

Aplikace kolagenu do masných výrobků

Bc. Michaela Brychtová

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela Brychtová**
Osobní číslo: **T12402**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a ekonomika výroby tuků, detergentů
a kosmetiky**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Aplikace kolagenu do masných výrobků**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Vědecká rešerše o problematice využívání a významu kolagenu a jeho hydrolyzátů v potravinách, kosmetice a farmacii.
2. Zhodnocení působení přísad kolagenu na vlastnosti masných výrobků.

II. Praktická část

1. Experimentální zjištění vlivu přísady kolagenních preparátů na vybrané vlastnosti mělněných masných výrobků.
2. Srovnání získaných výsledků s informacemi v rešerši a formulace závěrů.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] LEE, C. H., A. SINGLA a Y. LEE. Biomedical Applications of Collagen. *International Journal of Pharmaceutics*. 2001, roč. 221, č. 1-2, s. 1-22.
- [2] GELSE, K., E. PÖSCHL a T. AIGNER. Collagens-structure, Function, and Biosynthesis. *Advanced Drug Delivery Reviews: Collagen in drug delivery and tissue engineering*. 2003, roč. 55, č. 12, s. 1531-1546.
- [3] MOKREJŠ, Pavel a Ferdinand LANGMAIER. Aplikace přírodních polymerů. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 90 s. ISBN 978-80-7318-674-6.
- [4] BATEČKO, S. A. a A. M. LEDZEVIROV. Kolagen: Nová strategie udržení zdraví a prodloužení mládí. 2. vyd. Aspena s.r.o. Hobbit Plus, 2010. ISBN 966-218-126-5.

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

Datum zadání diplomové práce: **10. února 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2014**

Ve Zlíně dne 10. února 2014


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




Ing. Martina Černeková, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: BRYCHTOVÁ MICHAELA

Obor: TEVĪDK

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 10. 5. 2014

Brychtová M.

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

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

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

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

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

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

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

ABSTRAKT

Tato diplomová práce v teoretické části pojednává především o aplikaci různých forem kolagenu v potravinářství, lékařství a kosmetologii. Experiment se zabývá přidavky kolagenního hydrolyzátu do jemně mletých masných výrobků. Je zkoumán jeho vliv na významné technologické vlastnosti, jako jsou ztráty vařením, pH, vaznost vody a texturní parametry – tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. První část experimentu je věnována přidávkám kolagenního hydrolyzátu od koncentrace 0,00 % do 2,00 % po kroku 0,25 %. V druhé části je zvolena kombinace dihydrogendifosforečnanu sodného přidávaného v konstantním množství 0,20 % a kolagenního hydrolyzátu přidávaného taktéž od 0,00 % do 2,00 % po kroku 0,25 %.

Klíčová slova:

kolagenní hydrolyzát, dihydrogendifosforečnan sodný, pH, ztráty vařením, vaznost vody, texturní vlastnosti, tvrdost, tuhost, kohezivnost, gumovitost, masný výrobek.

ABSTRACT

The theoretical part of this thesis deals primarily with the application of various forms of collagen in food, medicine and cosmetology. The experimental part deals with additions of collagen hydrolyzate in finely minced meat products. The impact on significant technological properties, such as cooking loss, pH, water binding capacity and textural characteristics – hardness, toughness, cohesiveness and gumminess is explored. The first part of the experiment deals with additions of collagen hydrolyzate in concentration range from 0,00 % (w/w) to 2,00 % (w/w) with the step of 0,25 % (w/w). For the second part is selected a combination of disodium diphosphate in constant concentration 0,20 % (w/w) and collagen hydrolyzate in concentration range 0,00 % (w/w) to 2,00 % (w/w) with the step of 0,25 % (w/w).

Keywords:

collagen hydrolyzate, disodium diphosphate, pH, cooking loss, water holding capacity, textural properties, hardness, toughness, cohesiveness, gumminess, meat product.

Ráda bych poděkovala Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D., za odborné vedení, rady, vstřícnost, trpělivost a vytvoření příjemné pracovní atmosféry při tvorbě této diplomové práce. Mé poděkování také patří Ing. Márii Plškové za cenné připomínky a pomoc při experimentu. V neposlední řadě děkuji svým přátelům a rodině, především otci a partnerovi, kteří mi byli oporou, povzbuzením a inspirací po celou dobu studia.

*„Poslouchej chvíli a shledáš, že jsou i takové věci, které nespátříš zrakem,
přesto však uznáš, že jsou.“*

(ARTHUR SCHOPENHAUER)

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 MASNÉ VÝROBKY	12
1.1 MĚLNĚNÉ MASNÉ VÝROBKY	13
1.1.1 Svalové bílkoviny.....	13
1.1.2 Strojně oddělené maso	15
1.2 PŘIDATNÉ LÁTKY	15
1.2.1 Chlorid sodný	15
1.2.2 Bílkovinné přísady	16
1.2.3 Fosforečnany	16
1.3 PROCES MĚLNĚNÍ	17
2 CHARAKTERISTIKA KOLAGENU	19
2.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI KOLAGENU	20
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A STRUKTURA KOLAGENU.....	21
2.2.1 Biologický význam kolagenních aminokyselin	22
2.2.2 Typy kolagenu.....	23
2.3 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI KOLAGENU	24
3 APLIKACE KOLAGENU	25
3.1 PRŮMYSLOVÉ APLIKACE KOLAGENU	25
3.1.1 Medicinální aplikace kolagenu	25
3.1.2 Využití kolagenu v kosmetologii	27
3.1.3 Potravinářské využití kolagenu	28
3.1.4 Želatina.....	30
3.2 KOLAGENNÍ PREPARÁTY VE VÝŽIVĚ.....	31
3.3 STUDIUM VLIVU APLIKACE KOLAGENU DO MASNÝCH VÝROBKŮ	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
4 CÍL PRÁCE	37
5 METODIKA PRÁCE	38
5.1 SUROVINY PRO PŘÍPRAVU MASNÉHO DÍLA.....	38
5.2 PŘÍSTROJE A POMŮCKY	38
5.3 LABORATORNÍ POSTUPY	39
5.3.1 Výroba masného výrobku	39
5.3.2 Měření ztrát vařením (CL)	40
5.3.3 Měření textury	40
5.3.4 Měření pH	41
5.3.5 Měření vaznosti vody (WHC).....	41
5.4 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ	42
6 VÝSLEDKY A DISKUSE	43
6.1 KOLAGENNÍ HYDROLYZÁT	43
6.1.1 Vliv přídavku kolagenního hydrolyzátu na ztráty vařením (CL).....	43
6.1.2 Vliv přídavku kolagenního hydrolyzátu na texturní vlastnosti	43
6.1.2.1 Tvrdost.....	43

6.1.2.2	Tuhost	44
6.1.2.3	Kohezivnost	45
6.1.2.4	Gumovitost.....	45
6.1.3	Vliv přídavku kolagenního hydrolyzátu na pH.....	46
6.1.4	Vliv přídavku kolagenního hydrolyzátu na vaznost (WHC).....	46
6.2	KOMBINACE KOLAGENNÍHO HYDROLYZÁTU A FOSFOREČNANU	47
6.2.1	Vliv přídavku KH a SAPP na ztráty vařením (CL).....	47
6.2.2	Vliv přídavku KH a SAPP na texturní vlastnosti.....	48
6.2.2.1	Tvrdost	48
6.2.2.2	Tuhost	49
6.2.2.3	Kohezivnost	49
6.2.2.4	Gumovitost.....	50
6.2.3	Vliv přídavku KH a SAPP na pH.....	51
6.2.4	Vliv přídavku KH a SAPP na vaznost vody (WHC)	51
6.3	DISKUSE.....	52
	ZÁVĚR	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	60
	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
	SEZNAM TABULEK.....	62
	SEZNAM PŘÍLOH.....	63

ÚVOD

V dnešní uspěchané době, představují masné výrobky velmi žádanou potravinu, jejíž objem spotřeby každoročně narůstá. Je to zejména díky nenáročnosti jejich přípravy ke konzumaci a jistě také díky prodloužené trvanlivosti oproti masu jako takovému. Snaha výrobců je především uspokojit chuť zákazníka, ale také snížit výrobní náklady. Konkrétně výrobu mělněných masných výrobků a jejich technologické vlastnosti lze velmi zjednodušeně rozdělit na dvě hlediska. Prvním je hledisko ekonomické, které je důležité jak pro výrobce, tak i pro zákazníka, jelikož se odráží na ceně hotového výrobku, a druhé, hledisko sensorické jakosti. Z pohledu ekonomiky výroby se mimo jiné sledují technologické parametry, jako jsou ztráty kapalného podílu při vaření, vodovazné vlastnosti a s nimi související pH. Jedním ze základních ukazatelů sensorické kvality, a tedy i atraktivit pro spotřebitele, je textura masných výrobků. V této práci je sledován vliv přísad kolagenního hydrolyzátu na technologické vlastnosti jemně mělněných masných výrobků.

V poslední době jsou velkým trendem takzvané funkční potraviny, chceme-li potravní doplňky. Funkční potraviny v sobě primárně nenesou pouze výživovou hodnotu, ale také jakýsi benefit pro zdraví konzumenta. Výrobci se tedy snaží své běžné výrobky obohacovat o zdraví prospěšné látky. Je prokázáno, že hydrolyzovaný kolagen je schopen zmírnit projevy onemocnění kloubů, jako je například revmatická artróza nebo osteoartróza. Z tohoto důvodu byl pro experiment v této práci zvolen právě hydrolyzovaný kolagen.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MASNÉ VÝROBKY

Masné výrobky se dle vyhlášky č. 326/2001 Sb. pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich [1] dělí následovně:

- a) **tepelně opracované** masné výrobky jsou takové, u kterých bylo dosaženo minimálního tepelného účinku $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 10 minut v jádře výrobku
- b) **tepelně neopracované** masné výrobky jsou takové, které jsou určeny k přímé spotřebě bez další úpravy a u nichž neproběhlo tepelné opracování surovin ani hotového výrobku
- c) **trvanlivé tepelně opracované** masné výrobky jsou ty, u nichž bylo dosaženo minimálního tepelného účinku $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 10 minut v jádře výrobku a navazujícím technologickým opracováním (zráním, uzením nebo sušením za definovaných podmínek) došlo ke snížení aktivity vody na hodnotu $a_{w(\max.)} = 0,93$ a k prodloužení minimální doby trvanlivosti na 21 dní při teplotě skladování $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d) **fermentované trvanlivé** masné výrobky nejsou tepelně opracovány, jsou určeny k přímé spotřebě a v průběhu fermentace, zrání, sušení, popřípadě uzení za definovaných podmínek u nich došlo ke snížení aktivity vody na hodnotu $a_{w(\max.)} = 0,93$ a k prodloužení minimální doby trvanlivosti na 21 dní při teplotě skladování $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Schematicky lze výrobu mělněných masných výrobků z technologického hlediska rozdělit na několik oddílů.

- 1) dle vstupů do výroby
 - základní suroviny pro masnou výrobu
 - přídatné a pomocné látky
 - obaly pro masné výrobky
- 2) dle jednotlivých výrobních procesů
 - příprava surovin pro výrobu
 - mělnění, schopnost masa vázat vodu, míchání díla
 - narážení a tvarování masných výrobků
 - uzení a tepelné opracování masných výrobků
 - chlazení masných výrobků
 - balení masných výrobků
 - expedice, rozvoz a prodej masných výrobků [2]

V této kapitole bude dále podrobněji rozebráno maso jako hlavní surovina, složení bude zaměřeno především na popis svalových bílkovin, dále budou popsány vybrané přídavné látky (aditiva) a nakonec proces mělnění.

1.1 Mělněné masné výrobky

Hlavní surovinou pro výrobu masných výrobků je maso. Toto maso je dle vyhlášky č. 326/2001 Sb. pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich definováno jako kosterní svalovina jednotlivých živočišných druhů savců a ptáků určených k výživě lidí, která nebyla prohlášena za nevhodnou k lidské spotřebě [1].

Jatečné opracování zahrnuje usmrcení zvířat a úpravu jejich těl k dalšímu zpracování, součástí je také chladírenské uskladnění. Nejprve dochází k omrácení zvířete. Provádí se buď mechanicky tupým úderem do hlavy nebo průstřelem čelní kosti speciální pistolí s vázaným projektilem, elektricky napětím vyšším než 400 V nebo chemicky pomocí oxidu uhličitého, který způsobí dokonalou narkózu. Po omrácení se provádí samotné usmrcení a vykrvení pomocí dutého nože nebo přeříznutím krční tepny ve visu či vleže. Po napaření prasete se z povrchu mechanicky odstraňují štětiny. U skotu se kůže stahuje v celku bez napaření. Těla jsou poté podrobena evisceraci, čili odstranění trávicího traktu a ostatních vnitřností. Prasata jsou půlena a skot je čtvrcen. Následuje povinná veterinární prohlídka, která určuje další zpracování masa. Prohlídka je nutná u každého kusu určeného pro lidskou spotřebu. Kontroluje se výskyt parazitů, mikrobusů nebo chorob. Posléze je maso bouráno, to znamená, že je děleno na menší celky o přibližně stejné jakosti. Součástí bourání je kromě dělení na části i vykostění, odstranění tuků a další úpravy masa. Dle účelu se rozeznávají tři druhy bourání: pro výsek (maso se dělí na anatomické celky – pečeně, plec, kýta, bok, krkovice, toto maso je určeno pro obchodní sítě), pro masnou výrobu, které je dále rozdělováno do tříd a maso pro dlouhodobé skladování v mrazírnách [3].

1.1.1 Svalové bílkoviny

Chemické složení a kvalita masa je velmi závislé na intravitálních vlivech, tedy druhu zvířete, plemeni, výživě zvířete za jeho života, životních podmínkách ale také umístění a funkce na těle zvířete, dále technologických vlivech jako je bourárenské opracování nebo kulinární úpravy. Samotná libová svalovina je složena z vody, bílkovin, tuků, minerálních

látek, vitaminů a extraktivních látek. Na rozdíl od jiných potravin obsahuje maso velmi malý podíl sacharidů [2].

Nutričně i technologicky nejvýznamnější složkou masa jsou bílkoviny. V libové svalovině činí jejich obsah okolo 18 – 22 %. Svalové bílkoviny mají většinou vysoký podíl esenciálních aminokyselin, což je řadí mezi tzv. plnohodnotné bílkoviny. Svalové bílkoviny lze dále rozdělit do skupin na sarkoplazmatické, myofibrilární a stromatické [2].

Sarkoplazmatické proteiny jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích a jsou obsaženy v sarkoplazmatu. Při tepelném opracování masa denaturují a podílejí se na zpevnění struktury svaloviny. Pro masnou technologii mají největší význam hemová barviva myoglobin a hemoglobin, která způsobují červené zbarvení masa a krve [3].

Myofibrilární bílkoviny jsou základní a svým podílem převažující frakcí svalů. Do této skupiny patří především kontraktilní bílkoviny aktin a myosin. Nejsou rozpustné ve vodě, ale ve slabých roztocích jedlé soli. Jsou rozhodujícím činitelem vlastností masa a průběhu posmrtných změn. Rozmělněná svalová vlákna na sebe poutají největší podíl vody a umožňují tak svázání díla masného výrobku [3].

Stromatické bílkoviny jsou součástí pojivových tkání, vaziv, šlach, povázek, kůží a kloubů. Neobsahují všechny esenciální aminokyseliny, řadí se tedy mezi neplnohodnotné bílkoviny. Ve vodě a slabých solných roztocích se nerozpouští. Jsou rozpustné pouze v kyselých nebo alkalických roztocích, ale mohou být extrahovány také pomalým vařením bez přídavku kyselých nebo alkalických látek [4]. Mezi stromatické bílkoviny patří především kolagen, elastin a keratin. Kolagen je pružný a pevný, proto je nosnou částí všech pružných pojivových tkání. Z technologického hlediska kolagen při zahřevu ve vodě nad 60 °C silně botná a po rozrušení příčných vazeb se mění na rozpustnou želatinu neboli glutin. Želatina vytváří už v koncentracích nad 1 % gely, které jsou pevné při chladírenských teplotách a nad 45 °C se rozpouští. Tato vlastnost je využívána zejména ve vařené masné výrobě, tedy při výrobě tlačanky, jaternic, paštiky aj. [2].

Funkce bílkovin vždy souvisí s texturními vlastnostmi masných výrobků. Nejvíce je využíváno gelotvorných vlastností bílkovin a těch, které se od tvorby gelu odvíjejí, jako schopnost zvyšovat adhezi částí díla, emulgovat, či udržet vodu v objemu výrobku. Textura jednotlivých masných výrobků je projevem kombinace několika funkcí bílkovin. Například pevná, ale zároveň šřavnatá struktura párků je dána interakcí proteinů mezi sebou (protein–protein). Tím je vytvořena kompaktní gelovitá síť, která drží strukturu

párku pohromadě. Dále probíhají interakce proteinů s částicemi tuku za vzniku emulze a dochází také k vazbě protein–voda, což zajišťuje udržení vody v systému [4].

1.1.2 Strojně oddělené maso

V důsledku potřeby zlevňovat masné výrobky je čím dál častěji jako náhrada masa používáno tzv. strojně oddělené maso (SOM). V masné výrobě SOM nesmí být při označování započítáváno do deklarovaného obsahu masa. Pokud výrobek obsahuje podíl SOM, je dle vyhlášky č. 326/2001 Sb. pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, nutné toto na obalu značit. Kromě svaloviny obsahuje SOM také úlomky kostí a pojivovou tkáň [1].

Strojně oddělené maso je dobře vazné, takže je ho možné použít do mělněných masných výrobků. Důsledkem zvýšení vaznosti je omezení ztrát při vaření masných výrobků. Vyšší vaznost je dána vyšším pH, způsobeným přítomností minerálních látek pocházejících právě z kostí. Přídavek strojně odděleného masa je kvůli organoleptickým vlastnostem konečného výrobku únosný pouze do určité míry a je limitován legislativou [2].

