

Využití odpadních bílkovin ze separace kuřecího masa

Jakub Dvořák

Bakalářská práce
2020

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

Akademický rok: 2019/2020

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

Jméno a příjmení: **Jakub Dvořák**
Osobní číslo: **T16760**
Studijní program: **B2808 Chemie a technologie materiálů**
Studijní obor: **Polymerní materiály a technologie**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Využití odpadních bílkovin ze separace kuřecího masa.**

Zásady pro vypracování

1. V teoretické části zhodnoťte současný stav řešené problematiky v oblasti výskytu a zpracování pevných a kapalných vedlejších produktů z jatečných provozů a z bourárenského zpracování masa. 2. V praktické části navrhnete využitkování bílkovinných odpadů z bourárenského zpracování kuřecího masa na kolagenní produkty; studujte vliv vybraných technologických podmínek na účinnost procesu a charakterisujte připravené produkty. 3. Výsledky zpracujte tabelárně, graficky, proveďte diskusi a konfrontaci s dostupnými literárními zdroji.
4. Zhodnoťte význam práce a výsledků pro praxi.

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

Seznam doporučené literatury:

R. Schrieber, H. Gareis: Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 2007.
H.W. Ockerman, C.L. Hansen: Animal By-Product processing & Utilization. CRC Press: Boca Raton, 2000.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Pavel Mokrejš, Ph.D.**
Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Tomáš Sedláček, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 19. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato práce se zaměřuje na extrakci želatiny z kuřecího kostního separátu jakožto vedlejšího produktu zpracování kuřat. Celosvětová produkce odpadu z drůbežního zpracování činila v roce 2018 50 miliard tun. Nežádoucí látky jsou z výchozí suroviny odstraněny pomocí 0,2M NaCl a 0,03M NaOH. Kolagen je následně opracován proteolytickým enzymem a při extrakci je použita metoda dvoufaktorových pokusů. Jako hlavní faktory jsou stanoveny teplota (70 až 90 °C) a doba extrakce (0,5 až 2,5 h) pro 1. frakci želatiny. Cílem je zjištění vlivu faktorů na kvalitu želatiny a stanovení optimálních podmínek pro extrakci. Tyto podmínky byly stanoveny následovně: teplota extrakce (70-72,5 °C), doba extrakce (30-50 min). Celková průměrná výtěžnost činila 36 % při pevnosti želatiny nad 250 Bloom, viskozita v rozmezí 2,5-3,0 mm²/s, teplota tání 37-38 °C a teplota tuhnutí nad 24,5 °C. Výsledky ukazují, že želatina extrahována pomocí enzymu z kuřecího kostního separátu má potenciál konkurovat komerčním vepřovým a hovězím želatinám. Díky svým vlastnostem může najít uplatnění ve farmacii, zdravotnictví či kosmetice.

Klíčová slova: želatina, extrakce, kuřecí kostní separát, enzym

ABSTRACT

This work focuses on the extraction of gelatin from mechanically separated meat, which is a by-product of chicken processing. World production of poultry waste amounted to 50 billion tons in 2018. Using 0.2M NaCl and 0.03M NaOH for pre-treatment. Collagen was treated with a proteolytic enzyme and the method of two-factor experiments is used during extraction. Temperature (70-90 °C) and extraction time (0.5 to 2.5 h) for the 1st fraction of gelatin are determined as the main factors. The purpose is to identify how much the factors influencing the quality and to determine the optimal conditions for extraction. Optimal conditions for extraction of gelatins were determined as follows: extraction temperature (70-72.5 °C), extraction time (30-50 min). The overall average yield was 36 % with a gelatin strength above 250 Bloom, a viscosity of 2.5-3.0 mm² / s, a melting point of 37-38 °C and a gelling point above 24.5 °C. The results prove that the extracted gelatin using an enzyme treatment has the potential to compete with commercial pork and beef gelatins. Thanks to your properties, it can be used in pharmacy, healthcare or cosmetics.

Keywords: gelatin, extraction, mechanically separated meat, enzyme

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat panu doc. Ing. Pavlu Mokrejšovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a přínosné rady během psaní mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat paní laborantce Miroslavě Žaludkové za trpělivost a pomoc při realizaci experimentální části.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PRIMÁRNÍ ZPRACOVÁNÍ DRŮBEŽE	11
1.1 ÚVOD.....	11
1.2 SBĚR.....	11
1.3 TRANSPORT.....	12
1.4 VYKLÁDKA.....	12
2 TECHNOLOGIE JATEČNÉHO ZPRACOVÁNÍ DRŮBEŽE	13
2.1 ÚVOD.....	13
2.2 LEGISLATIVA.....	13
2.3 OKRUH PORÁŽECÍ.....	14
2.3.1 Navěšování.....	14
2.3.2 Omračování.....	14
2.3.3 Vykrvování.....	17
2.3.4 Paření a škubání.....	17
2.4 OKRUH KUČACÍ.....	18
2.5 OKRUH CHLADÍCÍ.....	18
2.6 OKRUH TŘÍDÍCÍ.....	19
2.7 OKRUH PORCOVÁNÍ.....	19
2.7.1 Bourání.....	19
2.7.2 Mechanická separace masa.....	19
2.8 AUTOMATIZACE.....	20
2.8.1 Úvod.....	20
2.8.2 Výrobní rychlost a mechanická separace.....	21
2.8.3 Rigor mortis.....	21
2.8.4 Porcování.....	22
3 ODPADY	23
3.1 ÚVOD.....	23
3.2 MASNÝ PRŮMYSL A VEDLEJŠÍ ŽIVOČIŠNÉ PRODUKTY.....	24
3.2.1 Krev.....	24
3.2.2 Kůže.....	25
3.2.3 Kostí.....	26
3.2.4 Peří.....	26
3.2.5 Vnitřní orgány a žlázy.....	28
3.2.6 Sádlo a lůj.....	28
3.2.7 Vejce a skořápky.....	29
3.2.8 Recyklace odpadní vody.....	29
4 ŽELATINA	30

4.1	ÚVOD	30
4.2	STRUKTURA KOLAGENU	30
4.3	VÝROBA ŽELATINY	31
4.3.1	Vstupní suroviny	31
4.3.2	Předpříprava materiálu	31
4.3.3	Extrakce.....	32
4.4	VYUŽITÍ ŽELATINY	32
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
5	CÍLE PRÁCE	36
6	METODIKA A MATERIÁL	37
6.1	VÝCHOZÍ SUROVINA	37
6.2	PŘÍSTROJE, POMŮCKY A CHEMIKÁLIE	37
6.3	METODIKA PRÁCE	38
6.4	POSTUP PRÁCE.....	38
6.4.1	Příprava kolagenu.....	39
6.4.2	Extrakce želatiny z čistého kolagenu	40
6.5	CHARAKTERISTIKA PŘIPRAVENÝCH ŽELATIN	42
6.5.1	Stanovení pevnosti gelu	42
6.5.2	Stanovení teploty tání.....	43
6.5.3	Stanovení teploty tuhnutí	43
6.5.4	Stanovení kinematické viskozity.....	44
6.5.5	Stanovení sušiny.....	44
6.5.6	Bilanční rovnice a stanovení bilanční chyby	45
7	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	46
7.1	PRVNÍ FRAKCE ŽELATINY	46
7.2	DRUHÁ FRAKCE ŽELATINY	50
7.3	NAVRŽENÍ OPTIMÁLNÍCH PODMÍNEK	52
	ZÁVĚR	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	54
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK.....	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

Aktuální situace v masném a zpracovatelské průmyslu velmi nahrává firmám, jež se zabývají využitím odpadního materiálu. Tím, že současná ekonomika je velmi často založena na malých rozdílech mezi firmami, hledá každá svou výhodu oproti konkurenci. To může být i např. efektivní využití odpadních produktů z vlastní výroby.

Tradičně se pro výrobu želatiny používají hovězí či vepřové kůže a kosti. Nevýhodou těchto produktů je možné odmítnutí z náboženských důvodů. Účinným zpracováním se zabývám také já ve své práci, kde se snažím navrhnout optimální podmínky pro výrobu želatiny z odpadních produktů kuřecího kostního separátu.

V České republice se v roce 2018 vyprodukovalo 168 000 tun drůbežího masa, což je od roku 2013 10% nárůst. Je zde tedy samozřejmě poptávka po nových technologiích a typech zpracování, které by zajistily efektivní využití odpadů z této produkce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRIMÁRNÍ ZPRACOVÁNÍ DRŮBEŽE

1.1 Úvod

Celý proces obsahuje 4 základní kroky. Jsou jimi sběr, nakládka, transport a vykládka drůbeže. Všechny tyto dílčí operace jsou relativně rychlou záležitostí, ale jsou zde jisté aspekty, které tuto skutečnost mohou komplikovat. Řadíme sem především míru tvorby stresového hormonu, jež se vytváří u zvířat po celou dobu a který může ovlivnit výslednou kvalitu masa.

1.2 Sběr

Sběr zvířat a jejich následný transport je velmi těžký na logistiku. Dnešní haly s rostoucími brojlery jich pojmu zhruba 25 000. Brojler je odebírán mezi 6. až 8. týdnem růstu a jateční vahou od 2 do 4,5 kg. Platí zde, že menší kusy jsou prodávány v celku, kdežto větší je vhodnější naporcovat.

Zároveň se doporučuje provádět sběr v nočních hodinách a omezit brojlery před sběrem na jídle a vodě, zhruba 8-12 hodin, jelikož při zpracování není žádoucí, aby měli v trávicím traktu příliš mnoho zbytků (zvyšuje to šanci na kontaminaci). Delší hladovění se nedoporučuje z hlediska snížené pevnosti střev.

Manuální sběr je velmi častá ruční operace, kdy je pták manuálně přenesen pracovníkem do transportní klece. Existuje řada metod, jak drůbež správně uchytit, jako například oběma rukama z každé strany, ale nejčastěji je to chycnutí za dolní končetiny. Při tomto úkonu, který je fyzicky velmi náročný (při kapacitě 1000 sebraných brojlerů za hodinu a váze jednoho kolem 3 kilo), může dojít k poranění drůbeže, nejčastěji zlomenině či vykloubení dolní končetiny.

Mechanický sběr jako první inovace v této oblasti se objevuje již od roku 1970. Od té doby byla vyzkoušena spousta modelů a v dnešní době se používají dva hlavní [1]. Výhodami mechanického sběru je především zmírnění stresu pro zvíře, menší ekonomická nákladnost (ušetření až 60 %) a snížení případných zranění (snížení zranění dolních končetin až o 45 %) [2].

Sběr za pomoci pásu – zařízení pracuje na principu dvou pohyblivých pásů, přičemž jeden se pohybuje horizontálně a druhý vertikálně. Drůbež přichází do kontaktu nejprve s horizontálním pásem, který ji přesune na střed, kde se nachází vertikální pás. Takto drůbež

postupuje až do boxu, který jakmile je plně obsazen, je posunut dozadu a jeho místo zaujme prázdný box.

Sběr za pomoci gumových válečků – princip tohoto zařízení je velmi podobný, avšak ke sběru nevyužívá přímo pás, ale systém gumových válečků, které sesbírají drůbež a přesunou ji na dopravník, který ji rozdělí do boxů. Válečky jsou měkké, ale ne natolik, aby z nich drůbež samovolně unikla [1].

1.3 Transport

Jakmile je zvíře dostatečně staré, dojde k odchytu a následnému transportu na jatka. Způsob, jakým se zvířata převážejí, je velmi důležitý. Pokud je doprava zvolena nevhodně, může dojít k úmrtí již během cesty (DOA).

Způsob přepravy

Doprava zvířat probíhá výhradně v klecích, jelikož se jedná o ptactvo (byť nelétavé). K dispozici jsou 3 hlavní typy přepravních boxů. Nejjednodušší je plastový box, následně standardizovaná ocelová klec s plastovými prvky a třetí typ je vícepatrový ocelový box.

U plastových boxů lze volit mezi perforovanou podlahou či plnou. Výhody plné podlahy jsou cena a také skutečnost, že zvířata nemohou propadnout do spodních pater. Avšak perforovaná podlaha skýtá více výhod, a to jsou zlepšená cirkulace vzduchu, stejná teplota pro všechna zvířata (obzvláště v letním období je teplota pod horní plachtou vyšší) a stejnoměrné odpařování vody v celém prostoru [3]. Velmi často je využívána modifikovaná vícepatrová klec, která je pomocí např. vysokozdvížného vozíku postavena přímo mezi drůbež a je manuálně naplněna. Tím, že má klec dobrou přístupnost do jednotlivých pater, snižuje se stres a riziko poranění pro zvířata během nakládky [1].

