu z krve). Krev se využívá do masných výrobků, jako jsou jelita nebo tlačanky. Její obsah bývá omezen na 0,5 – 2 %, protože vyšší obsah má negativní vliv na barvu a chuť. Mimo to se také využívá krevní plazma jako stabilizátor masných výrobků. Krev je bohatým zdrojem bílkovin, zejména hemoglobinu, který obsahuje železo. [1,2]

2.3 Kůže

Vytěžené kůže se využívají pro kožedělný průmysl i pro masnou výrobu. Z hovězích kůží se vyrábějí klihovková střeva, které slouží jako technologický obal masných výrobků. Vepřové kůže se zpracovávají do masných výrobků po rozmělnění a další úpravě. Vepřové kůže se získávají na bourárně pomocí speciálních „stahovaček“ a mají významný obsah kolagenu. Slouží jako surovina pro výrobu želatiny. Jejich význam spočívá zejména

ve zlepšení pevnosti masného výrobku a na druhou stranu se zvyšuje obsah kolagenu ve výrobku. [1,8]

2.4 Tuková tkáň

Mezi tukovou tkáň patří hovězí lůj a vepřové nebo drůbeží sádlo. Mohou se využít pro potravinářské účely nebo jako surovina pro tukový průmysl. V potravinářství se využívá zejména v masné výrobě pro výrobu slanin, je součástí receptury zejména fermentovaných salámů či jako vložka do salámů. Tuk z tukové tkáně se získává škvařením. Tuková tkáň je většinou bezbarvá, ale někdy může vykazovat zbarvení do žluta. Tuk z hovězího dobytka, který je krmený čerstvou trávou obsahující karoten často vykazuje žlutý nádech. Tuk je vynikajícím rozpouštědlem pro nespočet dalších chuťových a aromatických složek. Mastné kyseliny, jako je například kyselina olejová, příznivě ovlivňují chuť tuku, zatímco kyselina stearová a linolenová mají negativní vliv na chuť tuku. [1,5]

2.5 Střeva

Střeva se využívají již po stovky let jako technologický obal masných výrobků. K výhodám střev patří jejich propustnost pro vodu a kouř a schopnost přesně zkopírovat povrch masného výrobku (tzn. smrštitelnost). Nevýhodou střev je pak vyšší cena. Po procesu porážky se střeva omyjí, odstraní se sliznice a konzervují se pomocí chloridu sodného o koncentraci 40 – 50 %. Poté se uchovávají za chladírenských podmínek při teplotách do + 4 °C. [8]

2.6 Ostatní

Mezi ostatní konzumované vedlejší produkty lze zařadit běžně využívané vepřové mozky. Mozek skotu patří mezi rizikové části a je zakázán z důvodu jeho vztahu k bovinní spongiformní encefalopatii. Mozky jiných zvířat jsou sice jedlé, ale velmi rychle se kazící části. Některé vedlejší produkty živočišného původu jsou také důležité pro vývoj moderních humánních léčivých přípravků. Žlázy získané při porážce (nadledviny, štítná žláza, brzlík, slinivka, ...) poskytují mnoho hormonů a enzymů používaných v lékařské oblasti. Mezi léky, které mohou být získané právě z těchto žláz, se řadí epinefrin, inzulin, trypsin, parathormon, tyroxin a plno dalších. [24,25]

3 MASNÉ VÝROBKY

Pod pojmem masné výrobky se rozumí výrobky technologicky opracované obsahující převážně základní surovinu maso. Sortiment masných výrobků je jak u nás, tak ve světě obrovský a neustále se rozšiřuje. Největší výhodou masných výrobků je jejich lepší údržnost ve srovnání s čerstvým masem. Další výhodou je zpracování odřezků vzniklých při bourání masa. [10]

Masné výrobky mohou být celosvalové (šunky, uzená masa) nebo jemně mělněné (salámy, párky). Směs rozmělněného masa s přísadami, jako je například solicí směs, se označuje jako dílo a tvoří základ masných výrobků. Dílo se skládá ze spojky a vložky. Velmi jemně mělněná část se nazývá spojka a připravuje se z vazného masa, do něhož se vmíchává méně vazné maso. Vložka jsou různě velké kousky masa, sádla a jiných složek, které se vmíchávají do spojky a vytváří tak mozaiku výrobku. [1]

Masné výrobky lze dělit podle nejrůznějších kategorií, zejména podle údržnosti či způsobu zpracování. Dle vyhlášky MZe č. 69 / 2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich se masné výrobky rozdělují do následujících kategorií:

- tepelně opracované masné výrobky;
- tepelně neopracované masné výrobky;
- trvanlivé tepelně opracované masné výrobky;
- trvanlivé fermentované masné výrobky;
- masné polotovary;
- polokonzervy;
- konzervy. [26]

3.1 Tepelně opracované masné výrobky

Dle vyhlášky č. 69 / 2016 Sb. se za tepelně opracovaný masný výrobek považuje výrobek, u kterého bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty + 70 °C s dobou výdrže 10 minut v jádře výrobku. Tyto výrobky se skladují při teplotě do + 5 °C a patří zde tradiční masné výrobky, jako jsou párky, špekáčky, měkké salámy (Točený salám, Junior, Šunkový salám...), dále vařené výrobky jako jsou jitrnice, jelita a tlačanky a také uzená masa či sekaná. [1,26]

Tepelné opracování si klade za cíl jednak devitalizaci nežádoucích bakterií a také přeměnu sensorických vlastností polotovaru ve finální produkt. Působením vysoké teploty nastává denaturace bílkovin a vzniká gel, který ovlivňuje chuť i aroma masných výrobků. Zahříváním se nejprve rozplétá bílkovinná struktura (přeruší se vodíkové vazby) a následně dochází k vzájemné interakci bílkovin spojené s agregací. [8]

3.2 Tepelně neopracované masné výrobky

Dle vyhlášky č. 69 / 2016 Sb. se za tepelně neopracovaný masný výrobek považuje výrobek, určený k přímé spotřebě bez další úpravy, u kterého ve všech částech neproběhlo tepelné opracování surovin ani výrobku odpovídající působení teploty + 70 °C po dobu 10 minut v jádře výrobku. Tyto výrobky si zachovávají chuť syrového masa. Jejich výroba je velmi náročná na hygienu provozu a zachování chladicího řetězce. Jejich skladování vyžaduje teplotu do + 5 °C. Typickým výrobkem náležící do této skupiny je Čajovka, Métský salám a hrubě mēlněné směsi jako je Tatarský biftek. [1,26]

3.3 Trvanlivé masné výrobky

3.3.1 Trvanlivé tepelně opracované masné výrobky

Do této skupiny výrobků se řadí výrobky, které byly ošetřeny teplotou minimálně + 70 °C s dobou výdrže 10 minut v jádře výrobku a navazujícím technologickým opracováním za definovaných podmínek došlo ke snížení aktivity vody na hodnotu a_w (max) = 0,93. Tyto výrobky mají trvanlivost 21 dní při teplotě skladování do + 20 °C. Za navazující technologické opracování se považuje například sušení. Příkladem takovýchto výrobků je salám Vysočina, Turistický salám, Selský salám či pálivý Paprikový salám. Z důvodu, že jsou salámy vyráběny sušením je nutné je uchovávat v suchu a bez střídání teplot, neboť případné orosení na jejich povrchu může zapříčinit plesnivění. Proto jejich uchovávání v chladničce při nízkých teplotách není vhodné a může způsobovat problémy. [1,10,26]

3.3.2 Trvanlivé fermentované masné výrobky

Fermentované masné výrobky jsou výrobky tepelně neopracované, určené k přímé spotřebě, u kterých v průběhu fermentace, zrání, sušení, popřípadě uzení za definovaných podmínek došlo ke snížení aktivity vody na hodnotu a_w (max) = 0,93. Trvanlivost výrobků je prodloužena na 21 dní při teplotě skladování + 20 °C. U velmi kvalitních výrobků bývá

aktivita vody nižší a trvanlivost se tak ještě prodlužuje. Příkladem fermentovaných výrobků je Poličan, Uherský salám, Lovecký salám či Herkules. [10,26]

Fermentace a sušení jsou pravděpodobně nejstarší způsoby konzervace masa. Fermentované maso může být definováno jako maso, které bylo podrobeno působení specifických mikroorganismů nebo tkáňových enzymů, jejichž výsledkem jsou jedinečné a charakteristické vlastnosti masa (chuť, vůně, barva). Obecně lze fermentované maso rozdělit na:

- fermentované klobásy – výrobky z rozmělněného masa plněné do střev;
- fermentované masa – výrobky vyrobené z celých kusů masa. [27]

Na základě stupně sušení se fermentované klobásy často rozdělují na suché, polosuché a nesušené. Z hlediska mikrobiologického jsou fermentované klobásy děleny dle vodní aktivity. Klobásy s velmi nízkým pH, které jsou dobře vyzrálé a mají $a_w = 0,93$ a méně (suché klobásy), jsou mikrobiologicky stabilní i bez chlazení. Nesušené klobásy mají omezenou trvanlivost i při skladování za vhodných podmínek. [27]

První produkce fermentovaného masa byla založena na spontánním kvašení v důsledku vývoje mikroflóry přirozeně přítomné v surovině. V současné době je zcela běžnou praxí aplikovat startovací kultury, z důvodu zajištění standardního fermentačního procesu. Nejhojněji využívané bakteriální startovací kultury se používají rody *Lactobacillus* a *Staphylococcus*. Jedním z cílů použití startovacích kultur je urychlit produkci kyseliny mléčné kvašením cukrů. Kyselina mléčná působí antimikrobiálně a vytváří nepříznivé podmínky pro růst nežádoucích mikroorganismů. [28,29]

V Evropě se nejčastěji pro tyto účely používá vepřové a hovězí maso. Maso by mělo být vždy ve vysoké kvalitě, neboť se výrobky většinou konzumují bez vaření. Maso nelze před samotnou fermentací tepelně opracovat, tepelný zásah by zničil texturní vlastnosti. [30]

3.3.3 Polokonzervy a konzervy

Polokonzervy a konzervy jsou masné výrobky ošetřeny mnohem intenzivnější teplotou než tepelně opracované masné výrobky. Polokonzervy jsou masné výrobky, které jsou hermeticky uzavřeny v obalu a ošetřeny pasterací. Ve všech částech polokonzervy musí působit teplota 100 °C po dobu nejméně 10 minut v jádře výrobku. Konzerva je masný výrobek rovněž v technologickém obalu a ošetřen sterilací, tj. působení teploty 121 °C po dobu nejméně 10 minut v jádře výrobku. Pasterační teplota 100 °C / 10 minut zneškodní

vegetativní formy mikroorganismů, ale nestačí na sporogenní mikroorganismy. Z toho důvodu je údržnost polokonzerv maximálně 6 měsíců za předpokladu dodržování chladírenské teploty. Naopak konzervy, které jsou ošetřeny vyšší teplotou, získávají tzv. obchodní sterilitu (nepřítomnost životaschopných mikroorganismů) a jsou zneškodněny i sporogenní mikroorganismy. Pro výrobu těchto masných výrobků se používají materiály jako je sklo, termostabilní folie a nejčastěji plechovky a lehké obaly z hliníku. Příkladem polokonzervy je šunka v plechovce nebo plastovém obalu. Mezi konzervy možno zařadit hovězí nebo vepřové maso ve vlastní šťávě, luncheon meat nebo párky v konzervě. [1,8]

U masových konzerv se někdy využívá tzv. tyndalace. Tyndalace spočívá ve dvojitým záhřevu, kdy se konzerva nejdříve zahřeje, aby se usmrtily vegetativní formy mikroorganismů. Po tepelném zákroku se ponechají konzervy při vyšších teplotách, nechladí se, aby došlo k vyklíčení případných spor termofilních mikroorganismů. Poté dojde k opakovanému záhřevu a usmrtí se i tyto mikroorganismy, které jsou z důvodu vyklíčení přítomny ve vegetativní formě. Po druhém tepelném zákroku se konzervy vychladí. [31]



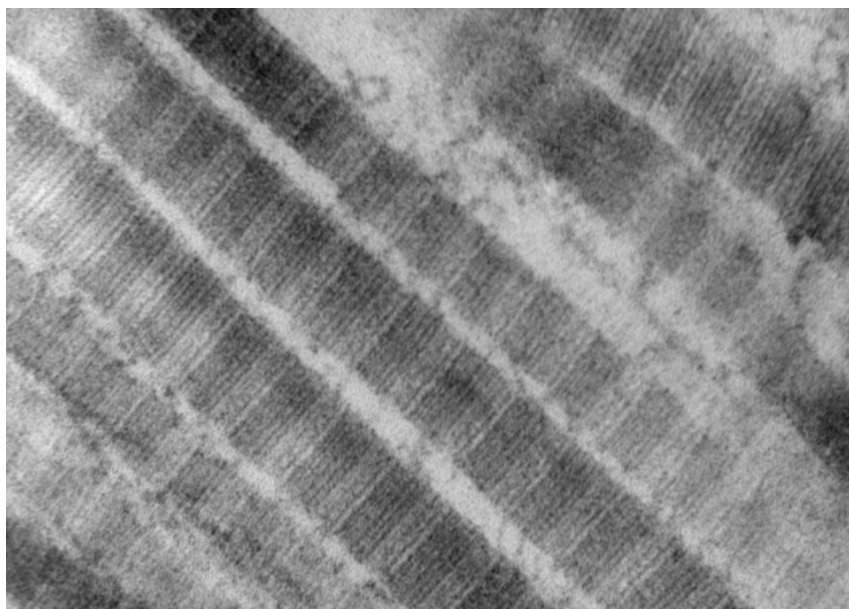
Obr. 12. Příklad masné konzervy [32]

4 KOLAGEN

Kolagen představuje skupinu proteinů, které slouží jako hlavní strukturální složky u obratlovců. Má jedinečné fyzikální vlastnosti. Kolagen je všudypřítomný protein živočišného původu, který tvoří přibližně 25 – 30 % z celkového proteinu. Vyskytuje se v pojivových tkáních, v kůži, kostech, chrupavkách, krvi apod., kde vykonává specifické funkce v závislosti na umístění. Má širokou škálu uplatnění v potravinářském, farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. [33,34,35]

4.1 Struktura a složení kolagenu

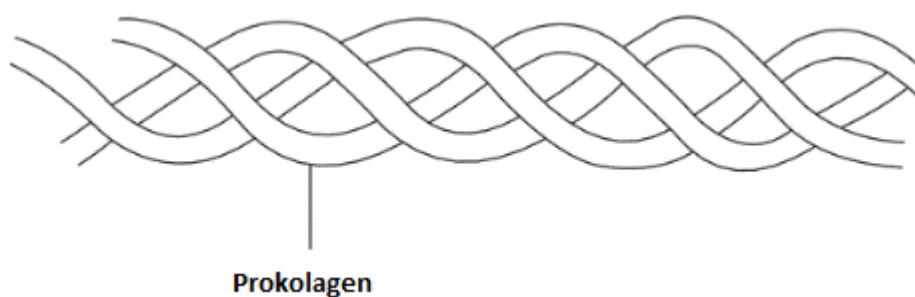
Kolagen je proteinová makromolekula tvořená třemi polypeptidovými řetězci. Tyto tři řetězce se nazývají α -řetězce a jsou společně stočeny do pravidelné pravotočivé šroubovice. α -řetězce jsou spirálovitě stočeny ve směru od N – koncové skupiny k C – koncové skupině. Glycinové zbytky se nacházejí uvnitř trojitě spirály a umožňují, aby se tři α -řetězce semkly do konečného helixu. Každý řetězec se skládá z tisíců aminokyselin na základě sekvence glycin – X – Y. Pozici X a Y náleží jakákoli aminokyselina, nejčastěji však prolin a hydroxyprolin. Vodíková vazba mezi glycinem a amidovou skupinou sousedního řetězce je klíčová pro stabilizaci trojitě kolagenové struktury. Jednotlivá kolagenová vlákna jsou znázorněna na obrázku 13. [34,36]



Obr. 13. Kolagenová vlákna [37]

Glycin, prolin a hydroxyprolin jsou nejdůležitějšími aminokyselinami v kolagenu. Obsah prolinu a hydroxyprolinu je zvláště důležitý pro gelovací vlastnost kolagenu. Také se předpokládá, že hydroxyprolin hraje roli ve stabilizaci trojitě struktury, kdy prostřednictvím svých – OH skupin tvoří vodíkové vazby. [34]

Stavebním blokem kolagenu jsou jednotky tropokolagenu, což je trojitá spirála složená ze tří samostatných propletených bílkovin nazývaných prokolageny – viz obrázek 14. Jednotlivé tropokolageny se spolu zarovnávají a vytvářejí kolagen. Během tohoto procesu jsou některé aminokyseliny odstraněny, což jim umožňuje vyrovnat se vedle sebe a vytvořit tak kolagen. [5]



Obr. 14. Trojitá spirála prokolagenu [5]

Molekuly kolagenu jsou dlouhé asi 280 nm a jsou stabilizovány vodíkovými a mezimolekulárními vazbami. Skládají se ze tří spirálovitých polypeptidových řetězců, z nichž každý má asi 1000 aminokyselin a nazývají se řetězce α . [38]

Hlavní význam kolagenu jako stavebního prvku vyžaduje řadu nezbytných vlastností. Tyto vlastnosti zahrnují tepelnou stabilitu, mechanickou pevnost a schopnost zapojit se do specifických interakcí s jinými biomolekulami. [38]

4.2 Fyzikálně-chemické vlastnosti kolagenu

4.2.1 Bobtnání

Kolagen patří k přechodným koloidním soustavám – gelům. Schopnost bobtnat patří k nejdůležitějším vlastnostem kolagenu. Při ponoření kolagenního vlákna do vody vlákno omezeně bobtná, při čemž dochází ke změně jeho objemu, pružnosti a také délky vlákna. Voda, kterou lze z nabobtnalého vlákna mechanicky odstranit se nazývá voda bobtnací.