Nevýhodou SOM je jeho velmi omezená údržnost a riziko mikrobiální kontaminace, což je dáno především růstem teploty při mechanickém namáhání masa v průběhu separace a také zvýšením pH v důsledku přítomnosti uhličitanu a fosforečnanu vápenatého z kostí. V SOM probíhají oxidační procesy daleko intenzivněji než v celistvém mase. Je to způsobeno zaprvé přítomností hemových barviv z kostní dřene a za druhé obsahem vzduchu, potažmo kyslíku v objemu jemně rozmělněné hmoty. S ohledem na nízkou stabilitu SOM je nevhodné jeho použití do trvanlivých masných výrobků [3].

1.2 Přídavné látky

Vedle základních surovin se v masné výrobě používají i přísady a přídavné látky, které mění technologické vlastnosti masa, upravují chuť, vůni, vzhled a texturu výrobku či přispívají k delší údržnosti masných výrobků [3]. V této kapitole budou zmíněny nejčastěji používané přísady, které se podílí na struktuře nebo vodovazných vlastnostech výrobků.

1.2.1 Chlorid sodný

Kuchyňská sůl je po základní surovině (mase) nejdůležitější přísadou. Dříve se sůl využívala k dosažení vyšší údržnosti masa snížením vodní aktivity nebo jako ochucující látka, dnes má solení především technologický význam. Zvyšuje rozpustnost

myofibrilárních bílkovin a tím se podílí na struktuře masných výrobků. U mělněných masných výrobků není třeba přidávat sůl předem, jak je tomu například u celosvalových šunek, obvykle se dávkuje přímo do masného díla. Samotná sůl se používá velmi zřídka, obvykle je součástí dusitanové solící směsi, která pomáhá mimo jiné udržet růžové zbarvení masa [3].

Studie, kterou provedli Puolanne et al. [5] ukázala, že vodovazné vlastnosti masa silně závisí na pH surovin v kombinaci s různými přísadami chloridu sodného. Bylo zjištěno, že při koncentraci 2,5 % NaCl je dosaženo maxima ve vaznosti vody a to v celé škále pH. Pokud ale dojde ke snížení obsahu soli, je pro maximální vaznost nutno zvýšit pH a to například přísadkou alkalických fosfátů.

1.2.2 Bílkovinné přísady

Bílkovinné přísady se používají pro zlepšení technologických vlastností a z toho plynoucí zlepšení organoleptických vlastností hotového výrobku, jako náhrada masa z ekonomických důvodů, či pro zvýšení nutriční hodnoty. Přidávají se bílkoviny jak rostlinného, tak živočišného původu. Nejčastěji jde o bílkoviny sójové, používají se také pšeničné (lepek), avšak ty nemají technologicky ani nutričně ideální vlastnosti, proto je snaha je nahrazovat jinými, jako jsou hořčičné, hrachové, bramborové, aj. V poslední době je v popředí zájmu bílkovina amarantu a to zejména s ohledem na nepřítomnost lepku, který činí problémy celiakům. U sójových preparátů je nutné rozlišovat sójovou mouku, sójové koncentráty, které mají obsah bílkovin kolem 70 % a sójové izoláty s obsahem bílkovin vyšším než 90 %. Sójová mouka se díky své luštěninové příchuti v masné výrobě používá velmi málo. Nejvyššími sójovými preparáty jsou izoláty, které se používají pro zlepšení technologických vlastností díla, zejména kvůli emulgaci tuku. Při přísadce sójové bílkoviny nad 2 % ale dochází k potlačení masné chuti, masný výrobek dostává luštěninovou příchut', což je pro spotřebitele nežádoucí. Jako aditivní bílkoviny se mohou do masných výrobků používat i bílkoviny živočišného původu – krevní sérum, plazma. Přidané bílkoviny způsobují zvýšení viskozity díla, nabotnáním na sebe váží uvolněnou vodu [2].

1.2.3 Fosforečnany

Pro zlepšení vaznosti masa, tedy schopnosti masa vázat vodu a v důsledku toho snížení hmotnostních ztrát při tepelném opracování, se do masných výrobků přidávají deriváty

kyseliny fosforečné, fosfáty (difosfáty, trifosfáty, polyfosfáty). Zvyšují rozpustnost svalových bílkovin, která bývá většinou v důsledku posmrtných změn v masě omezena. Působením fosfátu se uvolňují pevné vazby aktinomyosinového komplexu a dojde k jeho rozdělení na aktin a myosin. Fosfáty zvyšují pH, což negativně ovlivňuje barevnost výrobku. Komerční preparáty obvykle bývají kombinace několika typů fosfátů zajišťující optimální působení v jednotlivých fázích výroby. Z hygienického hlediska je přídavek fosfátů omezován, protože mohou v těle konzumenta vyvazovat vápenaté nebo hořečnaté ionty, které jsou nezbytné pro správnou pevnost kostí. V důsledku toho může docházet k řídnutí kostí a častým zlomeninám. Proto jsou v některých zemích jako potravinářské aditivum zakázány [2]. V České republice je dle vyhlášky č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, povolen přídavek do masných výrobků $5000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ fosfátů (počítáno jako obsah P_2O_5) [6].

1.3 Proces mělnění

Mělnění masa na požadovanou strukturu je základní technologickou operací při výrobě jemně mělněných masných výrobků. Výsledkem mělnění je jemná masová měl (spojka), která svojí vysokou schopností vázat vodu spojí hrubší části masa, tuku (vločky) anebo dalších přísad navzájem. V moderní masné výrobě je mělnění spojováno s procesem míchání tj. vypracování finálního díla masného výrobku před jeho tvarováním – narážením do obalů. Proces mělnění a míchání se provádí v míchárnách [7].

Nejdůležitějším mělnícím, ale také míchacím zařízením je kutr (Obrázek 1). Maso se do kutru vkládá pomocí zdvihacího zařízení. Padá do velké otočné mísy, jejíž obsah je limitován výkonem kutru. Mísa s masným dílem se horizontálně otáčí ve své ose a přináší tak maso pod sestavu velmi rychle se otáčejících srpovitých nožů (1000 až 5000 otáček za minutu). Nože jsou kryty nožovou hlavou, která je odklopná pro čištění. Účinnost mělnění je závislá na dvou základních parametrech – rychlosti otáčení mísy a rychlosti otáčení nožů. Při pomalém otáčení mísy a maximální rychlosti otáčení nožů je efekt mělnění nejvyšší. Naopak při rychlém pohybu mísy a pomalém otáčení nožů je efekt mělnění malý. Je nutné dbát na vysokou ostrost kutrovacích nožů. Při neostrých nožích dochází k zahřívání masného díla na kritickou teplotu $14 \text{ }^\circ\text{C}$, kdy dochází k přehřátí díla a následnému zkrácení a podlití masných výrobků. Teplota mělněného díla v kutru je kontinuálně měřena. Do masného díla se během kutrování přidává určitý podíl vody v

podobě šupinkového ledu. Možné je i chlazení díla v blízkosti nožové hlavy pomocí kapalného dusíku. Kapalný dusík vytlačuje kyslík, který je noži zpracováván do díla. Toto je výhodné zejména při kutrování velmi jemného díla, kdy při dlouhém kutrování dochází k zapracování velkého množství vzduchu, který následně vytváří ve výrobku malé vzduchové kaverny a snižuje například u konzerv specifickou hmotnost, zkresluje tak výslednou hmotnost výrobku udanou na obalu. Výrobky s vysokým podílem zapracovaného vzduchu (kyslíku) jsou náchylnější k barevným oxidačním změnám. Jinou možností vyvarování se vzduchovým bublinám v masném díle je použití vakuových kutrů, kdy je kutrovací mísa uložena ve vakuové komoře. Pro speciální účely, například pro výrobu paštik za tepla, se používají kutry varné, zde je mísa vyhřívána parou [7].



Obrázek 1 – Horizontální kutr se zdvihacím vozíkem [8]



Obrázek 2 – Řezačka masa [9]

2 CHARAKTERISTIKA KOLAGENU

Jediná známá forma života ve vesmíru je založena na existenci bílkovin, tedy proteinů. Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky, tzv. biopolymery, jejichž základními stavebními prvky jsou aminokyseliny. Aminokyseliny se prostřednictvím peptidových vazeb váží a vytváří peptidové řetězce [10].

Bílkoviny lze rozdělit dle několika kritérií. Toto dělení není zcela exaktní, může se prolínat a ne vždy vystihuje nejcharakterističtější vlastnosti daného proteinu.

Podle chemického složení lze proteiny dělit na jednoduché a složené. Jednoduché jsou tvořeny pouze z aminokyselinových jednotek, tedy polypeptidových řetězců. Polypeptidové řetězce složených bílkovin jsou doprovázeny nepeptidovými, též nebílkovinnými složkami. Například lipoproteiny obsahují lipidy, glykoproteiny tvoří bílkovina se sacharidy a ve fosfoproteinech jsou obsaženy zbytky kyseliny fosforečné [11].

Dalším častým způsobem klasifikace je dělení **dle tvaru bílkovinné molekuly** na dvě základní skupiny. Jedná se o bílkoviny globulární (kulovité) a fibrilární (vláknité) struktury. Globulární bílkoviny, které lze po rozrušení buněk rozpustit v čisté vodě, označujeme jako albuminy. Ty, které lze rozpouštět pouze ve zředěných roztocích solí, nazýváme globuliny. Fibrilární bílkoviny je možné většinou rozpustit až použitím vyšších koncentrací solí v roztoku. Typickým znakem roztoků vláknitých bílkovin je vysoká viskozita a tixotropie. Tyto vlastnosti jsou dány tím, že lineárně orientované molekuly si navzájem překáží v pohybu. Při míchání nebo lineárním proudění dochází ke shodné orientaci molekul tj. ve směru pohybu, a viskozita klesá. Jsou-li roztoky fibrilárních bílkovin ponechány v klidu, tvoří gel. Fibrilární bílkoviny typicky tvoří buněčný skelet, svalová či vazivová vlákna, a jsou základní strukturou živočišné kůže. Mezi nejdůležitější zástupce patří myosin, keratin, elastin a kolagen [11].

Velkou skupinu bílkovin lze dále třídit dle různých společných znaků. Rozlišujeme mimo jiné skleroproteiny a sféroproteiny. Skleroprotein je souhrnné označení pro bílkoviny, které mají vláknitou (fibrilární) strukturu ve vodě a zředěných roztocích solí velmi omezeně rozpustnou. Skleroproteiny v organismu plní strukturní funkci. Sféroproteiny se vyznačují kulovitou nebo elipsovitou strukturou (globulární). Jsou rozpustné ve vodě nebo ve zředěných roztocích neutrálních solí. V organismu mají sféroproteiny obvykle vztah k fyziologickým procesům. Mezi sféroproteiny patří většina ve vodě rozpustných

intracelulárních (myoglobin, hemoglobin) a extracelulárních (trávicí enzymy, hormony) bílkovin [11].

Z hlediska struktury patří proteiny k jednomu z nejsložitějších organických substancí. Tyto polymerní látky jsou vysoce specifické. Jejich charakteristické složení a struktura závisí jak na živočišném druhu, tak také na funkci, kterou v organismu plní [10].

2.1 Základní vlastnosti kolagenu

Kolagen je označení pro strukturní bílkovinu tvořící velmi pevná vlákna. Je základní stavební hmotou pojivových tkání, kterým dodává správnou funkci, zejména v souvislosti s mechanickými vlastnostmi. Tvoří hlavní organickou složku kůže, kostí, chrupavek, šlach a vaziva. Rovněž je významnou součástí cévních stěn, bazálních membrán a rohovek. V organismu plní především ochrannou a opěrnou funkci. Kolagenní vlákna v intercelulární hmotě jsou uzpůsobena potřebám dané tkáně jak svým průměrem, tak i organizací. Například v savčí kůži jsou fibrily navzájem protkány, aby byly schopny odolávat mechanickému napětí ve všech směrech jeho působení. Ve šlachách jsou vlákna uspořádána podél hlavní osy pnutí. V kostech a rohovce tvoří kolagen vrstvené struktury podobné překližce, přičemž jednotlivé vrstvy jsou na sebe navzájem kolmé [12].

Kolagen je biopolymer, který tvoří až 30 % všech bílkovin v těle savců. Kolagen je obnovitelnou surovinou, jeho zdroje jsou téměř nevyčerpatelné, což vede k neustálé snaze zlepšovat preparáty z něj vyrobené a hledat nové možnosti jeho zpracování a uplatnění. Dalšími nespornými výhodami kolagenu je to, že je netoxický, biokompatibilní, biodegradabilní a výborně zadržuje vodu [12].

Kolagen je velmi dobře vstřebatelný do organismu a vykazuje velmi nízkou míru antigenity, což je schopnost vyvolat odpověď imunitního systému – tvorbu protilátek. Vyznačuje se velkou pevností v tahu a vysokou afinitou k vodě, přestože je v ní za běžných podmínek nerozpustný. Vodný roztok kolagenu může být připraven například jeho rozpuštěním v kyselém médiu za vzniku kolagenního hydrolyzátu. Kolagen je, vzhledem ke své funkci jako hlavního strukturálního proteinu v těle, relativně stabilní, ale přesto může být degradován kolagenolytickými enzymy, jako je kolagenáza a enzymy štěpící telopeptidy [13]. Kolagenní vlákna mají v čerstvém stavu bělavé zabarvení a jsou, jak již bylo naznačeno, nerozpustná v neutrálních roztocích. Vlákna denaturují působením varu za vzniku kolagenního klišu [14].

2.2 Chemické složení a struktura kolagenu

Vnitřní uspořádání bílkovinné molekuly, tedy i molekuly kolagenní, lze definovat na několika strukturních úrovních.

Kolagenní vlákna mají komplikovanou stavbu. Jejich tloušťka se pohybuje od 1 do 20 μm , přičemž se různí v délce. Každé vlákno se dále sestává z tenkých vláček zvaných fibrily, které jsou samy složeny z ještě tenčích podjednotek, tzv. mikrofibril, o tloušťce 20-100 nm. Jednotlivé mikrofibrily jsou složeny z lineárně řazených molekul tropokolagenu, které jsou vůči sobě posunuty, což vysvětluje v elektronovém mikroskopu pozorovatelné příčné pruhování mikrofibril. Kolagenní vlákna, fibrily a mikrofibrily představují vysoce uspořádanou molekulární úroveň kolagenu, tyto vyšší struktury jsou označovány jako kvartérní [14].

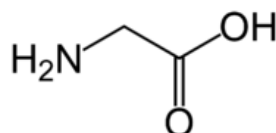
Terciární strukturu kolagenu představuje tropokolagen. Molekula tropokolagenu je tvořena třemi levotočivými šroubovicemi, tzv. α helixy, které jsou společně stáčeny do pravidelné pravotočivé superšroubovice. Jednotlivé α helixy představují sekundární strukturu kolagenní molekuly. Elementární neboli primární strukturou se rozumí pořadí (sekvence) aminokyselin v polypeptidovém α řetězci. Každý ze tří helixů obsahuje kolem 1000 aminokyselinových zbytků. Pro kolagen je charakteristický vysoký obsah glycinu, prolinu a hydroxyprolinu [15]. Polypeptidový řetězec kolagenu je tvořen opakujícími se sekvencemi tripeptidů (Glycin- X - Y), kde X a Y označují jakoukoliv aminokyselinu. Zpravidla je jednou z nich prolin [12]. Typickými aminokyselinami, které jsou obsaženy prakticky pouze v kolagenu, jsou hydroxyprolin a hydroxylysin. Na základech stanovení množství hydroxyprolinu jsou postaveny analýzy obsahu kolagenu v tkáních a mase. V kolagenních řetězcích se v nepatrném množství vyskytuje aminokyselina methionin a aminokyseliny cystein a tryptofan nejsou zastoupeny vůbec [13].

Jednotlivá vlákna jsou držena pohromadě především vodíkovými můstky mezi sousedními CO a NH skupinami ale také kovalentní vazbou [13].

Jak již bylo řečeno výše, obsah kolagenu v tkáních, mase tedy i masných výrobcích je stanovován na základě obsahu hydroxyprolinu. Po kyselé hydrolýze bílkovin kyselinou sírovou se hydroxyprolin oxiduje chloraminem T a oxidační produkt se stanoví spektrofotometricky na základě barevné reakce s *p*-dimethyl-aminobenzaldehydem. Doporučovaný přepočítávací faktor hydroxyprolinu na bílkoviny pojivové tkáně je 8,00 [16].

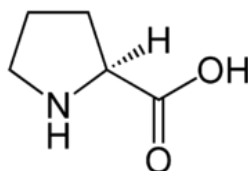
2.2.1 Biologický význam kolagenních aminokyselin

Glycin (Obrázek 3) je pro organismus inhibičním neuromediátorem a antistresovým faktorem. Pomáhá udržovat v dobré kondici předstojnou žlázu. Zpomaluje proces svalové degradace a podporuje syntézu nukleových kyselin a vylučování růstových hormonů. Podílí se na syntéze keratinu [10].



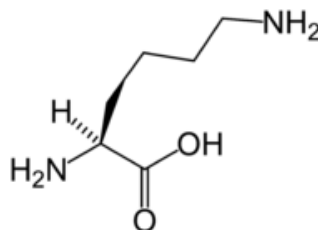
Obrázek 3 – Chemický vzorec glycinu [17]

Prolin (Obrázek 4) je další v kolagenu velmi často zastoupenou aminokyselinou, která se účastní zpomalování procesu vrásnění kůže, obnovy tkání a hojení ran. Dále je nápomocná při zpevnování vazů, srdečního svalu, ale také při obnově povrchu kloubních chrupavek. Hraje důležitou roli v tvorbě prostorové kolagenní šroubovice. Vykazuje anaboličnou aktivitu, což znamená zvětšení objemu svalové hmoty [10].