1.4 Vykládka

Jakmile transport se zvířaty dorazí na jatka, je potřeba, aby se zvířata zbavila stresu z cesty. Je tedy nutné je umístit do klimatizované haly, vhodně osvětlené, aby se uklidnila. Pokud by byla ihned zahájena produkce, zvířata by trpěla a kvůli zvýšenému stresu by klesla i kvalita masa [3].

2 TECHNOLOGIE JATEČNÉHO ZPRACOVÁNÍ DRŮBEŽE

2.1 Úvod

Samotná porážka probíhá na specializovaném pracovišti, které podléhá řadě veterinárních předpisů. Provoz takovéto porážky je dělen do několika okruhů. Každý okruh má své hygienické podmínky a nároky, je tudíž snaha o úplnou automatizaci procesu za účelem snížení možnosti kontaminace, která je většinou způsobena lidským faktorem. Jednotlivé okruhy dělíme na okruh porážecí, kuchací, chladicí, porcovací a balící [4].

2.2 Legislativa

Legislativou je dáno, že zvíře není považováno za produkt či věc, ale za smysly nadaného živého tvora, tudíž je při porážce snaha docílit toho, aby zvíře netrpělo bolestí či případným stresem, proto jsou vykrvování a další postupy zahájeny v co nejkratším čase po uvedení zvířete do stavu bezvědomí. Porcování či jiné zpracovatelské metody těla zvířete jsou zakázány do doby, než je zvíře usmrceno či je dokončen vykrvovací proces.

Objem krve v těle kuru je v nepřímé úměře k jeho váze. Bylo zjištěno, že zhruba polovina celkového objemu krve zůstává v těle i po dokončení vykrvovacího procesu, a to především v orgánech.

Uvádí se, že proříznutím všech důležitých cév v krční oblasti poráženého zvířete dojde během prvních 25 sekund k takové krevní ztrátě, jež odpovídá zhruba 2,5 % celkové živé váhy. To způsobí mozkovou ischemii, kdy je mozek nedostatečně okysličován, a tedy snížena šance, že zvíře opět nabyde vědomí. Celkový čas vykrvení je zhruba 90 s. Tento je velmi důležitý, respektive je snaha o jeho snížení, jelikož má následně vliv na barvu a kvalitu masa.

Rituální porážky

Povinné omračování, jež je běžné v masném průmyslu po celém světě, neplatí pro tradiční náboženské (rituální) porážky. Těm je udělena výjimka. Nejznámějšími a také nejčastějšími jsou židovské a muslimské.

Židovská porážka, nazývaná Šichta, je způsob, jak porazit zvíře, aby jeho maso bylo košer, tudíž je jeho konzumace židům z náboženského hlediska povolena. Porážka je provedena školeným člověkem židovské víry, který má rabínovo povolení. Zvíře je během porážky při

vědomí, jsou mu proříznuty krční cévy jedním táhlým řezem. Konzumace krve a následná úprava skeletu jsou zakázány.

Muslimská porážka, zvaná Dhabíha, probíhá velmi podobně, avšak může ji provést i neškolený věřící. U některých porážek se dovoluje omráčení zvířete, avšak stále to není legislativně nařizováno. Případné omráčení je ale umožněno pod podmínkou, že nezpůsobí smrt [3].

2.3 Okruh porážecí

2.3.1 Navěšování

I přes veškerou snahu o automatizaci, tato část procesu je stále vykonávána lidskými pracovníky. Jedná se o velmi náročnou činnost, zejména je kladen důraz na šetrné zacházení s drůbeží, jelikož neopatrná manipulace má za následek úrazy typu zlomenin či podlitin zvířete [4].

2.3.2 Omračování

Pro omračování drůbeže se používá hlavně elektrický proud a plyn. Dále je možné využít omračovací pistole, které se dělí podle toho, jestli obsahují penetrující hrot či nikoliv. Rozlišujeme pak následně způsoby, které buď zvíře uvedou pouze do stavu bezvědomí, nebo jej rovnou usmrtí [3].

Mechanické omračování

Tato varianta omračování používá omračovací pistole. Jedná se o zařízení, které může být modifikováno tak, aby způsobilo průraz či nikoliv. Nábojnice ve tvaru hříbu je vystřelena směrem k lebce zvířete a následně je navrácena zpět do výchozí pozice (výhoda oproti standardním palným zbraním, kdy kluka zůstává ve zvířeti). Nábojnice vyvine dostatečný tlak na lebku, aby zapříčinila ztrátu vědomí či smrt. Tento způsob je uplatňován především na farmách, jelikož se provádí ručně, z tohoto důvodu není příliš vhodný pro porážku v průmyslu [5].

Elektrické omračování

Tento druh omračování dělíme na dva typy. Jedná se o omráčení pouze v oblasti hlavy či celého těla. Zavěšené zvíře je v kontaktu s vodní lázní, která je pod proudem. Frekvence proudu se pohybuje většinou nad hranicí 200 Hz a hodnota procházejícího proudu se volí tak, aby došlo k omráčení nejlépe v první sekundě procesu.

Za úspěšné omráčení zvířete je považován stav, kdy má zvíře mozkový záchvat, jež je spojen s neschopností vnímat bolest a bezvědomím. Kontrola tohoto stavu je prováděna pomocí EEG.

Omračování hlavy – není používáno jako primární metoda v masném průmyslu, ale spíše v menších provozech, na farmách či jako záložní metoda. Nevýhodou je, že jakmile hlavou začne protékat proud, zvíře začne třepat křídly. Neprodleně po stavu bezvědomí je nutné proříznutí krčních cév, aby bylo zabráněno znovunabytí vědomí.

Omráčení celého těla – omračování ve vodní lázni je typické pro velké zpracovatelské závody. Během tohoto typu zpracování je zvíře zavěšeno hlavou dolů, přičemž má nohy upevněny na pohyblivém pásu. Upevnění funguje jako „uzemnění“, proud tím pádem prochází celým tělem. Velmi důležitá je tady vzdálenost i čas, který je mezi procesem navěšování a momentem, kdy dojde k omráčení, jelikož během této prodlevy drůbež znatelně mává křídly. Na intenzitu mávání, která reflektuje míru stresu, má vliv řada faktorů. Mezi ně můžeme zařadit těsnost uchycení nohou na dopravní pás, osvětlení místnosti (tmavší prostory zmírňují stres) či typ světla v hale (UV světlo také uklidňuje). Je zde také riziko, že se zvíře dotkne křídly vody, a dostane šok ještě před tím, než byla v kontaktu s vodou hlava. Z toho důvodu by mělo zvíře být klidné, než se dostane k vodní lázni [3]. Možné problémy přináší omračování vodního ptactva, protože tato zvířata dokáží ohnout krk více než suchozemská drůbež, a tím mohou zamezit efektivnímu omráčení [6]. Doporučuje se také, aby nebyla na trase mezi zavěšením a vodní lázní žádná prudká zatáčka či výškový pokles (mohlo by to zvíře rozrušit).

Doporučená hloubka ponoření zvířete je až po začátek růstu křídel. Celkový prošlý proud tělem závisí také na míře odporu, jež lze zmenšit vodním postřikem zavěšovacích háků.

Nevýhoda toho typu omračování je, že může dojít k poškození svaloviny daného zvířete. Je tak dáno především u kusů s větší tělesnou hmotností, protože čím je sval větší, tím dokáže „pojmout“ více proudu, a kontrakce jsou tudíž větší.

Pokud by byla zvolena metoda omráčení ve vodní lázni v kombinaci s usmrcením zvířete, rozdíl by byl pouze ve frekvenci použitého proudu. Negativum, které přináší předchozí metoda, může být zvýšenou frekvencí ještě umocněno [3]. Velkou výhodou je však bezpečné usmrcení drůbeže, pokud se jedná o nakažený chov, díky tomu, že je to neinvazivní metoda, kdy hlava zůstává spojena s tělem [6].

Omráčení plynem

Jedná se o velmi účinnou metodu, kterou lze také použít pro redukční porážky nemocných kusů. Hlavní výhodou je, že není tak náročná na provedení jako omráčení elektrickým proudem a také ji je možné aplikovat na velké množství drůbeže v relativně krátkém čase.

Je několik možností, jak výslednou směs na omráčení namíchat. Výchozí složkou je vzduch, ideálně v celkovém objemu nepřesahující 2 %. Další složkou je kombinace inertních plynů, jako jsou argon, dusík či jiné. Je možné přidat také oxid uhličitý, ale v maximálním podílu 30 %. Drůbež je možné omráčit 3 způsoby.

Kontejner předem naplněný směsí – plynová směs je přiváděna kontinuálně do omračovacího kontejneru. Jakmile je dosaženo požadované koncentrace, je drůbež přiváděna dovnitř. Pokud je vstup v horní části kontejneru, je třeba dbát na to, aby drůbež neutrpěla pádem zlomeniny či jiné zranění. Neustálá kontrola koncentrace v průběhu přivádění drůbeže je klíčová, jelikož plyn může unikát. Pro usmrcení drobnější drůbeže (kuřata a krocani) stačí doba 2,5 minut, u větších druhů, jako jsou kachny, je doba až dvojnásobná. I přesto se doporučuje nechat plyn působit nejméně 5 minut od doby přivedení posledního kusu drůbeže. Zvířata opouštějící box musí být mrtvá, pokud tomu tak není a některá jsou ve stavu bezvědomí, musí být použita záložní metoda.

Postupná změna atmosféry – drůbež je naložena do boxu, obvykle kovového (lepší následná dezinfekce), a následně je pak box pomocí manipulačního vozíku převezen do plynové komory. Jakmile je komora naplněna, zahájí se proces snižování koncentrace kyslíku. Z výchozích zhruba 20 % je nutné se dostat pod 2 % a zároveň jej nahradit jiným plynem, jak je uvedeno výše. Tento pozvolný sestup kyslíku je pro zvířata lepší než okamžité vhození do bezkyslíkové atmosféry. Doba působení je opět zhruba kolem 5 minut. Výhodou oproti předchozí metodě je lepší řazení drůbeže v boxu, vyvarujeme se riziku zranění a zároveň budeme mít jistotu, že např. slepice nesedí jedna na druhé.

Použití plynu v hale – tento způsob vyžaduje upravenou směs plynu, kde je vyšší koncentrace oxidu uhličitého (minimálně 45 %). Následně je nutné, aby byla celá hala utěsněna a odvětrávací systém vypnut po vypuštění plynu. Modifikace tohoto způsobu je použití pěny, jež obsahuje dusík. Tato metoda je často používána v případě, kdy je hala zasažena chorobou a je třeba eliminovat veškerou drůbež [7].

2.3.3 Vykrvování

Vykrvování je prováděno automaticky, pokud nebereme v potaz rituální porážky. Legislativa EU nařizuje, aby smrt u zvířete nastala po vykrvení. Automatické proříznutí krčních cév může být buď jednostranné, nebo oboustranné. Jednostranné se využívá tehdy, pokud není v zájmu porušit tracheu a jícnem [3]. Vedlejším produktem je krev, která se dále využívá. Snaha o rychlé vykrvení je především z důvodu zabránění šíření stresových hormonů po těle (adrenalin a noradrenalin), které jsou uvolněny při omráčení. Z toho důvodu se postupně zkracuje čas mezi omráčením a vykrvováním [8]. Obsah krve v drůbeži je zhruba 8 % váhy [9].

Pokud není zvíře dostatečně vykrveno, dojde ke snížení soudržnosti masa z důvodu zbytku krve v těle. Faktorů, které toto ovlivňují, je hned několik. Může dojít ke špatnému omráčení, překrmení zvířete, příliš dlouhé časové prodlevě či k chybě pracovníka [10].

2.3.4 Paření a šhubání

Paření je proces, kdy se naruší péřová pochva za účelem snadnějšího šhubání. Jde tedy o působení teploty na zvíře, kdy je jako médium použita voda. Nejlepší formou je použití protiproudého systému, kdy teplota vody je nejvyšší na konci dopravníku. Kombinace faktorů teploty a času, jsou pro daný typ drůbeže specifické, vizte tabulka 1.

Druh	t [°C]		τ [s]	
	od	do	od	do
kuře	52	64	60	150
slepice	55	64	60	150
krůta	56	64	60	150
kachna	58	64	90	150
husa	58	65	90	180

Tabulka 1 Parametry pro napařování drůbeže

K následnému šhubání využíváme tzv. kontinuální šhubače [4]. Obsahují disky, jež se pohybují proti sobě a jsou opatřeny gumovými válečky. Pokud se během paření použije vyšší teplota, je tendence k odtrhnutí epidermis při následném šhubání, taková těla je vhodné na konci procesu zmrazit, aby byla zachována jejich senzorká kvalita. Peří následně padá na pás a jelikož obsahuje velké množství vody, je před transportem pomocí lisu zbaveno přebytečné vody, aby se ušetřily náklady za dopravu [3].