Zbývá část vody, kterou lze odstranit jen sušením, se označuje jako voda hydratační neboli koloidně vázaná. [36]

4.2.2 Denaturace a renaturace

Denaturace je proces, při kterém bílkoviny ztrácejí své původní nativní vlastnosti, například vlivem působení chemikálií nebo tepelným účinkem. Denurací kolagenu vzniká želatina. [36]

4.2.3 Hydratace

Protein obsahuje dva typy center, které jsou schopny vázat vodu, jednak elektrostatickými silami a jednak vodíkovými vazbami: za první polární skupiny, které lze nalézt v řetězcích některých aminokyselinových zbytků a za druhé dusík a kyslík přítomný v peptidické vazbě. Pro udržení fyzikálních vlastností je nutná asociace minimálního množství vody, které tvoří asi 20 % hmotnosti kolagenu. Polypeptidové řetězce v suchém kolagenu jsou od sebe vzdáleny zhruba 1 nm, v hydratovaném kolagenu se řetězce od sebe nacházejí ve vzdálenosti 1,5 až 1,6 nm. [36]

4.2.4 Pevnost gelu

Pevnost gelu závisí především na vlastnostech a koncentraci želatiny a stanovuje se pomocí tzv. Bloomova testu. Tento parametr je jeden z hlavních atributů, které definují celkovou komerční kvalitu želatiny. Standardní pevnost gelu se pohybuje v rozmezí od 50 do 300 g. Nízká pevnost gelu bývá v rozmezí od 50 do 100 g, střední pevnost je pak od 100 do 200 g a vysoká pevnost gelu se pohybuje v rozmezí od 200 do 300 g. [39]

Měření pevnosti gelu se provádí pomocí gelometrů. Bloom hodnota vyjadřuje želírující sílu želatiny. Stanovení hodnoty se provádí v želatinovém roztoku o koncentraci 6,67 %. Obvykle se provádí tak, že se želatinový roztok rozpustí při teplotě 60 °C a následně je ochlazen na teplotu $10 \pm 0,1$ °C. Test spočívá na měření odporu želé vůči válečku, který má průměr 4 mm a proniká do hloubky želé 12,7 mm. Hodnota síly, kterou je potřeba vyvinout k proniknutí sondy do stanovené hloubky udává hodnotu Bloom (např. síla 200 g = 200 Bloom). [40,41]

4.2.5 Přeměna na želatinu

Během zahřívání kolagenu ve vodném prostředí vzniká želatina. Při přeměně kolagenu na želatinu lze rozeznat tři pochody:

- štěpení příčných kovalentních vazeb na úrovni kvarterní struktury;
- denaturace na úrovni terciální struktury;
- štěpení peptidických vazeb polypeptidových řetězců na molekulární úrovni.

Z hlediska složení aminokyselin je želatina chemicky velmi čistá forma kolagenu. Jsou odstraněny nevláknité bílkoviny, mukopolysacharidy a tuky. [36]

4.3 Druhy kolagenu

Kolagenové typy jsou klasifikovány podle jejich velikosti, funkce a distribuce. Každý typ se výrazně liší ve složení aminokyselin. Nejrozšířenějšími typy kolagenu jsou typy I, II, III, které jsou zodpovědné za elasticitu a sílu tkáně. [34]

4.3.1 Kolagen typu I

Tento typ kolagenu je nejvíce zastoupený a široce se používá v průmyslu. Tvoří více než 90 % organické hmoty a je nejdůležitějším kolagenem šlach, kůže, vazů, rohovky a pojivových tkání. Poskytuje tuhost v tahu pro šlachy. Základní strukturální jednotka se označuje jako monomer a je složena ze tří paralelních polypeptidových řetězců svinutých kolem sebe. Dva z řetězců jsou identické a nazývají se řetězce $\alpha 1$ a třetí z řetězců je odlišný a nazývá se $\alpha 2$. Tyto monomery se shromažďují do fibril, což jsou válcovité zesítené struktury. [34,35,42]

4.3.2 Kolagen typu II

Kolagen typu II je hlavní kolagen v chrupavkách savců. Jeho výskyt však není omezen pouze na chrupavku, nachází se také ve sklivci, epitelu rohovky. Trojitá spirála kolagenu II se skládá ze tří řetězců, které tvoří molekulu velmi podobnou kolagenu I. Je nezbytný pro syntézu pojivové tkáně v celém těle a zlepšuje pružnost kloubů. [34,43]

4.3.3 Kolagen typu III

Jedná se o kolagen vyskytující se spolu s kolagenem typu I. Je důležitou součástí retikulárních vláken v plicích, játrech, sleziny a cév. Tento typ je silně závislý na věku. Velmi mladá kůže může obsahovat až 50 %, ale s věkem může být toto procento sníženo až na 5 – 10 %. [34,35]

4.4 Želatina

Želatina je polypeptid vznikající hydrolyzou kolagenu získaného ze zvířecí kůže, pojivové tkáně nebo kostí. Skládá se z 84 – 90 % bílkovin, 2 % minerálních solí a zbytek je tvořen vodou. Je klasifikována jako potravinová a není považována za potravinářskou přídatnou látku s E kódem. Neobsahuje konzervační látky, žádné tuky ani cholesterol. Želatina je cenným zdrojem bílkovin pro lidský organismus. Obsahuje celkem 18 aminokyselin, včetně esenciálních aminokyselin (kromě tryptofanu). Nejvíce zastoupená aminokyselina je glycin, jejíž obsah je 22,3 g / 100 g želatiny. Dále je ve významném množství zastoupen prolin (13,6 g / 100 g želatiny), hydroxyprolin (11,4 g / 100 g želatiny) a kyselina glutamová (9,6 g / 100 g želatiny). [41,44,45]

Má gelovací, pěnotvorné a emulgační vlastnosti, které našly vhodné uplatnění v potravinářském, farmaceutickém či kosmetickém průmyslu. Jedinečnou vlastností želatiny je schopnost vytvářet termoreverzibilní gely, které mají teplotu tání blízkou tělesné teplotě a jsou rozpustné ve vodě. Kromě základních fyzikálně-chemických vlastností želatiny (barva, rozpustnost, zápach, chuť, ...) jsou hlavními atributy, které popisují komerční kvalitu želatiny pevnost gelu a tepelná stabilita. [41,44]

Bod tání je teplota, při které želatina přechází od želé k roztoku. Bod tuhnutí je naopak přechod roztoku v želé. Bod tání se pohybuje v rozmezí teplot 28 – 30 °C, zatím co želatina tuhne při teplotách nižších než 25 °C. Stanovení viskozity želatiny probíhá stejně jako u Bloomova testu v roztoku o koncentraci 6,67 % pomocí viskozimetrické pipety. [41]

Želatina je potravinová živočišného původu, a proto musí být pod neustálou a velmi přísnou kontrolou kvality. Mezi nejčastěji sledované parametry patří vlhkost, popeloviny, arzen, měď či olovo a mnoho dalších. Z mikrobiologického hlediska jsou hlídány tyto parametry:

- celkový počet mikroorganismů < 1 000 / g;
- koliformní bakterie – neprokazatelně v 1 gramu;
- *Clostridium perfringens* – neprokazatelně v 1 gramu;
- *Staphylococcus aureus* – neprokazatelně v 1 gramu. [41]

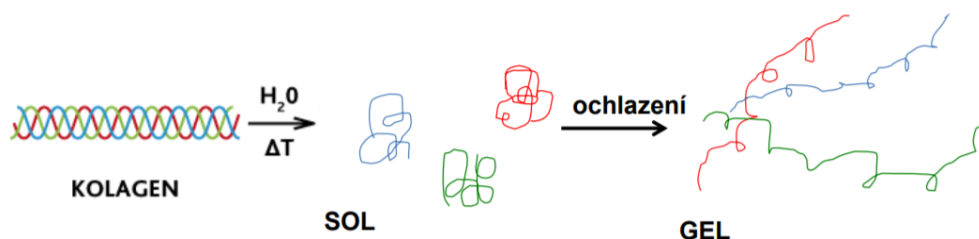
4.5 Získávání želatiny z kolagenu

Nerozpustný přírodní kolagen musí být upraven, než může být přeměněn na formu vhodnou pro extrakci, která se obvykle provádí zahříváním ve vodě při teplotách vyšších než 45 °C. Tepelné zpracování štěpí vodíkové a kovalentní vazby a destabilizuje trojitě uspořádaní kolagenu a přeměňuje kolagen na rozpustnou želatinu. Stupeň přeměny kolagenu na želatinu závisí na stupni předúpravě kolagenu. V závislosti na předúpravě kolagenu je možno získat dva typy želatiny: [40]

- želatina typu A;
- želatina typu B.

V zásadě rozdělujeme dva typy předúpravy kolagenu – alkalický a kyselý. Alkalická předúprava se provádí nejčastěji u hovězích kůží, které se rozřežou na malé kousky a pravidelně jsou namáčeny ve vápenném mléce (pH okolo 12 – 13). Během tohoto procesu dojde ke zmýdelnění tukových látek a současně také ke konzervaci suroviny vlivem vysokého pH. Kyselá předúprava se využívá především u vepřových kůží. Kůže se properou, rozřežou na malé kousky a vloží se na jeden až dva dny do kyselé lázně, kde se hodnota pH pohybuje okolo hodnoty 1,5. Po kyselém namáčení se kůže properou čistou vodou. V současných technologiích lze také nalézt kombinované metody předúpravy, zejména hovězích kůží, které spočívají ve vložení kůží nejprve do kyselého roztoku a poté do alkalického. Každá z uvedených metod předúpravy, díky vysokému či naopak nízkému pH zajišťuje prakticky dokonalou absenci všech mikroorganismů. [41]

Kolagen, který je za normálních podmínek nerozpustný ve studené vodě, roztocích solí i kyselin a zásad se nejprve zahřívá na teplotu okolo 45 – 46 °C. Při této teplotě dochází ke zkracování (smršťování) molekuly. Další zahřívání na teplotu > 90 °C způsobuje porušení struktury vazeb mezi molekulami tropokolagenů a uvolnění kolagenových vláken, tím vznikne sol rozpustné želatiny. Během chlazení vzniká gel = želatina. Postup přeměny kolagenu na gel je znázorněn na obrázku níže. [37]



Obr. 15. Přeměna kolagenu na gel [37]

Nejběžnějšími zdroji pro extrakci kolagenu a želatiny jsou kůže, kosti, šlachy a chrupavky. Vepřová kůže byla první surovinou používanou pro výrobu želatiny ve 30. letech 20. století a nadále je jednou z nejdůležitějších surovin pro průmyslovou výrobu želatiny ve velkém měřítku. Zároveň mají velký význam pro výrobu želatiny hovězí vedlejší jatečné produkty. V dnešní době se vývoj často zaměřuje na získávání kolagenu z různých živočišných zdrojů, jako jsou ryby a ptáci a také zejména drůbež. Tyto zdroje slouží jako alternativy bovinního kolagenu z důvodů rizika bovinní spongiformní encefalopatie a také jako alternativa kolagenu získaného z prasat pro použití v muslimských zemích. [35,40]

4.6 Využití kolagenu a želatiny

Želatina je jedním z nejčastěji využívaných hydrokoloidů na světě. Mezi ostatní pak patří agar, algináty, arabská guma atd. Je součástí našeho každodenního života a přináší přidanou hodnotu mnoha produktům. Schopnost kolagenů vytvářet za určitých podmínek želé je známa již po staletí. První informace o procesu vaření kostí a jejich přeměně na želírující hmotu podal v roce 1682 Francouz Papin. Používání slova želatina se datuje od roku 1700 a v roce 1754 vznikl první patent na výrobu želatiny. [41,45]

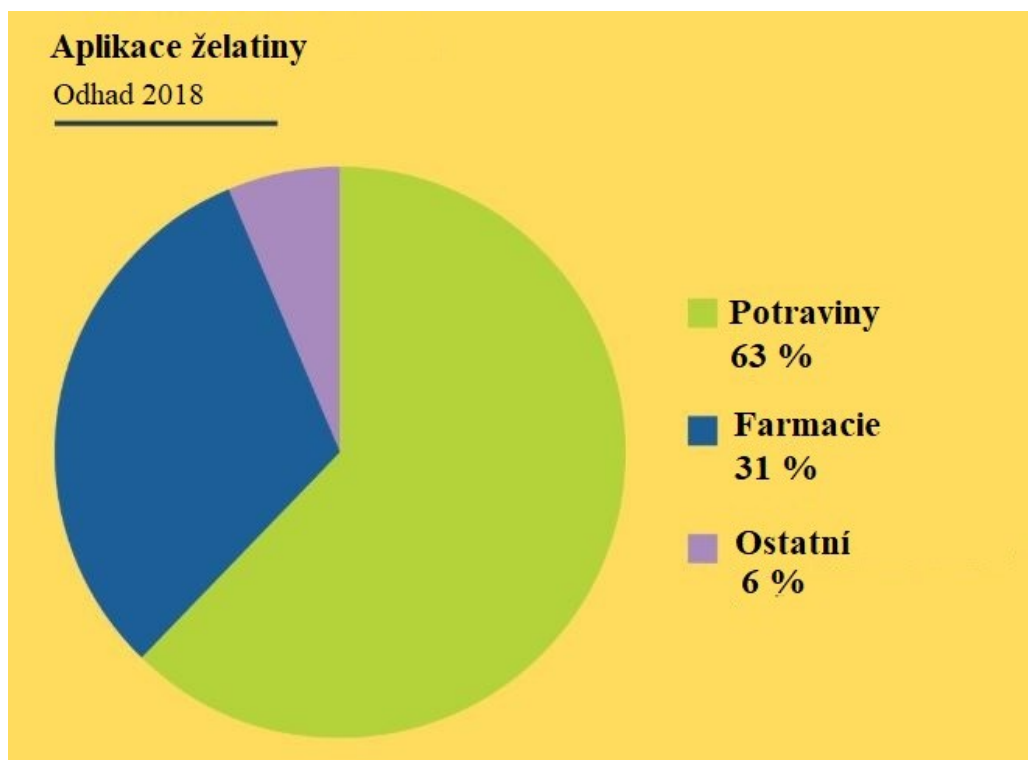
Klasická potravinářská, kosmetická i farmaceutická aplikace želatiny je založena na jejích gelujících a viskoelastických vlastnostech. V poslední době, zejména v potravinářském průmyslu, bylo v souladu s rostoucím trendem nalezeno uplatnění želatiny zejména ve výrobcích, jako jsou emulgátory, pěnicí činidla, koloidní stabilizátory či biologicky rozložitelné obalové materiály. [40]