Obrázek 4 – Chemický vzorec prolinu [18]

Lysin (Obrázek 5) se podílí na produkci hormonů, pomáhá při hojení ran a pomáhá zvyšovat odolnost organismu proti virovým infekcím. Studie dokazují, že užívání lysinu spolu s argininem má pozitivní vliv na zotavení po oparech a zabraňuje jejich recidivě. Lysin je dále důležitý v procesu vstřebávání a ukládání vápníku do organismu, jeho deficit může vést až k osteoporóze. Lysin se účastní řízení hormonálních poruch po menopauze a brání poškození orgánů, zejména očních bulv, způsobenému vysokou hladinou krevního cukru [10].



Obrázek 5 – Chemický vzorec lysinu [19]

2.2.2 Typy kolagenu

V dnešní době je známo více než 20 typů kolagenu označovaných římskými číslicemi. Jednotlivé typy kolagenů se od sebe navzájem liší jednak místem výskytu, tedy tkání, ve které je přítomen, ale hlavně vyššími molekulárními strukturami. Ne každý typ kolagenu dojde během vývoje svým uspořádáním až do kvartérních struktur. Některé kolageny se zastaví ve fázi nižšího řádu uspořádanosti struktur. Terciární struktury, tropokolageny, mohou mít podobu roztoku (jsou rozpustné), kdežto fibrilární kolagen, kolagen vyšších struktur, již nelze hydratovat a není tedy ve vodě rozpustný. U kolagenu může docházet ke ztrátě rozpustnosti i v nižších strukturálních formách. Je to dáno procesem síťování polymerních vláken nejčastěji v důsledku stárnutí organismu [10]. Mezi „klasické“ fibrily tvořící kolageny patří kolageny typu I, II, III, V a XI. Tyto kolageny jsou charakteristické svou schopností tvořit vysoce organizované supramolekulární struktury.

Nejrozšířenější a nejvíce prostudovaný je kolagen typu I [14]. Tento tvoří více než 90 % organické hmoty kostí a je hlavním kolagenem šlach, kůže, vazů, rohovky, a mnohých dalších, s výjimkou několika málo tkání, jako je hyalinní chrupavka, mozek a oční sklivec.

Kolagen typu II, je charakteristickou a převládající složkou hyalinní chrupavky, kde na něj připadá asi 80 % z celkového obsahu kolagenu. Je také součástí očního sklivce, epitelu rohovky a meziobratlových plotének.

Kolagen typu III se ve tkáních vyskytuje velmi často vedle kolagenu I a dále je důležitou součástí retikulárních vláken tkáně plic, jater, sleziny, dermis a cév. Nevyskytuje se v kostech.

Kolageny typu V a XI mají velmi podobné biochemické i funkční vlastnosti jako předchozí typy a jsou s nimi často propleteny [15].

2.3 Fyzikálně-chemické vlastnosti kolagenu

Podobně jako i jiné bílkoviny, kolagen vykazuje charakter polyamfoterního elektrolytu. Náboj kolagenní molekuly se mění v závislosti na pH prostředí. V silně kyselé oblasti má kladný náboj, v silně alkalické oblasti naopak záporný. K izoelektrickému bodu nativního kolagenu dochází při pH 7. Účinkem chemikálií se mění v rozmezí pH 4,5 až 8,0 [12].

Kolagen patří k přechodným koloidním soustavám - gelům. Jejich nejdůležitější vlastností je schopnost botnání. Ponořením kolagenu do vody dochází k botnání kolagenních vláken, přitom se mění jejich objem, délka i pružnost. Část vody, kterou vlákno pojme, se nazývá botnací voda, lze ji odstranit mechanickým působením. Voda, kterou nelze odstranit jinak než vysušením, je koloidně vázaná na vlákna kolagenu a označuje se jako voda hydratační. Z tohoto faktu plyne, že pro to, aby si kolagen udržel své fyzikální vlastnosti, je nutná přítomnost určitého minimálního množství vody [12].

Vodovazné vlastnosti kolagenu jsou úzce spojeny s distribucí molekulové hmotnosti, která se mění s charakteristikami suroviny a podmínek jejího získání. Kromě distribuce molekulové hmotnosti, také hustota náboje upravuje funkční vlastnosti kolagenu a to tím, že definuje organizaci vláken buď do helikální nebo neuspořádané struktury. Organizace vláken závisí především na elektrostatických a hydrofobních interakcích, které se řídí teplotou a pH prostředí. Studie prokázala rozdílné mechanické vlastnosti gelů tvořených hydrolyzáty vyrobených při různém pH a teplotě. Výroba při teplotě vyšší, než je teplota denaturace, a za extrémně kyselých podmínek vedla ke vzniku vysokého obsahu rozpustných proteinů a nižší průměrné molekulové hmotnosti. Gely z těchto hydrolyzátů vykazovaly pevnější strukturu a vysokou schopnost vázat vodu. Naopak gely hydrolyzátů vyrobených za vyššího pH při nízké teplotě nedokázaly vázat takové množství vody a struktura gelu byla křehčí [20].

Vlivem působení některých chemikálií nebo varem kolagen, stejně jako jiné látky bílkovinné povahy, denaturuje. Denurací kolagenu vzniká želatina. Zůstane-li denaturovaný roztok tropokolagenu stát delší dobu v klidu při nízké teplotě, probíhá zčásti proces zpětné rekonstrukce spirálové konfigurace, čili renaturace [12].

Při zahřívání kolagenních vláken ve vodě dochází při tzv. teplotě smrštění k jejich zkrácení asi o 1/3 délky. Důvodem smrštění vlákna je rozštěpení vazeb, které udržují trojitě šroubovice nativního kolagenu natažené [12].

3 APLIKACE KOLAGENU

3.1 Průmyslové aplikace kolagenu

Kolagen může být získáván z kůží, kostí, vnitřností nebo kosterního svalstva zvířat. Nativní kolagenní tkáň je v potravinářství používána velmi málo. Avšak denurací a následnou částečnou hydrolyzou kolagenních vláken je možno obdržet vysoce funkční proteinovou složku známou jako želatina [4].

V posledních letech kolagen a želatina přitahují pozornost výzkumných pracovníků mnoha oborů. Jedním z důvodů jejich rostoucího zájmu je zpracování vedlejších průmyslových produktů. Nejvýznamnějším zdrojem kolagenu, a následně želatiny, jsou vepřové kůže, hovězí kůže a vepřové a hovězí kosti, nicméně průmyslové využití kolagenu a želatiny získané z jiných živočišných druhů, například ryb, také roste na významu. Gelotvorných vlastností želatiny se již řadu let využívá především v potravinářství, fotografickém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. V souladu s trendem nahradit syntetické látky látkami přírodními našla želatina v poslední době uplatnění ve výrobcích i jako emulgátor, pěnidlo či koloidní stabilizátor [21].

Velmi diskutovaným tématem je dnes také nakládání s odpady a jejich eliminace, z tohoto důvodu je snaha o vytvoření biologicky odbouratelných obalových materiálů [22].

3.1.1 Medicinální aplikace kolagenu

Díky svým vlastnostem a zásadní důležitosti pro správné fungování celého organismu je kolagen neustále středem pozornosti lékařů, biologů, biotechnologů a kosmetologů. Vlastností kolagenu, jako je vysoká pevnost v tahu, kontrolovatelnost síťování, degradabilita enzymy lidského těla a jeho neškodnost pro lidský organismus je využíváno především k výrobě takových materiálů, jako jsou resorbovatelné nitě k šití ran, kolagenní obvazy pro léčení infekce v otevřených ranách, kolagenní houby využitelné při léčbě těžkých popálenin a obvazy pro různé typy ran (dekubity, bércové vředy). V lékařských aplikacích je vyžadována vysoká čistota kolagenních preparátů [23].

Výše jmenované aplikace na bázi kolagenu jsou schopny fungovat i jako nosiče s řízeným uvolňováním medikamentů, například antibiotik nebo bakteriostatik. Dále se kolagen využívá k výrobě prostředků usnadňujících zástavu krvácení a v neposlední řadě kolagen nachází využití i v tkáňovém inženýrství [23]. Houbovitě resorbovatelné polymery,

například na bázi kyseliny mléčné, lze plnit kolagenem a používat jako náhradu pokožky [12].

Pro většinu ze zmíněných aplikací se v poslední době nejčastěji využívá atelokolagen, což je kolagen zbavený koncových částí peptidových řetězců tropokolagenu – telopeptidů, které jsou nositeli determinantů antigenní reakce organismu [23].

Resorbovatelnost kolagenních preparátů lze řídit síťujícími reakcemi například s glutaraldehydem nebo činěním solemi chromu (šicí nitě) [12].

Tabulka 1 – Lékařské aplikace různých forem kolagenu [12, 21]

Forma kolagenu	Lékařské aplikace
Roztok	expandér krevní plazmy nosič léčiv injekce pro kosmetické defekty
Gel	náhrada očního sklivce ingredience do kosmetiky (zvlhčující složka)
Prášek, pudr, sprej	hemostatikum péče o pleť
Vlákna	chirurgické šicí materiály náhrady cév, náhrady pokožky protézy chlopní hemostatikum náhrada či nosič tkáně zakrývání a léčení ran
Film, folie, membrána	náhrada rohovky kontaktní čočky náhrady šlach krytí na rány
Houby, rouna	náhrada kostních chrupavek lékařské tampony a vycpávky vaginální kontraceptivní bariery rezervoáry pro dávkování léčiv krytí na rány orgánové implantáty, plniva pro implantáty

3.1.2 Využití kolagenu v kosmetologii

Kolagen se v kosmetologii využívá především pro svou schopnost botnat a zadržovat velké množství vody a vlhkosti. Tato schopnost z něj činí významnou kosmetickou ingredienci, řadí se mezi humektanty, přispívající ke zvlhčení pokožky, zvýšení její pružnosti a vyhlazování povrchových vrásek. Kolagen je také schopen, jak již bylo řečeno, urychlovat hojení ran. Do kosmetických přípravků se používá rozpustný kolagen, extrahovaný z kůží mladých zvířat (telecích, králíčích, rybích), kde kolagen ještě není tolik síťován. Rozpustný kolagen se v extraktu nachází ve formě trojitě spirály (tropokolagenu) o molekulové hmotnosti cca 1 kDa. Výťažnost rozpustného kolagenu je nízká a cena je vysoká, mnoho kosmetických firem proto používá hydrolyzáty o molekulové hmotnosti až 20 kDa, které jsou připravovány hydrolýzou vláknitých kolagenů velkých zvířat. Hydrolyzát kolagenu je získáván chemickou nebo enzymatickou hydrolýzou kolagenu za řízených podmínek. [21].

Částice kolagenních hydrolyzátů jsou příliš velké pro transepidermální průchod a plní tedy pouze funkci humektantu na povrchu kůže. Rozpustná forma kolagenu je nestabilní a při styku s pokožkou se vlivem teploty lidského těla rozkládá na krátké peptidové řetězce a volné aminokyseliny. Vědci tvrdí, že takovéto kolagenní frakce jsou bioaktivní a tedy schopné procházet epidermální bariérou až do mezibuněčné hmoty ke kolagenním vláknům, kde jsou snad schopny vyvolat zrychlení látkové výměny, podpořit tak syntézu nového kolagenu ve fibroblastech a tím zpomalit stárnutí kůže. Podrobné mechanismy působení je nutno podrobit dalším výzkumům [10].

Další možností využití kolagenních hydrolyzátů v kosmetickém průmyslu je mikroenkapsulace. Enkapsulují se nejčastěji vonné látky v antiperspirantech a dalších přípravcích osobní hygieny. Za zmínku stojí parfemace stran katalogů propagující kosmetické přípravky. Vonné přísady se sorbují na kolagenní mikrovláknité nosiče a v důsledku působení vlhkosti nebo mechanického tření dochází k pozvolnému uvolňování vůně [21].

Zajímavou možností využití kolagenních hydrolyzátů je výroba tenzidů. Kondenzací kolagenního hydrolyzátu s chloridy mastných kyselin vznikají tenzidy lameponového typu [21, 24]. Tyto tenzidy vykazují velmi dobrou pěnovost, vysoké detergenční účinky a velmi nízkou dráždivost. Kondenzáty hydrolyzovaného kolagenu mohou být dokonce využívány i jako stimulant růstu vlasů [24].

3.1.3 Potravinářské využití kolagenu

Proteiny jsou nezbytnou složkou potravy, přináší do organismu látky potřebné k výstavbě a obnově tkání. Z hlediska výživy lze proteiny obecně rozdělit na plnohodnotné, téměř plnohodnotné a neplnohodnotné. Plnohodnotné bílkoviny obsahují všechny esenciální aminokyseliny v množství potřebném pro výživu člověka. Tu představuje například vaječná a mléčná bílkovina. V téměř plnohodnotných bílkovinách je množství některých esenciálních aminokyselin mírně nedostatkové, příkladem je živočišná svalová bílkovina. Neplnohodnotné bílkoviny neobsahují některé esenciální aminokyseliny v potřebném množství. Takovéto chybějící aminokyseliny jsou označovány jako limitující. Neplnohodnotnou bílkovinou je například kolagen [25].

Esenciálními aminokyselinami se rozumí ty, které si lidský organismus nedokáže sám syntetizovat. Jsou to leucin, izoleucin, lysin, valin, metionin, fenylalanin, tyrosin, treonin, tryptofan a cystin [25].

Dospělý člověk by měl denně přijmout minimálně 0,5 až 0,6 g plnohodnotné bílkoviny na 1 kg tělesné hmotnosti. Spíše se doporučují dávky 1,0 až 1,2 g na kilogram. Při nižším příjmu mohou nastat poruchy tělesného vývoje, snížení imunity, zhoršení hojení ran a podobně [25].

Proteiny přijaté stravou není organismus schopen využít v jejich vysokomolekulární formě. V procesu trávení jsou pomocí enzymové hydrolýzy (proteolýzy) štěpeny peptidové vazby a bílkovinné řetězce jsou tak rozkládány nejdříve na polypeptidy a oligopeptidy a poté aminokyseliny, které jsou v tenkém střevě vstřebávány a lymfatickým oběhem transportovány do tkání, nebo krevním oběhem do jater, kde jsou dále metabolizovány. Bílkoviny se metabolizují i na močovinu, vodu a oxid uhličitý [25].

Jak již bylo řečeno, kolagen sám o sobě není plnohodnotnou bílkovinou, chybí mu esenciální aminokyseliny jako je tryptofan, tyrozin a cystin. Oproti jiným bílkovinám má naopak nadbytek glycinu a argininu. Jeho neuvážená konzumace, například při redukčních dietách, může vést k nevyváženosti stravy a nežádoucím doprovodným jevům, jako jsou srdeční arytmie, dehydratace, svalová slabost či život ohrožující ztráta hmotnosti. Je tedy nutné hledat kombinace s jinými proteiny, aby byl vytvořen ekvivalent plnohodnotné bílkoviny [21].

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

Pro výrobu potravinářského kolagenu mohou být použity kůže a kožky farmových přežvýkavců, kůže a kosti prasat, kůže a kosti drůbeže, šlachy, kůže a kožky volně žijící zvířete a kůže a kosti ryb. Je zakázáno použití kůží, které již byly podrobeny činnosti. Suroviny musí pocházet od zvířat, která byla poražena ve schválených zařízeních pro zpracování v potravinářském průmyslu, byla veterinárně zkontrolována a posouzena jako vhodná k lidské spotřebě. Provozovatelé potravinářských podniků musí zajistit, aby kolagen splňoval limity reziduí stanovené v tomto nařízení [26].

Z technologického hlediska je potravinářský kolagen charakterizován neutrální chutí i vůní, bílou nebo světlou barvou. Dále má schopnost vázat vodu a botnat a tím dodat výrobku požadovanou strukturu a tvar [21].

V potravinářství má kolagen a jeho deriváty velmi širokou oblast využití. Potenciální aplikace vycházejí především z jeho filmotvorných vlastností, schopnosti tvořit gel a upravovat tak texturní vlastnosti výrobků, neustále jsou ovšem objevovány další možnosti. Dále může v potravinách plnit funkci jako pojidlo, plnidlo, zvlhčovač, přidává se k nastavení objemu výrobku či zvýšení výživové hodnoty. Jak již vyplývá ze zmiňovaného nařízení Evropského Parlamentu a Rady, kolagen využívaný v potravinářství podléhá přísným požadavkům jak na chemickou čistotu, tak na hygienu zpracování [21].

Jedním z nejrozšířenějších užití je výroba jedlých obalů pro uzeniny, tzv. klihovkových střívek. Oproti přírodním střívkům mají velkou výhodu především v tom, že lze modifikovat řadu charakteristik, například jejich průměr, pevnost, délku či barvu, a dosáhnout tak velmi standardních a pro spotřebitele atraktivních výrobků. Neméně důležité je v poslední době využívání balení čerstvého masa do jedlých filmů, což má velký vliv na jeho údržnost. Kolagenní povlaky se aplikují i na ovoce a zeleninu, jejich úkolem je omezení ztráty vlhkosti, zlepšení vzhledu a prodloužení trvanlivosti a doby zrání především u citrusových plodů při lodní přepravě. Možnosti jedlých potravinových obalů jsou nepřeberné. Například přidáním antimikrobních prostředků mohou sloužit i jako aktivní ochrana výrobku. Kolagenní nebo želatinové nástřiky se rovněž hojně využívají k úpravě povrchu polotovarů určených ke smažení. Film přispívá k udržení textury výrobku při tepelném opracování, zadržuje šťávu a při smažení zabraňuje penetraci tuku do

potraviny. Filmotvorných vlastností se využívá také pro enkapsulaci doplňků stravy a farmaceutik [21].