2.4 Okruh kuchací

Kuchání

Přichází bezprostředně po škubání, kdy je tělo již zbaveno veškerého peří. Děje se tak z důvodu, aby se nešířilo velké množství mikroorganismů. Pozornost je věnována také tomu, aby nedošlo k proříznutí trávicího traktu automatickým kuchačem [11].

Vyjmuté vnitřnosti jsou vždy položeny nebo zavěšeny vedle kusu drůbeže, ze kterého byly vyňaty. Je to z důvodu snadné identifikace, co k čemu patří, při následné veterinární kontrole. Finální operací kuchání je vytržení volete, odsátí plic a tělních tekutin a vymytí těla.

2.5 Okruh chladicí

Chlazení

Drůbeží těla můžeme chladit třemi způsoby, ale vždy maximálně do 4 °C. První způsob je chlazení vzduchem o teplotě nad bodem mrazu při relativně vysoké vlhkosti (85 %), kdy jednotlivá těla nejsou vzájemně v kontaktu [4]. U chlazení vzduchem je třeba dbát na to, aby nedošlo ke zmrazení náchylných částí, jako jsou konce křídel. K tomuto typu chlazení je často používán chladicí tunel, který může pojmut i několik pater zavěšených těl [3].

Druhý způsob chlazení je modifikací prvního, kdy se jedná o kombinaci chladicího vzduchu a postřiku vodní mlhou. Výhodou je, že nedochází k vysychání masa, avšak maso může na druhou stranu absorbovat jistý podíl vody.

Třetím způsobem je chlazení vodou. Zde již dochází ke vzájemnému kontaktu a také ke zvýšené absorpci vody. V drůbežím průmyslu je výhodou, pokud nedochází k vysušení masa, a přírůstek hmotnosti je vítaný. Takto chlazená jatečná těla se mohou prodávat pouze jako mražená. Těla chlazená prvním a druhým způsobem mohou nést označení „chlazená“ [4]. Rychlost celého procesu je ovlivněna několika faktory. Záleží na vlastnostech chladicího média (jeho teplota, rychlost proudění a relativní vlhkosti) ale také na vlastnostech jatečného těla (podíl tuku a celková hmotnost).

Samozřejmě při chlazení vzniká hmotnostní úbytek (odpar vlhkosti, únik šťávy), a tím dochází ke zhoršení kvality masa. Je to argument pro snahu maso co nejrychleji zchladit, avšak je tu ještě hledisko hygienické. Z tohoto důvodu je nutné najít kompromis mezi ekonomickou a hygienickou výhodností.

Dalšími problémy rychlého ochlazení masa jsou povrchová námraza a chladové zkrácení (maso je pak velmi tuhé) [11].

2.6 Okruh třídící

Jakmile je tělo zchlazeno, přichází na řadu posouzení kvality. Rozhoduje se, jestli bude maso prodáno jako celek či bude naporcováno. U těla se sleduje jeho váha, vizuální kvalita svalstva atd. V mnoha podnicích je i tento proces automatizován. Celá těla, pokud jsou prodávána jako čerstvá, vyžadují ještě sekundární chlazení, dokud svalovina není zchlazena na 0-1 °C [3].

2.7 Okruh porcování

2.7.1 Bourání

Bourání neboli porcování je dělení opracovaných těl na menší celky. Zahrnuje v sobě procesy dělení, vykost'ování a třídění masa. Obzvláště u hovězího či vepřového masa je v této části zpracování velký podíl ruční práce. U drůbeže, s ohledem na velikost jatečních těl, je částečná automatizace.

Podle účelu se bourání člení na: bourání pro výsekové účely, pro výrobu a pro mrazirenské skladování. Hygiena v bouracích halách je velmi přísně kontrolována. Bourací hala disponuje vybavením, které lze snadno čistit (stěny, podlahy, stoly) a zároveň zde nejsou žádná okna. Největší šance na kontaminaci je na řezné ploše těla. Vhodné podmínky pro mikroorganismy navíc umocňuje zvýšená teplota. Ochranné pomůcky, jako jsou rukavice, roušky, oděvy či pravidelné mytí a dezinfekce nástrojů, jsou v průmyslových závodech již samozřejmostí [11] [12]. Teplota v bourací hale by neměla přesáhnout +10 °C [11].

2.7.2 Mechanická separace masa

Je to proces odstraňování zbytků masa z kostí a skeletu. V drůbežářském průmyslu se takto získává výrobní maso. Zmíníme tři hlavní typy separátorů.

Hydraulický separátor – jedná se o princip lisování pod tlakem 20–30 MPa. Vzniklá masová pasta je převedena skrz lamely do nádoby. Zbylé kosti jako vedlejší živočišný produkt vypadávají.

Šnekový separátor – výsledkem je také masová pasta, ze které je kostní podíl odstraněn přes separační síto. Šnek má dvě části, kde v první jsou kosti s vyšším podílem masa rozdrčeny a v další části probíhá zmíněná separace.

Bubnový separátor – pracuje na principu protlačení masové pasty dovnitř bubnu, přičemž tužší podíl je z venkovní části odstraněn nožem.

Výsledný produkt, masová pasta, může být také označen jako separátorová pasta či jen „separát“. Jedná se tedy o výrobní maso, které má jistou přidanou hodnotu, co se týče minerálního spektra (obsahuje podíl kostních fragmentů bohatých na určité AMK).

Skladovatelnost separátu je značně omezena, jelikož je vhodným prostředím pro šíření mikroorganismů. Je to i z toho důvodu, že při jeho výrobě je zvýšena teplota vlivem mechanického tření při samotném procesu čištění. Výsledný produkt je tak třeba zchladit na určitou teplotu a dbát zvýšené hygieně.

Kostní separát, který také vzniká, není určen pro lidskou spotřebu, ale díky jeho velkému obsahu aminokyselin a jiným minerálním látkám se často využívá jako přídavek do průmyslových krmiv. Lze použít i na výrobu kostního tuku [11].

2.8 Automatizace

2.8.1 Úvod

Masný průmysl, stejně jako ostatní průmysly, má snahu o co největší automatizaci. Je to především díky rozvoji výpočetní techniky, možnostem sestavit složitější stroje a také neustálé touze po větší produkci, a tím pádem lepší ekonomické bilanci.

Základní kroky a principy zůstávají stejné, mění se především rychlost a měřítko všech operací, počínaje automatickým sběrem brojlerů z farmy až po finální zabalení rozporcovaného masa. Automatizace se nevyhnula ani krájecím nožům, jež mohou být nahrazeny vodní vysokotlakou tryskou či automatickým nožem vedeným laserem. Velkou výhodou automatických nožů je jejich následná snadná dezinfekce.

Díky technice, která umožňuje skenování jatečných těl, je možno okamžitě z kontrolního stanoviště rozhodnout, zda daný kus půjde na porcování či bude prodán v celku. Zároveň je zde místo i pro robotiku, kdy mechanické rameno samo provede vážení daného kusu masa (např. prsní řízek) a pak jej přidělí do určitého balení, aby byla splněna deklarovaná hmotnost.

2.8.2 Výrobní rychlost a mechanická separace

V tomto odvětví nastává spousta překážek. Ať již hovoříme o legislativních, či čistě mechanicky náročných. Každou část procesu lze v různých koutech světa provádět pod jiným legislativním dohledem. Například omračování fáze, respektive použité napětí, se liší v Evropě (kde se využívá vysoké) a v Jižní Americe (přednost je dávána nízkému). Také pak velmi záleží, o jaký druh zvířete se jedná.

Velký posun zaznamenal proces kuchání. Kdy dříve bylo běžné respektive nebyla jiná možnost než celý tento proces provádět ručně. Kládl se zde logicky velký důraz na kvalifikovanost zaměstnanců, tento způsob kuchání v některých menších provozech stále je. Co se týče velkých zpracovatelských závodů, je tento proces většinou automatický, pokud se budeme bavit o drůbeži. Ta má velkou výhodou v tom, že těla zvířat mají velmi často podobnou hmotnost a také nejsou tak rozměrově výrazná. Naopak u prasat či hovězího dobytka je problém oddělit některé části tak přesně, jako je tomu u drůbeže, z důvodu větší hmotnosti a také rozdílné velikosti jednotlivých kusů. Zde se využívá stále lidská práce, avšak existují inovativní procesy, kdy jsou kosti zvířete zaměřeny pomocí rentgenu a laserově vymezena dráha, po které automatický nůž řeže. Cena takového zařízení je však velmi vysoká, tudíž se pro menší provozy nevyplácí.

2.8.3 Rigor mortis

Neboli posmrtná ztuhlost je stav, kdy svalová vlákna po smrti zvířete ztuhnou, a po určitou dobu tento stav zachovávají. Cílem celého zpracování je dosáhnout co nejnižšího času, a tím pádem i co nejvyšší efektivity. Pokud však není brána ztuhlost v potaz, může být výsledný produkt co do tuhosti velmi špatný. Je třeba tedy zařadit jisté postupy, které vycházejí z podstaty složení svalstva, aby byla ztuhlost v co nejkratším čase odstraněna. Aktuálně se používají dvě metody, a to elektrická stimulace a dvoustupňový systém chlazení pro podporu proteolytického rozpadu.

Elektrická stimulace – původně byla elektrická stimulace používána pro snížení tuhosti jehněčího masa, jež bylo velmi rychle zmrazeno. Do svalstva byl vpuštěn elektrický proud, který měl za účel vyvolat snížení pH. Toho bylo docíleno pomocí uměle vytvořených kontrakcí, a tím i zvýšené glykolýzy. Svaly však mají i energetické zásoby uloženy např. v kreatin fosfátu, díky čemuž je možná opakovaná stimulace. V dnešní době se elektrická stimulace používá běžně i pro drůbež či ryby. Díky jejímu použití je možné dřívější oddělení

maso od kosti, a to zhruba 3,5 hodiny po vykrvení oproti 6-8 hodinám, pokud není tato metoda použita.

Systém dvojího chlazení – do výroby je zařazen po procesu eviscerace, kdy také dochází ke ztuhlosti. Tím, že maso prudce zchladíme, nejenže zabráníme bakteriím v šíření, ale také dochází ke zvýraznění měkkosti masa [1]. Chladicí tunel při této metodě je modifikace klasického tunelu pro chlazení vzduchem, avšak tím, že maso nejprve prudce zchladíme, dosáhneme vytvoření tenkého filtru na maso, a to je pak při dalším chlazení (při vyšší teplotě a menší rychlosti vzduchu) chráněno proti vysušení [3].

2.8.4 Porcování

Inovací v této oblasti je porcování masa za pomoci výkonné vodní trysky, která řeže maso za pomoci 3D modelace stavby těla. Méně nákladnou alternativou je vysokorychlostní nůž, jenž disponuje laserovým čidlem, které zaručí přesné porce. Tato zařízení jsou schopna rovnou porce i vážit, při rychlosti několik tisíc porcí za hodinu [1].

3 ODPADY

3.1 Úvod

Výsledkem zpracování jatečných těl drůbeže jsou dvě kategorie produktů, a to hlavní a vedlejší. Do hlavní kategorie patří ty produkty, které jsou využity v masném průmyslu či rovnou slouží k lidské spotřebě [13]. V dnešní době je na masný průmysl vyvíjen velký tlak, aby buď omezil tvorbu odpadu, či maximálně využil jeho potenciál. Termín „odpad“ je klasifikace pro jakýkoliv produkt, který vznikl během výroby primárního produktu a který není určený pro přímou spotřebu zákazníkem [1]. Odpady, které se nedají využít pro lidskou spotřebu, jsou označeny jako vedlejší živočišné produkty (VŽP). V právních aktech EU jsou za VŽP považované části nebo celá mrtvá těla zvířat, produkty ze zvířat, které nejsou určeny pro lidskou spotřebu včetně spermií, vajíček a embryí [13]. Americká legislativa určuje za VŽP vše, co je na zvířeti, kromě masa samotného. Dále se tyto produkty dělí na požitelné a nepoživatelné [14]. VŽP vznikají během celého výrobního procesu [13].

Množství jedlých VŽP velmi záleží na vlastnostech samotného jatečného zvířete. Jedná se především o pohlaví, druh, původní váhu a např. metodu výkrmu. Rozmezí se u drůbeže pohybuje mezi 5–6 % váhy [14]. Všechny VŽP se dělí do tří základních kategorií podle nebezpečnosti (materiál kategorie 1, 2 a 3).

Materiály kategorie 1 – produkty spadající do této kategorie jsou považovány za nejvíce rizikové, proto zde platí nejprísnejší bezpečnostní předpisy. Patří sem celá těla či jejich část s podezřením nebo prokázáním TSE (přenosné spongiformní encefalopatie), pokusných zvířat či volně žijících. Dále těla s obsahem SRM (specifický rizikový materiál). SRM se ihned po získání označuje barvou (metylénovou modří).