Potravinářský průmysl je jistě největším spotřebitelem želatiny na světě. Významným oborem použití želatiny jsou masné výrobky – výroba šunek, aspiků, dekoračního želé, pojivo tuků a vody, rovněž se používá i pro povrchovou úpravu masných výrobků. Pravděpodobně nejvýznamnějším použitím želatiny v cukrářské výrobě je výroba želatinových bonbónů (želatinových medvídků), měkkých karamelů a marshmallows. U mražených dortů a zmrzlin se želatina používá jako stabilizátor našlehané hmoty a také zabraňuje vytváření krystalků ledu. Stejně tak působí jako stabilizátor nášlehu u mléčných výrobků. V mléčných výrobcích působí rovněž jako zahušťovadlo a je součástí dekorativního želé v jogurtech. Krémům a dezertům dodává želatina požadovanou konzistenci a také pocit plnosti v ústech. Želatina hraje důležitou roli při přípravě jídel s nízkým obsahem tuku. Z důvodu své schopnosti vytvářet emulzi typu olej ve vodě bývá využívána jako částečná náhrada tuku. [41,45,46]

Kolagen, jako náhražka tuku v masných výrobcích, je dobrým zdrojem esenciálních mastných kyselin a může být vyráběn z několika vedlejších produktů, včetně běháků drůbeže, rybích šupin či šlach z teplokrevných zvířat. Přidání kolagenu k masným výrobkům zvyšuje gelovatění a schopnost zdržovat vodu a tím udržuje šťavnatost výrobku. [47]

V biomedicínských a farmaceutických oblastech má kolagen několik aplikací: používá se jako prostředek pro léky a proteiny a stejně tak jako náhrada lidské kůže, cév a vazů. Ve farmaceutickém průmyslu se také lze setkat s výrobou tvrdých a měkkých želatinových kapslí. Důležité je také to, že želatina nemá alergenní potenciál a je velmi dobře organismem tolerována. [35,45]

Kolagenové peptidy lze použít i v kosmetických prostředcích, zejména do krémů, pleťových vod a masek, které obsahují aminokyseliny nezbytné pro správné fungování kožních buněk. Pomáhají udržovat pokožku hydratovanou, což snižuje tvorbu vrásek a pokožka je tak pevná a napnutá. [45]



Obr. 16. Aplikace želatiny v průmyslu v roce 2018 [43]

4.7 Drůbeží kolagen

V současnosti se na trhu nachází kolagen zejména z hovězí a vepřové kůže. Použití těchto kolagenů má ovšem svá omezení (zejména náboženská). Alternativou k vepřovému a hovězímu kolagenu je drůbeží kolagen. Při zpracování drůbeže vznikají různé vedlejší jatečné produkty, z nichž jsou některé nabízeny v tržní síti jako drůbeží vnitřnosti, například žaludky, játra, srdce či krky. Jiné jsou zpracovávány zatím nejvíce jako krmiva pro hospodářská zvířata. Právě tyto suroviny mají velký obsah kolagenu, a proto jsou velmi perspektivní pro jeho získávání z těchto, zatím málo využívaných zdrojů. Naproti tomu drůbeží běháky jsou často vyřazovány a jejich odpad činí po celém světě několik milionů tun. Avšak bylo zjištěno, že vedlejší produkty drůbeže jsou velmi bohaté na bílkoviny. Jeden ze způsobů, jak zvýšit přidanou hodnotu drůbežích běháků je využít kolagen v nich obsažený. [48,49]

Kolagen je z kuřecích běháků extrahován pomocí kyselých a alkalických roztoků a má jedinečné fyzikální vlastnosti. K výjimečným vlastnostem patří pevnost v tahu, flexibilita, biokompatibilita, biologická rozložitelnost a velmi dobrá schopnost vázat vodu. Dominantní aminokyselinou je glycin, hydroxyprolin a prolin. [49]

V práci Mokrejš et al. [50] byl kolagen izolován z kuřecích běháků (RACIOLA Uherský Brod, s.r.o.), na půdě Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, za účelem jeho využití v potravinářském průmyslu jako alternativního zdroje bílkovin. Pro získání kolagenového hydrolyzátu je nutno nejprve odstranit tuk a doprovodné látky (nekolagenní proteiny a pigmenty). Nejvyšší účinnosti při odstraňování tuku bylo dosaženo extrakcí směsí rozpouštědel ethanol a petrolether v poměru 1:1. Hydrolyzát kolagenu byl získán novou biotechnologickou metodou (patentováno na UTB ve Zlíně), za použití enzymů Protamex (proteázy Bacillus). Takto získaný kolagenní hydrolyzát je vysoce rozpustný ve vodě a velmi snadno stravitelný, což podmiňuje jeho potenciál být využit nejen jako potravinový doplněk či aditivum v potravinářském průmyslu, ale také jako součást kosmetických přípravků. [50]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem této studie bylo vytvořit modelové vzorky tepelně opracovaného masného výrobku, respektive kuřecích játrovek za použití rozdílných druhů kolagenu a jiných komerčních přípravků, které obsahují hydrokoloidy. U vyrobených vzorků byly pozorovány texturní vlastnosti a ovlivnění barvy masných výrobků, po přidavku jednotlivých hydrokoloidů. Vzorky byly srovnány se standardem, kterým byla kuřecí játrovka bez přidavku drůbežích kolagenů, či jiných hydrokoloidů, které byly zastoupeny komerčními přípravky ScanGel a VeproGel.

Vyrobené vzorky byly zkoumány za účelem zjištění chování jednotlivých kolagenů a ostatních komerčních přípravků obsahující hydrokoloidy.

6 METODIKA PRÁCE

6.1 Materiál a metody

6.1.1 Výchozí suroviny pro přípravu kuřecích játrovek

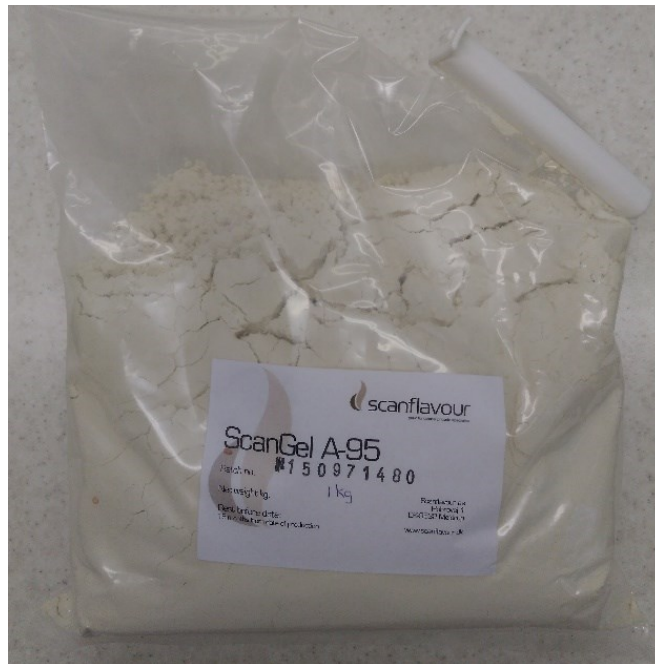
- Kuřecí játra (RACIOLA Uherský Brod, s.r.o.)
- Kuřecí stehenní svalovina (RACIOLA Uherský Brod, s.r.o.)
- Kuřecí kůže (RACIOLA Uherský Brod, s.r.o.)
- Kukuřičný škrob bezlepkový (Dr. Oetker)
- Dusitanová solící směs (Solné mlýny – K + S Czech Republic a.s.)
- Koření směs na játrovku (Raps GmbH & Co. KG)
- Kolagen z kuřecích a slepičích běháků (výroba UTB ve Zlíně)
- Kolagenní přípravky ScanGel a VeproGel

6.1.2 Přístroje a pomůcky

- Texturometr TA-XT Plus (Stable Micro Systems)
- Spektrofotometr Ultrascan PRO (HunterLab)
- Váhy KERN (Kern Sohn GmbH)
- Konvektomat Rational SCC WE 61
- Kutr Vorwerk Thermomix TM 31
- Vpichový teploměr
- Běžné kuchyňské vybavení

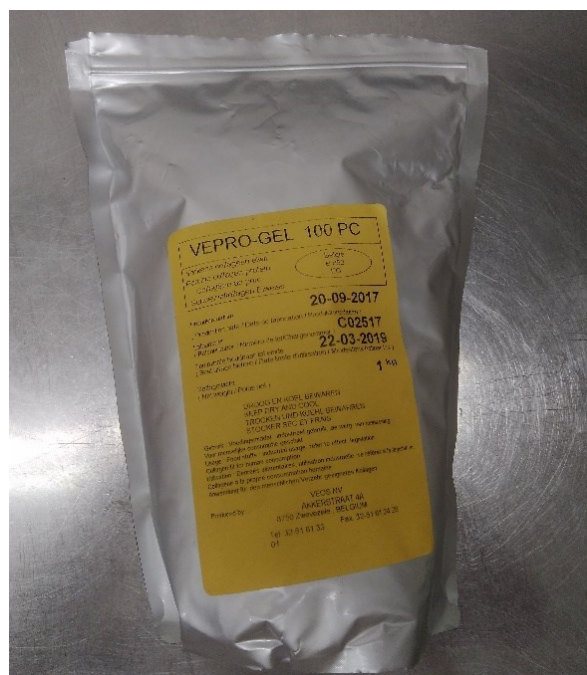
6.2 Výroba experimentálních vzorků

Pro účely experimentu bylo vyrobeno 5 sad vzorků po 7 ks (celkem 35 ks vzorků). Jako standard byl vyroben vzorek bez přídavku kolagenu či jiných hydrokoloidů. K ostatním vzorkům byl přidán 0,5% přídavek kolagenu či kolagenního přípravku. Vzorky byly označeny od I do V a jejich podrobné složení je uvedeno v tabulce 1 níže. Vzorek I obsahoval kolagenní přípravek ScanGel A-95 od firmy Scanflavour. Jedná se o kolagen získaný z odtučněné vepřové kůže s velkou molární hmotností, neutrální chutí a světle krémovou barvou. Má extrémně vysokou schopnost vázat vodu a používá se hojně pro výrobu masných výrobků. [51]



Obr. 17. Kolagenní přípravek ScanGel A-95

Vzorek II byl zpracováván se surovinou VeproGel 100 PC od firmy Veos. VeproGel je vysoce funkční vepřový kolagen s neutrální chutí schopný vázat vodu a tuk, což přispívá ke struktuře masného výrobku. Jeho výhodou je, že neobsahuje alergen a je hojně využíván pro výrobu játrových paštik, fermentovaných klobás a vařených masných výrobků, ve kterých zlepšuje jejich kvalitu. [52]



Obr. 18. Kolagenní přípravek VeproGel 100 PC

Pro vzorek III a IV byly využity kolageny získané ze slepičích a kuřecích běháků. Kolagen z kuřecích běháků dosahoval síly 380 Bloom, zatímco kolagen ze slepičích běháků dosahoval hodnoty pouze 195 Bloom. Oba druhy kolagenu byly získávány na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

Vzorek V pak sloužil jako standard a byl vyroben bez dalšího přídavku kolagenu či kolagenního přípravku. Ve standardu je zdrojem kolagenu pouze kuřecí kůže. V kuřecí kůži však bývá velké množství tuku a výtěžnost kolagenu z kůží je velmi malá.

Tab. 1. Surovinové složení kuřecí játrovky

Vzorek	Kuřecí játra [g]	Kuřecí stehenní svalovina [g]	Kuřecí kůže [g]	Kuřecí vývar z kůží [g]	Škrob [g]	DSS [g]	Kořenící směs [g]	Kolagen/kolagenní přípravek [g]
I	450	375	375	225	37,5	30	7,5	7,5
II	450	375	375	225	37,5	30	7,5	7,5
III	450	375	375	225	37,5	30	7,5	7,5
IV	450	375	375	225	37,5	30	7,5	7,5
V	450	375	375	225	37,5	30	7,5	0

6.2.1 Postup přípravy experimentálních vzorků

Hlavními surovinami pro výrobu játrových paštik byla kuřecí játra, dále kuřecí stehenní svalovina a kuřecí kůže. Neméně významnou roli také činily kořenící přípravky, dusitanová solící směs (dále jen DSS) a škrob.

V samotném začátku přípravy vzorků byly kuřecí kůže v horké vodě ztuženy a byl z nich vytvořen vývar. Během ztužování kůží byly naváženy veškeré potřebné suroviny na váhách KERN. Navážená kuřecí játra byla nejprve v kutru rozmělněna za přídavku dusitanové solící směsi. V druhém kutru byla rozmělněna kuřecí stehenní svalovina s potřebným množstvím kořenící směsi. Pro lepší rozmělnění byla stehenní svalovina před kutrováním nakrájena na menší kusy. K rozmělněné svalovině s kořením byly přidány předem ztužené kůže a celá směs byla opět kutrována na nejvyšší otáčky kutru, až 9000 otáček za minutu. Poté bylo

přidáno požadované množství kuřecího vývaru a kolagenního přípravku či kolagenu. Nakonec byla smíchána směs v prvním kutru (tj. játra + DSS) se směsí druhého kutru, vše bylo promícháno a k celé směsi byl přidán škrob. Během procesu kutrování byla sledována teplota, jejíž finální hodnota dosahovala cca 40 °C.

Hotová játrová paštika byla naplněna do spotřebitelského obalu, kterým byly skleněné nádoby o objemu 235 ml se šroubovacím uzávěrem Twist off. Takto připravené vzorky byly umístěny do konvektometru a byly podrobeny tepelnému ošetření, které odpovídalo působení teploty v jádře výrobku 72 °C po dobu 10 minut. Do jedné ze sklenic se speciálně upraveným šroubovacím uzávěrem byl umístěn vpichový teploměr pro sledování teploty ve středu vzorku. Po dokončení tepelného opracování byly vzorky umístěny do vodní lázně se šupinkovým ledem a byly vychlazeny na teplotu 20 °C. Vzorky byly následně skladovány při nekolísavé teplotě 5 ± 2 °C v lednici.

Fotodokumentace přípravy experimentálních vzorků játrových paštik je uvedena v příloze I.

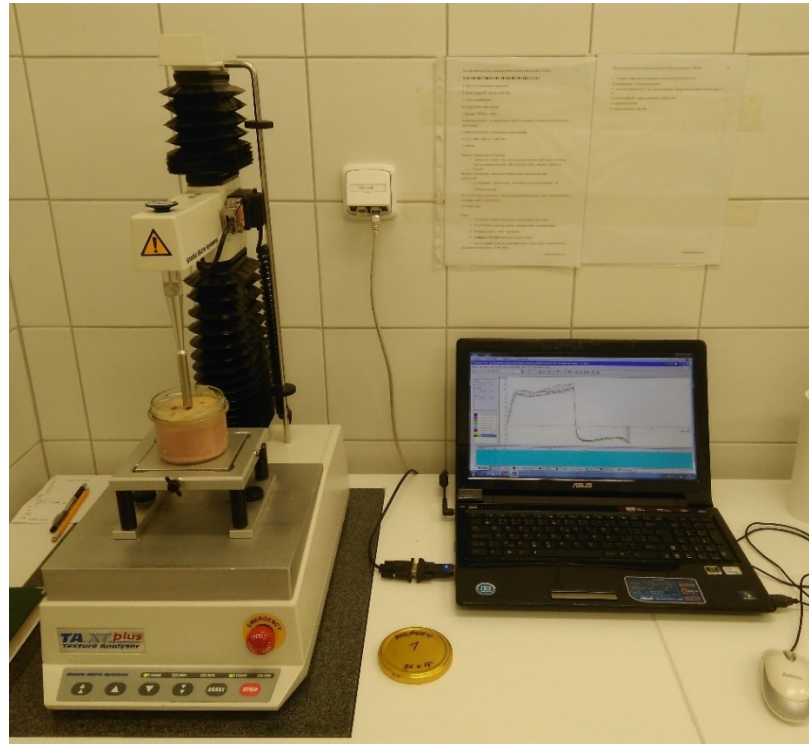


Obr. 19. Experimentální vzorky játrových paštik

6.3 Měření textury vzorků

Pro analýzu texturních vlastností byl použit texturometr TA-XT Plus od společnosti Stable Micro Systems (obrázek 20). Měření proběhlo při pokojové teplotě 24 hodin po výrobě, dále pak po 3 a po 6 měsících skladování. Samotnému měření předcházela kalibrace přístroje, pro kterou bylo použito závaží o hmotnosti 5 kg. Pro účely této práce byla použita texturní analýza a metoda penetrometrie s válcovou sondou o průměru 10 mm (obrázek 21). Hloubka penetrace sondy do vzorku byla nastavena na 30 mm. Rychlost sondy při penetraci činila

0,8 mm / s a rychlost návratu sondy byla 1 mm / s. Každý vzorek byl změřen 8x. Získaná data byla vyhodnocena v programu Exponent Lite. V rámci měření texturních vlastností byly hodnoceny parametry, jako je tvrdost vzorků, pevnost gelu a pružnost vzorků. Získané hodnoty byly vyhodnoceny a zpracovány do tabulek a grafů.