Schopnosti upravovat texturní vlastnosti výrobků se využívá například v pekárenství, kdy se vláknitý kolagen rozemílá a přidává jako náhrada části mouky. V masném průmyslu má pro své gelotvorné vlastnosti kolagen rovněž využití. Při emulgaci masného díla působí gel jako matrice zadržující tuky, vodu a ostatní složky [21].

Proteinové hydrolyzáty jsou obecně často v potravinářství využívány jako dochucovací složka například do polévek, omáček, salátů a dalších. Cílem přídatku je zvýšení nutriční hodnoty potraviny a zlepšení sensorických vlastností [21].

Poměrně novou metodou je využití kolagenu jako flokulačního činidla pro čiření piva a vína. Princip čiření spočívá v tom, že se kolagen svými aminoskupinami váže s fenolovými skupinami obsaženými ve víně a tak se tvoří nerozpustná sraženina, která klesá ke dnu nádrže a je buď odstředěna, nebo odfiltrována [21].

3.1.4 Želatina

Želatinou se na základě Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu, rozumí přírodní rozpustná bílkovina, želírující nebo neželírující, získaná částečnou hydrolyzou kolagenu vyráběného z kostí, kůže a kožek, šlach a vaziv zvířat [26].

Želatinu získávanou z kolagenu pocházejícího z mladých zvířat, například z vepřové nebo drůbeží kůže a některých druhů ryb, označujeme jako želatinu typu A. Tato je vhodná pro široký rozsah použití v potravinářství. Pro její extrakci z kolagenního materiálu je obvykle dostačující mírné působení kyseliny. Naproti tomu želatinu extrahovanou ze zralého a vysoce síťovaného kolagenu, jako je například dobytčí kůže, kosti a chrupavky, označujeme jako želatinu typu B, která má v potravinách omezené využití, ale je hojně aplikována mimo potravinářský průmysl. Tento typ želatiny vyžaduje intenzivní několikedenní rozpouštění v alkalických roztocích. Želatina typu A má vysoký isoelektrický bod ($\text{pH } 6 \pm 9$) a ve většině potravinářských aplikací tedy nese pozitivní náboj. Typ B má isoelektrický bod blízký $\text{pH } 5,0$ a náboj má tedy kladný nebo záporný podle kyselosti dané potraviny [4].

Želatina má mimořádně široké uplatnění v potravinářském průmyslu zejména pro její gelotvorné vlastnosti, neutrální chuť a čirý vzhled. V masném průmyslu se želatina

používá ve výrobcích typu masových konzerv a lančmítu pro zachování masové šťávy. Dále je využívána u pasterizovaných konzervovaných šunek, kam je ještě před tepelným opracováním přidána nejčastěji ve formě granulí. Voda uvolňující se z masa během vaření rozpouští želatinu a ta při ochlazení vytváří gel, který vyplňuje mezery vzniklé zmenšením objemu samotného výrobku způsobeným ztrátami při vaření. Želatina je velmi dobrým médiem pro růst mikroorganismů. To znamená, že musí být kladen zvláštní důraz na dodržování hygienických podmínek při zpracování [27].

Želatina je velmi využívána také v cukrářství a cukrovinkářství pro přípravu želatinových plev na dezerty a k výrobě různých druhů želatinových cukrovinek. Je také přidávána do mražených výrobků, kde zabraňuje vzniku větších krystalků vody při mrazírenském skladování a tím zlepšuje organoleptické vlastnosti výsledného produktu [4].

3.2 Kolagenní preparáty ve výživě

Globální populace stárne a pokročilý věk má své nevýhody. Jednou z hlavních obav je osteoartróza a revmatická artróza, které bývají častou příčinou bolesti a postižení kloubů a to nejen ve vyšším věku. Velmi rozšířené je proto v dnešní době užívání doplňků stravy. Doplňek stravy je zákonem o potravinách definován jako potravinu, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu a která je koncentrovaným zdrojem vitaminů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravině samostatně, nebo v kombinaci, určená k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích [28].

Řada studií prokázala, že hydrolyzovaný kolagen může pomoci udržet zdraví kostí a kloubů a prevenci osteoartritidy. Podle studie, publikované v časopise Science, perorální podávání kolagenu typu II zlepšuje příznaky revmatoidní artritidy. Autoři provedli randomizovanou dvojitě zaslepenou studii, zahrnující 60 pacientů trpících těžkou aktivní revmatickou artritidou. U pacientů, jimž byl podáván kuřecí kolagen typu II po dobu 3 měsíců, byl zjištěn pokles počtu oteklých a citlivých kloubů. U skupiny pacientů, kterým bylo podáváno placebo, se žádný efekt nedostavil. U čtyř pacientů ve skupině suplementované kolagenem došlo k úplnému vymizení onemocnění. Žádné nežádoucí účinky nebyly zjištěny [29].

Cílem další, randomizované dvojitě zaslepené placebem kontrolované studie, bylo zjistit snášenlivost a účinnost preparátu BioCell Collagen[®] (BCC) v léčbě příznaků osteoartritidy.

BCC je firemní značkou patentované složky potravních doplňků na bázi kolagenu s nízkou molekulovou hmotností, sestávající z hydrolyzovaného extraktu chrupavky kuřecí hrudní kosti, v němž se přirozeně vyskytují kyselina hyaluronová a chondroitin sulfát ve společném zastoupení 30 % [30]. Této studii se zúčastnilo 80 probandů s lékařsky prokázanou osteoartritidou. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin, jedné skupině byly podávány 2 g BCC, druhé skupině placebo po dobu 70 dnů. BCC byl dobře snášen a došlo ke zlepšení související s příznaky osteoartrózy během sledovaného období, což mělo pozitivní vliv na komfort pacienta při jeho běžných denních aktivitách [31].

V pilotní otevřené studii byl také zkoumán vliv doplňku stravy BCC u 26 zdravých žen, jejichž tvář nesla viditelné známky přirozeného stárnutí a stárnutí působením slunce. Denní suplementace 1 g BCC po dobu 12 týdnů vedla k významnému snížení suchosti kůže a vrásek. Kromě toho došlo již po 6 týdnech užívání k výraznému zvýšení obsahu hemoglobinu a kolagenu v dermis kůže. Tato studie poskytla pouze předběžné údaje naznačující, že doplněk stravy s BCC vyvolává řadu fyziologických dějů a že může mít kromě vlivu na stav kloubů pozitivní vliv i na pleť. Pro přesnější pozorování by bylo nutné provést kontrolovanou studii [32].

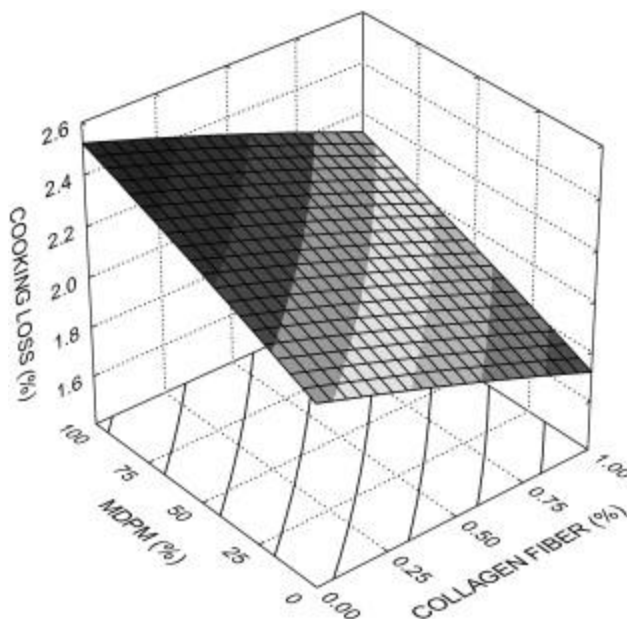
Potenciálním mechanismem zdravotního přínosu hydrolyzovaného kolagenu pro klouby může být, dle dalšího výzkumu [33], stimulace biosyntézy kolagenu typu II v chondrocytech chrupavek. Zjišťování vlivu kolagenního hydrolyzátu na biosyntézu kolagenu II bylo v tomto experimentu prováděno na primární kultuře bovinních chondrocytů metodami *in vitro*. Izolované chondrocyty byly kultivovány na médiích suplementovaných hydrolyzátem kolagenu typu II, nativním kolagenem I i II a kolagenu prostým hydrolyzátem rostlinných bílkovin. Bylo zjištěno, že u buněk „živených“ kolagenním hydrolyzátem došlo ke zvýšení sekrece kolagenu II, zatímco u kontrolních buněk živených nativním kolagenem a rostlinným bílkovinným hydrolyzátem ke zvýšení sekrece nedošlo. To podle autorů znamená, že pouze degradovaný kolagen, tedy kolagenní fragmenty, mohou mít pozitivní vliv na stav chrupavky. Na základě tohoto experimentu a zjištění, že hydrolyzovaný kolagen se velmi dobře vstřebává z gastrointestinálního traktu a přednostně se kumuluje v chrupavkách [34], je možné říci, že chondroprotektivní preparáty mohou být velmi dobře využitelné jak pro prevenci, tak pro podpůrnou léčbu onemocnění spojených s destrukcí chrupavek.

3.3 Studium vlivu aplikace kolagenu do masných výrobků

V práci, kterou provedli Prabhu et al. [35], byly hodnoceny účinky vepřového kolagenu v emulgovaných a celosvalových masných výrobcích. Experiment byl prováděn s osmi vzorky párků o koncentraci 0 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 %; 2 %; 2,5 %; 3 % a 3,5 % vepřového kolagenu a čtyřmi vzorky šunek o koncentraci 0 %; 1 %; 2 % a 3 % vepřového kolagenu. U párků a šunky byla hodnocena výtěžnost po tepelné úpravě, ztráty vody při skladování, barva, textura, a sensorické vlastnosti. Přídavek vepřového kolagenu ve výši 1 % významně zvýšil výnosy po uvaření párků, ale na šunky neměl žádný vliv. Ztráty vody odparem při skladování byly po 4 týdenním skladování sníženy jak u párků, tak také šunek. Sensorická analýza neprokázala žádný významný rozdíl až do 2 % obsahu vepřového kolagenu ani u párků, ani u šunky. Dle autorů tohoto experimentu je nejvýznamnějším přínosem přídavků kolagenu hlavně eliminace ztrát při vaření. To poskytuje výrobcům masných výrobků možnost delšího tepelného opracování, což má za důsledek zvýšení bezpečnosti potravin.

Výsledky studie potvrzuje i další experiment, který provedli Pereira et al. [36], při němž byly zkoumány účinky strojně odděleného drůbežího masa (SOM) a obsahu kolagenních vláken na kvalitu mletých tepelně opracovaných klobás. 100% množství vepřových odřezků bylo postupně nahrazováno kuřecím strojně odděleným masem. Zatímco vyšší přídavky SOM měly za následek vyšší ztráty při vaření a tmavší a červenější vzhled párků, přídavek kolagenových vláken zvýšil výnosy po tepelném opracování a redukoval červenou barvu a tmavost párků. Vyšší obsah kolagenových vláken byl také doprovázen výrazným nárůstem tvrdosti párků bez ohledu na obsah SOM. Autoři se domnívají, že přidáním 0,4 až 1 % kolagenových vláken lze úspěšně čelit negativním dopadům vyšších přídavků SOM na charakteristiky kvalitní klobásy, zejména pokud jde o snížení ztrát při vaření a konečnou barvu výrobku.

Na obrázku 6 lze vidět, jak se měnily ztráty vařením během experimentu v závislosti na přídavku jednak strojně odděleného masa a také kolagenních vláken. Ukázalo se, že nejvyšší ztráty vařením jsou při 100% podílu SOM a bez přídavku kolagenních vláken. Ztráty vařením byly při 100% podílu SOM s každým přídavkem kolagenu sníženy. Nejnižší byly tedy při koncentraci 1 % kolagenu.



Obrázek 6 – Závislost ztrát vařením na poměru SOM a kolagenních vláken [36]

Ve studii provedené Meullenetem at al. [37] byly hodnoceny strukturální rozdíly kuřecích párků vyrobených s 0 ; 2; 4; 6; 8% přidavkem kolagenních vláken a 10; 15; 20; 25; 30 % vody. Pro hodnocení texturního profilu byl použit torzní test a sensorická analýza. Párky s vysokým množstvím přidané vody a malého množství kolagenních vláken vykazovaly nižší hodnoty smykového namáhání. Sensorická analýza ukázala, že jak přidavek kolagenních vláken, tak přidavek vody měly významný vliv na tvrdost, pružnost a šťavnatost. Přidavek kolagenových vláken vedl k tvrdší, pružné a méně šťavnaté konzistenci párků. Přidaná voda měla za následek měkčí, méně pružné a šťavnatější párky. Autoři došli k závěru, že optimální konzistence je dosaženo při přidavku 2 % kolagenu a 20 % vody.

V této studii byl zkoumán vliv náhrady části libového masa v jemně mletém boloňském salámu. Maso bylo nahrazeno 0; 4,7; 8,9 a 12,8 % fibrilárního hovězího kolagenu s vysokým procentem nerozpustných frakcí. Měření ukázala, že náhrada libového masa neměla významný vliv na vlhkost, ztráty při vaření, na barvu emulze ani na pH. Došlo ale k významnému zvýšení smykového napětí a to od 8,9% přidavku kolagenu. Autoři toto vysvětlují faktem, že nerozpustná vlákna kolagenu byla v průběhu vaření včleněna mezi svalové proteiny a vytvořila s nimi trojrozměrnou síť [38].

Ve studii provedené Schillingem et al. [39] byl zkoumán vliv vepřového kolagenního prášku na technologické vlastnosti šunek, vyrobených z vepřového PSE masa, tedy bledého, měkkého a vodnatého (z angl. *pale, soft, exsudative, PSE*). PSE je jedna z jakostních odchylek převážně vepřového masa. Příčinou vzniku je především stres zvířete před porážkou. Po porážce dochází k abnormálně rychlé glykogenolýze a k hromadění kyseliny mléčné, což má za následek pokles hodnot pH a zvýšení teploty uvnitř svalu. Dochází k částečné denaturaci bílkovin a k porušení struktury svalových vláken. To vše vede k uvolňování masové šťávy, tedy ke ztrátě vaznosti vody. Takové maso není možné použít samostatně pro výrobu masných výrobků. Z výsledků studie vyplývá, že 3% přídavek kolagenu má pozitivní vliv na vlastnosti (především ztráty vařením a tlakem vyloučitelný kapalný podíl) šunek vyrobených z 0 až 50% podílem PSE masa. U šunek, vyrobených ze 100% podílu PSE masa buď došlo k velmi malému zlepšení vlastností, nebo nedošlo ke zlepšení žádnému.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem experimentu, probíhajícího za laboratorních podmínek od února 2013 do dubna 2014, bylo zjištění vlivu přídavku hydrolyzovaného kolagenu na vybrané charakteristiky jemně mělněných masných výrobků. Sledován byl vliv přídavků na pH, vaznost vody, ztráty vařením a texturní vlastnosti - tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Důvodem přídavku kolagenního hydrolyzátu do masných výrobků, které jsou v dnešní době konzumovány téměř denně, je jeho pozitivní vliv na zdraví konzumenta. A to zejména v oblasti kloubní výživy. V první části experimentu byl do základního masného díla přidáván pouze kolagenní hydrolyzát. V druhé části byl zkoumán účinek kombinace vybraného fosforečnanu přidávaného v konstantním množství a kolagenního hydrolyzátu na technologické vlastnosti mělněných masných výrobků.

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Suroviny pro přípravu masného díla

- strojně oddělené drůbeží maso (RACIOLA Uherský Brod, s. r. o., Česká republika)
- chlazená pitná voda
- dusitanová solící směs (NaCl, KIO₃, NaNO₂)
- aditivní látky:
 - hydrolyzovaný vepřový kolagen Gelita Sol M, aggl. (Gelita, USA)
 - pH: 5,0 - 6,40
 - dihydrogendifosforečnan sodný (Na₂H₂P₂O₇), (Fosfa a.s. Břeclav, Česká republika)

5.2 Přístroje a pomůcky

- předvážky KERN 440-49N (Kern & Sohn GmbH, Německo)
- analytické váhy GR-200-EC (A&D Instruments LTD., Velká Británie)
- Vorwerk Thermomix TM 31 s příslušenstvím (Vorwerk, Německo)
- vpichový teploměr COMET CO121 (Comet System, s.r.o., Česká republika)
- sklenice 270 ml s TWIST-OFF uzávěrem
- stolní rostlinný olej
- konvektomat Rational SCC WE 61 (Rational, Německo)
- dutý nerezový válec o průměru 35 mm
- texturometr TA.XT Plus s kruhovou sondou 100 mm Platen (Stable Micro Systems, Velká Británie)
- vyhodnocovací software k texturometru Exponent Lite verze 4.0.13.0.
- pH metr pH Spearfor Food Testing (Eutech Instruments, Nizozemí)
- centrifuga EBA 21 (Hettich Zentrifugen, Německo)
- sušárna Venticel 55 Standard (BMT Medical Technology s.r.o., Česká republika)
- běžné laboratorní a kuchyňské vybavení

5.3 Laboratorní postupy

5.3.1 Výroba masného výrobku

K přípravě masného díla bylo použito strojně oddělené drůbeží maso, chlazená voda, dusitanová solící směs a zkoušené aditivní látky. Strojně oddělené drůbeží maso bylo 18 hodin před výrobou vytaženo z mrazícího zařízení a uloženo do lednice. Před mělněním bylo krájeno na kostky o hraně přibližně 2 cm. Na předvážkách bylo odvažováno dle surovinové skladby každé míchané dávky. Dále byla navážena chlazená voda o teplotě do 5 °C. Voda v zásobní nádobě byla neustále chlazena pomocí kostek ledu nebo šupinkového ledu. Dusitanová solící směs byla navažována na předvážkách s přesností na dvě desetinná místa. Dané aditivní látky byly s přesností na tři desetinná místa navažovány na analytických vahách.