SRM – jsou to přesně definované části těl zvířat, které mají nějakou spojitost s TSE. U skotu se sem řadí lebka, páteř a mandle. U ovcí a koz je to lebka, slezina a ileum.

Materiály kategorie 2 – produkty v této kategorii jsou považovány za rizikové, proto je lze nadále zpracovávat s jistým omezením. Patří sem drůbež, která uhynula ve vejci, plody, oocyty, embrya a sperma, části těla s vyšším obsahem povolených látek, obsah trávicího traktu a hnůj.

Materiál kategorie 3 – zde nalezneme nejméně rizikové vedlejší produkty zpracování. Mohou být přímo využity v syrovém stavu jako krmivo či se dají dále zpracovávat. Řadíme sem: těla zvířat nevhodných pro lidskou spotřebu (bez příznaku jakékoliv choroby), jatečně upravená těla zvířat, hlavy drůbeže, prasečí štětiny a peří [13].

Pokud dojde ke správnému a vhodnému využití opadů, lze velmi ovlivnit dopad na životní prostředí a ekonomiku. Nevyužití potenciálu VŽP nese několik důsledků. Hlavními jsou snížení výnosu a další zvýšení ceny zahrnující potenciální likvidaci odpadu. Je však nutné říct, že pokud se nezvolí správný postup zpracování, mohou nastat zdravotní komplikace uživatele. Zpracování a následné použití VŽP je velmi obtížné vzhledem k jejich biologické nestabilitě, velkému obsahu vody a oxidační, enzymatické a patogenní aktivitě. Obsah vody se může u rostlinných produktů pohybovat v rozpětí 70 až 95 % celkové hmotnosti. Pokud se použije zařízení na odvodnění, vzniká další odpadní produkt (voda obsahující organické zbytky). Přebytečný tuk v tkáních podporuje zrychlenou oxidaci za vzniku mastných kyselin.

Velké množství VŽP již obsahuje jistý podíl aktivních bakterií a už jsou nebo budou díky jejich činnosti pozměněny. Rozpad proteinových složek je vždy doprovázen zápachem, a pokud není situace hlídána, může dojít ke vzniku hniloby [15].

3.2 Masný průmysl a vedlejší živočišné produkty

Z velké části VŽP, které pocházejí z masného průmyslu, vznikají během porážecího okruhu. Řadí se sem produkty, které již nemohou být prodány jako „maso“ či použity v masných výrobcích. Jedná se obecně o kosti, kůže, šlachy, krev, vnitřní orgány a obsah trávicího traktu. Ovšem ne všechny VŽP lze bezpečně zpracovat. Někdy to není ani polovina z celkového objemu VŽP [15].

3.2.1 Krev

Krev je fyziologická tekutina, která prochází vaskulárním systémem do celého těla a rozvádí po něm živiny a minerální látky k orgánům. Jedná se o roztok bílkovin, tuků, sacharidů a minerálních látek, který má červenou barvu bez výrazné vůně. Obsahuje vlastní stabilizační systém pro udržení konstantního pH a svou hustotou je podobná vodě [8]. Zvířecí krev je pro svůj vysoký obsah proteinů a železa velmi ceněná. Ve zdravém zvířeti je zpravidla sterilní. Její obsah se pohybuje od 3 do 8 % živé váhy. Krev je využívána jako barvivo, stabilizátor, emulgátor a také jako důležitá nutriční složka krmiva. Nejvíce krve je použito

ve formě krevní moučky v krmení. Poskytuje proteinovou, vitaminovou a minerální náhradu [15]. V základu se samozřejmě krev dělí podle původu na drůbeží, telecí, hovězí atd. Další rozdělení může být podle způsobu zpracování (čerstvá, sušená, konzervovaná, stabilizovaná atd.) nebo podle následného využití (potravinářská, krmná, farmaceutická) [8].

Laboratorně se z krve získává několik frakcí. Největší podíl tvoří tekutá plazma (63,0 %). Díky obsahu albuminu je schopná držet podobu gelu. Díky tomu je důležitou frakcí krve zodpovědnou za vázání vody a tuku. Její vlastnosti lze také využít jako náhradu vaječných bílků v pekařství. Laboratorní využití krve je především jako živná půda pro bakterie či jako složka krevního agaru. Velké množství krevních komponentů, které je možné izolovat, jako jsou např. serotonin, fibrinogen a jiné, se využívá v chemickém průmyslu [15].

Potravinářská krev – během získávání krve pro potravinářské účely panují velmi přísné podmínky. Jelikož krev si stále udržuje svou hodnotu pH, je vhodným místem pro množení mikroorganismů. Liší se získávání krve v jatečném zařízení (automaticky) a při domácí porážce (ručně). Čerstvě odejmutá krev se musí stabilizovat. Aktuálně existují dvě metody stabilizace, a to chemická či mechanická. U mechanické metody je zpravidla základem nějaké míchadlo, které zajišťuje, aby krev byla neustále v pohybu. Chemická metoda je založena na přidání látky, která brání koagulaci. Po stabilizaci je nutné krev zchladit, popřípadě zmrazit. Zmrazení je častější u plazmy. Další možností je sušení a sterilizace. Pokud se krev nechladí, je nutné ji ihned předat spotřebiteli [8].

3.2.2 Kůže

Už od dávných dob jsou kůže a kožešiny využívány jako materiál pro stavbu přístřešků, vybavení domu, oblečení atd. V dnešní době tomu není jinak. Díky relativně velkému hmotnostnímu podílu (4–11 %) z živé váhy zvířete se jedná o jeden z nejdražších VŽP během zpracování zvířat.

Vzhledem ke své náchylnosti na bakterie a rozklad musí být kůže v co nejkratší době po sejmutí ze zvířete ošetřeny. Mezi základní postupy, jak kůže ochránit, je sušení vzduchem či ošetření solí. Další metody jsou často kombinací předchozích zmíněných. Kvalita kůže je pak posuzována podle zbytkové vlhkosti a případném obsahu soli.

Využití nacházíme při výrobě želatiny, sportovních pomůcek, oblečení či slouží jako náhrada lidské tkáně při popáleninách.

3.2.3 Kosti

Kosti jsou jako vedlejší produkt masného průmyslu velmi důležité. Jejich celkový podíl na váze dobytka se pohybuje od 11 do 16 % podle druhu. Využití nabízejí při výrobě želatiny či jako přídavek do krmiva. Nedílnou součástí kostí je také morek, který má opět jisté využití v kulinářství.

S využíváním kosti úzce souvisí i proces nazývaný mechanická separace masa. Tento proces umožňuje z kostí odstranit ještě větší procento masa, než je tomu během klasického bourárenského postupu. Toto maso však nadále nelze prodávat pod stejným názvem, a proto se velmi často přidává do masných produktů jako náhražka a slouží pro doplnění „masného“ podílu ve finálním výrobku. Jeho procentuální množství ve výrobku je regulováno daným státem, protože přidání většího množství separátu se projeví jak na sensorických (výrobek je tmavší), tak i na chuťových vlastnostech. Nejde však jen o procentuální přídavek, ale také například o úplný zákaz přidávání či deklaraci na obalu nad určité procento podílu [15].

3.2.4 Peří

Celkový podíl peří na hmotnosti je zhruba 7 %. Z hlediska ekonomické využitelnosti a dalšího zpracování se jedná o velmi cenný vedlejší produkt. Peří má proteinový základ, a to keratin. Proteiny tvoří zhruba 90 %, voda 8 % a tuk 1 %. Vyrobené krmivo obsahuje zhruba 70–80 % bílkovinné složky [1]. Pero se skládá z několika částí. Celé pero nese dutý válcovitý útvar, zvaný stvol. Jeho dolní část je nazývána brk, horní část osten. Ze stvolu vyrůstají paprscité útvary, které v kombinaci s háčky formují prapor [16].

Peří můžeme rozdělit do těchto kategorií:

- Krycí – je rozděleno na dvě části. V horní části vyrůstá z ostnu prapor, který je často i barevný. V dolní části, kde je spojení s kůží, se tvoří chmýří.
- Letky – mají dlouhý stvol, prapor je tvořen na obou stranách, avšak jedna strana praporu je značně menší. Ptáci je používají pro kontrolu letu.
- Obrysové – stavba podobná krycímu peří, avšak je zde absence háčků, tudíž netvoří jednolitou plochu ale chmýří. Je lokalizováno pod krycím peřím a zajišťuje izolaci.
- Prachové – jedná se o spodní vrstvu peří, je zde absence ostnu a z brku se tvoří pouze jemná pírká, která v kombinaci s polovičním peřím zajišťují výbornou tepelnou izolaci.

- Vlasové – má jak brk, tak osten, ale chmýří se vyskytuje pouze v horní části. Nachází se v oblasti krycího peří (často na křídlech). Má senzory podobně jako vousy u savců.
- Štětinové – chmýří vyrůstá pouze v oblasti brku, osten je holý. Má také senzory, ale vyskytuje se v oblasti očí a zobáku [16] [17].

Krmivo

Peří předtím, než je dále zpracováno, je opláchnuto vodou. Následuje vysušení nejčastěji formou lisování či centrifugací. Následuje proces hydrolyzace proteinu. Proteiny obsažené v peří jsou ve své původní podobě nestravitelné. Je tedy nutné jejich strukturu rozbít právě povražením za zvýšeného tlaku. Čím déle vaření probíhá, tím jsou aminokyseliny obsažené v peří lépe stravitelné. Převařené peří je poté vysušeno a pomleto do finální podoby. Jako krmivo se uplatňuje buď pro drůbež, či vepřové, ale také pro hovězí dobytek. Je velmi bohaté na AMK, které obsahují v řetězci síru. Množství, v jakém se přidává ke standardnímu krmivu, je zhruba 0,5 až 1,5 %.

Výplně

Do příkrývek je nejvíce používáno chmýří díky své velmi dobré izolační schopnosti. Než je použito, je peří propráno a následně vysušeno. Důležitý faktor, určující kvalitu peří, je tzv. plnivost. Je to prostor, jež je chmýří schopno vyplnit pod standardním tlakem (např. husí peří má větší plnivost než kachní). Obecně platí, že nadýchanější peří, jež zaujme při stejné váze větší objem, je kvalitnější. Pokud není peří ihned zpracováno, je vhodné jej během uskladnění ošetřit roztokem soli a kyseliny chlorovodíkové. Mezi další úpravy patří nahrazení přírodního oleje, který je v něm obsažen, jiným (zmírnění pachu) či vybělení za pomoci peroxidu vodíku. Jako výplň se používá pro polštáře, příkrývky, spacáky či turistické oblečení.

Po příchodu syntetických vláken na trh trochu opadl zájem o péřové výrobky, avšak stále platí, že kvalitní peří je schopno zajistit až 4x lepší tepelnou izolaci a až 10x lepší výdrž.

Sportovní vybavení

Peří, které slouží tomuto účelu, většinou nepochází z automatického škubání, například peří pro šípky je vytrháváno ručně. To samé platí například pro košíčky na badminton, případně výrobu návnad na rybaření. Zde je však velký cenový rozdíl oproti synteticky vyráběným výrobkům [1].

3.2.5 Vnitřní orgány a žlázy

Vnitřnosti a orgány se těší velkému úspěchu především v gastronomii. Většina z nich má dobré chuťové vlastnosti, a co se týče minerálního a vitamínového zastoupení, mnohdy předčí i libové maso. Konzumace tohoto druhu potravin je velmi populární v jihovýchodní Asii.

V lékařství jsou využívány jak orgány, tak žlázy s vnitřní sekrecí. Při zpracování je velmi značná náchylnost ke kontaminaci, proto je potřeba co nejrychleji žlázy očistit, odstranit tuk a zmrazit. Jejich proces zpracování ve farmaceutickém zařízení zahrnuje extrakci důležitých látek, které mají pozdější využití.

Z mozkové tkáně zvířat se získává hlavně cholesterol, který je vhodný pro syntézu vitamínu D3. Tento cholesterol se dá také využít v kosmetickém průmyslu, kde působí jako emulgátor. Z mozku se dále extrahuje také hormon melatonin, konkrétně z šišinky, jež se využívá při léčbě mentálních poruch či schizofrenie.

Pigmenty, proteiny, cholesterol to vše je obsažené ve žluči. Jejich účinky jsou využívány při podpoře funkce jater a zároveň jako součást medikamentů pro léčbu zažívacích potíží. Cholesterol může být využit jako vhodný zdroj pro výrobu syntetických steroidních hormonů.