Obr. 20. Texturometr TA-XT Plus s měřeným vzorkem



Obr. 21. Sonda 10 mm s měřeným vzorkem

6.4 Měření barvy vzorků

Pro měření barvy vzorku byl použit spektrofotometr UltraScan PRO od výrobce HunterLab (obrázek 22). Měření probíhalo v trojrozměrném barevném prostoru CIE $L^*a^*b^*$. Vzorky byly měřeny 24 hodin po výrobě, dále pak po 3 a 6 měsících skladování. Pro správný průběh měření bylo zapotřebí provést nejprve kalibraci spektrofotometru. Ta byla provedena na černé a bílé pozadí. Následně byl každý vzorek jádrové paštiky proměřen 5x. V rámci analýzy byly hodnoceny parametry L^* (jas), a^* (přechod mezi červenou a zelenou barvou) a b^* (přechod mezi žlutou a modrou barvou). Získané hodnoty byly vyhodnoceny a zpracovány do tabulek a grafů.



Obr. 22. Spektrofotometr UltraScan PRO v laboratoři UTB

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Kapitola se zabývá vyhodnocením a diskutováním jednotlivých naměřených hodnot texturních a barevných vlastností experimentálních vzorků játrových paštik v závislosti na době skladování.

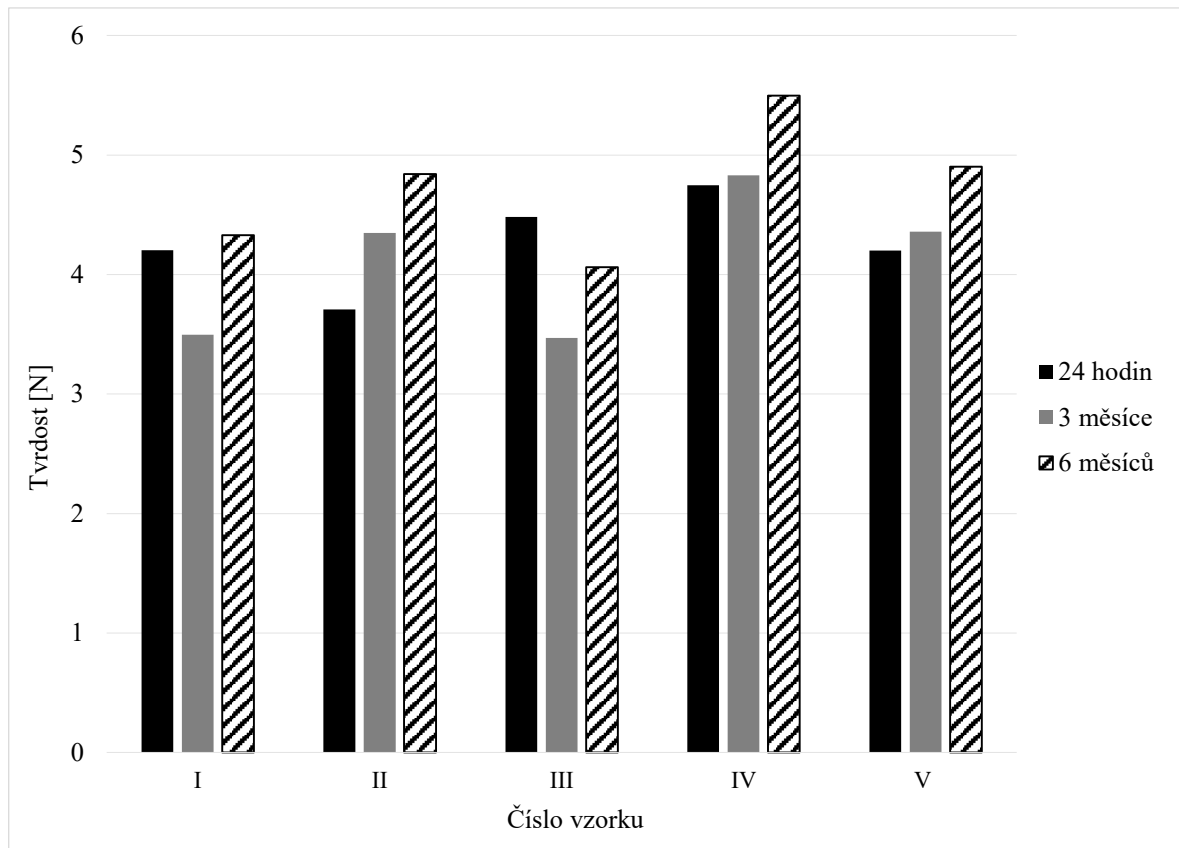
7.1 Vyhodnocení texturních vlastností játrových paštik

Texturní vlastnosti byly stanoveny pomocí textuometru TA-XT Plus od společnosti StableMicro systém. Jednotlivé vzorky byly měřeny 24 hodin po výrobě, po 3 měsících a 6 měsících skladování. Každý vzorek byl změřen 8x, z naměřených hodnot byl vypočten průměr a směrodatná odchylka a z průměrných hodnot jednotlivých parametrů byly sestaveny grafy. Veškeré hodnoty analýzy jsou uvedeny v příloze II. V rámci texturní analýzy byly hodnoceny parametry, jako je tvrdost vzorků, pevnost gelu a pružnost vzorků.

7.1.1 Tvrdost

Tab. 2. Průměrné hodnoty tvrdosti vzorků

24 hodin po výrobě					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota tvrdosti vzorku [N]	4,204	3,708	4,482	4,748	4,201
Směrodatná odchylka	0,258	0,191	0,209	0,224	0,146
3 měsíce					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota tvrdosti vzorku [N]	3,497	4,348	3,470	4,831	4,359
Směrodatná odchylka	0,127	0,218	0,463	0,235	0,315
6 měsíců					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota tvrdosti vzorku [N]	4,330	4,841	4,061	5,498	4,903
Směrodatná odchylka	0,316	0,214	0,128	0,476	0,366



Graf č. 1. Závislost tvrdosti jednotlivých vzorků na době skladování

Ve výše vyobrazeném grafu je znázorněn vývin tvrdosti vzorků v závislosti na době skladování. U vzorků II (VeproGel) a IV (kolagen z kuřecích běháků) lze pozorovat stejný trend jako u vzorku V neboli standardu. U všech zmíněných vzorků dochází vlivem času ke zvýšení tvrdosti vzorků, stejně jako je tomu u standardu. U vzorků I (ScanGel) a III (kolagen ze slepičích běháků) není pozorována žádná souvislost během doby skladování. Nejvyšší tvrdost vykazoval vzorek IV (kolagen z kuřecích běháků), a to na konci skladování s hodnotou 5,498 N (viz tabulka 2). Naopak jako nejméně tvrdý se jevil vzorek III (kolagen ze slepičích běháků) po třech měsících skladování s hodnotou 3,470 N. Z naměřených dat lze usuzovat, že kolagen z kuřecích běháků (vzorek IV) je, co se týče chování v masných výrobcích velmi podobný kolagenu vepřovému (v přípravku VeproGel – vzorek II), tzn., že hodnoty tvrdosti paštiky u obou vzorků mají v čase tendenci narůstat.

Paštika je považována za jemně mělněný masný výrobek, který má před tepelným opracováním pastovitou konzistenci. Samotná struktura paštiky se tvoří, když proteiny začnou denaturovat a účastní se interakcí protein – protein. Podobné výsledky publikovali ve své práci Terrasa et al. [53], kteří uvádějí hodnoty tvrdosti vzorků do maximálně necelých 6 N, čemuž se nejvíce přiblížil právě vzorek IV (kolagen z kuřecích běháků).

Co se týče hodnot tvrdosti vzorků v závislosti na čase, ty jsou v souladu s prací Delgado – Pando et al. [54], kteří ve své publikaci rovněž uvádějí mírný nárůst tvrdosti v čase (až na výjimky). Výsledky jejich publikace však leží v nižších hodnotách (max. 1,8 N).

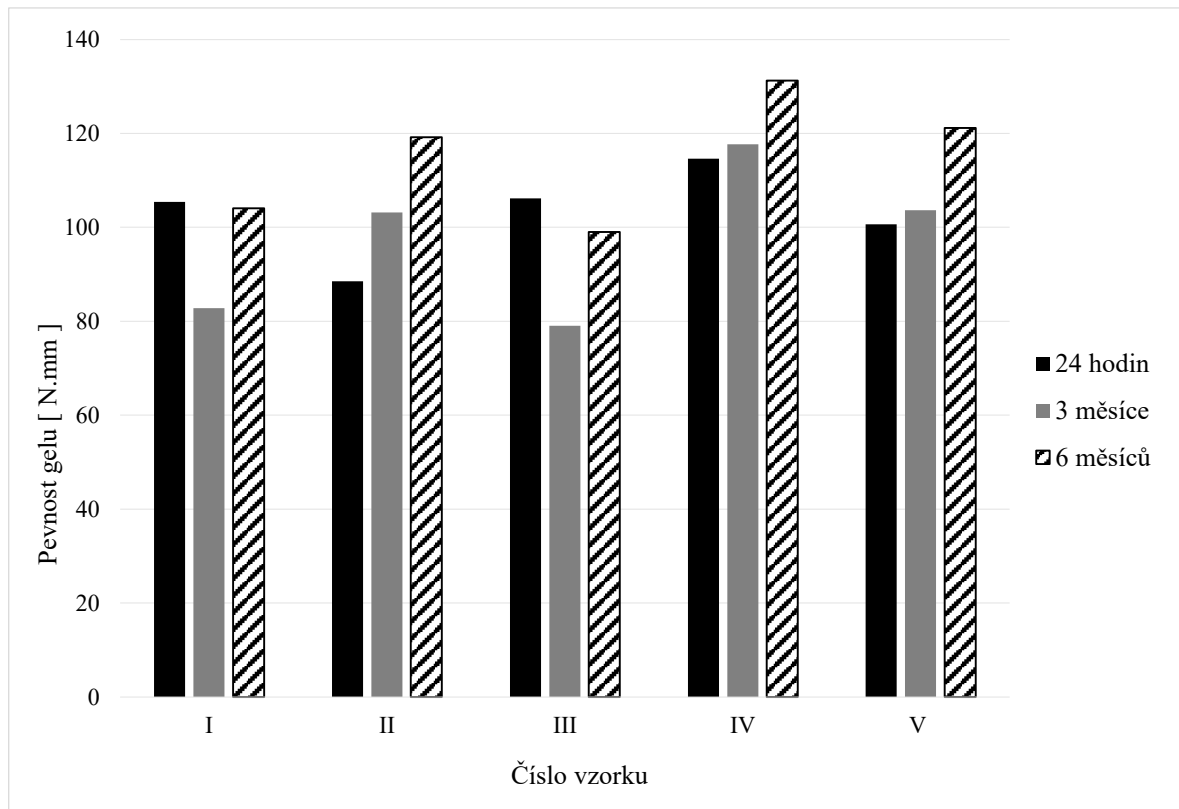
K podobným výsledkům se dopátrali Jridi et al. [55], kteří publikovali, že tvrdost masných výrobků obsahující kolagen, respektive krůtích klobás, roste se zvyšující se dobou skladování. Zvýšení bývá způsobeno ztrátou vody, což má za následek vytvoření pevnější matrice masného výrobku. Jridi et al. [55] však uvádí mírně vyšší hodnoty tvrdosti masného výrobku ve srovnání s výsledky této diplomové práce, a to 5 – 10 N. Do těchto hodnot spadá pouze vzorek IV (kolagen z kuřecích běháků). Příčinou vyšších hodnot je jiná surovinová skladba a fakt, že se nejedná o játrovou paštiku, ale o jiný, byť drůbeží masný výrobek.

Výsledky, které stanovili Steen et al. [56] leží v jiných hodnotách a s výsledky získaných v této diplomové práci se neshodují. Steen et al. [56] uvedli jako nejvyšší tvrdost játrových paštik 1,02 N. Tuto skutečnost však podmiňuje fakt, že se jedná o jinou surovinovou skladbu.

7.1.2 Pevnost gelu

Tab. 3. Průměrné hodnoty pevnosti gelu vzorků

24 hodin po výrobě					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota pevnosti gelu [N.mm]	105,395	88,512	106,139	114,635	100,672
Směrodatná odchylka	7,468	3,988	3,440	2,365	3,737
3 měsíce					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota pevnosti gelu [N.mm]	82,772	103,183	79,030	117,672	103,669
Směrodatná odchylka	3,194	7,463	4,594	8,492	7,950
6 měsíců					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota pevnosti gelu [N.mm]	104,076	119,161	99,004	131,231	121,130
Směrodatná odchylka	4,559	3,947	3,896	8,162	9,430



Graf č. 2. Závislost pevnosti gelu jednotlivých vzorků na době skladování

Graf popisující závislost pevnosti gelu na době skladování je velmi analogický ke grafu popisující tvrdost vzorků. Stejně jako v předchozím případě lze pozorovat u vzorku II (VeproGel) a IV (kolagen z kuřecích běháků) postupný nárůst hodnot, jako je tomu i u standardu (vzorek V). Nejvyšší pevnost gelu vykazoval opět vzorek IV (kolagen z kuřecích běháků) a dosahoval hodnot téměř 132 N.mm. Paštika obsahující kolagenní přípravek VeproGel byla téměř shodná se standardem a ve srovnání se vzorkem IV (kolagen z kuřecích běháků) vykazovala nižší hodnoty. U vzorků I (ScanGel) a III (kolagen ze slepičích běháků) není opět pozorována žádná souvislost popisující vliv doby skladování na pevnost gelu. Stejně jako v předchozí analýze tvrdosti lze pozorovat jistou podobnost mezi vzorkem II obsahující přípravek VeproGel, a IV obsahující kolagen z kuřecích běháků, co se týče nárůstu pevnosti gelu v čase. Jednotlivé hodnoty této analýzy jsou uvedeny v tabulce 3.

V ostatních publikovaných studiích jsou hodnoty pevnosti gelu mnohonásobně nižší. Například publikace Delgado – Pando et al. [54] uvádí hodnoty pevnosti gelu pouze okolo hodnot 1,5 N.mm, současně také ve své práci pozorují chování paštik v závislosti na době skladování. Dle jejich výsledků lze usuzovat, že doba skladování nemá na pevnost gelu paštik vliv, ale tento fakt nebyl v tomto experimentu potvrzen, neboť

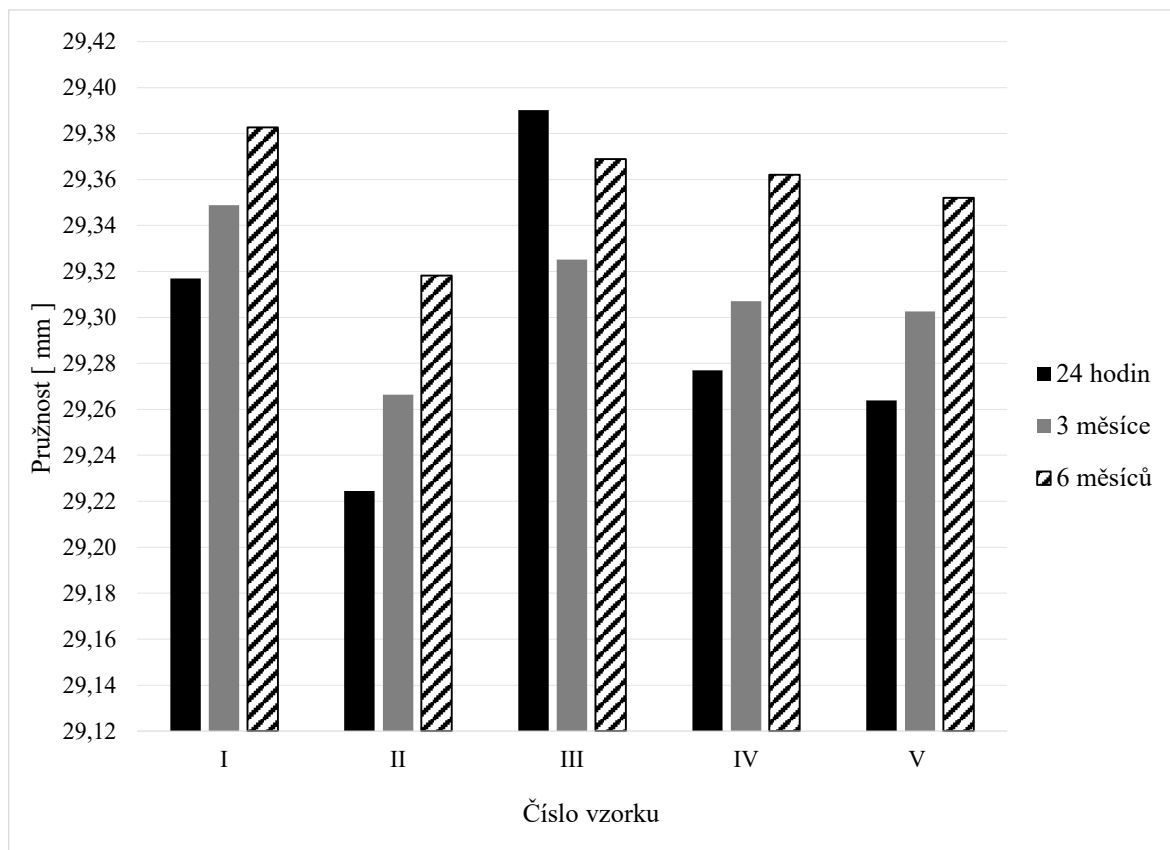
u vzorků II (VeproGel), IV (kolagen z kuřecích běháků) a V (standard) lze pozorovat časem mírný nárůst pevnosti gelu. Nižší hodnoty rovněž publikuje ve své práci Gómez – Estaca et al. [57], kde pevnost gelu nepřekročila hodnotu 9 N.mm.