Masné dílo bylo mělněno na zařízení Vorwerk Thermomix TM 31 (Obrázek 7) spolu s ostatními surovinami za průběžného měření teploty pomocí vpichového teploměru. Nejprve bylo do mixeru vloženo navážené množství strojně odděleného drůbežního masa. Po krátkém promíchání asi při 2000 ot/min byla přidána dusitanová solící směs a aditivní látky. Prázdné nádoby od surovin (kádinky, misky, kelímky) byly propláchnuty naváženou chlazenou vodou, která takto byla postupně dávkována do mixeru, aby se zabránilo ztrátám. Zhruba po 1 minutě míchání byl mixér otevřen a na stěnách nádoby ulpělé dílo bylo seškrábnuto zpět do objemu, aby byly rozkutrovány i nerozmíchané zbytky díla. Víko bylo znovu uzavřeno a mělnění pokračovalo cca při 6000 ot/min až do jemné konzistence díla. V průběhu mělnění byla kontrolována teplota díla pomocí vpichového teploměru. Mělnění bylo ukončeno při dosažení teploty 12 °C, aby nedošlo ke zkrácení bílkovinných řetězců vlivem vyšší teploty.

Po namíchání bylo dílo plněno do skleněných obalů s TWIST-OFF uzávěrem o objemu 270 ml, jejichž dno a stěny byly předem mírně vytřeny stolním olejem. Sklenice byly naplněny asi 5 mm pod horní okraj (Obrázek 8). Plnění bylo prováděno, tak aby nedocházelo ke vzniku vzduchových kavern v objemu výrobku, které by nepříznivě ovlivňovaly měření textury. Hrdla naplněných sklenic byly otřeny papírovou utěrkou a sklenice byly uzavřeny označeným víčkem. Pro měření texturních vlastností díla byly plněny tři sklenice a jedna sklenice pro měření vaznosti vody (z anglického *water holding capacity*; WHC). Dále bylo odebráno z každé šarže asi půl sklenice díla pro měření ztrát vařením (z anglického *cooking loss*; CL). Ze zbytků díla byla naplněna kontrolní sklenice

pro měření teploty v jádře během tepelného opracování. Tato sklenice byla uzavřena speciálně upraveným víčkem s otvorem pro vpichový teploměr.

Všechny čtyři sklenice od každé šarže, (kromě sklenice pro měření ztrát vařením) byly v konvektomatu vystaveny působení teploty 70 °C v jádře díla po dobu 10 min. Po ukončení tepelného opracování, byly vzorky intenzivně chlazeny pomocí ledu a vody po dobu 30 min. Po chlazení byly sklenice uloženy do lednice a uchovávány při teplotě 4 °C právě jeden týden, to jest do doby měření texturních vlastností díla.

5.3.2 Měření ztrát vařením (CL)

Z tepelně neopracovaného díla (do půli naplněné sklenice) bylo odebráno pět vzorků po 10±0,1 g pro měření ztrát vařením (z anglického *cooking loss*; CL). Měření bylo prováděno metodou záhřevu malého množství vzorku za současného zachycení vyloučeného kapalného podílu. Každý desetigramový vzorek syrového díla byl umístěn do středu předem zváženého obdélníku síťoviny o rozměrech cca 12 x 14 cm a velikostí ok 1 x 1 mm. Obdélník síťoviny byl pomocí víčka uchycen do sklenice tak, aby byl vzorek v prostoru a nedotýkal se stěn, dna ani víčka. Sklenice byly taktéž v konvektomatu vystaveny působení teploty 70 °C v jádře díla po dobu 10 min. Uvolněný kapalný podíl byl zachycen na dně sklenice. Po ukončení tepelného opracování byly sklenice otevřeny a vzorek díla zvážen. Ztráty vařením byly vyjádřeny jako procentuální rozdíl hmotnosti díla před a po tepelném opracování podle rovnice 1.

$$CL = \left(\frac{m_{před} - m_{po}}{m_{před}} \right) * 100 \quad (1)$$

Kde: CL je ztráta kapalného podílu vzniklá vařením [%]

$m_{před}$ je hmotnost vzorku díla před tepelným opracováním [g]

m_{po} je hmotnost vzorku díla po tepelném opracování [g]

5.3.3 Měření textury

Ze tří sklenic od každé šarže, které byly tepelně opracovány a ponechány jeden týden v lednici, byla dutým hliníkovým válcem o průměru 35 mm vykrojena střední část (Obrázek 10), která byla dále na strunovém kráječce rozkrojena na čtyři až pět dílů, přičemž pro měření byly použity dva střední plátky. Tato výkroj již byla připravena k samotnému měření (Obrázek 11).

Vlastní měření bylo prováděno pomocí texturometru TA.XT Plus (Obrázek 12) s kruhovou sondou 100 mm Platen dodanou společně s texturometrem. Rychlost pohybu sondy při měření činila 2 mm/s. Vzorek byl stlačen do 80 % výšky. Výsledky byly zpracovány pomocí programu Exponent Lite verze 4.0.13.0.

5.3.4 Měření pH

Hodnota pH byla měřena jako aktivní kyselost vpichovým pH metrem pH Spearfor Food Testing (Obrázek 13). Pro každý vzorek bylo provedeno pět měření.

5.3.5 Měření vaznosti vody (WHC)

Měření vaznosti vody bylo prováděno po 20 hodinách skladování tepelně opracovaného vzorku v lednici. Z díla z každé sklenice byly vyřezány kousky o hmotnosti cca $5 \pm 0,1$ g. Tyto kousky byly zabaleny do filtračního papíru a umístěny do 30 ml plastových centrifugačních zkumavek, jejichž dno bylo vystláno vatou, jakožto absorpčním materiálem. Vzorky byly podrobeny centrifugací při 6 000 ot/min po dobu 17 min a ihned po centrifugaci byly vzorky znova zváženy. Vážení bylo prováděno na předvážkách s přesností na dvě desetinná místa.

Pro zjištění vaznosti vody (WHC) musel být proveden výpočet hodnoty Y . Ta je získána výpočtem hmotnostního zlomku odlučitelného podílu vlivem odstředivé síly, tedy centrifugací, dle rovnice 2.

$$Y = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \quad (2)$$

Kde Y je hmotnostní zlomek odlučitelného podílu vlivem odstředivé síly [1]

m_1 je hmotnost vzorku před centrifugací [g]

m_2 je hmotnost vzorku po centrifugaci [g]

Z každé sklenice bylo pro stanovení vlhkosti v díle naváženo $5 \pm 0,001$ g vzorku do předem zvážených vysoušecích misek s mořským pískem a skleněnou tyčinkou. Po opětovném zvážení bylo dílo pomocí skleněné tyčinky důkladně promícháno a rozetřeno s pískem. Zvážené vysoušečky byly umístěny do sušárny a sušeny při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Po ukončení sušení byly přesunuty do exsikátoru a ponechány chladit po dobu asi 30 minut. Po vychlazení byly misky co nejpřesněji zváženy. Všechna vážení v tomto kroku byla prováděna na analytických vahách s přesností na tři desetinná místa.

Vlhkost byla vypočtena podle rovnice 3

$$X = \left(\frac{m_1 - m_2}{n} \right) * 100 \quad (3)$$

kde: X je vlhkost vzorku [%]

m_1 je hmotnost misky s tyčinkou, pískem a navázkou před sušením [g]

m_2 je hmotnost misky s tyčinkou, pískem a navázkou po sušení [g]

n je hmotnost navážky [g]

Výpočet WHC byl proveden dle rovnice 4.

$$WHC = X.Y \quad (4)$$

5.4 Statistické vyhodnocení

Pro vyhodnocení výsledků, výpočet průměru a směrodatné odchylky byl použit program Microsoft Excel.

K vyloučení extrémních hodnot ze souborů byl proveden Grubbsův test. Nejprve byly seřazeny hodnoty výběrového souboru do vzestupné řady. Poté byl ze všech hodnot souboru vypočten aritmetický průměr a směrodatná odchylka s . Dále bylo vypočteno testovací kritérium pro první (případně poslední n -tou) hodnotu řady dle rovnice 5 a 6.

$$T_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s} \quad (5)$$

$$T_n = \frac{x_n - \bar{x}}{s} \quad (6)$$

kde: T je testovací kritérium (1 – nejmenší hodnota; n – největší hodnota)

x je naměřená hodnota (1 – nejmenší hodnota; n – největší hodnota)

Nakonec se hodnota testového kritéria srovná s tabulkovou kritickou hodnotou pro příslušný počet hodnot n výběrového souboru a na zvolené hladině významnosti α pro Grubbsův test.

Pokud $T_{1(n,\alpha)} > T_{\text{krit}}$, první (případně poslední) hodnotu řady **vyloučíme** ze souboru a musíme vypočítat nový průměr a směrodatnou odchylku již bez této extrémní hodnoty.

Pokud $T_{1(n,\alpha)} \leq T_{\text{krit}}$, první (poslední) hodnota variační řady **patří do souboru** a vyloučit ji nemůžeme (není extrémní hodnotou) [40].

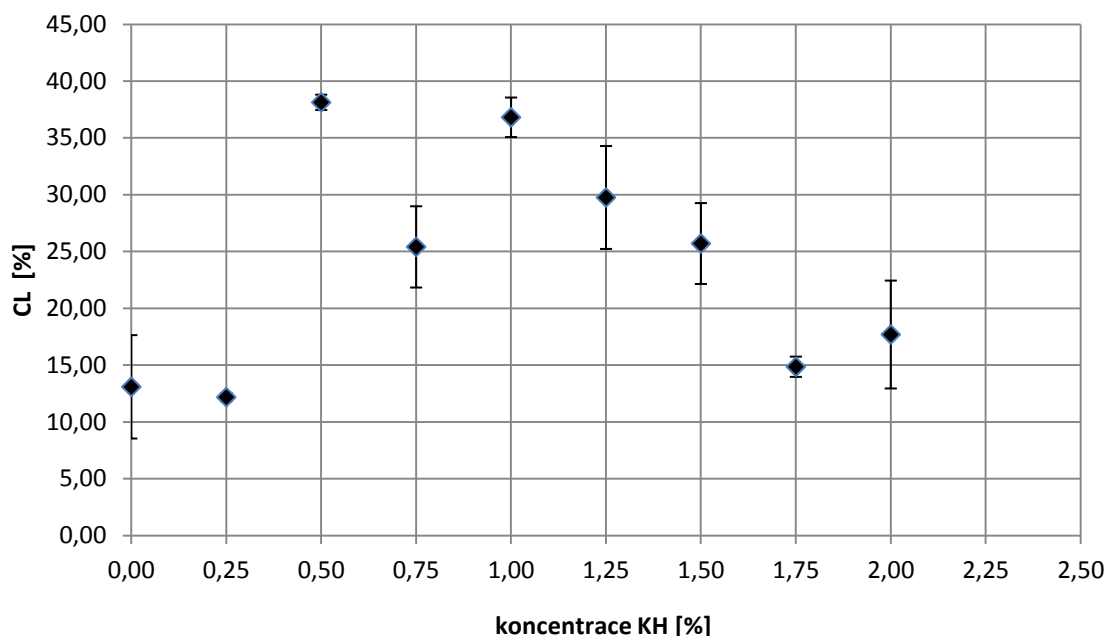
6 VÝSLEDKY A DISKUSE

6.1 Kolagenní hydrolyzát

Kolagenní hydrolyzát (KH) byl do masného díla přidáván v koncentracích od 0,00 % (kontrola) do 2,00 % po kroku 0,25 % (w/w). U těchto vzorků bylo měřeno CL, texturní vlastnosti, pH a WHC.

6.1.1 Vliv přidavku kolagenního hydrolyzátu na ztráty vařením (CL)

Průměrné hodnoty ztrát vařením jsou uvedeny v příloze PI (Tabulka 2). Z Grafu 1 je patrné, že přidavek KH zvyšuje ztráty vařením. Nárůst ztrát vařením je po přidání 0,5 % KH skokově zvýšen. Při dalším přidavku opět trochu klesá, poté opět roste. Při přidavku 1,75 % KH se ztráty vařením dostávají na hodnoty blízké výchozímu stavu, tedy bez KH a s přidavkem 0,25 % KH.



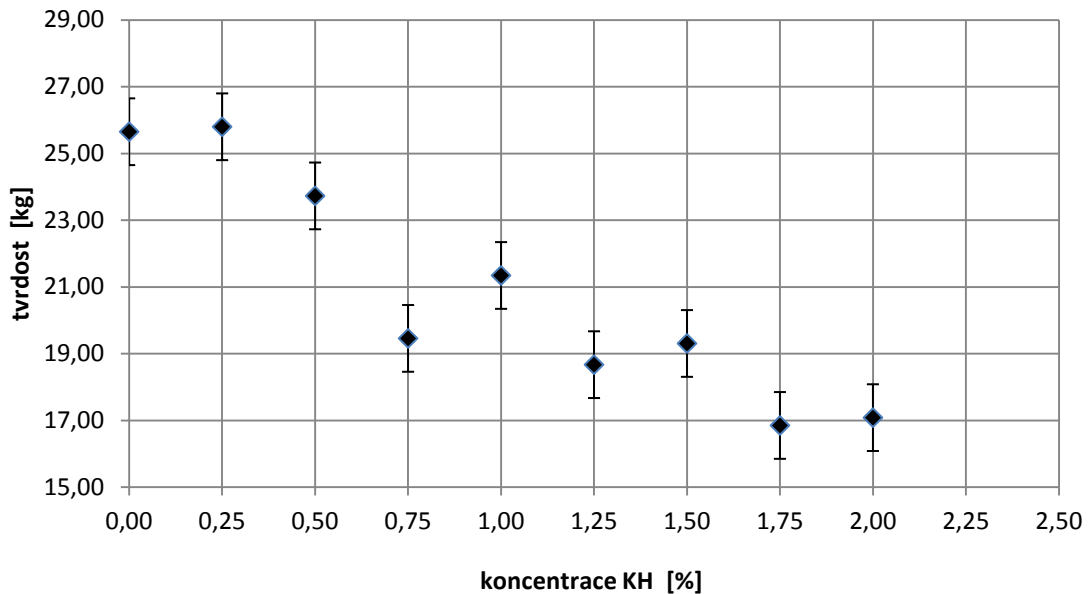
Graf 1 – Závislost ztrát vařením na koncentraci KH

6.1.2 Vliv přidavku kolagenního hydrolyzátu na texturní vlastnosti

6.1.2.1 Tvrdost

Průměrné hodnoty měření tvrdosti jsou uvedeny v příloze PI (Tabulka 3). Graf 2 zobrazuje závislost tvrdosti na zvyšující se koncentraci KH. Z údajů je patrné, že tvrdost vzorku je přidavkem KH oproti kontrolnímu vzorku bez KH snížena a to od koncentrace 0,5 % KH.

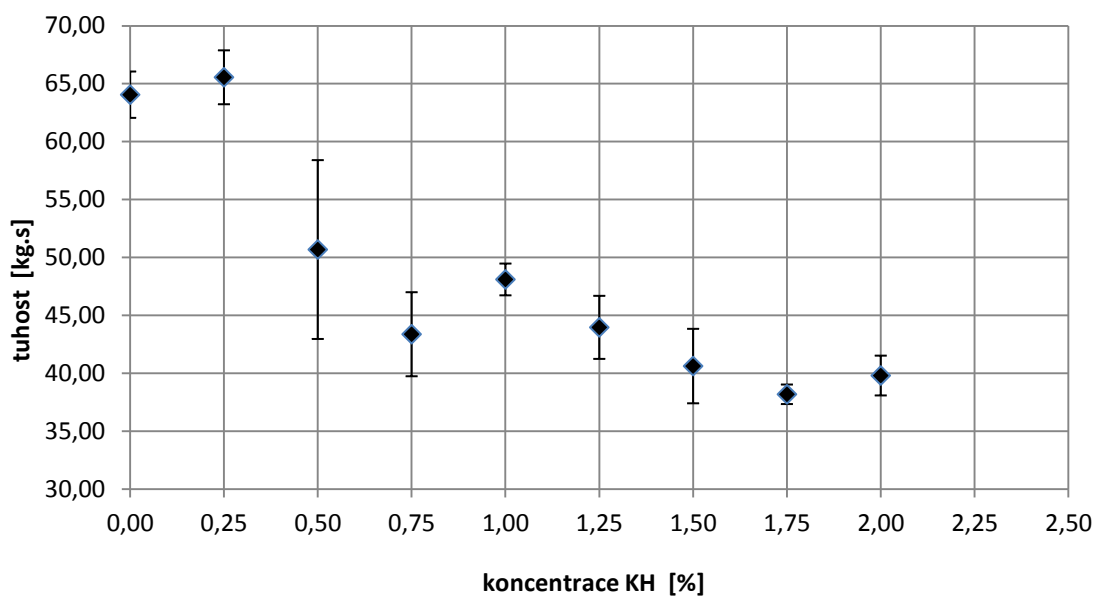
Se zvyšující se koncentrací KH v díle tvrdost masného výrobku klesá. Nejnižší tvrdosti je dosaženo při přidavku 1,75 % hydrolyzátu.