Játra jsou také velmi důležitý orgán. Tady velmi záleží na druhu zvířete, je podstatný rozdíl mezi hovězími (5 kg) a vepřovými (1,4 kg) játry. Extrakcí se z nich získává vitamín B12, vhodný pro suplementaci jeho deficitu, či polysacharid heparin. Používá se ve zdravotnictví jako účinný antikoagulant zabráňující předčasnému vzniku sraženin při operacích či transplantaci. Heparin lze také získat z plic či z tenkého střeva.

3.2.6 Sádlo a lůj

Tuk jako VŽP získaný ze zvířat můžeme podle druhu zvířat rozdělit do dvou kategorií. Sádlo (především vepřové) a lůj (hovězí či ovčí). Oba se zpracovávají stejnými metodami a mají velmi podobné využití. Zpracovatelské metody dělíme podle toho, zda má být recyklovaný produkt požitelný, či nikoli

Recyklace za rozdílné teploty – zde máme 2 možnosti. Můžeme použít teplotu pod 49 °C nebo vyšší, a to v rozmezí 82 až 100 °C. U obou metod dojde k oddělení tukové a proteinové složky. Pokud však použijeme vyšší teplotu, oddělení obou složek je výraznější. Negativum této metody je, že produkt je již nepoživatelný.

Recyklace za rozdílné vlhkosti – tady máme opět 2 možnosti, jak recyklaci provést. Tzv. „mokrá“ recyklace spočívá v oddělení tuku od zbytku tkáně ve vařící vodě v kombinaci s horkou párou. U „suché“ metody je materiál vařen bez přidání vody a proces trvá, dokud se neodpaří veškerá vnitřní tekutina. Výsledný produkt je granulován. Jedná se o ekonomičtější proces než recyklace za přidání vody. Jak sádlo, tak lůj, jsou většinou využívány v kulinářství jako médium pro smažení [15].

3.2.7 Vejce a skořápky

Skořápky se skládají z velké většiny (94 %) z uhličitanu vápenatého a tvoří zhruba 11 % celkové hmotnosti vejce. Pokud jsou přidány do stravy, jedná se o nejlépe stravitelný zdroj vápníku pro slepice. Před použitím jako krmivo je nutná sterilizace teplotou [14].

3.2.8 Recyklace odpadní vody

Masný průmysl produkuje relativně velké množství tohoto druhu odpadu. Obsahuje velké procento organických zbytků, jako jsou proteiny, tuky a mikroorganismy. První logickou cestou by bylo tuto vodu odeslat do čističky odpadních vod, ty však odmítají takto silně znečištěnou vodu čistit. Je tedy v zájmu zpracovatelského závodu, aby vodu vyčistil do takové míry, aby mohla jít do běžného kanalizačního potrubí, potažmo přímo do čističky. Postup, jakým se dá voda vyčistit, se skládá ze 7 kroků: předběžná filtrace (odstranění hrubých nečistot), primární sedimentace, sekundární čištění (např. oxidace), sekundární sedimentace, terciální čištění (filtrace), dezinfekce (např. pomocí chlóru) a odstranění kalu. Producent odpadní vody nemusí nutně využít všechny metody procesu. Záleží na míře znečištění vody, legislativní úpravě v dané zemi či ekonomické zátěži pro podnik [1].

4 ŽELATINA

4.1 Úvod

Želatina je ve vodě rozpustný protein, jež se vyrábí hydrolyzou kolagenu. Kolagen také spadá do kategorie proteinů a je běžně obsažen v kostech, šlachách, kůži či chrupavce [18]. Jeho obsah kolísá kolem 85 až 95 %. Zbytek jsou obsažené minerály a tekutina. Je nejvíce zastoupenou bílkovinnou skupinou ve zvířecích tělech [19]. Je klíčové, jaké postupy a chemikálie jsou během přípravy želatiny použity. Od nich se pak odvíjí jisté fyzikální a chemické vlastnosti daného produktu a také škála jeho následného použití ve farmacii, kulinářství atd. Mezi informace, které bychom o vyrobené želatině měli dostat, patří to, jestli je požitelná či nikoli, jakým způsobem byla vyrobena (alkalickou či bazickou cestou), a její fyzikálně-chemické vlastnosti (pevnost, viskozita, čirost aj.) [18].

4.2 Struktura kolagenu

Kolagen, jak již bylo zmíněno, není jeden uniformní protein, ale ve skupině se vyskytuje zhruba 27 proteinů.

- Typ I – nejčastější typ kolagenu, vyskytuje se jako složka šlach, kostí, kůže a vaziva.
- Typ II – převážně v chrupavce.
- Typ III – vyskytuje se v kůži, velmi závisí na věku jedince (v průběhu života ubývá) [19].

Kolagen je ve vazivu ve formě vláken, jež tvoří síť, která se v průběhu věku zhušťuje a zabraňuje vstřebávání vody. To je například i jeden z důvodů, proč se ve stáří tvoří vrásky – kůže ztrácí svou pružnost [18]. Pro výrobu želatiny se nejvíce používá typ I. Jeho aminokyselinové zastoupení je glycin v hodnotě 33 %, kombinace prolinu a hydroxyprolinu je zhruba 22 %. Je tvořen třemi helixy [19], obsahuje 2 stejné řetězce (alfa helix) a jeden rozdílný (beta helix) [18], přičemž prolin a hydroxyprolin tvoří unikátní sekundární strukturu a stabilizují celý peptid. Obsahuje tak sacharidy (např. galaktóza), ale jejich význam zatím nebyl plně objasněn [19].

4.3 Výroba želatiny

Hlavní zdrojem kolagenu jsou zvířecí kůže a kosti (nejčastěji se jedná o hovězí a vepřové). Obsah kolagenu, v suchém stavu bez přítomnosti tuku, je v hovězích kůžích zhruba 89 %, v prasečích 81 % a v hovězích kostech 24 %. Záleží však také na stavu zvířete (věk, pohlaví), typu kostí atd. [18].

4.3.1 Vstupní suroviny

Prasečí kůže jsou dodávány ve stavu zmrzlém či chlazeném a dále se zpracovávají bez vstupní úpravy. Co se týče hovězích kůží, jsou v prvním kroku pořádně propláchnuty, následně jsou rozříznuty horizontálně, jelikož největší obsah kolagenu má právě prostřední vrstva kůže.

Dalším zdrojem z masného průmyslu jsou kosti [20]. Můžeme se setkat s označením „zelené kosti“, které nám říká, že pocházejí z místního chovu, respektive nejsou z dovozu. Ve světě se setkáme spíše s hovězí želatinou (vhodná pro ty, kteří z náboženských důvodů odmítají jíst vepřovou), ale v Evropě je také velký podíl té, jež je vyrobena z vepřových kostí [18]. Prvním krokem je ošetření kostí horkou vodou, což má za následek uvolnění přebytečného tuku. Dále je potřeba odstranit zbylé tkáně a v posledním kroku úprav jsou kosti nadrceny na požadovaný rozměr.

Kostní drť pak prochází procesem demineralizace. Je macerována ve zředěném roztoku kyseliny za účelem odstranění fosforečnanů [20] (hydroxyapatit tvoří až 65 % váhy kostí) [18]. Zbylá organická hmota se nazývá osein. Zbytků kyseliny se zbaví intenzivním proplachem vodou [20]. Fosforečnan vápenatý, který se při procesu vylučuje, se využívá jako hnojivo [18].

4.3.2 Předpříprava materiálu

Předtím, než je materiál připraven k extrakci, musí být zbaven nečistot. Slouží k tomu dvě metody [21].

Alkalické zpracování – aktivní látkou je zde hydroxid vápenatý či zředěný hydroxid sodný a úprava trvá až několik týdnů (při pH = 12,0-12,7). Během této doby jsou částečně porušené kolagenní vazby a výsledný produkt je pak zředěnou kyselinou zneutralizován a propláchnut vodou. Želatina vzniknuvší z takto upraveného kolagenu se nazývá želatina typu B. Tímto způsobem se opracovávají hovězí kůže.

Kyselé zpracování – je uplatňováno u zvířat, která nejsou příliš stará, a primárně u vepřových kůží. Tím, že nejsou ještě vytvořeny z kolagenu pevné fibrilární sítě, není třeba tak dlouhá příprava jako u bazického způsobu. Optimální podmínky jsou při $\text{pH} = 1,5 - 3,0$. Stačí pouze rozmezí jednoho dne a kolagen je následně schopen se rozpustit v horké vodě (což je podmínka pro to, aby mohla být dále extrahovaná želatina). Želatina vzniklá touto cestou je klasifikována jako typ A [20].

4.3.3 Extrakce

Materiál, jež byl předpřipraven, je podroben první extrakci za nižší teploty. Po určité době je roztok zfiltrován a zbylý materiál je pak následně smíchán s čerstvou dávkou vody, extrakce probíhá znovu za vyšší teploty do té doby, dokud není všechna želatina vyextrahována [21]. První želatina (respektive ta, která je extrahována při nejnižší teplotě) má největší želírovací schopnosti [20].

Čištění a koncentrace – želatina je zbavena všech nečistot výkonnými separátory a následně zfiltrována. Dále jsou odstraněny veškeré soli [21] [20]. Koncentrace probíhá díky opatrnému odejmutí vody za pomoci odpařovačů a z želatiny se stane viskózní roztok [21].

Sušení a poslední úpravy cyklu – sušení želatiny probíhá při teplotě $140\text{ }^{\circ}\text{C}$. To zajistí i její sterilizaci [20]. Na konci cyklu sušení je pomleta na menší částice a v této chvíli se odebírají vzorky pro stanovení fyzikálně-chemických vlastností. Poslední krok výroby želatiny jsou finální úpravy dle požadavků zákazníka (namlet na určitý rozměr částic atd.) [21].

4.4 Využití želatiny

Potravinářství

Želatina je v dnešní době v potravinářském průmyslu takřka nepostradatelnou surovinou. Má výborné sensorické i želírovací vlastnosti, dá se skvěle kombinovat s jinými surovinami a má velmi výhodné chemické složení. Uplatnění nachází také v dietách. Jelikož je želatina schopna nahradit tuk při zachování chuti, je vhodná pro přípravu takových produktů, u nichž jsou kalorie značně omezeny. Výrobky, jako jsou nízkotučné jogurty či sýry, jsou díky zachované chuti daleko lépe akceptovány zákazníkem.

Díky své elasticitě je přidávána např. do cukrovinek či jako stabilizátor pěny. Typický příklad jsou různé šlehačky, krémové dorty, aspik aj. [23].

Zdravotnictví a farmacie

Kapsle – základní rozdělení kapslí je na dva typy. Tvrdé a měkké. Tvrdé želatinové kapsle se používají především pro sypké náplně a mají pevnost 200 až 260 Bloom [22]. Jejich složení je 80-85 % želatiny a 10–15 % vody. Výroba zahrnuje dvě části. V první části je vyrobeno tělo s vrškem, to je následně spojeno a uzavřeno. Ve druhé části je kapsle otevřena a naplněna obsahem. Zhruba 90 % farmaceutického použití želatiny směřuje právě na výrobu tvrdých kapslí [23]. Měkké kapsle, které se používají běžněji k orálnímu užití, jsou často naplněny tekutými substancemi (například Omega-3). Pevnost želatiny, jež je použita, je v rozmezí 150 až 200 Bloom [22]. Výrobně se liší tím, že nejsou složeny ze dvou částí, ale jsou vcelku.

Potahované tablety a nosné medium – tablety jsou pokryty tenkým želatinovým filmem, který zvýší jejich tvrdost a také trvanlivost. Díky hladšímu povrchu je snadnější orální použití [23]. V případě, že chceme vyrobit prášek obsahující vitamíny, které jsou rozpustné pouze v tucích, může nám želatina posloužit jako nosič pro případné další lisování prášku na tablety apod. U této aplikace se pohybuje v rozmezí 100 až 140 jednotek Bloom u využití želatiny.

Aditivum k plazmě a hemostatické krytí – díky skvělé kompatibilitě želatiny a krevní plazmy je možné tuto skutečnost využít v extrémně naléhavých případech. Jako částečná náhrada krevní plazmy je použit 3,5-5% roztok želatiny (220 až 270 Bloom) v kombinaci se sodíkem, vápníkem a chloridovými ionty.

Krytí nebo také želatinová houba je výrobek určený pro zástavu krvácení z rány a následnou podporu hojení. Uplatnění je jak v lékařství, tak také ve stomatologii. Výhodou je, že je samovstřebatelná. Pro tuto aplikaci je použita želatina s vyšší pevností, a to nad 240 Bloom [22].