Mnohonásobně rozdílné výsledky ve srovnání s dalšími vědeckými publikacemi mohla způsobit rozdílná surovinová skladba játrových paštik. Dalším možným elementem mohla být rozdílná sonda při penetračním testu. V práci Delgado – Pando et al. [54] použili pro penetrační test válcovou sondu o průměru 6 mm, zatímco v našem experimentu byla použita sonda o průměru 10 mm. V publikaci Gómez – Estaca et al. [57] byla použita plochá, nikoli válcová sonda o průměru 12 mm. Rovněž na hodnotu pevnosti gelu mohla mít vliv hloubka penetrace sondy do játrové paštiky, která byla v případě Gómez – Estaca et al. [57] 10 mm, zatímco pro měření vzorků diplomové práce byla zvolena hloubka 30 mm. Co však mají obě uvedené publikace společné s tímto experimentem je rychlost průniku penetrační sondy, která byla nastavena na 0,8 mm / s.

7.1.3 Pružnost

Tab. 4. Průměrné hodnoty pružnosti vzorků

24 hodin po výrobě					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota pružnosti vzorku [mm]	29,317	29,225	29,390	29,277	29,264
Směrodatná odchylka	0,038	0,119	0,035	0,033	0,023
3 měsíce					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota pružnosti vzorku [mm]	29,349	29,266	29,325	29,307	29,303
Směrodatná odchylka	0,044	0,047	0,099	0,041	0,065
6 měsíců					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota pružnosti vzorku [mm]	29,383	29,318	29,369	29,362	29,352
Směrodatná odchylka	0,029	0,055	0,054	0,030	0,044



Graf č. 3. Závislost pružnosti jednotlivých vzorků na době skladování

Pružnost je třetí z testovaných parametrů s podobným výsledkem jako u předchozích dvou parametrů. S výjimkou vzorku III (kolagen ze slepičích běháků) se u všech testovaných vzorků setkáváme s rostoucí pružností s dobou skladování. Rozdíly mezi jednotlivými hodnotami jsou velmi malé, všechny hodnoty se pohybují nad hodnotou 29 mm a jsou uvedeny v tabulce 4. Nejmenší hodnotu pružnosti po 6 měsících skladování vykazoval vzorek II (VeproGel), nejvyšší naopak vzorek I (ScanGel). Kolagen z kuřecích běháků vykazoval v čase podobné chování jako vepřový kolagen ve formě kolagenního přípravku VeproGel a rovněž je velmi obdobný jako vzorek V (standard). Vzorek obsahující kolagen ze slepičích běháků (vzorek III) nevykazoval v čase významné hodnoty.

Nižší hodnoty uvádí ve své práci Jridi et al. [55], kde se hodnoty pružnosti pohybují v rozmezí hodnot od 6 do 9 mm. Stejně tak nižší hodnoty byly zjištěny u Steen et al. [56], v jejichž práci se setkáváme s hodnotami pružnosti pohybující se okolo hodnoty 18 mm. Lze pozorovat, že hodnoty pružnosti v práci Steen et al. [56] jsou rovněž velmi vyrovnané, stejně jako je tomu v případě tohoto experimentu. Vyšší hodnoty pružnosti naměřené na vzorcích paštik této diplomové práce lze připisovat skutečnosti, že se jedná o jinou surovinovou skladbu.

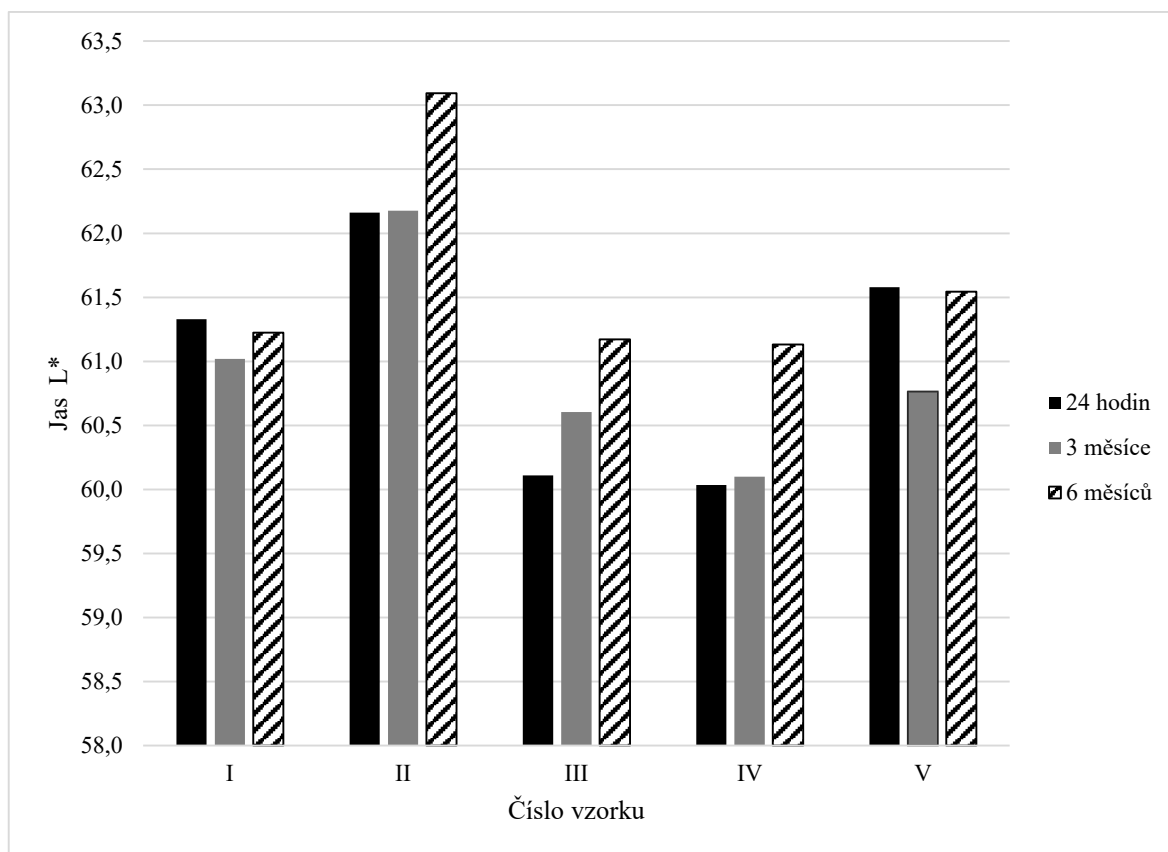
7.2 Vyhodnocení barevných vlastností játrových paštik

V rámci této analýzy byl měřen jas – L^* , přechod mezi červenou a zelenou barvou – a^* a přechod mezi žlutou a modrou barvou – b^* . Hodnoty byly získány na základě měření vzorků pomocí spektrofotometru Ultrascan PRO od výrobce HunterLab. Ze vzorků po otevření sklenice byla nejdříve z vrchní části odstraněna mírně zoxidovaná vrstva a následně byl vzorek paštiky naplněn do měřících kyvet. Všechny vzorky byly proměřeny 5x a ze získaných výsledků byl vypočten průměr a směrodatná odchylka. Průměrné hodnoty a jejich odchylky jsou vyhodnoceny níže, kompletní hodnoty jsou pak uvedeny v příloze III. Obecně lze říci, že barva masného výrobku, v tomto případě játrové paštiky, závisí na stupni oxidace myoglobinu a hemoglobinu. Barva játrových paštik rovněž úzce souvisí s barvou použitých surovin.

7.2.1 Jas L^*

Tab. 5. Průměrné hodnoty jasu L^* vzorků

24 hodin po výrobě					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota L^*	61,328	62,162	60,110	60,034	61,578
Směrodatná odchylka	0,290	0,160	0,140	0,391	0,062
3 měsíce					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota L^*	61,018	62,176	60,604	60,100	60,764
Směrodatná odchylka	0,365	0,220	0,279	0,231	0,495
6 měsíců					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota L^*	61,224	63,094	61,172	61,132	61,544
Směrodatná odchylka	0,185	0,281	0,265	0,104	0,214



Graf č. 4. Závislost jasu L^* jednotlivých vzorků na době skladování

Graf znázorňuje závislost hodnoty jasu L^* na době skladování. Všechny uvedené vzorky byly srovnány se vzorkem V, což je játrová paštika bez přídavku kolagenního přípravku či kolagenu, která slouží jako standard. Vzorek I (ScanGel) vykazuje v čase velmi vyrovnané hodnoty. Všechny tři hodnoty jasu L^* jsou pro tento vzorek nad hodnotou 61 a tento vzorek nejvíce koresponduje se vzorkem V (standard), u kterého lze pozorovat stejný trend v průběhu času. Vzorek II (VeproGel) vykazoval z celé sady vzorků nejvyšší jas L^* po 6 měsících skladování s hodnotou 63,094 a tento vzorek lze považovat za nejsvětlejší ($L 100 = \text{bílá}$). Žádný jiný vzorek nedosáhl 24 hodin po výrobě, ani během skladování hodnoty nad 63. Naopak nejmenší hodnoty jasu L^* vykazuje vzorek IV (kolagen z kuřecích běháků) a je tak považován za nejtmavší ($L 0 = \text{černá}$). Vyšší hodnoty jasu L^* u vzorku II lze vysvětlit přidáním světla zbarveného kolagenního přípravku VeproGel.

Zvláštní pozornost byla věnována vzorku III a IV, tedy vzorkům s kolagenem ze slepičích a kuřecích běháků, které jsou pro tuto práci minoritní. Ve srovnání se vzorky, které obsahují vepřový kolagenní přípravek, jsou hodnoty jasu L^* nižší (játrové paštiky jsou tmavší). Z naměřených hodnot je patrný trend, kdy hodnota jasu L^* vzorků s kolagenem ze slepičích a kuřecích běháků má tendenci se v čase zvyšovat, zatímco vzorky s vepřovým kolagenním

přípravkem (ScanGel a VeproGel) se v čase nezvyšují a jejich hodnoty jsou v čase přibližně stejné (s výjimkou vzorku II, kdy hodnota jasu L^* po 6 měsících skladování je vyšší). Lze tedy říci, že vzorky obsahující kolagen ze slepičích a kuřecích běháků časem zesvětlají (ztrácejí intenzitu barvy). Veškeré hodnoty měření jsou uvedeny výše, v tabulce 5.

Podobné hodnoty jasu L^* byly nalezeny také v práci Xiong et al. [58], kteří taktéž studovali játrové paštiky. Hodnoty jasu L^* se pohybovaly v okolí hodnoty 64, čemuž se nejvíce přiblížil vzorek II s kolagenním přípravkem VeproGel. Játrové paštiky v práci Xiong et al. [58] sice disponovaly jinou surovinovou skladbou, a to zejména přidavkem vepřového sádla, které vzorky z této diplomové práce neobsahují, nicméně dle získaných hodnot jasu L^* to nemá na výsledky takový vliv.

Ve srovnání s výsledky této diplomové práce byly hodnoty jasu L^* v práci Estévez et al. [59] nižší. Práce Estévez et al. [59] se však zabývala vepřovými játrovými paštikami a lze tedy říci, že vepřové játrové paštiky jsou ve srovnání s kuřecími játrovými paštikami tmavší. Hodnoty jasu L^* se v práci pohybují od hodnot 51 do 54 (v závislosti na obsahu tuku).

Velmi podobné hodnoty jsou uvedeny v práci Shilling et al. [60], kde se jedná o vařené šunky s PSE masem a s přidavkem kolagenu do obsahu 3 %. Hodnoty jasu L^* byly tím vyšší, čím byl vyšší obsah kolagenu v šunce a dosahovaly hodnot až 65, čemuž se jako v případě práce Xiong et al. [58] podobal nejvíce vzorek II (VeproGel).

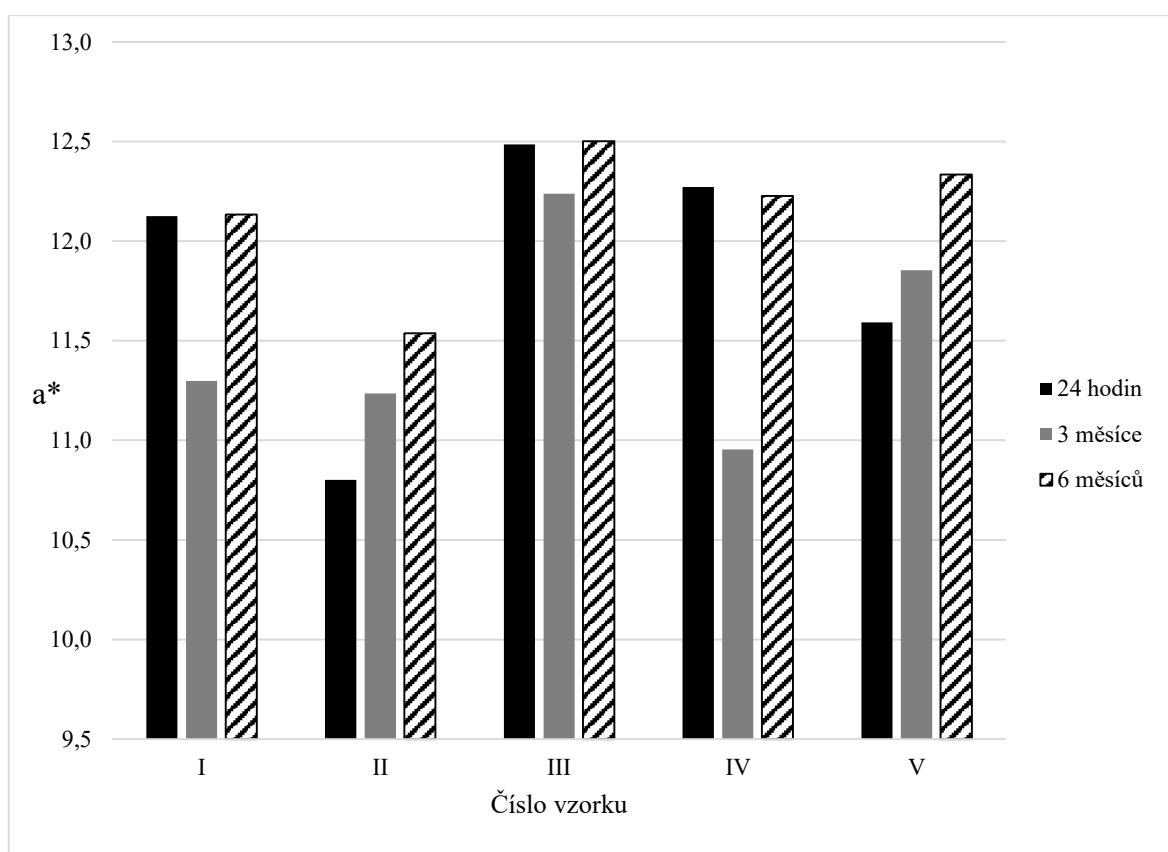
Při srovnání kuřecích játrových paštik v této diplomové práci a jiných drůbežích masných výrobků, konkrétně krůtích klobás jsou hodnoty jasu L^* paštik vyšší. Naznačuje tomu tak práce Jridi et al. [55], kde hodnoty jasu L^* krůtích klobás dosahovaly hodnoty 53 pro klobásy bez kolagenu až po hodnoty 60 při koncentraci 1,5 % želatiny.