Graf 2 – Závislost tvrdosti na přidavku KH

6.1.2.2 Tuhost

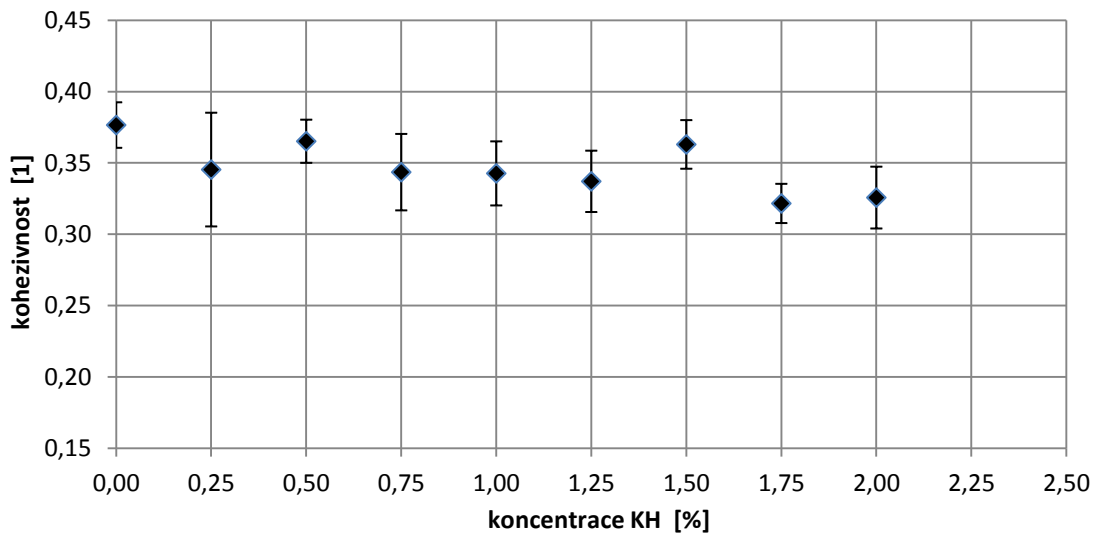
Průměrné hodnoty měření tuhosti jsou uvedeny v příloze PI (Tabulka 4). Graf 3 zachycuje závislost tuhosti masného výrobku na rostoucí koncentraci KH. Z grafu lze vidět, že tuhost vzorku byla oproti kontrole přidavkem KH snížena a to od koncentrace 0,5 % přidavku hydrolyzátu. Nejmenší tuhost vykazoval vzorek s přidavkem 1,75 % KH.



Graf 3 – Závislost tuhosti na přidavku KH

6.1.2.3 Kohezivnost

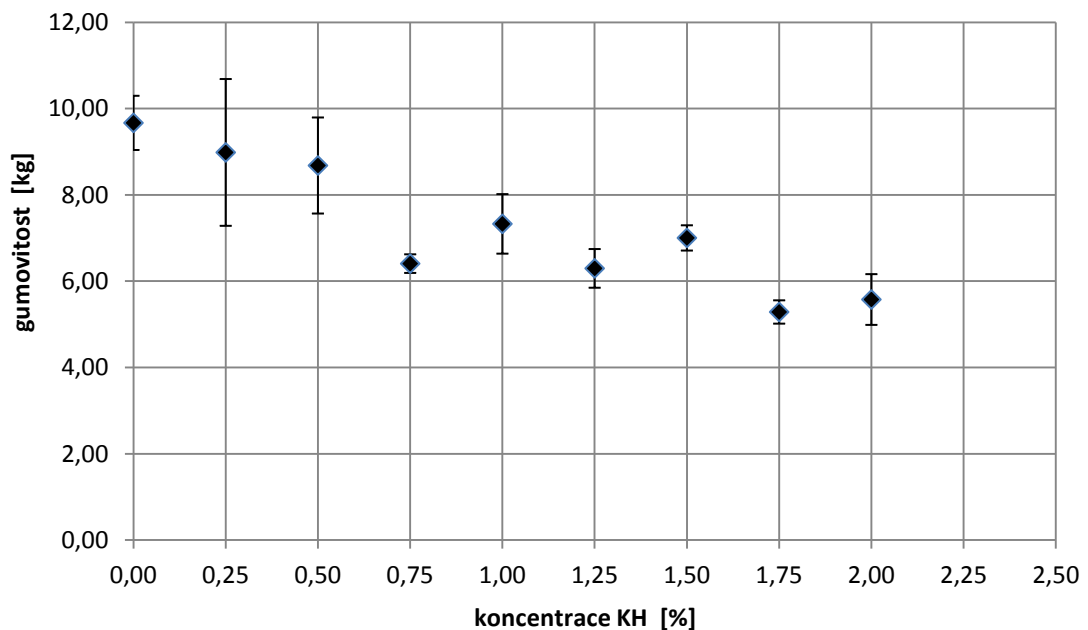
Průměrné hodnoty měření kohezivnosti jsou uvedeny v příloze PI (Tabulka 5). Z Grafu 4 je patrné velmi malé snížení kohezivnosti masného výrobku.



Graf 4 – Závislost kohezivnosti na přidavku KH

6.1.2.4 Gumovitost

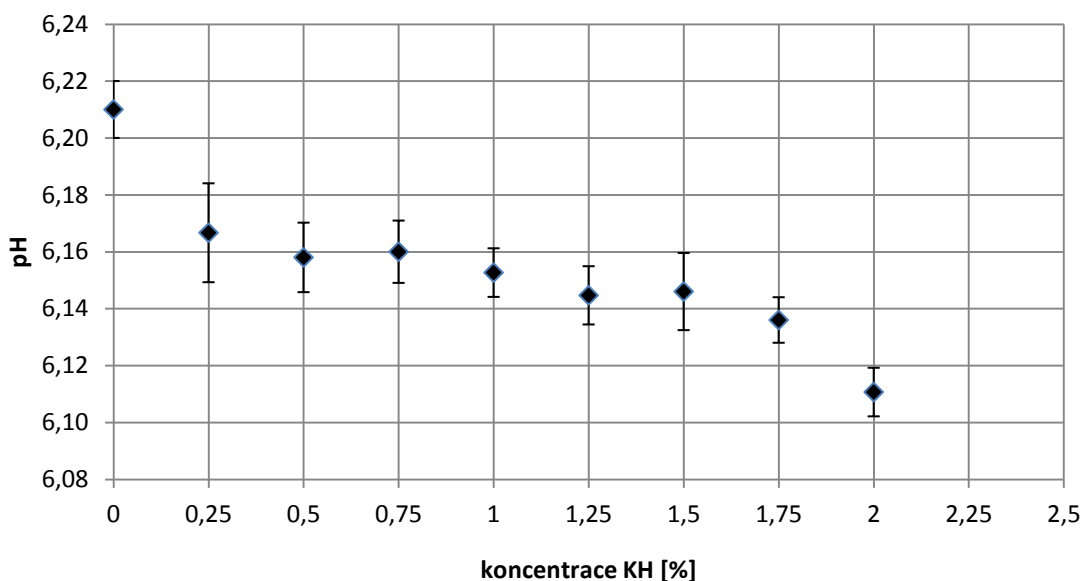
Průměrné hodnoty měření gumovitosti jsou uvedeny v příloze PI (Tabulka 6). Z Grafu 5 lze vyčíst pozvolný sestupný trend gumovitosti masného výrobku v závislosti na zvyšujícím se přidavku kolagenního hydrolyzátu.



Graf 5 - Závislost gumovitosti na přidavku KH

6.1.3 Vliv přidavku kolagenního hydrolyzátu na pH

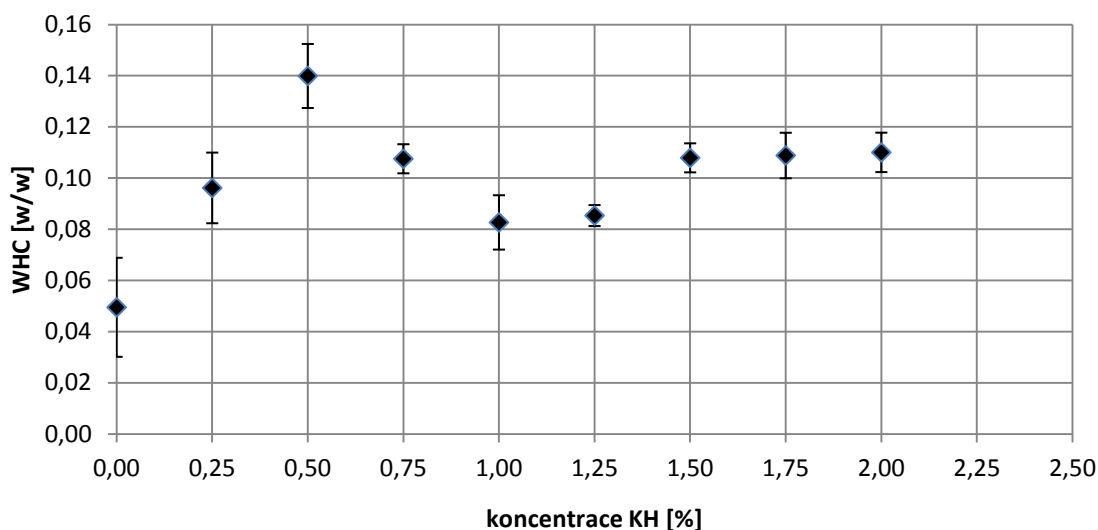
V příloze PI (Tabulka 7) jsou uvedeny všechny průměrné hodnoty pH včetně směrodatných odchylek. Graf 6 zobrazuje závislost pH na přidavku kolagenního hydrolyzátu. Z údajů vyplývá, že již přidavek 0,25 % kolagenu způsobuje skokové snížení pH z hodnoty pH 6,21 na pH 6,17. Po dalších přidavcích KH není pokles pH tak strmý ale tendence je stále klesající. K druhému strmějšímu poklesu dochází mezi přidavky 1,75 % a 2,00 % hydrolyzátu.



Graf 6 – Závislost pH na koncentraci KH

6.1.4 Vliv přidavku kolagenního hydrolyzátu na vaznost (WHC)

V příloze PI (Tabulka 8) jsou uvedeny průměrné hodnoty vaznosti vody. Graf 7 znázorňuje závislost vaznosti vody na přidavku hydrolyzátu do masného díla. Vaznost vody do přidavku 0,50 % KH rapidně vzrůstá. Poté klesá až do přidavku 1,00 %. Od 1,25 % KH v díle dochází opět k mírnému vzrůstu. Nejvyšší vaznosti vody je dosaženo při koncentraci 0,50 % hydrolyzátu.



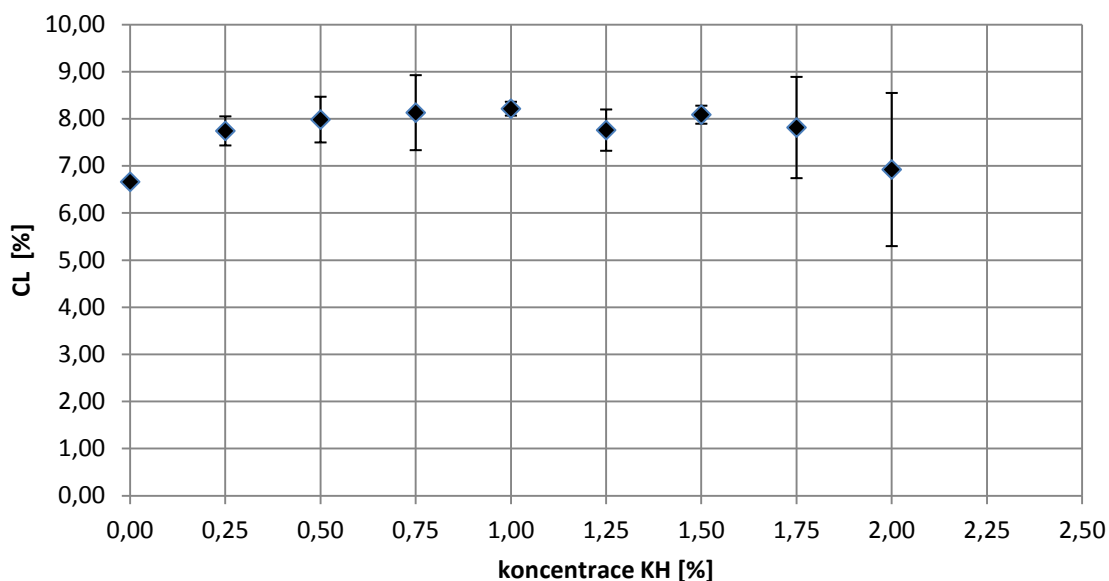
Graf 7 – Závislost vaznosti vody na přidavku KH

6.2 Kombinace kolagenního hydrolyzátu a fosforečnanu

V této části experimentu byl do masného výrobku kromě kolagenního hydrolyzátu přidáván také dihydrogendifosforečnan sodný (SAPP). KH byl přidáván v koncentracích 0,00 % – 2,00 % (w/w) po kroku 0,25 % (w/w). Byly sledovány tyto technologické znaky: pH, CL (ztráty vařením), WHC (vaznost vody) a texturní vlastnosti (tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost).

6.2.1 Vliv přidavku KH a SAPP na ztráty vařením (CL)

V příloze PII (Tabulka 9) jsou uvedeny průměrné hodnoty ztrát vařením včetně směrodatných odchylek. Ze závislosti v Grafu 8 lze vidět, že do přidavku 1,00 % ztráty vařením narůstaly, poté docházelo spíše k mírnému poklesu. Nejnižší ztráty vařením byly zaznamenány při přidavku 0,20 % SAPP a bez kolagenu.



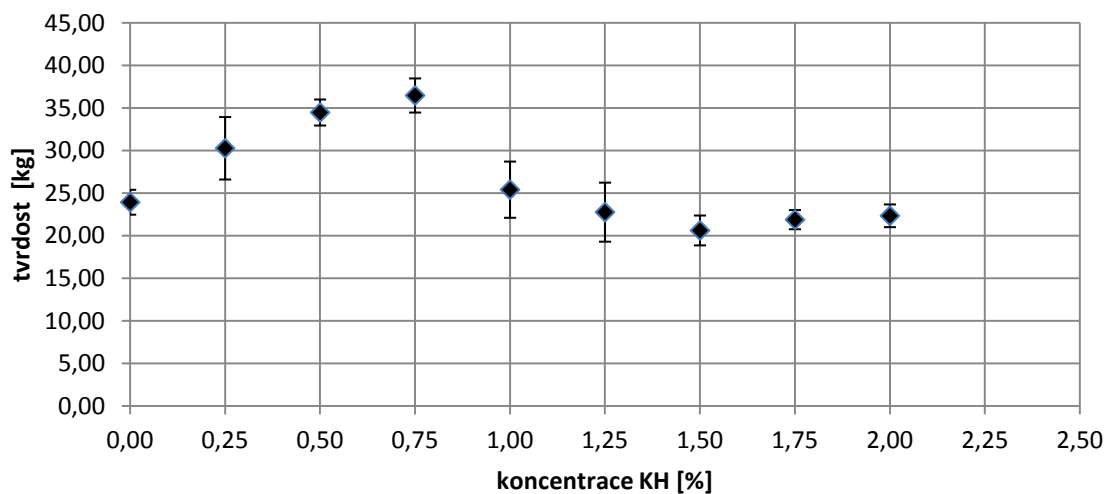
Graf 8 – Závislost ztrát vařením na přidavku KH a 0,20 % SAPP

6.2.2 Vliv přidavku KH a SAPP na texturní vlastnosti

Z texturních vlastností byly pozorovány tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost.

6.2.2.1 Tvrdost

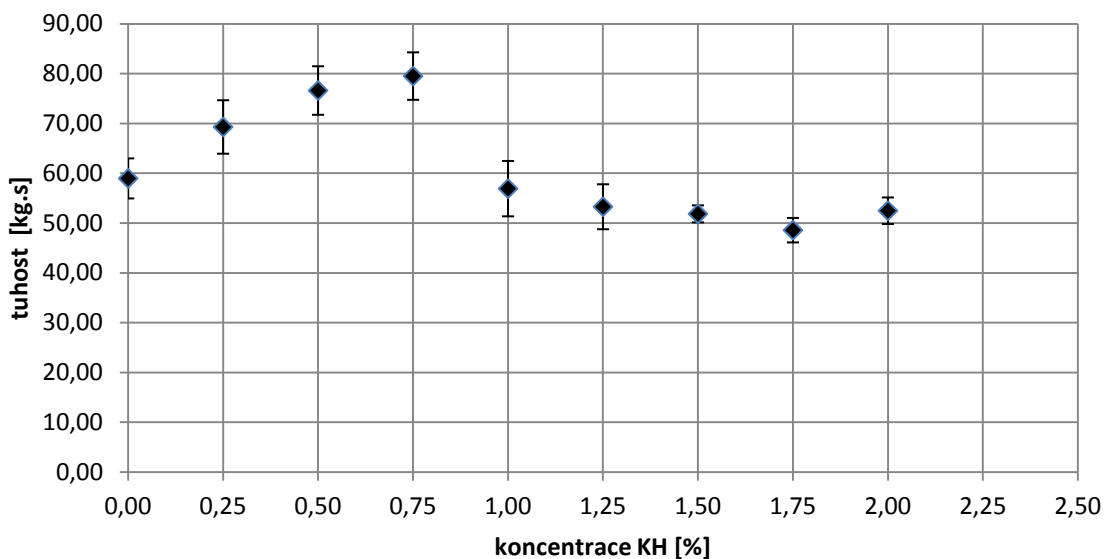
Průměrné hodnoty k této závislosti jsou uvedeny v příloze II (Tabulka 10). Závislost v Grafu 9 ukazuje, že do přidavku 0,75 % KH tvrdost vzrůstá. Při obsahu 0,75 % KH je tvrdost maximální. Přídavek 1,00 % způsobí rapidní pokles ve tvrdosti a dále má tvrdost taktéž klesající trend.