Kolagenní peptidy

Jedná se o krátké řetězce kolagenu vznikající jeho hydrolyzou. Mají specifickou molekulovou hmotnost a vynikají schopností výborného přijetí tělem. Tím, že je tělo dokáže velmi rychle strávit, se jedná o velmi kvalitní zdroj proteinů, který navíc neobsahuje žádné tuky a nejsou na něj alergické reakce. Mezi výhody, jež se uplatňují v jejich zpracování, řadíme jejich tepelnou stabilitu, nízkou viskozitu, čirost, rozpustnost ve vodě, navíc jsou bez

vůně či zápachu. Kolagenní peptidy se mohou skladovat ve formě prášku, který má následně výbornou rozpustnost a nízkou prašnost. Roztok peptidů je čirý až do koncentrace 40 %. Isoelektrický bod se pohybuje v rozmezí 5–7 hodnot pH. Díky stabilitě nedochází k rozpadu v rozmezí pH 3,8–7,0 (ve většině produktů). Velmi častá je kombinace peptidů s ve vodě rozpustnými vitamíny a jejich následná enkapsulace [24].

Sport – ve sportu se peptidy uplatňují například v populárních proteinových tyčinkách či nápojích. Nezanechávají žádnou nepříjemnou pachut', jak je tomu například u sóji, a mohou zastoupit nejenom tuky, ale také sacharidy (ty jsou často používány jako pojivo). Díky jejich snadné stravitelnosti jsou ideální volbou pro sportovce. Zároveň působí jako prevence proti onemocnění kloubů [23].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE PRÁCE

V praktické části se budu zabývat opracováním kuřecího kostního separátu alkalickým způsobem, který se v průmyslu využívá pro zpracování hovězích kůží a kostí. Strojně oddělené kuřecí maso se díky svému obsahu proteinu používá přednostně jako součást krmení. Obsahuje také až 70 % kolagenu z celkového obsahu bílkovin (vztaženo na sušinu). Díky tomu je také vhodné pro extrakci želatiny.

Cílem mé práce bylo připravit kolagen z kuřecího kostního separátu řízenou izolací nežádoucích složek a extrahovat z něj želatinu. Následně zjistit vlastnosti želatiny a díky jejich vzájemné kombinaci, s ohledem na ovlivnění teplotou a dobou, stanovit optimální podmínky k její extrakci při zachování maximální kvality.

Díky velkému obsahu kolagenu ve výchozí surovině očekávám minimálně 25% výtěžnost a pevnost v rozmezí 200-300 Bloom.

6 METODIKA A MATERIÁL

6.1 Výchozí surovina

Výchozí surovinou byl kuřecí kostní separát z podniku Raciola sídlícím v Uherském Brodě. Obsahoval především části kostí a chrupavek pomletých na zhruba 3 mm velké kousky. Sušina v kostním separátu dosahovala hodnoty 38,15 %. Separát obsahoval 40,3 % bílkovin, 26,0 % tuku a 28,6 % popelovin. Kolagen z celkového počtu bílkovin tvořil 79,9 %.

Surovina byla skladována při teplotě -18 °C a před samotným zahájením pokusu byla přes noc rozmrazena.

6.2 Přístroje, pomůcky a chemikálie

Přístroje

Třepačka LT2, Analytická váha M254A, Analytické váhy KERN 770-60, Předvážky KERN 440-33, Mixer Tefal BL 435831, pH metr pH 526 WTW, Stevens-LFRA texture analyzer, Teplotní čidlo, Varná deska s magnetickým míchadlem, Topná deska CERAN 93020, Topné hnízdo LTHS 1000, Ohřívač ThermoHaake P5, Topná deska s tepelným čidlem IKA C-MAG HS7, Oběhový termostat C10-P5U, Sušárna Venticell, Sušárna Memert ULP 400, Sušárna Binder E28-TB1, Muflová pec Labotherm L9/11, Chladnička Elektrolux ERF 250 4 AOW, Mrazák Zanusi.

Pomůcky

Odměrný válec, kádinka, varná baňka, teploměr, Erlenmeyerova baňka, síto, PA tkanina, Petriho misky, zkumavka, kapilára, plech, silikonová forma na sušení, exikátor, Ubbelohdeho viskozimetr, teploměr, varné kamínky, váženky, box na skladování, lžička, pryžové ucpávky.

Chemikálie

Destilovaná voda, 0,2M NaCl, 0,03M NaOH, 2% HCl, Aceton, Enzym Lipolasa a Protamex. Jednotlivé produktové listy enzymů jsou uvedeny v příloze 1 a 2.

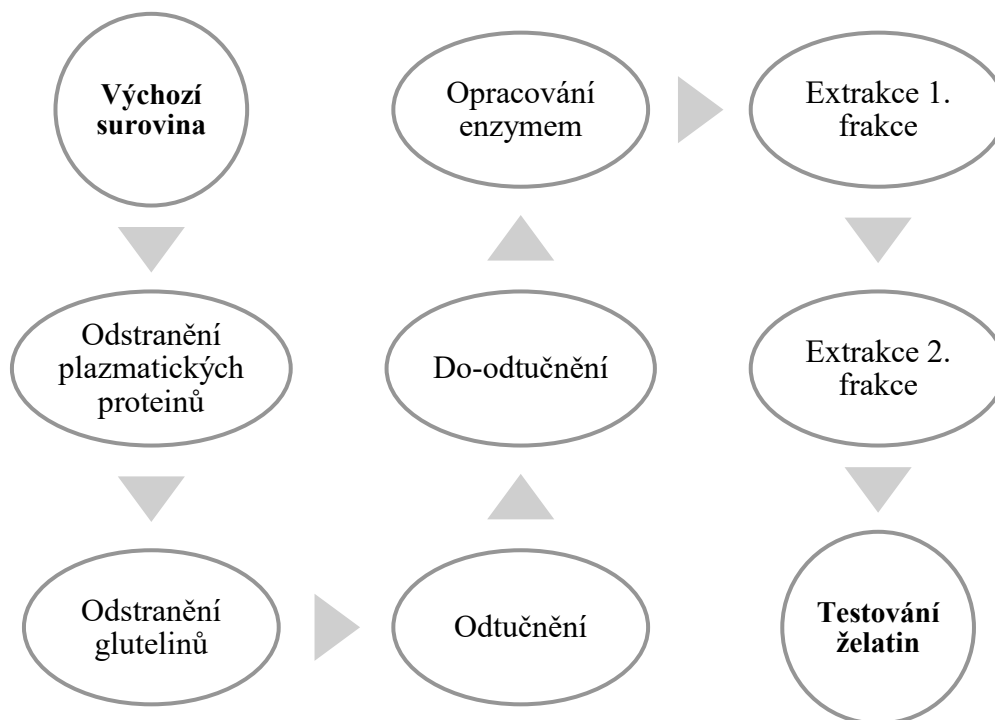
6.3 Metodika práce

Výchozí podmínky nastavené pro extrakci želatiny z připraveného kolagenu jsou rozplánovány pomocí metody faktorových pokusů. Metoda FP značně ulehčuje průběh experimentu, pokud se sleduje závislost veličiny na více jak dvou proměnných. Oproti klasické metodě vedení experimentu nabízí FP ušetření času i prostředků hlavně tím, že není potřeba vyzkoušet všechny kombinace ovlivňujících podmínek, ale naopak stačí zadat okrajové podmínky a pak provést předepsaný počet experimentů, který je znatelně nižší než při klasické metodě. V případě, že je závislost mezi dvojicí faktorů lineární, lze použít zjednodušený model plánování. Pokud je faktorů více a je mezi nimi více proměnných s různou závislostí, lze použít metodu RSM [25].

Stanovené okrajové podmínky pro náš experiment s extrakcí želatiny z kolagenu byly následující: rozmezí extrakční teploty bylo v případně 1. frakce 70-90 °C a doba extrakce 0,5-2,5 h, u druhé frakce želatiny byla teplota konstantní a sledovala se závislost pouze na extrakční době v rozmezí 1-4 h.

6.4 Postup práce

Na obrázku 1 lze vidět blokové schéma výroby kolagenu a želatiny, podle kterého se během experimentu postupovalo.



Obrázek 1 Pracovní schéma

6.4.1 Příprava kolagenu

1. Odstranění albuminů

- Promytí materiálu ve studené vodě cca 2 minuty, následně 5 minut nechat namočený a opět cca 2 minuty promývat přes síto.

2. Odstranění globulinů

- Surovinu smíchat s 0,2M NaCl v poměru 1 : 6 a nechat mírně třepat při pokojové teplotě po dobu 1,5 h a následně zfiltrovat přes síto.

3. Odstranění glutelinů

- Surovinu smíchat s 0,03M NaOH v poměru 1 : 6 a opět nechat třepat v rozmezí 6-8 h. Poté zfiltrovat přes síto a promýt studenou vodou. Třepání se opakuje ve stejném poměru přes noc. Pro tuto filtraci již použijeme 1 vrstvu tkaniny a promyjeme opět vodou.

4. Mechanické odstranění vody

- Zde odebereme zhruba 1 g vzorku, abychom mohli stanovit sušinu (pro výpočet navážky enzymu v dalším kroku). Zbytek suroviny je mechanicky vymačkán, aby byl snížen podíl vody.

5. Odtučnění enzymem

- Tkáň se smísí s vodou v poměru 1 : 10 a přidá se enzym Lipolasa v množství 5 % (vztaženo na hmotnost sušiny z bodu 4.). Třepe se při pokojové teplotě po stanovenou dobu, vizte tabulka 2. Po ukončení se odtučněná tkáň rozprostře na Petriho misky a suší se 18–35 h při 35–40 °C. Následně se provede vážení zbylé tkáně.

Třepací cyklus	Doba třepání [h]
1.	7
2.	17
3.	6
4.	16

Tabulka 2 Rozpis třepacích cyklů

6. Do-odtučnění rozpouštědlem

- Surovina se smísí s acetonem v poměru 1 : 9 a třepe se na třepačce 6-8 hodin. Rozpouštědlo je pak vyměněno za nové a cyklus se opakuje. Po ukončení se surovina rozprostře na plech a přes noc se nechá do-odpařit zbytek rozpouštědla.

7. Rozemletí kolagenu

- Vyschlá surovina se rozemele po malých dávkách na mixéru a dále se skladuje v neprůsvitné uzavíratelné dóze.

6.4.2 Extrakce želatiny z čistého kolagenu

1. Neutrální opracování suroviny enzymem

- Surovina se v poměru 1 : 10 smíchá s vodou a třepe se 20 minut. Poté se upraví pH na 6,5-7,0 a přidá se proteolytický enzym Protamex v množství 1 % vztaženého na sušinu. Třepe se 48 hodin při pokojové teplotě a během 1., 2. a 4. hodiny se kontroluje pH a popřípadě se upraví na hodnotu 6,5-7,0. Po ukončení opracování se pH opět změří, ale už se nijak neupravuje. Surovina se přefiltruje přes síto, které je opatřeno 3 vrstvami PA tkaniny. Kapalínu (hydrolysát) uvedeme v kádince k varu a povaříme 5 minut. Tím se inaktivuje enzym. Převařený hydrolysát vylijeme na plech a necháme sušit při 60 °C 1,5 – 2 dny.

2. Promytí neutrálně opracované suroviny

- Materiál zachycený na sítku se promyje studenou vodou a následně se smíchá s dostatečným přebytkem 0,03M NaOH a nechá se na třepačce třepat cca 10 minut, poté se zfiltruje. Celý proces se opakuje. Přefiltrovaná tkáň se následně smíchá s přebytkem studené vody a opět se intenzivně nechá třepat cca 10 minut, zfiltruje se a celý postup se opakuje ještě jednou.

3. Extrakce první frakce želatiny

- Promytý materiál se smísí s destilovanou vodou v poměru 1 : 8. Fixou se poznačí hladina vody a bude se v průběhu procesu extrakce doplňovat. Systém se zahřeje na teplotu podle Faktoru A, po dosažení této teploty se extrahuje po dobu Faktoru B – vizte tabulka 3. Po uplynutí doby je třeba přefiltrovat systém přes sítko opatřené 3 vrstvami tkaniny. Kapalínu, jež filtrací získáme, uvést rychle k varu, 5 minut povařit a celý objem roztoku želatiny rozlít na plech a vysušit při 45 °C cca 2 dny.

Experiment č.	Technologické podmínky extrakce první (hlavní) frakce želatiny	
	Faktor A Teplota extrakce želatiny [°C]	Faktor B Doba extrakce želatiny [min]
1	70	30
2	70	150
3	90	30
4	90	150
5	80	90
Slepý pokus (bez přídavku enzymu)		
6	80	90

Tabulka 3 Faktory A, B pro extrakci 1. frakce želatiny

4. Extrakce druhé frakce želatiny

- Nerozložený materiál zbylý po extrakci hlavní frakce želatiny přesypeme do kádinky a smísíme s destilovanou vodou v poměru 1 : 7. Opět si poznačíme fixou, kam dosahuje hladina vody. Extrakci provádíme při teplotě podle Faktoru C a jakmile je jí dosaženo, necháme na vařiči po dobu Faktor D, vizte tabulka 4. Po uplynutí doby se systém zfiltruje přes síto opatřené 3 vrstvami tkaniny.
- Kapalínu po filtraci uvést k varu a povařit 5 minut, aby se inaktivoval enzym. Následně želatinu rozlít na plech a nechat vysušit při 45 °C cca 2 dny.