7.2.2 Přechod mezi zelenou a červenou barvou – a^*

Tab. 6. Průměrné hodnoty přechodu mezi zelenou a červenou barvou vzorků

24 hodin po výrobě					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota a^*	12,126	10,802	12,486	12,272	11,592
Směrodatná odchylka	0,120	0,062	0,105	0,129	0,207

3 měsíce					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota a^*	11,298	11,236	12,238	10,954	11,854
Směrodatná odchylka	0,246	0,107	0,272	0,112	0,292
6 měsíců					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota a^*	12,134	11,538	12,502	12,226	12,334
Směrodatná odchylka	0,179	0,113	0,102	0,267	0,132



Graf č. 5. Závislost přechodu G/R jednotlivých vzorků na době skladování

Veškeré hodnoty parametru a^* jsou kladné (viz tabulka 6), což podmiňuje fakt, že jsou vzorky v červené části spektra a jedná se tak o masné výrobky. Přejít mezi zelenou a červenou barvou jednotlivých vzorků se nijak významně neliší, avšak nejvyšší hodnoty přechodu jsou zaznamenány u vzorku III (kolagen ze slepičích běháků). Dostí značný pokles a opětovný vzestup hodnot je zaznamenám u vzorku IV (kolagen z kuřecích běháků), který

může být vysvětlen tím, že kuřecí kolagen může být v čase barevně nestabilní. Se standardem korespondoval pouze vzorek II (VeproGel).

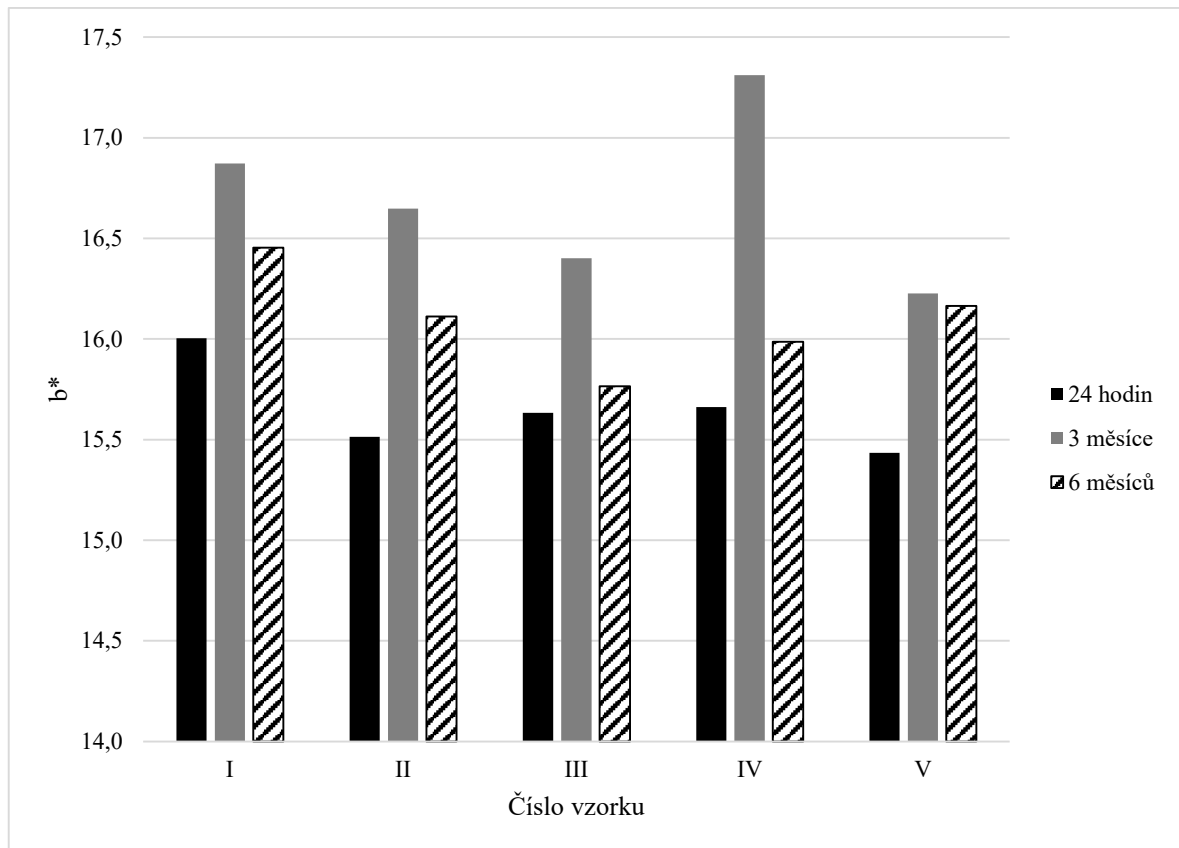
Rozdílná hodnota parametru a^* v závislosti na obsahu kolagenu je nastíněna v práci Shilling et al. [60], kde je vidno, že s rostoucím obsahem kolagenu v šunce parametr a^* klesá, a pohybuje se v mírně vyšších hodnotách ve srovnání s výsledky této diplomové práce (od 13 do 16). Vyšší hodnoty parametru a^* jsou uvedeny v práci Jridi et al. [55], kteří se zabývali aplikací želatiny do krutých klobás a hodnoty parametru a^* těchto klobás se pohybují okolo hodnot 16 až 22. Hodnota se taktéž snižuje s rostoucím obsahem želatiny od 0 % do 1,5 %.

Vliv doby skladování na zčervenání játrových paštik studovali Terrasa et al. [53]. V průběhu skladování lze v práci pozorovat trend, kdy parametr a^* paštik roste s dobou skladování. Zčervenání lze připisovat tvorbě nitrosohemoglobinu a nitrosomyoglobinu, jak uvádí Terrasa et al. [53]. Nárůst parametru a^* (zčervenání) se v této diplomové práci potvrdilo v případě vzorků II (VeproGel) a V (standard), zatímco ostatní vzorky zčervenání s dobou skladování nevykazovaly.

7.2.3 Přechod mezi žlutou a modrou barvou – b^*

Tab. 7. Průměrné hodnoty přechodu mezi žlutou a modrou barvou vzorků

24 hodin po výrobě					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota b^*	16,004	15,514	15,634	15,662	15,434
Směrodatná odchylka	0,154	0,119	0,083	0,181	0,226
3 měsíce					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota b^*	16,872	16,648	16,402	17,312	16,226
Směrodatná odchylka	0,351	0,140	0,192	0,099	0,244
6 měsíců					
Vzorek	I	II	III	IV	V
Průměrná hodnota b^*	16,454	16,112	15,766	15,986	16,164
Směrodatná odchylka	0,203	0,087	0,144	0,219	0,126



Graf č. 6. Závislost přechodu Y/B jednotlivých vzorků na době skladování

Stejně jako u předešlého parametru a^* je parametr b^* , tedy přechod mezi žlutou a modrou barvou v kladné části spektra, což podmiňuje skutečnost, že vzorky jsou spíše žluté než zelené. Do jednotlivých hodnot lze detailně nahlédnout v tabulce 7. Nejvyšší hodnotu parametru b^* 24 hodin po výrobě měl vzorek I (ScanGel) a lze ho považovat za nejžlutší. Tento vzorek si rovněž udržel nejvyšší hodnotu i po 6 měsících skladování, tedy na konci trvanlivosti. U všech vzorků lze pozorovat zvýšení hodnoty parametru b^* po 3 měsících ve srovnání s hodnotami 24 hodin po výrobě a následný pokles hodnot. Jednou z možností, jak si vysvětlit tento trend může být vyšší stabilizace barvy během první poloviny skladování játrových paštik, zatímco v druhé polovině skladování barva slábla. Nárůst hodnoty parametru b^* lze připisovat oxidaci a okysličování myoglobinu, jak uvádí i ve své práci Terrasa et al. [53]. Ten rovněž uvádí mírný vzestup hodnoty b^* spolu s dobou skladování, což se v rámci nultého a třetího měsíce potvrdilo, avšak na vzorcích paštik není pozorován trvalý nárůst parametru b^* .

Velmi podobné výsledky byly získány u játrových paštik v práci Xiong et al. [58], kde byly naměřeny hodnoty zhruba od 14,97 do 15,97. Dle Shilling et al. [60] hraje kolagen významnou roli ovlivňující zežloutnutí masného výrobku. U všech testovaných vzorků

v práci Shilling et al. [60] bylo pozorováno zvýšení parametru b^* u vzorků obsahující kolagen ve srovnání se vzorky, které kolagen neobsahovaly. Avšak ve srovnání jsou hodnoty této diplomové práce vyšší, což může být způsobeno mírně odlišnou surovinovou skladbou.

Játrové paštiky této diplomové práce jsou ve srovnání s jiným masným výrobkem žlutější. Dle Jridi et al. [55], kteří studovali vliv kolagenu na barvu krůtích klobás jsou hodnoty parametru b^* nižší (zhruba 11 až 12).

Srovnání komerčního kolagenního přípravku a kolagenem z kuřecích běháků a jejich vliv na fyzikálně-chemické vlastnosti frankfurtských párků je studováno v práci Araújo et al. [47]. Z výsledků práce vyplývá, že masný výrobek obsahující kolagen z kuřecích běháků byl světlejší než masný výrobek obsahující komerční kolagenní přípravek, zatímco jako červenější se jevil právě vzorek obsahující komerční kolagenní přípravek. Tyto fakta nejsou v této diplomové práci potvrzena, a to zejména z toho důvodu, že se jedná o jinou surovinovou skladbu. Vliv kolagenu na barvu játrových paštik ve srovnání s párky je tedy rozdílný, a to zejména z důvodu jiné konzistence a složení obou masných výrobků. Hlavním rozdílem v surovinové skladbě je zejména paprika, která se přidává do frankfurtských párků a která má za následek vznik jiných barevných vlastností. Co však mají játrové paštiky s párky společné, je to, že jsou spíše světlejší než tmavší (L^* se blíží u obou prací 100) a přechod mezi zelenou a červenou barvou je v kladných hodnotách, tzn., že oba masné výrobky mají červenou barvu.

ZÁVĚR

Kolagen je velmi všestrannou surovinou používanou nejen v potravinářském průmyslu, ale i v biomedicínských, farmaceutických či kosmetických aplikacích. Jeho použití v potravinářském průmyslu je většinové a tvoří cca 63 %. Jedinečnou a velmi cennou vlastností kolagenu a želatiny je schopnost vytvářet termoreverzibilní gely, které se využívá v mnoha potravinách. Zejména v posledních letech se klade vyšší důraz na získávání kolagenu z alternativních zdrojů, jako jsou především vedlejší produkty při opracování drůbeže, čímž se snižuje i množství odpadů.

Cílem diplomové práce byla aplikace komerčních kolagenních přípravků ScanGel a VeproGel a drůbežího kolagenu zastoupeného ve formě kolagenu izolovaného ze slepičích a kuřecích běháků do tepelně opracovaného masného výrobku, kterým byla zvolena kuřecí játrová paštika. Vyrobena experimentální sada vzorků byla vyhodnocována ve třech časových úsecích za účelem zjištění ovlivnění barvy a textury v závislosti na použitém kolagenním přípravku či kolagenu.

Během texturní analýzy byly hodnoceny parametry, jako je tvrdost, pevnost gelu a pružnost. Jako nejtvrdší ze vzorků se jevila játrová paštika obsahující kolagen izolovaný z kuřecích běháků, jejíž tvrdost dosahovala po 6 měsících skladování zhruba 5,5 N. Hodnota tvrdosti v čase postupně narůstala, což bylo pozorováno i u játrové paštiky obsahující kolagenní přípravek VeproGel. Kolagen z kuřecích běháků rovněž vykazoval i nejvyšší pevnost gelu s hodnotou cca 131,2 N.mm a hodnota pevnosti gelu v čase měla opět tendenci růst. U naměřených hodnot pružnosti sice nebyla prokázána nejvyšší hodnota u kolagenu z kuřecích běháků, ale hodnoty opět v čase postupně narůstaly, stejně jako u kolagenu vepřového. Dle této zjištěné skutečnosti lze konstatovat, že právě kolagen z kuřecích běháků se jeví jako nejlepší alternativa k vepřovému kolagenu. Větší tvrdost a pevnost gelu je také ovlivněna hodnotou Bloom, která je právě u kolagenu z kuřecích běháků vyšší (380 Bloom) ve srovnání s kolagenem ze slepičích běháků (195 Bloom).

V druhé části diplomové práce byly hodnoceny barevné vlastnosti kuřecích játrových paštik. Jako nejsvětlejší z paštik se jevila paštika s obsahem kolagenního přípravku VeproGel, zatímco jako nejtmavší byla shledána paštika s obsahem kolagenu izolovaného z kuřecích běháků. Kolagen z kuřecích i slepičích běháků se choval v čase velmi podobně, tzn., že s dobou skladovatelnosti vzorky s těmito kolageny světlaly. Obdobný nárůst světlosti vykazoval rovněž vzorek obsahující kolagenní přípravek VeproGel. Analýza přechodu mezi

zelenou a červenou barvou jasně ukázala, že všechny vzorky leží v červené části spektra, což neodmyslitelně patří k základním vlastnostem masných výrobků. Kolagen ze slepičích běháků vykazoval nejvyšší hodnoty parametru a^* , ale souvislost s dobou skladování nebyla prokázána, jako tomu bylo u paštiky s obsahem kolagenního přípravku VeproGel. Analýza přechodu mezi žlutou a modrou barvou odhalila, že barva paštik leží ve žluté části spektra, avšak opět nebyla pozorována souvislosti během doby skladování.

Na základě provedených měření a získaných dat lze konstatovat, že kolagen z kuřecích běháků je vhodnější alternativou k vepřovému kolagenu ve srovnání s kolagenem ze slepičích běháků ve smyslu texturní analýzy. Vhodnost použití těchto alternativních zdrojů kolagenu pro zlepšení barvy masných výrobků nebyla prokázána.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KADLEC P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing. Monografie (Key Publishing), 2009. ISBN 978-80-7418-051-4
- [2] LAWRIE R. A. a F. TOLDRÁ. *Lawrie's meat science (8th Edition)* [online]. Elsevier, 2017. [cit. 2019-11-30]. ISBN 978-0-08-100694-8. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpLMSE0011/lawries-meat-science/lawries-meat-science>
- [3] Composition of meat. *Animal Production and Health* [online]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2015. [cit. 2019-11-30]. Dostupné také z: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_composition.html
- [4] KAMENÍK J. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014. ISBN 978-80-7305-673-5.
- [5] FEINER G. *Meat Products Handbook – Practical Science and Technology* [online]. Woodhead Publishing, 2006. [cit. 2019-11-26]. ISBN 978-1-84569-050-2. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMPHPST0H/meat-products-handbook/meat-products-handbook>
- [6] DIKEMAN M. a C. DEVINE. *Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition)* [online]. Elsevier, 2014. [cit. 2019-11-20]. ISBN 978-0-12-384731-7. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpEMSE0003/encyclopedia-meat-sciences/encyclopedia-meat-sciences>
- [7] *Tuk ve svalovině*. [online]. [cit. 2019-11-30]. Dostupné také z: <https://pro-bio.cz/wp-content/uploads/2016/12/SBORN%C3%8DK-zpracov%C3%A1n%C3%AD-masa.compressed.pdf>
- [8] KAMENÍK J., B. JANŠTOVÁ a A. SALÁKOVÁ. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014. [cit. 2019-11-28]. ISBN 8073057220. Dostupné také z: <https://fvhe.vfu.cz/files/technologie-ahygiena-potravin-zivocisneho-puvodu.pdf>
- [9] JAMES S. J. a C. James. *Meat Refrigeration* [online]. Woodhead Publishing, 2002. [cit. 2019-11-20]. ISBN 978-1-85573-442-5. Dostupné také z:

- <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMR000005/meat-refrigeration/meat-refrigeration>
- [10] DOSTÁLOVÁ J. a P. KADLEC. *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing. Monografie (Key Publishing), 2014. ISBN 978-80-7418-208-2.
- [11] HEINZ G. a P. HAUTZINGER. *Meat processing technology*. [online]. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007. [cit. 2019-11-28]. ISBN 978-974-7946-99-4. Dostupné také z: <http://www.fao.org/3/a-ai407e.pdf>
- [12] IJAZ M., X. LI, D. ZHANG, Z. HUSSAIN, CH. REN, Y. BAI a X. ZHENG. Association between meat color of DFD beef and other quality attributes. *Meat Science* [online]. 2020, 161(6), p. 824-833 [cit. 2019-12-13]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.107954. ISSN 03091740. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174019303419>
- [13] Vady masa. Bezpečnost potravin A-Z. *Internetový portál bezpečnosti potravin* [online]. [cit. 2020-01-16]. Dostupné také z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92470.aspx>
- [14] SALÁKOVÁ A. *Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products* [online]. Brno, 2012. [cit. 2019-12-12]. Dostupné také z: <http://www.maso-international.cz/wp-content/uploads/2013/04/maso-international-2012-2-page-107-114.pdf>
- [15] NEDOMOVÁ Š. *Texturní vlastnosti potravin* [online]. Brno [cit. 2019-12-04]. Dostupné také z: http://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/habilitacni_prednasky/habilitacni_prednaska_nedomova.pdf
- [16] Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků. Česká potravinářská komora České republiky [online]. 2013. [cit. 2020-03-29]. Dostupné také z: <http://www.ceskapotravina.net/content/instrumentalni-hodnoceni-textury-barvy-masa-masnych-vyrobkou>
- [17] Overview of Texture Profile Analysis (TPA). *Texture Technologies* [online]. [cit. 2020-01-20]. Dostupné také z: <https://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis#overview>

- [18] *Graf penetrometrického měření*. [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné také z: <https://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2017/01/substituting-your-meat-at-mealtimes.html>
- [19] Barvy a barevné modely - Pokročilejší témata. *Printing - tisk, pre-press a knihařské zpracování* [online]. 2001. [cit. 2020-12-12]. Dostupné také z: <https://www.printing.cz/clanky/pokrocilejsi-temata/barvy-a-barevne-modely-1176cz>
- [20] Color Code Hex. *Color Space Color* [online]. 2014. [cit. 2019-12-20]. Dostupné také z: <https://www.colorcodehex.com/color-model.html>
- [21] CHOUDHURY A. K. R. *Principles of colour appearance and measurement* [online]. Elsevier, 2014. [cit. 2020-02-24]. ISBN 978-0-85709-229-8. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPCAMVOA3/principles-colour-appearance/principles-colour-appearance>
- [22] *Barevný systém CIE L*a*b*. [online]. [cit. 2020-01-15]. Dostupné také z: https://www.researchgate.net/figure/CIELAB-color-system_fig1_310836551
- [23] *Barevný prostor LCh*. [online]. [cit. 2020-04-07]. Dostupné také z: http://wikipedfie.pedf.cuni.cz/it/lib/exe/fetch.php?media=dvouoborbc:pocitacova_grafika:04_barvy_a_barevne_modely.pdf
- [24] NOLLET L. M. L. a F. TOLDRA. *Handbook of Analysis of Edible Animal By-Products* [online]. Boca Raton, 2011. [cit. 2019-12-02]. DOI: 10.1201/b10785. ISBN 9780429166051. Dostupné také z: <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429166051>
- [25] MARTI D. L., R. J. JOHNSON a K. H. MATHEWS. Where's the (not) meat? Byproducts from beef and pork production. *Journal of Current Issues in Globalization* [online]. 2012, 5(4), p. 397-423 [cit 2019-12-03]. ISSN 19353561. Dostupné také z: <https://search-proquest-com.proxy.k.utb.cz/docview/1731527493?accountid=15518>
- [26] Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: *Sbírka zákonů České republiky* [online]. 2016 [cit. 2020-02-24]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>

- [27] FERNANDES R. *Microbiology handbook: meat products* [online]. Royal Society of Chemistry, 2009. [cit. 2019-11-27]. ISBN 978-1-905224-66-1. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMHMPE002/microbiology-handbook-2/microbiology-handbook-2>
- [28] OJHA K. S., J. P. KERRY, G. DUFFY, T. BERESFORD a B. K. TIWARI. Technological advances for enhancing quality and safety of fermented meat products. *Trends in Food Society & Technology* [online]. 2015, 44(1), p. 105-116 [cit. 2019-12-01]. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.03.010. ISSN 09242244. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092422441500093X>
- [29] LARANJO M., M. E. POTES a M. ELIAS. Role of Starter Cultures on the Safety of Fermented Meat Products. *Frontiers in Microbiology* [online]. 2019, 10. [cit. 2019-12-01]. DOI: 10.3389/fmicb.2019.00853. ISSN 1664-302X. Dostupné také z: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2019.00853/full>
- [30] ADAMS M. R. a M. O. MOSS. *Food Mikrobiologie (3rd Edition)* [online]. Royal Society of Chemistry, 2008. [cit. 2019-11-27]. ISBN 978-0-85404-284-5. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFME00011/food-microbiology-3rd/food-microbiology-3rd>
- [31] PIPEK, P. *Základy technologie masa*. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 1998, 104 s. ISBN 8072310100.
- [32] *Masná konzerva*. [online]. [cit. 2019-12-03]. Dostupné také z: <https://www.hame-eshop.cz/veprove-ve-vl-stave-masova-konzerva-290g-hame>
- [33] OECHSLE A. M., D. AKGÜN, F. KRAUSE, CH. MAIER, M. GIBIS, R. KOHLUS a J. WEISS. Microstructure and physical–chemical properties of chicken collagen. *Food Structure* [online]. 2016, 7, p. 29-37 [cit. 2019-11-15]. DOI: 10.1016/j.foostr.2016.02.001. ISSN 22133291. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213329116300028>
- [34] HASHIM P., M. M. S. RIDZWAN, J. BAKAR, a M. D. HASHIM. Collagen in food and beverage industries. *International Food Research Journal* [online]. 2015, 22(1), p. 1-8 [cit. 2019-11-15]. ISSN 19854668. Dostupné také z: <https://search-proquest-com.proxy.k.utb.cz/docview/1682164380?accountid=15518>
- [35] SCHMIDT M. M., R. C. P. DORNELLES, R. O. MELLO, E. H. KUBOTA, M. A. MAZUTTI, A. P. KEMPKA a I. M. DEMIATE. Collagen extraction

- process. *International Food Research Journal* [online]. 2016, 23(3), p. 913-922 [cit. 2019-11-16]. ISSN 19854668. Dostupné také z: <https://search-proquest-com.proxy.k.utb.cz/docview/1789076079?accountid=15518>
- [36] PETERKOVÁ P. a L. LAPČÍK. Collagen - Properties, Modifications and Applications. *Chemické listy* [online]. 2000, 94(6), p. 371-379 [cit. 2019-11-07]. ISSN 1213-7103. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/259573775_Collagen_-_Properties_Modifications_and_Applications
- [37] Výskyt, složení a změny bílkovin v potravinách živočišného a rostlinného původu. Ústav chemie a analýzy potravin, Vysoká škola chemicko – technologická v Praze [online]. [cit. 2020-01-15]. Dostupné také z: https://web.vscht.cz/~dolezala/CHPC/5%20B%C3%ADlkoviny_cvi%C4%8Den%C3%AD.pdf
- [38] SHOULDERS M. D. a R. T. RAINES. Collagen Structure and Stability. *Annual Review of Biochemistry* [online]. 2009, 78(1), p. 929-958 [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833. ISSN 0066-4154. Dostupné také z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833>
- [39] ALMEIDA P. F. a S. C. S. LANNES. Extraction and Physicochemical Characterization of Gelatin from Chicken By-Product. *Journal of Food Process Engineering* [online]. 2013, 36(6), p. 824-833 [cit. 2019-12-01]. DOI: 10.1111/jfpe.12051. ISSN 01458876. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/jfpe.12051>
- [40] GÓMEZ-GUILLÉN M. C., B. GIMÉNEZ, M. E. LÓPEZ-CABALLERO a M. P. MONTERO. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food Hydrocolloids* [online]. 2011, 25(8), p. 1813-1827 [cit. 2019-11-16]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2011.02.007. ISSN 0268005X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X11000427>
- [41] Co je to želatina? *Hages* [online]. Praha, 2005 [cit. 2020-02-16]. Dostupné také z: <http://www.hages.cz/katalogy/zelatina.pdf>
- [42] DUTOV P., O. ANTIPOVA, S. VARMA, J. P. R. O. ORGEL, J. D. SCHIEBER a E. DAGUE. Measurement of Elastic Modulus of Collagen Type I Single Fiber. *PLOS ONE* [online]. 2016, 11(1). [cit. 2019-11-16]. DOI:

- 10.1371/journal.pone.0145711. ISSN 1932-6203. Dostupné také z: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0145711>
- [43] GELSE K. Collagens - structure, function, and biosynthesis. *Advanced Drug Delivery Reviews* [online]. 2003, 55(12), p. 1531-1546 [cit. 2019-11-19]. DOI: 10.1016/j.addr.2003.08.002. ISSN 0169409X. Dostupné také z: <https://www.sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0169409X03001820>
- [44] SARBON MHD N., F. BADI a N. K. HOWELL. Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin. *Food Hydrocolloids* [online]. 2013, 30(1), p. 143-151 [cit. 2019-12-15]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2012.05.009. ISSN 0268005X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X12001099>
- [45] Gelatine. [online] Gelatine Manufacturers of Europe. [cit. 2019-12-28]. Dostupné také z: <https://www.gelatine.org/gelatine.html>
- [46] PHILLIPS G. O. a P. A. WILLIAMS. *Handbook of food proteins* [online]. Woodhead Publishing, 2011. [cit. 2019-12-17]. ISBN 978-1-84569-758-7. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHFP00021/handbook-food-proteins/handbook-food-proteins>
- [47] ARAÚJO Í. B. S., D. A. S. LIMA, S. F. PEREIRA a M. S. MADRUGA. Quality of low-fat chicken sausages with added chicken feet collagen. *Poultry Science* [online]. 2019, 98(2), p. 1064-1074 [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.3382/ps/pey397. ISSN 00325791. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119305838>
- [48] SUPARNO O. a N. B. PRASETYO. Isolation of collagen from chicken feet with hydro-extraction method and its physico-chemical characterisation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [online]. 2019, 335. [cit. 2019-11-19]. DOI: 10.1088/1755-1315/335/1/012018. ISSN 1755-1315. Dostupné také z: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/335/1/012018>
- [49] DHAKAL D., P. KOOMSAP, A. LAMICHHANE, M. B. SADIQ a A. K. ANAL. Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen based biopolymeric fibres. *Food Bioscience* [online]. 2018, 23(1), p. 23-30 [cit. 2019-12-15]. DOI: 10.1016/j.fbio.2018.03.003.

- ISSN 22124292. Dostupné také z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212429217302523>
- [50] MOKREJŠ P., R. GÁL, D. JANÁČOVÁ, M. PLŠKOVÁ a M. ZACHAROVÁ. Chicken Paws By-products as an Alternative Source of Proteins. *Oriental Journal of Chemistry* [online]. 2017, 33(5), p. 2209-2216 [cit. 2020-02-25]. DOI: 10.13005/ojc/330508. ISSN 0970020X. Dostupné také z:
<http://www.orientjchem.org/vol33no5/chicken-paws-by-products-as-an-alternative-source-of-proteins/>
- [51] ScanGel A by Scanflavour A/S. Prospector – Food, Beverage and Nutrition [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné také z: <https://www.ulprospector.com/en/eu/Food/Detail/13601/353918/ScanGel-A>
- [52] Pork products. Vepro Meat Proteins. [online]. [cit. 2020-04-10]. Dostupné také z: <https://www.vepro.biz/products-pork/>
- [53] TERRASA A. M., M. DELLO STAFFOLO a M. C. TOMÁS. Nutritional improvement and physicochemical evaluation of liver pâté formulations. *LWT – Food Science and Technology* [online]. 2016, 66, p. 678-684 [cit. 2020-03-03]. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.11.018. ISSN 00236438. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643815303091>
- [54] DELGADO-PANDO G., S. COFRADES, C. RUIZ-CAPILLAS, M. TRIKI a F. JIMÉNEZ-COLMENERO. Low-fat pork liver pâtés enriched with n-3 PUFA/konjac gel: Dynamic rheological properties and technological behaviour during chill storage. *Meat Science* [online]. 2012, 92(1), p. 44-52 [cit. 2020-03-10]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.04.002. ISSN 03091740. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174012001143>
- [55] JRIDI M., O. ABDELHEDI, N. SOUISSI, M. KAMMOUN, M. NASRI a M. A. AYADI. Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. *Food Bioscience* [online]. 2015, 12(1), p. 67-72 [cit. 2020-03-01]. DOI: 10.1016/j.fbio.2015.07.007. ISSN 22124292. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212429215300122>
- [56] STEEN L., I. FRAEYE, O. GOEMAERE, L. SIFRE, B. GODERIS, H. PAELINCK a I. FOUBERT. Effect of Salt and Liver/Fat Ratio on Microstructure, Emulsion

- Stability, Texture and Sensory Mouth Feel of Liver Paste. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 2014, 7(10), p. 2855-2864 [cit. 2020-03-09]. DOI: 10.1007/s11947-013-1247-9. ISSN 1935-5130. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s11947-013-1247-9>
- [57] GÓMEZ-ESTACA J., A. M. HERRERO, B. HERRANZ, M. D. ÁLVAREZ, F. JIMÉNEZ-COLMENERO a S. COFRADES. Characterization of ethyl cellulose and beeswax oleogels and their suitability as fat replacers in healthier lipid pâtés development. *Food Hydrocolloids* [online]. 2019, 87, p. 960-969 [cit. 2020-03-14]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.09.029. ISSN 0268005X. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X18315121>
- [58] XIONG G., P. WANG, H. ZHENG, X. XU, Y. ZHU a G. ZHOU. Effects of Plant Oil Combinations Substituting Pork Back-Fat Combined with Pre-Emulsification on Physicochemical, Textural, Microstructural and Sensory Properties of Spreadable Chicken Liver PÂTÉ. *Journal of Food Quality* [online]. 2016, 39(4), p. 331-341 [cit. 2020-02-29]. DOI: 10.1111/jfq.12199. ISSN 01469428. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/jfq.12199>
- [59] ESTÉVEZ M., S. VENTANAS a R. CAVA. Physicochemical properties and oxidative stability of liver pâté as affected by fat content. *Food Chemistry* [online]. 2005, 92(3), p. 449-457 [cit. 2020-03-01]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.08.014. ISSN 03088146. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814604006211>
- [60] SCHILLING M. W., L. E. MINK, P. S. GOCHENOUR, N. G. MARRIOTT a C. Z. ALVARADO. Utilization of pork collagen for functionality improvement of boneless cured ham manufactured from pale, soft, and exudative pork. *Meat Science* [online]. 2003, 65(1), p. 547-553 [cit. 2020-03-01]. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00247-4. ISSN 03091740. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174002002474>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DSS	dusitanová solící směs
DFD	vada masa – dark (tmavé), firm (tuhé), dry (suché)
PSE	vada masa – pale (bledý), soft (měkký), exudative (vodnatý)
TPA	analýza texturního profilu
CMYK	barevný prostor cyan (azurová), magenta (purpurová), yellow (žlutá), key (černá)
RGB	barevný prostor red (červená), green (zelená), blue (modrá)
CIE	mezinárodní komise pro osvětlování