Graf 9 – Závislost tvrdosti na přidavku KH a 0,20 % SAPP

6.2.2.2 Tuhost

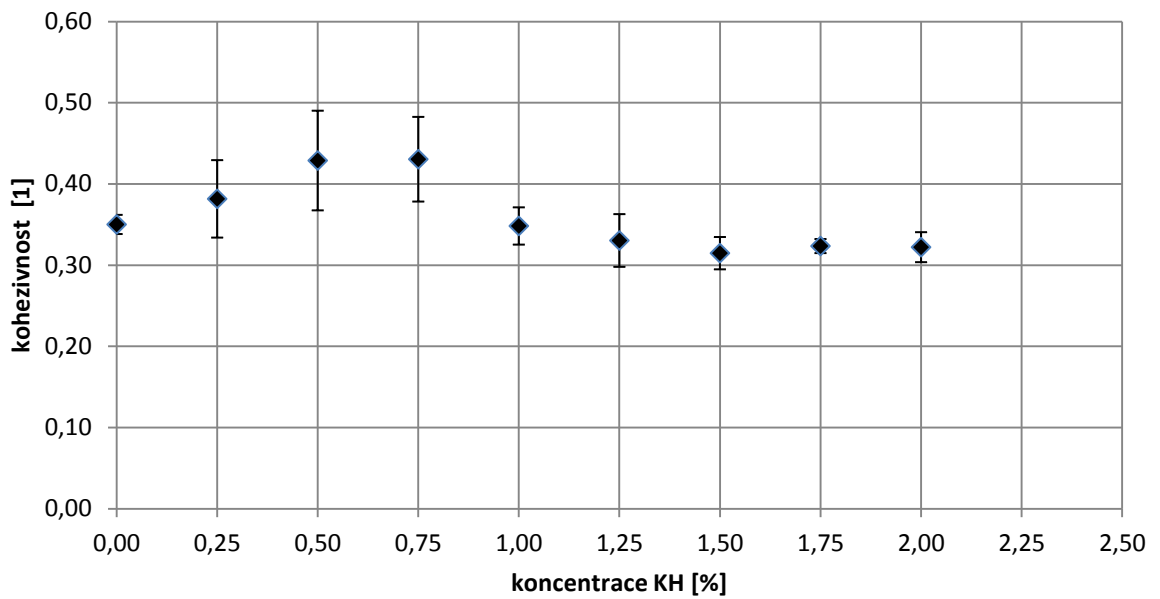
Průměrné hodnoty tuhosti jsou uvedeny v příloze II (Tabulka 11). Závislost tuhosti na přidavku kolagenního hydrolyzátu, znázorněné v Grafu 10, má velmi podobný tvar jako závislost tvrdosti na obsahu KH. Taktéž je dosaženo maxima tuhosti při přidavku 0,75 % KH. Do této koncentrace tuhost vzrůstá, poté skokově klesá a nadále má spíše klesající trend.



Graf 10 – Závislost tuhosti na přidavku KH a 0,20 % SAPP

6.2.2.3 Kohezivnost

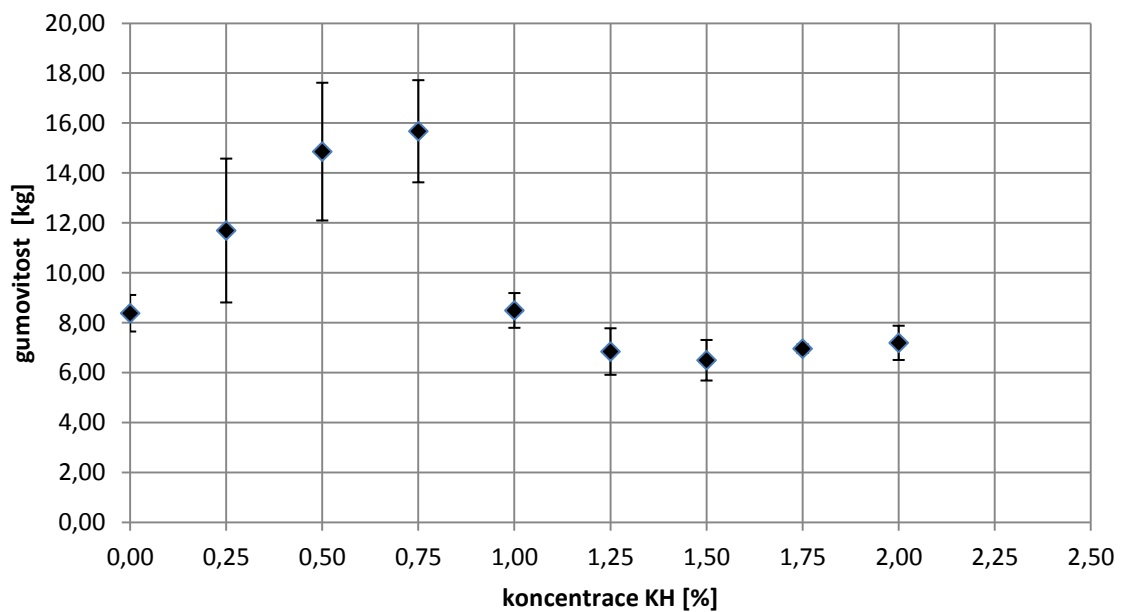
Průměrné hodnoty kohezivnosti jsou uvedeny v příloze II (Tabulka 12). Závislost kohezivnosti na přidavku KH, kterou znázorňuje Graf 11, je taktéž podobná svým tvarem předchozím dvěma závislostem, tedy tvrdosti a tuhosti. Maxima kohezivnosti je opět dosaženo při přidavku 0,75 % KH. Poté následuje pokles a od přidavku 1,25 % KH se kohezivnost již příliš nemění.



Graf 11 – Závislost kohezivnosti na přidavku KH a 0,20 % SAPP

6.2.2.4 Gumovitost

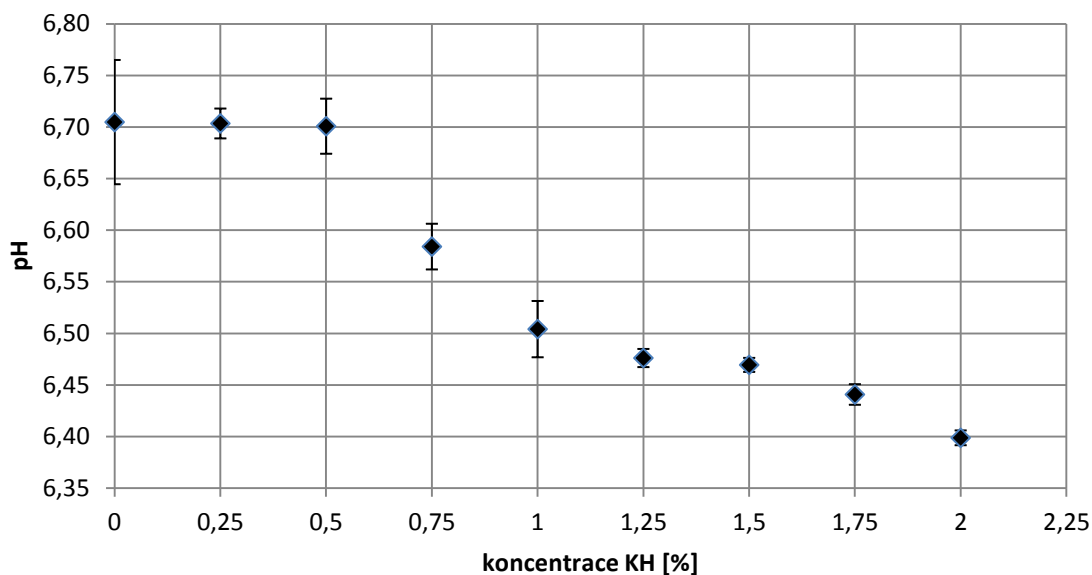
Průměrné hodnoty gumovitosti jsou uvedeny v příloze II (Tabulka 13). V případě gumovitosti, vynesené v Grafu 12, je situace stejná jako v předchozích třech závislostech (tvrdosti, tuhosti a kohezivnosti). Opět se ukázal výrobek maximálně gumovitý při přidavku 0,75 % KH.



Graf 12 – Závislost gumovitosti na přidavku KH a 0,20 % SAPP

6.2.3 Vliv přídavku KH a SAPP na pH

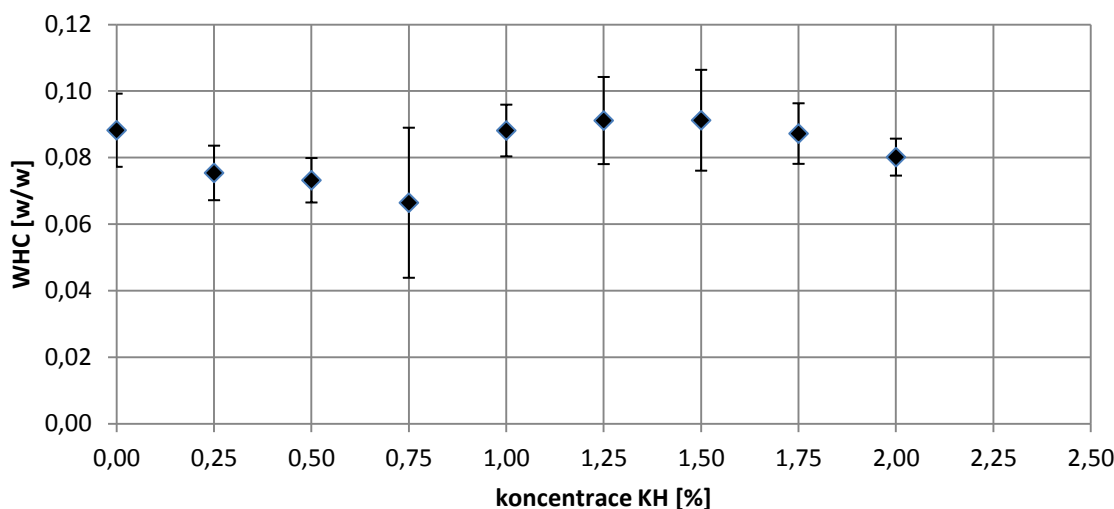
Průměrné hodnoty pH jsou uvedeny v příloze II (Tabulka 14). Z uvedené závislosti v Grafu 13 je zřejmé, že přídavek KH od koncentrace 0,75 % způsobil oproti kontrole pokles z pH 6,70 až na pH 6,40 při přídavku 2,00 % KH. Je to zřejmě dáno kyselou povahou kolagenního hydrolyzátu. Při koncentracích 0,25 a 0,50 % nedošlo oproti kontrole k žádnému poklesu.



Graf 13 – Závislost pH na přídavku KH a 0,20 % SAPP

6.2.4 Vliv přídavku KH a SAPP na vaznost vody (WHC)

Průměrné hodnoty vaznosti vody jsou uvedeny v příloze II (Tabulka 15). Z Grafu 14 lze vyčíst, že do přídavku 0,75 % KH vaznost vody klesá. Při této koncentraci je WHC minimální. Přídavkem 1,00 % skokově vzrůstá zpět přibližně na hodnoty odpovídající kontrole, tedy bez přídavku KH.



Graf 14 – Závislost vaznosti vody na přidavku KH a 0,20 % SAPP

6.3 Diskuse

Z výsledků měření ztrát vařením (CL) vyplývá, že kolagenní hydrolyzát není schopen snížit podíl ztracených tekutin. V případě kontrolního vzorku bez přidavku aditivních látek dosahují průměrné ztráty vody asi 13 %. Po 0,50% přidavku KH hodnoty CL vystupují nad 38 %. 0,20% přidavek SAPP do díla (bez přidavku KH) způsobil snížení ztrát vařením na hodnoty kolem 6,7 %. Po přidavku KH za přítomnosti 0,20 % SAPP ztráty vařením opět mírně vzrostly. Kombinace KH a 0,20 % SAPP vykazuje celkově nižší ztráty vařením, než je tomu bez SAPP. Na základě výše uvedených poznatků a zjištění provedených dříve [41] lze říci, že snížení je v tomto případě dáno přidavkem SAPP nikoliv kolagenním hydrolyzátem. Ukazuje se tedy, že přidavek hydrolyzátu obecně působí zvýšení ztrát vařením a to jak samostatně, tak v menší míře v kombinaci se SAPP. Z výsledků plyne, že kolagenní hydrolyzát není schopen snížit ztráty kapalného podílu při vaření a to na rozdíl od přidavků vláknitého kolagenu [36].

Z texturních vlastností byla pozorována tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Kontrolní vzorek bez aditivních látek vykazoval hodnotu tvrdosti 26,65 kg. Po přidavcích KH hodnota tvrdosti klesla u koncentrace 1,75 % KH až na 16,85 kg. Nejvyšší hodnota tvrdosti byla zaznamenána u vzorku s kombinací 0,20 % SAPP a 0,75 % KH a to 36,46 kg. Z porovnání závislostí bez a s přidavkem SAPP lze říci, že výsledkem kombinace 0,20 % fosforečnanu s kolagenním hydrolyzátem je již při koncentraci 0,25 % KH tvrdší produkt, než bez přidavku SAPP. Obecně se ukázalo, že hydrolyzovaný kolagen má schopnost snížit tvrdost masného výrobku.

Z hlediska tuhosti vykazoval kontrolní vzorek masného výrobku bez aditivních látek tuhost $64,04 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$, poté došlo k mírnému nárůstu a od přídatku 0,50 % KH tuhost prudce klesla. Nejnížší hodnota tuhosti byla zaznamenána u vzorku s přídatkem 1,75 % KH a to $38,17 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Naopak nejvyšší hodnotu tuhosti vykazoval vzorek s přídatkem 0,20 % SAPP a 0,75 % KH. Opět, stejně jako u tvrdosti je patrné, že řada vzorků bez přídatku SAPP vykazovala menší tuhost a také že KH je schopen snížit tuhost výrobku.

Co se týče kohezivnosti masného výrobku, tak v řadě vzorků s přídatkem KH docházelo k fluktuaci hodnot v rozmezí 0,38 až 0,32. Celkový trend závislosti je spíše mírně klesající. U vzorků s 0,20 % přídatkem SAPP došlo v koncentracích KH 0,25 a 0,50 % k mírnému nárůstu u přídatku 0,75 % byl růst zastaven a dále kohezivnost klesala mírně pod hodnoty kontrolního vzorku s 0 % KH. V tomto případě nelze říci, že by měl kolagenní hydrolyzát vliv na kohezivnost masného výrobku.

Se zvyšující se koncentrací KH měla gumovitost sestupný charakter. Nejnížší gumovitosti 5,28 kg bylo dosaženo přídatkem 1,75 % KH. Naopak nejvyšší hodnotu gumovitosti 15,68 kg vykázal vzorek s kombinací přídatku 0,20 % SAPP a 0,75 % KH. Lze říci, že přídatek kolagenního hydrolyzátu mírně snižuje gumovitost masného výrobku.

Ze závislosti pH na přídatku KH vyplývá, že čím je jeho koncentrace vyšší, tím pH klesá. Stejný trend je u vzorků s přídatkem 0,20 % SAPP. Zatímco pH vzorků s přídatkem SAPP se pohybuje v rozmezí 6,7 až 6,4 u vzorků pouze s KH v rozmezí pH 6,21 až 6,11. Z výsledků je patrné, že přídatek kolagenního hydrolyzátu snižuje hodnotu pH masného výrobku.

Poslední sledovanou technologicky významnou charakteristikou byla vaznost vody (WHC). Nejvyšší vaznosti 0,14 w/w bylo dosaženo přídatkem 0,50 % KH. Naopak nejméně vázal vodu vzorek bez přídatku aditivních látek. Pokud porovnáme závislosti bez a s přídatkem SAPP, lze říci, že vyšší vaznosti vody dosahují vzorky bez přídatku SAPP. Kolagenní hydrolyzát je schopen zvýšit vaznost vody masného výrobku.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zjištění vlivu přídavku hydrolyzovaného kolagenu na technologicky významné parametry jemně mělněných masných výrobků. Sledován byl vliv přísad na pH, vaznost vody, ztráty vařením a texturní vlastnosti - tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Důvodem přídavku kolagenního hydrolyzátu do masných výrobků, které jsou v dnešní době konzumovány téměř denně, je jeho pozitivní vliv na zdraví konzumenta. Je prokázáno, že hydrolyzovaný kolagen je schopen zmírnit projevy onemocnění kloubů, jako je například revmatická artróza nebo osteoartróza. Snahou výrobců je tedy obohacovat běžné výrobky o zdraví prospěšné látky.

V první části experimentu byl do základního masného díla přidáván pouze kolagenní hydrolyzát. V druhé části byl zkoumán účinek kombinace vybraného fosforečnanu přidávaného v konstantním množství 0,20 % a stoupajících koncentrací kolagenního hydrolyzátu na technologické vlastnosti mělněných masných výrobků.

Podářilo se prokázat, že přídavek samotného hydrolyzovaného kolagenu ovlivňuje texturní vlastnosti masného výrobku. Bylo zjištěno, že kolagenní hydrolyzát není schopen snížit ztráty kapalného podílu při vaření. Z hlediska textury dokáže přídavek kolagenního hydrolyzátu snižovat tvrdost, tuhost a gumovitost produktu, nemá ovšem vliv na jeho kohezivnost. Vlivem přísad kolagenního hydrolyzátu dochází dále ke snížení pH masného výrobku. Je to dáno spíše kyselou povahou hydrolyzátu. Co se týká vodovazných vlastností, ukázalo se, že nejvhodnější je přídavek 0,5 % KH, při něm systém vykazuje nejvyšší vaznost vody.

V druhé části experimentu, kdy bylo přidáváno konstantní množství (0,20 %) dihydrogendifosforečnanu sodného a vzestupné množství hydrolyzátu, se také neprokázal vliv na ztráty vařením. Jednotlivé závislosti texturních parametrů vykazovaly shodné tendence. Do přídavku 0,75 % KH šlo o vzestupný trend, poté nastalo více či méně prudké klesnutí a ustálení měřených hodnot. Podobné charakteristiky závislostí ukazují na možnou interakci mezi jednotlivými složkami systému. pH také jako u předchozí řady vzorků klesalo. Vaznost vody nejprve do přídavku 0,75 % KH klesala a poté vzrostla, nedosáhla však zdaleka takových hodnot, jako při přídavku 0,5 % KH.