Experiment č.	Technologické podmínky extrakce druhé (vedlejší) frakce želatiny	
	Faktor C Teplota extrakce želatiny [°C]	Faktor D Doba extrakce želatiny [h]
1	98	0,5
2	98	1
3	98	2
4	98	3
5	98	4
Slepý pokus (bez přídavku enzymu)		
6	98	4

Tabulka 4 Faktory C, D pro extrakci 2. frakce želatiny

5. Nerozložený podíl

- Po extrakci druhé želatinové frakce se vysuší při 103 °C (stačí přes noc) a zváží se. Proveďte se hmotová bilance (sušiny) a vypočítá se účinnost extrakce.

6.5 Charakteristika připravených želatin

6.5.1 Stanovení pevnosti gelu

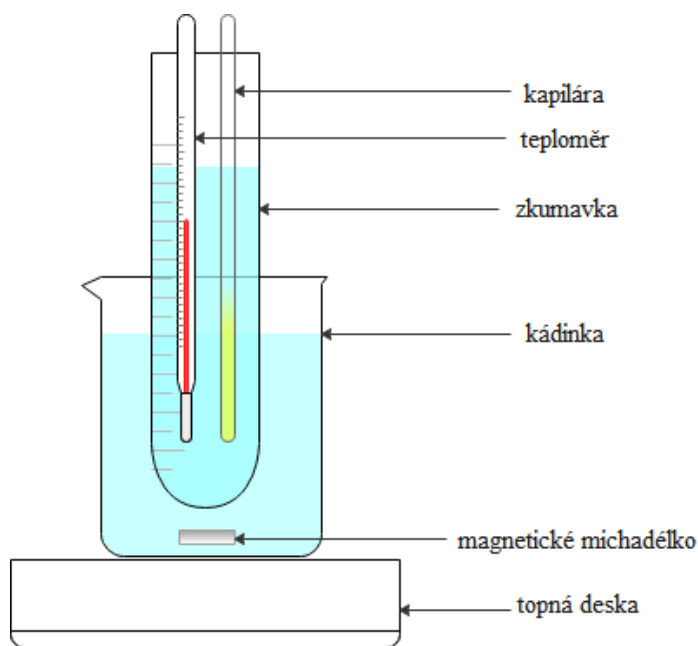
Při testování pevnosti želatiny je třeba připravit roztok o celkové koncentraci 6,67 % (w/w). Vzorek musí být v předepsané nádobě. Pokud není dostatek výchozí suroviny (standardně se používá navážka 7,5 g za přidání 104,5 ml vody), lze použít i menší množství, jak uvádí tabulka 5. Výsledné hodnoty pevnosti dosáhneme však až po korekci faktorem, který je u metody B a C pevně dán.

Metoda	Navážka želatiny [g]	Navážka vody [g]	Nádoba	korekční faktor [1]
A	7,5	104,5	předepsaná nádoba na stanovení	1
B	3	42	nádoba o „1/2 objemu“	1,2627
C	1,5	21	nádoba o „1/4 objemu“	1,6372

Tabulka 5 Rozpis metod pro stanovení pevnosti gelu

6.5.2 Stanovení teploty tání

Vzorek byl rozpuštěn ve vodní lázni při teplotě 60 °C. Následně se odebere vzorek do kapiláry, s výškou sloupce želatiny cca 1,5 cm. Kapilára o průměru 1,5 mm se dá vychladit do lednice (při teplotě 10 °C), aby želatina uvnitř ztuhla. Po ztuhnutí se kapilára vloží dle schématu na obrázku 2 do zkumavky a kádinka se zahřívá na teplotu 55 °C při rychlosti 3,5 °C za minutu. Jakmile je dosaženo teploty tání želatiny, želatina se rozpustí a tlak vody ji vytlačí z kapiláry.



Obrázek 2 Schéma laboratorní aparatury pro měření teploty tání želatiny

6.5.3 Stanovení teploty tuhnutí

Je určena jako teplota, kdy ztuhlý želatinový roztok udrží kuličku definované hmotnosti na svém povrchu, aniž by se propadla. Chlazení roztoku probíhá v lednici, kde je teplota 10 °C, při průměrné ztrátě teploty v gelu 6,5 °C za 5 minut chlazení. Použité ocelové kuličky měly průměrnou váhu 0,10384 g.

6.5.4 Stanovení kinematické viskozity

Měření viskozity probíhá v Ubbelohdeho viskozimetru, jež je temperován ve vodní lázni na teplotu 60 °C. Měří se čas, za který projde roztok želatiny o hmotnostní koncentraci 6,67 % mezi dvěma ryskami.

Výpočet hodnoty viskozity je podle vzorce:

$$v = k \cdot t - B/t$$

Kde:

v kinematická viskozita [mm^2/s]

t aritmetický průměr změřených časů [s]

k konstanta viskozimetru zjištěná ověřenou kalibrační kapalinou (0,5)

B konstanta ke korekci na kinetickou energii určenou z rozměrů viskozimetru (2,8)

6.5.5 Stanovení sušiny

Pro stanovení obsahu sušiny se odeberou 2 vzorky s hmotností v rozmezí 1-1,5 g a vysuší se v sušárně při teplotě 103-105 °C po dobu minimálně 6 h. Po vytažení ze sušárny je vzorek uložen do skleněného exsikatoru a dosušen, dokud není hmotnost konstantní.

Výpočet obsahu sušiny

$$S = \frac{m_v}{m_p} \cdot 100$$

Kde:

S obsah sušiny [%]

m_v hmotnost vysušené vzorku [g]

m_p hmotnost původního vzorku [g]

6.5.6 Bilanční rovnice a stanovení bilanční chyby

Hodnotí se počáteční hmotnost před extrakcí a výsledná hmotnost po extrakci podle rovnice

$$Vstup (g) = Výstup (g)$$

$$m_{vk} = m_h + m_{1.f} + m_{2.f} + m_{np}$$

$$Balance = \frac{výstup}{vstup} \cdot 100$$

$$Bilanční chyba = 100 - balance$$

Kde:

m_{vk} hmotnost vysušeného kolagenu [g]

m_h hmotnost hydrolyzátu [g]

$m_{1.f}$ hmotnost 1.frakce želatiny [g]

$m_{2.f}$ hmotnost 2.frakce želatiny [g]

m_{np} hmotnost nerozloženého podílu [g]

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

Všechny želatinové roztoky 1. i 2. frakce vytvořily gel. U všech byly provedeny zkoušky na pevnost, viskozitu a teploty tání a tuhnutí. Jediná výjimka byla u 2. frakce experimentu č. 2, kdy se z důvodu malého výtěžku nedala měřit pevnost a viskozita.

7.1 První frakce želatiny

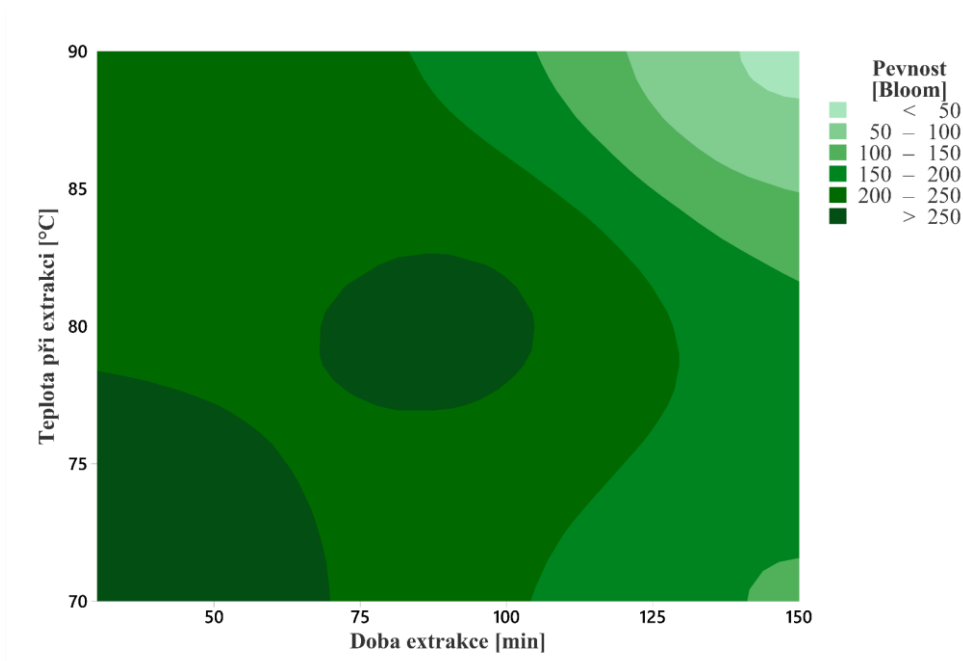
V tabulce 6 jsou prezentovány jednotlivé procentuální výtěžky z frakcí extrakce. Je zde zahrnut i slepý pokus, jež byl bez přidavku enzymu. V tabulce 7 jsou pak uvedeny výsledné vlastnosti 1. frakce želatiny.

Souhrnná charakterizace procesu						
Experiment č.	Navážka [g]	Výtěžek hydrolyzátu [%]	Výtěžek želatiny po 1. extrakci [%]	Výtěžek želatiny po 2. extrakci [%]	Celková účinnost extrakce [%]	Bilanční chyba [%]
1	20,0	3,3	38,0	5,6	43,6	6,7
2	20,0	3,5	27,0	3,0	30,0	4,4
3	20,0	3,5	25,5	8,5	34,0	5,9
4	20,1	3,5	23,9	6,5	30,3	7,7
5	20,0	3,5	25,5	15,5	41,0	4,4
Slepý pokus (bez přidavku enzymu)						
6	20,0	0,5	10	19	29	7,1

Tabulka 6 Procentuální výtěžky a celková účinnost u jednotlivých experimentů

Experiment č.	Pevnost [Bloom]	Kinematická viskozita [mm ² /s]	Teplota tání [°C]	Teplota tuhnutí [°C]
1	287	2,95	37,1	24,8
2	148	2,54	36,1	23,5
3	246	2,65	36,7	23,5
4	43	1,69	34,3	21,2
5	261	3,56	38,3	23,3
6	287	9,63	39,6	25

Tabulka 7 Fyzikálně-chemické vlastnosti 1. frakce želatiny

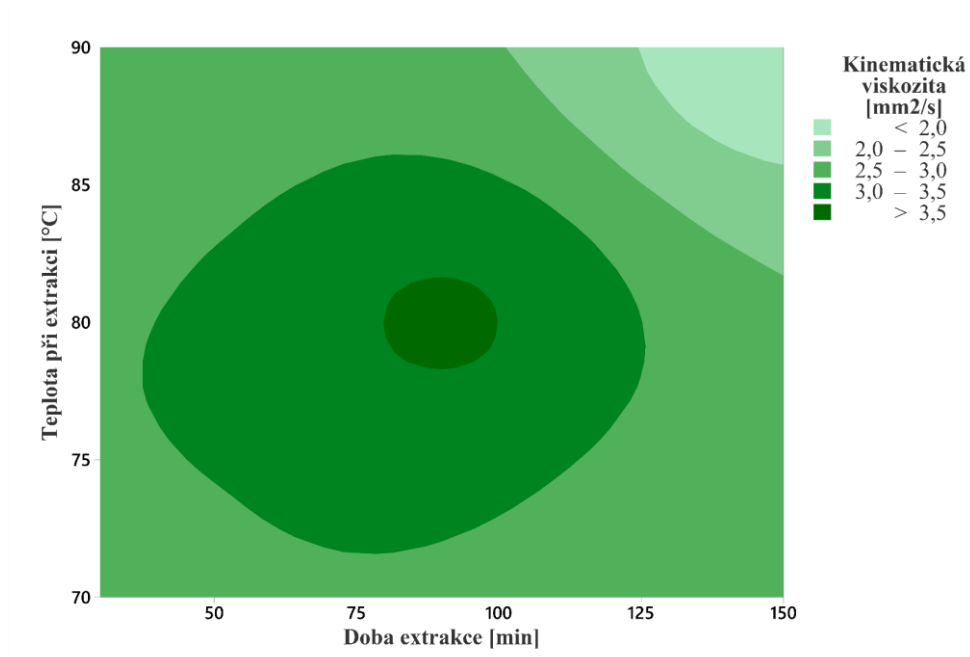


Obrázek 3 Pevnost gelu 1. frakce želatiny v závislosti na teplotě a době extrakce

Na obrázku 3 můžeme pozorovat vliv teploty a doby extrakce na celkovou pevnost připravené želatiny. Z obrázku 3 je možné určit dvě oblasti pro maximální hodnotu pevnosti. První optimum je při extrakční teplotě 70-76 °C po dobu 30-58 minut. Druhé optimum je při teplotě 77-82,5 °C po dobu 68-104 minut. Výsledky je možné porovnat se studií zaměřenou na kuřecí běháky, kdy surovina byla opracována 0,2M NaOH po dobu 20 dní a následná extrakce probíhala při 60 °C po dobu 5 hodin. Výsledná pevnost činila 264,33 Bloom [26]. Pevnost želatiny při kyselém opracování kuřecích běháků 4% CH₃COOH po dobu 16 h a následné extrakci při 55 °C po dobu 6 h je 294,78 Bloom [27]. Opracování silnější kyselinou (6,73% HCl) vedlo při extrakční teplotě 86,8 °C a době 1,95 h k pevnosti 526 Bloom [28].