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Tuk ve svalovině [7]</i>	12
<i>Obr. 2. Barevné variace myoglobinu [9]</i>	13
<i>Obr. 3. Graf poklesu pH DFD masa [5]</i>	15
<i>Obr. 4. Graf poklesu pH PSE masa [5]</i>	15
<i>Obr. 5. Graf analýzy profilu textury [17]</i>	16
<i>Obr. 6. Graf penetrometrického měření [18]</i>	18
<i>Obr. 7. Barevný systém Munsell [19]</i>	20
<i>Obr. 8. Barevný systém CIE L*a*b [22]</i>	20
<i>Obr. 9. Barevný model RGB [20]</i>	21
<i>Obr. 10. Barevný model CMYK [20]</i>	21
<i>Obr. 11. Barevný prostor LCh [23]</i>	22
<i>Obr. 12. Příklad masné konzervy [32]</i>	28
<i>Obr. 13. Kolagenová vlákna [37]</i>	29
<i>Obr. 14. Trojitá spirála prokolagenu [5]</i>	30
<i>Obr. 15. Přeměna kolagenu na gel [37]</i>	34
<i>Obr. 16. Aplikace želatiny v průmyslu v roce 2018 [43]</i>	36
<i>Obr. 17. Kolagenní přípravek ScanGel A-95</i>	41
<i>Obr. 18. Kolagenní přípravek VeproGel 100 PC</i>	41
<i>Obr. 19. Experimentální vzorky játrových paštik</i>	43
<i>Obr. 20. Texturometr TA-XT Plus s měřeným vzorkem</i>	44
<i>Obr. 21. Sonda 10 mm s měřeným vzorkem</i>	44
<i>Obr. 22. Spektrofotometr Ultrascan PRO v laboratoři UTB</i>	45
<i>Obr. 23. Kuřecí stehenní svalovina a kuřecí játra</i>	75
<i>Obr. 24. Kuřecí kůže</i>	75
<i>Obr. 25. Kolagen z kuřecích běháků</i>	75
<i>Obr. 26. Kolagen ze slepičích běháků</i>	76
<i>Obr. 27. Výroba vývaru z kuřecích kůží (ztužení kůží)</i>	76
<i>Obr. 28. Přídavek dusitanové solící směsi k játrům v kutru</i>	76
<i>Obr. 29. Přídavek kořenící směsi ke kuřecí stehenní svalovině v kutru</i>	77
<i>Obr. 30. Přídavek ztužených kuřecích kůží k rozmělněné stehenní svalovině</i>	77
<i>Obr. 31. Přídavek vývaru z kůží k rozmělněné směsi svaloviny a kůží</i>	77
<i>Obr. 32. Přídavek kolagenního přípravku / kolagenu do kutru</i>	78

<i>Obr. 33. Spojení směsí rozmělněných jater a stehenní svaloviny</i>	<i>78</i>
<i>Obr. 34. Hotová játrová paštika</i>	<i>78</i>
<i>Obr. 35. Naplněná játrová paštika ve spotřebitelském obale</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 36. Tepelné opracování játrových paštik v konvektomatu</i>	<i>79</i>
<i>Obr. 37. Chlazení paštik v šupinkovém ledu</i>	<i>79</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Surovinové složení kuřecí játrovky</i>	42
<i>Tab. 2. Průměrné hodnoty tvrdosti vzorků</i>	46
<i>Tab. 3. Průměrné hodnoty pevnosti gelu vzorků</i>	48
<i>Tab. 4. Průměrné hodnoty pružnosti vzorků</i>	50
<i>Tab. 5. Průměrné hodnoty jasů L* vzorků</i>	52
<i>Tab. 6. Průměrné hodnoty přechodu mezi zelenou a červenou barvou vzorků</i>	54
<i>Tab. 7. Průměrné hodnoty přechodu mezi žlutou a modrou barvou vzorků</i>	56
<i>Tab. 8. Výsledky texturní analýzy vzorku I</i>	80
<i>Tab. 9. Výsledky texturní analýzy vzorku II</i>	80
<i>Tab. 10. Výsledky texturní analýzy vzorku III</i>	80
<i>Tab. 11. Výsledky texturní analýzy vzorku IV</i>	81
<i>Tab. 12. Výsledky texturní analýzy vzorku V</i>	81
<i>Tab. 13. Výsledky měření barvy vzorku I</i>	82
<i>Tab. 14. Výsledky měření barvy vzorku II</i>	82
<i>Tab. 15. Výsledky měření barvy vzorku III</i>	82
<i>Tab. 16. Výsledky měření barvy vzorku IV</i>	83
<i>Tab. 17. Výsledky měření barvy vzorku V</i>	83

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf č. 1. Závislost tvrdosti jednotlivých vzorků na době skladování</i>	<i>47</i>
<i>Graf č. 2. Závislost pevnosti gelu jednotlivých vzorků na době skladování</i>	<i>49</i>
<i>Graf č. 3. Závislost pružnosti jednotlivých vzorků na době skladování</i>	<i>51</i>
<i>Graf č. 4. Závislost jasů L^* jednotlivých vzorků na době skladování</i>	<i>53</i>
<i>Graf č. 5. Závislost přechodu G / R jednotlivých vzorků na době skladování</i>	<i>55</i>
<i>Graf č. 6. Závislost přechodu Y / B jednotlivých vzorků na době skladování</i>	<i>57</i>

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: FOTODOKUMENTACE VÝROBY PAŠTIK

PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY TEXTURNÍ ANALÝZY

PŘÍLOHA P III: NAMĚŘENÉ HODNOTY BARVY

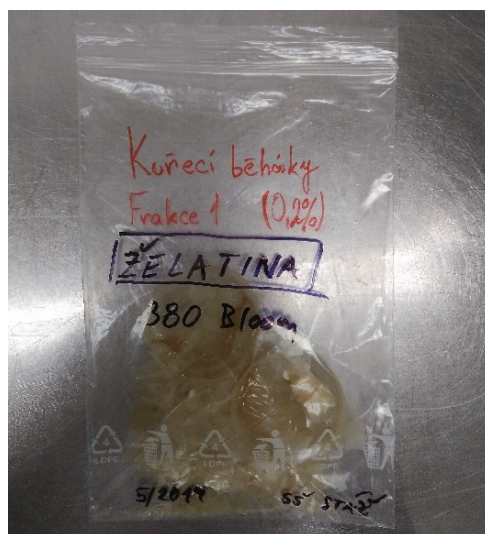
PŘÍLOHA P I: FOTODOKUMENTACE VÝROBY PAŠTIK



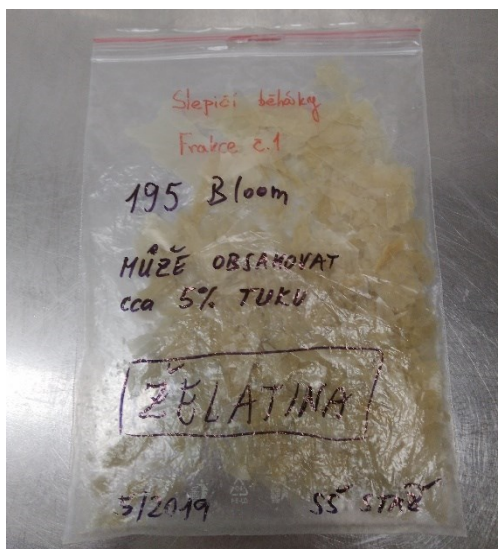
Obr. 23. Kuřecí stehenní svalovina a kuřecí játra



Obr. 24. Kuřecí kůže



Obr. 25. Kolagen z kuřecích běháků



Obr. 26. Kolagen ze slepičích běháků



Obr. 27. Výroba vývaru z kuřecích křížů (ztužení křížů)



Obr. 28. Přídavek dusitanové solící směsi k játrům v kutru



Obr. 29. Přídavek kořenící směsi ke kuřecí stehenní svalovině v kutru



Obr. 30. Přídavek ztužených kuřecích kůží k rozmělněné stehenní svalovině



Obr. 31. Přídavek vývaru z kůží k rozmělněné směsi svaloviny a kůží



Obr. 32. Přídavek kolagenního přípravku / kolagenu do kутru



Obr. 33. Spojení směsí rozmělněných jater a stehenní svaloviny



Obr. 34. Hotová játrová paštika



Obr. 35. Naplněná játrová paštika ve spotřebitelském obale



Obr. 36. Tepelné opracování játrových paštik v konvektomatu



Obr. 37. Chlazení paštik v šupinkovém ledu

PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY TEXTURNÍ ANALÝZY

Tab. 8. Výsledky texturní analýzy vzorku I

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]
1	4,286	112,380	29,372	3,548	86,169	29,377	4,269	108,486	29,422
2	4,680	114,095	29,367	3,681	86,046	29,337	4,682	108,860	29,392
3	4,254	113,306	29,337	3,589	81,976	29,422	4,652	109,065	29,377
4	4,193	104,746	29,277	3,570	82,047	29,362	4,732	101,304	29,367
5	4,252	106,293	29,302	3,475	84,343	29,327	4,243	106,493	29,372
6	4,198	100,162	29,292	3,472	84,997	29,267	4,099	98,704	29,327
7	3,782	95,217	29,312	3,322	77,762	29,357	3,960	99,628	29,392
8	3,984	96,961	29,277	3,322	78,840	29,342	4,002	100,066	29,412
průměr	4,204	105,395	29,317	3,497	82,772	29,349	4,330	104,076	29,383
odchylka	0,258	7,468	0,038	0,127	3,194	0,044	0,316	4,559	0,029

Tab. 9. Výsledky texturní analýzy vzorku II

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]
1	4,076	94,191	29,182	4,643	111,992	29,272	4,939	124,556	29,367
2	3,675	86,413	29,107	4,124	107,559	29,322	5,116	123,579	29,367
3	3,753	91,833	29,362	4,397	100,762	29,297	5,025	120,767	29,352
4	3,722	89,745	29,152	4,107	93,948	29,302	4,820	120,396	29,332
5	3,814	92,001	29,137	4,191	98,885	29,292	5,010003	119,030	29,302
6	3,662	83,378	29,362	4,225	100,147	29,247	4,639	115,999	29,307
7	3,457	84,139	29,122	4,641	114,957	29,207	4,625	115,596	29,197
8	3,507	86,398	29,372	4,455	97,212	29,192	4,550	113,364	29,322
průměr	3,708	88,512	29,225	4,348	103,183	29,266	4,841	119,161	29,318
odchylka	0,191	3,988	0,119	0,218	7,463	0,047	0,214	3,947	0,055

Tab. 10. Výsledky texturní analýzy vzorku III

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrdost [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]
1	4,764	109,830	29,402	3,408	81,768	29,372	4,062	98,142	29,387
2	4,515	105,970	29,422	3,072	72,404	29,442	4,018	106,091	29,422
3	4,560	104,611	29,392	3,408	77,969	29,352	3,979	97,606	29,427
4	4,330	104,443	29,447	3,279	74,589	29,347	4,010	93,389	29,397
5	4,725	110,550	29,362	3,348	76,804	29,347	3,871	96,564	29,397
6	4,447	108,842	29,397	3,324	83,752	29,342	4,303	102,748	29,292

7	4,123	100,224	29,357	3,339	78,975	29,297	4,111	99,666	29,307
8	4,392	104,640	29,342	4,587	85,976	29,102	4,135	97,824	29,322
průměr	4,482	106,139	29,390	3,470	79,030	29,325	4,061	99,004	29,369
odchylka	0,209	3,440	0,035	0,463	4,594	0,099	0,128	3,896	0,054

Tab. 11. Výsledky texturní analýzy vzorku IV

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	Tvrдост [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrдост [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrдост [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]
1	4,998	116,814	29,302	5,132	123,509	29,332	6,595	145,215	29,382
2	4,946	112,344	29,262	5,122	130,768	29,212	5,484	139,810	29,412
3	4,764	117,720	29,332	4,762	112,706	29,317	5,237	129,860	29,382
4	4,950	113,504	29,227	5,049	127,622	29,307	5,702	132,972	29,367
5	4,801	111,961	29,287	4,749	110,851	29,297	5,176	126,610	29,317
6	4,381	112,397	29,277	4,550	109,880	29,317	5,240	120,660	29,357
7	4,637	115,305	29,282	4,624	116,562	29,347	5,270	131,180	29,342
8	4,507	117,032	29,247	4,657	109,481	29,327	5,278	123,541	29,337
průměr	4,748	114,635	29,277	4,831	117,672	29,307	5,498	131,231	29,362
odchylka	0,224	2,365	0,033	0,235	8,492	0,041	0,476	8,162	0,030

Tab. 12. Výsledky texturní analýzy vzorku V

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	Tvrдост [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrдост [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]	Tvrдост [N]	Pevnost gelu [N.mm]	Pružnost [mm]
1	4,040	103,855	29,287	4,034	103,863	29,377	5,456	134,786	29,412
2	4,040	101,978	29,242	4,145	105,566	29,367	4,956	116,375	29,377
3	4,083	93,666	29,272	4,406	114,369	29,327	5,285	130,686	29,372
4	4,383	103,994	29,292	4,841	111,495	29,247	4,816	125,905	29,302
5	4,415	102,751	29,247	4,413	104,838	29,342	5,107	126,202	29,382
6	4,260	97,612	29,232	4,753	97,138	29,307	4,433	109,622	29,317
7	4,174	98,301	29,257	4,312	103,203	29,187	4,675	112,668	29,367
8	4,216	103,218	29,282	3,971	88,876	29,267	4,499	112,793	29,287
průměr	4,201	100,672	29,264	4,359	103,669	29,303	4,903	121,130	29,352
odchylka	0,146	3,737	0,023	0,315	7,950	0,065	0,366	9,430	0,044

PŘÍLOHA P III: NAMĚŘENÉ HODNOTY BARVY

Tab. 13. Výsledky měření barvy vzorku I

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	L	a*	b*	L	a*	b*	L	a*	b*
1	60,90	12,31	15,96	60,67	11,55	16,75	60,93	12,01	16,41
2	61,45	12,16	15,83	61,59	11,17	16,49	61,38	12,27	16,21
3	61,67	11,99	16,15	60,91	11,23	16,65	61,38	12,10	16,54
4	61,41	12,10	16,18	60,78	10,99	17,14	61,19	12,36	16,36
5	61,21	12,07	15,90	61,14	11,55	17,33	61,24	11,93	16,75
průměr	61,328	12,126	16,004	61,018	11,298	16,872	61,224	12,134	16,454
odchylka	0,290	0,120	0,154	0,365	0,246	0,351	0,185	0,179	0,203

Tab. 14. Výsledky měření barvy vzorku II

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	L	a*	b*	L	a*	b*	L	a*	b*
1	61,95	10,73	15,62	62,17	11,07	16,80	62,69	11,65	16,12
2	62,38	10,90	15,36	62,32	11,23	16,52	62,91	11,63	16,06
3	62,08	10,78	15,62	62,44	11,32	16,80	63,25	11,57	16,06
4	62,18	10,81	15,42	61,87	11,34	16,54	63,29	11,40	16,06
5	62,22	10,79	15,55	62,08	11,22	16,58	63,33	11,44	16,26
průměr	62,162	10,802	15,514	62,176	11,236	16,648	63,094	11,538	16,112
odchylka	0,160	0,062	0,119	0,220	0,107	0,140	0,281	0,113	0,087

Tab. 15. Výsledky měření barvy vzorku III

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	L	a*	b*	L	a*	b*	L	a*	b*
1	60,30	12,40	15,59	60,46	12,29	16,48	60,82	12,61	15,90
2	60,02	12,52	15,71	60,42	11,80	16,15	61,22	12,41	15,61
3	60,22	12,36	15,51	61,02	12,22	16,33	61,45	12,47	15,65
4	60,02	12,62	15,69	60,76	12,34	16,38	61,38	12,41	15,74
5	59,99	12,53	15,67	60,36	12,54	16,67	60,99	12,61	15,93
průměr	60,110	12,486	15,634	60,604	12,238	16,402	61,172	12,502	15,766
odchylka	0,140	0,105	0,083	0,279	0,272	0,192	0,265	0,102	0,144

Tab. 16. Výsledky měření barvy vzorku IV

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	L	a*	b*	L	a*	b*	L	a*	b*
1	60,15	12,21	15,89	59,91	11,01	17,35	61,08	12,32	16,14
2	60,33	12,18	15,49	60,38	11,09	17,36	61,04	12,35	16,04
3	60,06	12,49	15,81	60,26	10,98	17,43	61,08	12,35	16,14
4	60,27	12,19	15,50	59,83	10,80	17,23	61,30	11,75	16,00
5	59,36	12,29	15,62	60,12	10,89	17,19	61,16	12,36	15,61
průměr	60,034	12,272	15,662	60,100	10,954	17,312	61,132	12,226	15,986
odchylka	0,391	0,129	0,181	0,231	0,112	0,099	0,104	0,267	0,219

Tab. 17. Výsledky měření barvy vzorku V

Měření č.	24 hodin po výrobě			3 měsíce			6 měsíců		
	L	a*	b*	L	a*	b*	L	a*	b*
1	61,47	11,84	15,66	60,23	11,90	16,37	61,59	12,15	16,09
2	61,59	11,49	15,10	61,30	11,64	15,85	61,56	12,27	16,10
3	61,62	11,79	15,62	60,90	11,58	16,11	61,83	12,33	16,17
4	61,59	11,39	15,44	61,13	11,83	16,37	61,51	12,45	16,08
5	61,62	11,45	15,35	60,26	12,32	16,43	61,23	12,47	16,38
průměr	61,578	11,592	15,434	60,764	11,854	16,226	61,544	12,334	16,164
odchylka	0,062	0,207	0,226	0,495	0,292	0,244	0,214	0,132	0,126