Tento experiment byl velmi specifický, tudíž se nepodařilo dohledat literaturu ke srovnání, která by popisovala chování systému s přísadou kolagenního hydrolyzátu. Většina

předchozích experimentů se zabývala přidavky vláknitého kolagenu v souvislosti s nahrazením masa v masných výrobcích s nízkým obsahem tuku.

Masné dílo u jemně mělněných výrobků je natolik různorodý a složitý koloidní systém, jehož složky mohou navzájem interagovat, že jednoznačné určení technologického benefitu přidavků kolagenního hydrolyzátu do těchto produktů je předmětem dalšího zkoumání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Česká republika. Vyhláška č. 326/2001 Sb., pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: *Sbírka zákonů*. 2001.
- [2] STEINHAUSER, Ladislav. *Hygiena a technologie masa*. Brno: LAST, 1995, 643 s. ISBN 80-900-2604-4.
- [3] KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Technologie potravin: Co byste měli vědět o výrobě potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [4] YADA, Rickey Yoshio. *Proteins in food processing*. Cambridge, Eng.: Woodhead Publishing, 2004, 686 s. ISBN 08-493-2536-6.
- [5] PUOLANNE, E. J., M. H. RUUSUNE a J. I. VAINIONPÄÄ, J. I. Combined Effects of on NaCl and Raw Meat pH on Water-holding with and without Added Phosphate. *Meat Science*. 2001, roč. 58, č. 1, s. 1 - 7.
- [6] Česká republika. Vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. In: *Sbírka zákonů*. 2008.
- [7] STEINHAUSER, Ladislav. Mělnění masa a míchání díla. In: www.steinhauser.cz [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.steinhauser.cz/novinky.php?p=detail&id=128>
- [8] Talerres Cato, s.a.u. [online]. 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.cato.es/web/ingles/meat-cutters.php>
- [9] Sevko Plus, s.r.o. [online]. 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.sevko.cz/mlynek-na-maso.htm>
- [10] BATEČKO, S. A. a A. M. LEDZEVÍROV. Kolagen: Nová strategie udržení zdraví a prodloužení mládí. 2. vyd. Aspena, s.r.o. Hobbit Plus, 2010. ISBN 966-218-126-5.
- [11] BLAŽEJ, A. a I. MICHLÍK. *Nekovové materiály*. Brno: VUT v Brně, 1975.

- [12] PETERKOVÁ, P. a L. LAPČÍK. Kolagen - vlastnosti, modifikace a aplikace. *Chemické listy*. Praha: Česká společnost chemická, 2000, č. 94, 371 - 379. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/archiv/2000-PDF/06-PDF/371-379.pdf>
- [13] LEE, C. H., A. SINGLA a Y. LEE. Biomedical Applications of Collagen. *International Journal of Pharmaceutics*. 2001, roč. 221, č. 1-2, s. 1–22.
- [14] ČECH, S., et al. LÉKAŘSKÁ FAKULTA, Masarykova univerzita Brno. *MedAtlas: Učební text a atlas*. 2003 - 2006. Dostupné z: http://www.med.muni.cz/histol/MedAtlas_2/medatlas.html
- [15] GELSE, K., E. PÖSCHL a T. AIGNER. Collagens-structure, Function, and Biosynthesis. *Advanced Drug Delivery Reviews: Collagen in drug delivery and tissue engineering*. 2003, roč. 55, č. 12, s. 1531–1546. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0169409X03001820>.
- [16] ISO 3496:1994. *Meat and meat products Determination of Hydroxyproline Content*. 1994.
- [17] *Wikipedie* [online]. 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Glycin>
- [18] *Wikipedie* [online]. 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Prolin>
- [19] *Wikipedie* [online]. 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lysin>
- [20] CORREA DE MORAES, M. a R. LOPES CUNHA. Gelation Property and Water Holding Capacity of Heat-Treated Collagen at Different Temperature and pH Values. *Food Research International*. 2013, roč. 50, č. 1, 213 - 223.
- [21] MOKREJŠ, P. a F. LANGMAIER. Aplikace přírodních polymerů. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 90 s. ISBN 978-80-7318-674-6.
- [22] LANGMAIER, F., et al. Biodegradable Packing Materials from Hydrolysates of Collagen Waste Proteins. *Waste Management*. 2008, roč. 28, č. 3, s. 549-556.
- [23] HYPRO OTROKOVICE, s.r.o. *Hypro: Informace pro lékaře* [online]. 2013 [cit. 2013-11-20]. Dostupné z: <http://www.hypro.cz/cz-informace.html>

- [24] NNANNA, I. A. a J. XIA. *Protein-based Surfactants: Synthesis, Physicochemical Properties, and Applications*. New York: M. Dekker, 2001, 290 s. ISBN 0-8247-0004-X.
- [25] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 80-866-5903-8.
- [26] Evropská unie. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. In: *Úřední věstník L 139*. 2004.
- [27] McARDLE, R., R. HAMILL a J. P. KERRY. Utilisation of hydrocolloids in processed meat systems. In: KERRY, J. P. a J. F. KERRY. *Processed meats*. United Kingdom: Woodhead Publishing, 2011, s. 243-269.
- [28] Česká republika. Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. In: *Sbírka zákonů*. 1997.
- [29] TRENTHAM, D. E. et al. Effects of Oral Administration of Type II Collagen on Rheumatoid Arthritis. *Science: New Series*. 1993, roč. 261, č. 5129, s. 1727-1730.
- [30] BIOCELL TECHNOLOGY. *BioCell Collagen Benefits* [online]. © 2013 [cit. 2013-11-22]. Dostupné z: <http://www.biocellcollagen.com/biocell>
- [31] SCHAUSS, A. G. et al. Effect of the Novel Low Molecular Weight Hydrolyzed Chicken Sternal Cartilage Extract, BioCell Collagen, on Improving Osteoarthritis-Related Symptoms: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012, roč. 60, č. 16, s. 4096-4101 Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf205295u>
- [32] SCHWARTZ, S. R. a J. PARK. Ingestion of BioCell Collagen®, a Novel Hydrolyzed Chicken Sternal Cartilage Extract; Enhanced Blood Microcirculation and Reduced Facial Aging Signs. *Clinical Interventions in Aging*. 2012, roč. 2012, č. 7, s. 267-273.
- [33] OESSER, S. a J. SEIFERT. Stimulation of Type II Collagen Biosynthesis and Secretion in Bovine Chondrocytes Cultured with Degraded Collagen. *Cell and Tissue Research*. 2003, roč. 311, č. 3, s. 393-399. Dostupné z: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/213753493>
- [34] OESSER, S., et al. Oral Administration of ¹⁴C Labeled Gelatin Hydrolysate Leads to an Accumulation of Radioactivity in Cartilage of Mice (C57/BL). *The*

- Journal of Nutrition*. 1999, roč. 129, č. 10, s. 1891-1895. Dostupné z: <http://search.proquest.com.proxy.k.utb.cz/docview/197439908>
- [35] PRABHU, G. A., D. R. DOERSCHER a D. H. HULL. Utilization of Pork Collagen Protein in Emulsified and Whole Muscle Meat Products. *Journal of Food Science*. 2004, roč. 69, č. 5, s. 388-392.
- [36] PEREIRA, A. G. T. et al. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Meat Science*. 2011, roč. 89, č. 4, s. 519-525.
- [37] MEULLENET, J-F. et al. Textural Properties of Chicken Frankfurters with Added Collagen Fibers. *Journal of Food Science*. 1994, roč. 59, č. 4, s. 729-733. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1994.tb08114.x.
- [38] RAO, B. R. et al. Bovine Hide Collagen as a Protein Extender in Bologna. *Oklahoma Agricultural Experiment Station*. 1982, č. 112, s. 254-262
- [39] SCHILLING, M. W. et al. Utilization of Pork Collagen for Functionality Improvement of Boneless Cured Ham Manufactured from Pale, Soft, and Exudative Pork. *Meat Science*. 2003, č. 65, s. 547-553.
- [40] FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE. *Statistika a výpočetní technika: Vylučování extrémních hodnot souboru* [online]. [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn2/extremy.htm>
- [41] LONG, N. H. B. S. *The Effects of Selected Phosphate Salts and Hydrocolloids on the Textural Properties of Meat Products*. Zlín, 2012. Dizertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BCC	BioCell Collagen [®] je obchodní název pro hydrolyzované extracelulární matrix hyalinní chrupavky (kloubní chrupavky) kuřecí hrudní kosti, která přirozeně obsahuje kolagen typu II a glykosaminoglykany
SOM	strojně oddělené maso
PSE	vada jakosti masa – bledé, měkké a vodnaté (z anglického <i>pale, soft exsudative</i>)
WHC	vaznost vody (z anglického <i>water holding capacity</i>)
CL	ztráty kapalného podílu vzniklé vařením (z anglického <i>cooking loss</i>)
KH	kolagenní hydrolyzát
SAPP	dihydrogendifosforečnan sodný ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$)
SMODCH	směrodatná odchylka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Horizontální kutr se zdvihacím vozíkem [8].....	18
Obrázek 2 – Řezačka masa [9]	18
Obrázek 3 – Chemický vzorec glycinu [17]	22
Obrázek 4 – Chemický vzorec prolinu [18].....	22
Obrázek 5 – Chemický vzorec lysinu [19]	23
Obrázek 6 – Závislost ztrát vařením na poměru SOM a kolagenních vláken [36].....	34
Obrázek 7 – Vorwerk Thermomix TM 31	70
Obrázek 8 – Naplněný vzorek	70
Obrázek 9 – Sklenice se síťovinou pro měření ztrát vařením.....	71
Obrázek 10 – Vyříznutá středová část	71
Obrázek 11 – Vzorek připravený k měření textury	72
Obrázek 12 – Texturometr TA.XT Plus	72
Obrázek 13 – Měření pH	73
Obrázek 14 – Vzorokly a zkumavka s absorpčním materiálem	73

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Lékařské aplikace různých forem kolagenu [12, 21].....	26
Tabulka 2 – přídavek KH: Průměrné hodnoty ztrát vařením.....	64
Tabulka 3 – přídavek KH: Průměrné hodnoty tvrdosti.....	64
Tabulka 4 – přídavek KH: Průměrné hodnoty tuhosti.....	64
Tabulka 5 – přídavek KH: Průměrné hodnoty kohezivnosti.....	65
Tabulka 6 – přídavek KH: Průměrné hodnoty gumovitosti.....	65
Tabulka 7 – přídavek KH: Průměrné hodnoty pH.....	65
Tabulka 8 – přídavek KH: Průměrné hodnoty vaznosti vody.....	66
Tabulka 9 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty ztrát vařením.....	67
Tabulka 10 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty tvrdosti.....	67
Tabulka 11 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty tuhosti.....	67
Tabulka 12 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty kohezivnosti.....	68
Tabulka 13 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty gumovitosti.....	68
Tabulka 14 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty pH.....	68
Tabulka 15 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty vaznosti vody.....	69

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Naměřené hodnoty – přídavek KH.....	64
Příloha P II: Naměřené hodnoty – přídavek KH a SAPP.....	67
Příloha P III: Fotodokumentace.....	70

PŘÍLOHA P I: NAMĚŘENÉ HODNOTY – PŘÍDAVEK KH

Tabulka 2 – přídavek KH: Průměrné hodnoty ztrát vařením

koncentrace KH [%]	průměrné CL [%]	SMODCH [1]
0,00	13,08	4,55
0,25	12,17	0,37
0,50	38,12	0,67
0,75	25,40	3,58
1,00	36,80	1,74
1,25	29,74	4,53
1,50	25,69	3,56
1,75	14,84	0,89
2,00	17,68	4,75

Tabulka 3 – přídavek KH: Průměrné hodnoty tvrdosti

koncentrace KH [%]	průměrná tvrdost [kg]	SMODCH [1]
0,00	25,65	0,76
0,25	25,80	1,85
0,50	23,73	2,66
0,75	19,45	0,95
1,00	21,34	0,76
1,25	18,67	0,51
1,50	19,30	0,77
1,75	16,85	1,10
2,00	17,08	0,97

Tabulka 4 – přídavek KH: Průměrné hodnoty tuhosti

koncentrace KH [%]	průměrná tuhost [kg.s]	SMODCH [1]
0,00	64,04	2,00
0,25	65,55	2,33
0,50	50,67	7,72
0,75	43,36	3,63
1,00	48,09	1,37
1,25	43,95	2,72
1,50	40,61	3,22
1,75	38,17	0,84
2,00	39,79	1,72

Tabulka 5 – přidavek KH: Průměrné hodnoty kohezivnosti

koncentrace KH [%]	průměrná kohezivnost [1]	SMODCH [1]
0,00	0,38	0,02
0,25	0,35	0,04
0,50	0,37	0,02
0,75	0,34	0,03
1,00	0,34	0,02
1,25	0,34	0,02
1,50	0,36	0,02
1,75	0,32	0,01
2,00	0,33	0,02

Tabulka 6 – přidavek KH: Průměrné hodnoty gumovitosti

koncentrace KH [%]	průměrná gumovitost [kg]	SMODCH [1]
0,00	9,67	0,63
0,25	8,98	1,70
0,50	8,68	1,11
0,75	6,40	0,22
1,00	7,33	0,69
1,25	6,29	0,45
1,50	7,00	0,29
1,75	5,28	0,27
2,00	5,57	0,59

Tabulka 7 – přidavek KH: Průměrné hodnoty pH

koncentrace KH [%]	průměrné pH [1]	SMODCH [1]
0,00	6,21	0,01
0,25	6,17	0,02
0,50	6,16	0,01
0,75	6,16	0,01
1,00	6,15	0,01
1,25	6,14	0,01
1,50	6,15	0,01
1,75	6,14	0,01
2,00	6,11	0,01

Tabulka 8 – přídavek KH: Průměrné hodnoty vaznosti vody

koncentrace KH [%]	průměrné WHC [w/w]	SMODCH [1]
0,00	0,049	0,019
0,25	0,096	0,014
0,50	0,140	0,013
0,75	0,108	0,006
1,00	0,083	0,011
1,25	0,085	0,004
1,50	0,108	0,006
1,75	0,109	0,009
2,00	0,110	0,008

PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY – PŘÍDAVEK KH A SAPP

Tabulka 9 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty ztrát vařením

koncentrace KH [%]	průměrné CL [%]	SMODCH [1]
0,00	6,66	0,004
0,25	7,74	0,31
0,50	7,98	0,48
0,75	8,13	0,80
1,00	8,21	0,15
1,25	7,76	0,44
1,50	8,08	0,19
1,75	7,81	1,07
2,00	6,92	1,63

Tabulka 10 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty tvrdosti

koncentrace KH [%]	průměrná tvrdost [kg]	SMODCH [1]
0,00	23,92	1,46
0,25	30,25	3,67
0,50	34,45	1,53
0,75	36,46	2,00
1,00	25,39	3,30
1,25	22,75	3,47
1,50	20,60	1,75
1,75	21,87	1,13
2,00	22,32	1,34

Tabulka 11 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty tuhosti

koncentrace KH [%]	průměrná tuhost [kg.s]	SMODCH [1]
0,00	58,95	4,02
0,25	69,27	5,37
0,50	76,59	4,87
0,75	79,49	4,77
1,00	56,89	5,56
1,25	53,26	4,51
1,50	51,83	1,70
1,75	48,55	2,46
2,00	52,46	2,66

Tabulka 12 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty kohezivnosti

koncentrace KH [%]	průměrná kohezivnost [1]	SMODCH [1]
0,00	0,35	0,01
0,25	0,38	0,05
0,50	0,43	0,06
0,75	0,43	0,05
1,00	0,35	0,02
1,25	0,33	0,03
1,50	0,31	0,02
1,75	0,32	0,01
2,00	0,32	0,02

Tabulka 13 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty gumovitosti

koncentrace KH [%]	průměrná gumovitost [kg]	SMODCH [1]
0,00	8,38	0,73
0,25	11,70	2,88
0,50	14,86	2,76
0,75	15,68	2,05
1,00	8,50	0,70
1,25	6,85	0,93
1,50	6,50	0,81
1,75	6,96	0,17
2,00	7,20	0,69

Tabulka 14 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty pH

koncentrace KH [%]	průměrné pH [1]	SMODCH [1]
0,00	6,70	0,06
0,25	6,70	0,01
0,50	6,70	0,03
0,75	6,58	0,02
1,00	6,50	0,03
1,25	6,48	0,01
1,50	6,47	0,01
1,75	6,44	0,01
2,00	6,40	0,01

Tabulka 15 – přídavek KH a 0,20 % SAPP: Průměrné hodnoty vaznosti vody

koncentrace KH [%]	průměrné WHC [w/w]	SMODCH [1]
0,00	0,088	0,011
0,25	0,075	0,008
0,50	0,073	0,007
0,75	0,066	0,023
1,00	0,088	0,008
1,25	0,091	0,013
1,50	0,091	0,015
1,75	0,087	0,009
2,00	0,080	0,006

PŘÍLOHA P III: FOTODOKUMENTACE



Obrázek 7 – Vorwerk Thermomix TM 31



Obrázek 8 – Naplněný vzorek



Obrázek 9 – Sklenice se síťovinou pro měření ztrát vařením



Obrázek 10 – Vyříznutá středová část



Obrázek 11 – Vzorek připravený k měření textury



Obrázek 12 – Texturometr TA.XT Plus



Obrázek 13 – Měření pH



Obrázek 14 – Vzorčky a zkumavka s absorpčním materiálem