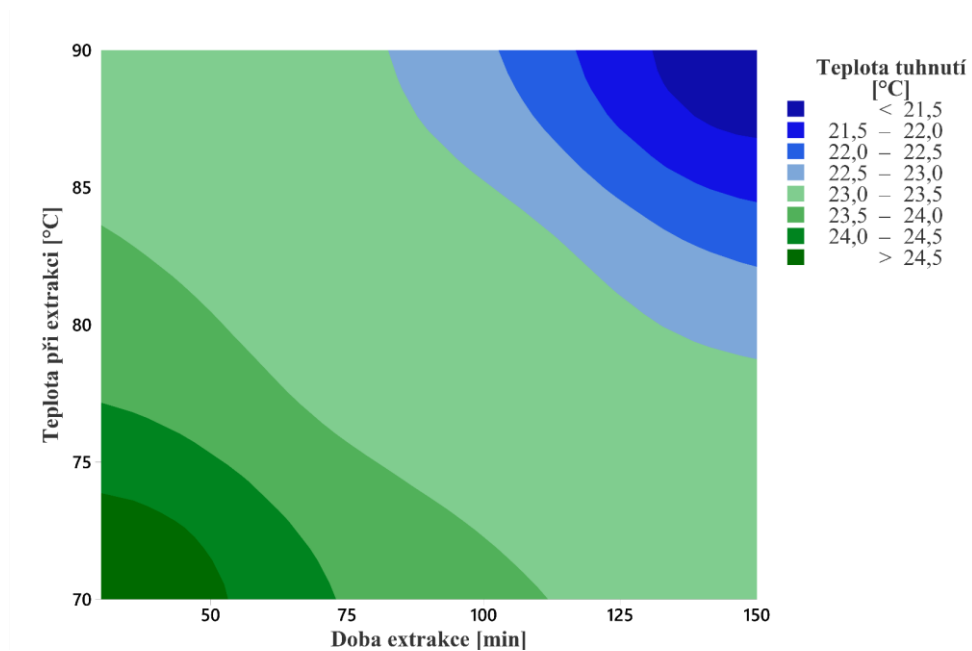
Studie Roy a kolektiv zabývající se výrobou a testováním želatiny z tkáně hovězích srdcí měla v porovnání s mými výsledky při stejné teplotě extrakce (80 °C) podobnou pevnost želatiny (269 Bloom pro dobu trvání extrakce 4 hodin, 241 Bloom po dobu trvání extrakce 6 hodin) [29].

Želatina extrahovaná z enzymově opracovaného kolagenu poskytuje tedy srovnatelnou pevnost s želatinovým gelem extrahovaným z kolagenu opracovaného v kyselině či zásadě.

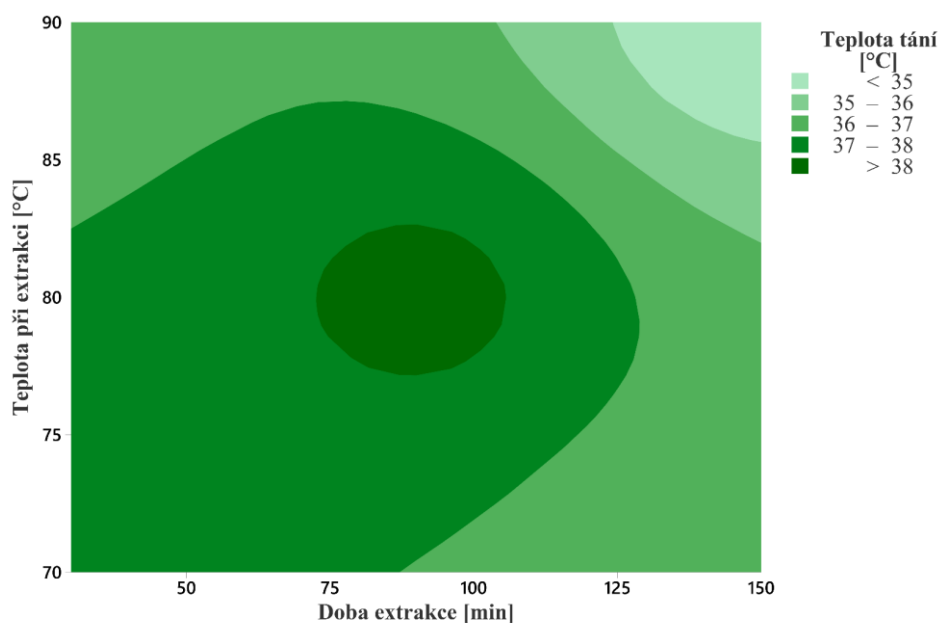


Obrázek 4 Viskozita gelu 1. frakce želatiny v závislosti na teplotě a době extrakce

Na obrázku 4 je graficky znázorněn vliv teploty a doby extrakce na kinematickou viskozitu želatinového gelu. Nejvyšší hodnoty se dosáhne při kombinaci 80 °C a době 90 minut extrakce. Studie od autorů Rafieian a kolektiv uvádí hodnotu kinematické viskozity 5,84 mm²/s při teplotě 86,8 °C a době 1,95 h [28].



Obrázek 5 Závislost teploty tuhnutí gelu 1. frakce želatiny na teplotě a době extrakce



Obrázek 6 Závislost teploty tání gelu na teplotě a době extrakce pro 1. frakci želatiny

Na obrázcích 5 a 6 můžeme vidět závislost teplot tuhnutí a tání na teplotě a době extrakce. Teplota tuhnutí je maximální pouze při mírných podmínkách (maximální teplota 72,5 °C po dobu 45 minut), avšak teplota tání má své maximum při 80 °C po dobu 88 minut. Studie z roku 2018 zabývající se extrakcí želatiny taktéž ze strojně odděleného kuřecího masa (opracováno 0,75M NaOH, 48 h) uvádí jako nejlepší podmínky pro maximální teplotu tání (33,71 °C) teplotu extrakce 70 °C a 150 minut extrakční doby. Pro teplotu tuhnutí (25,15 °C) stanovili podmínky 58 °C, 150 minut [30]. Ve studii Choe a Kim zaměřené na testování želatiny z kuřecích běháků (opracováno v 0,1M HCl) se dospělo k následujícímu závěru: nejvyšší teplota tání (38,5 °C) roztoku želatiny byla dosažena při teplotě extrakce 65 °C při celkové době extrakce 2 hodiny. [31].

Studie Abedinia a kolektiv při extrakci želatiny z kachních běháků (americká pekingská kachna) srovnává teplotu tání a tuhnutí u tří metod opracování. Kyselým opracování 0,05M CH₃COOH po dobu 3 h a následnou extrakcí (65 °C, 12 h) byla připravena želatina s teplotou tání 34,4 °C a teplotou tuhnutí 26,65 °C. Alkalickým způsobem opracování (0,1M NaOH, 3 h) se vyrobila želatina s teplotou tání 33,6 °C a teplotou tuhnutí 21,67 °C [32].

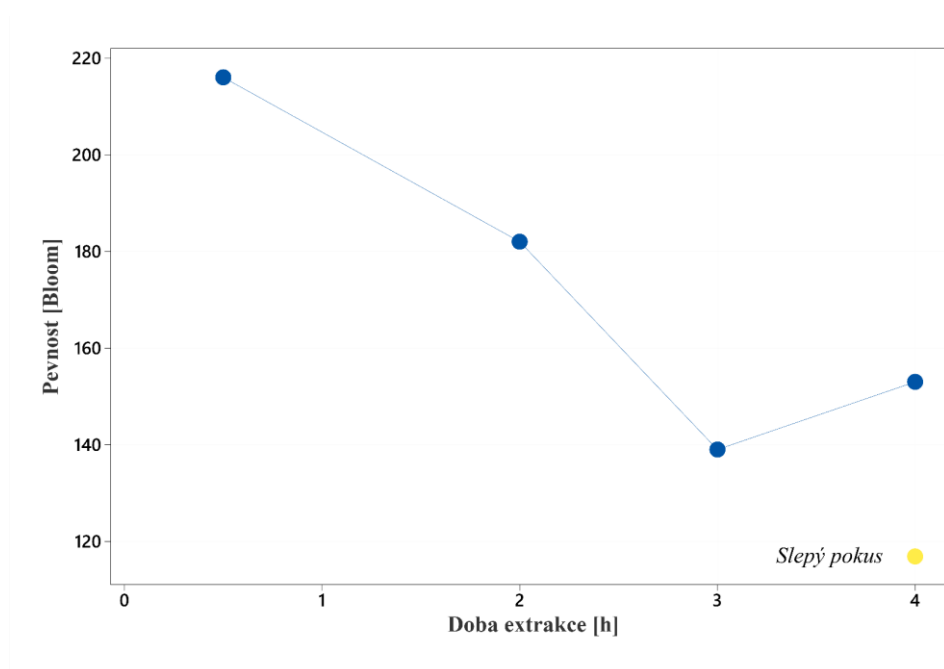
Gel připravený enzymatickou cestou má vyšší teplotu tání a nižší teplotu tuhnutí než gel připravený alkalickým opracováním kostního separátu. Želatina extrahovaná z kyselě opracovaných kuřecích běháků nabízí srovnatelnou teplotu tání jako enzymaticky připravený gel.

7.2 Druhá frakce želatiny

U extrakce druhé želatiny byla nastavena konstantní teplota 98 °C a měnila se pouze doba extrakce. Výsledné naměřené vlastnosti pro 2. frakci želatiny jsou v tabulce 8.

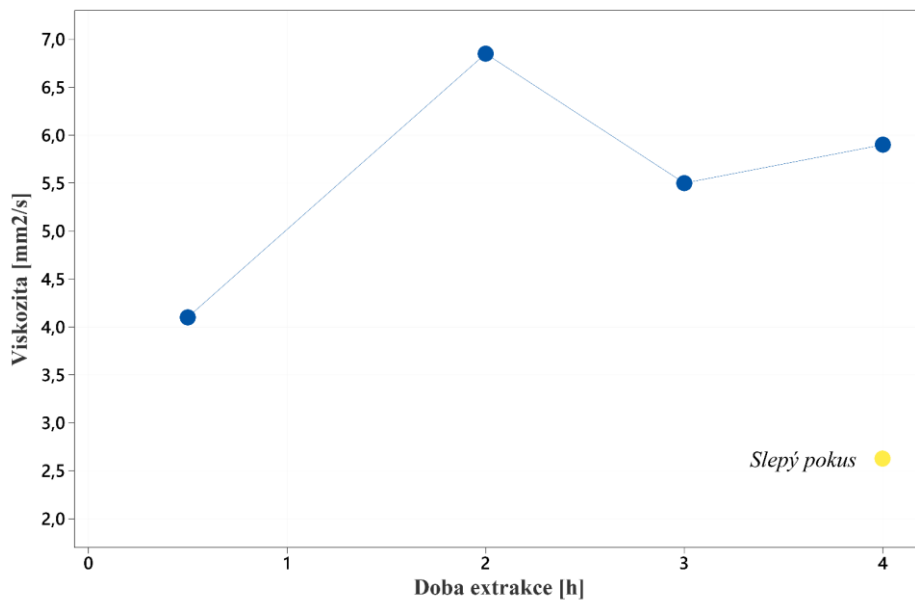
Experiment č.	Pevnost [Bloom]	Kinematická viskozita [mm ² /s]	Teplota tání [°C]	Teplota tuhnutí [°C]
1	216	4,1	38,9	24,3
2	*	*	37,1	23,2
3	182	6,85	38,2	24,4
4	139	5,5	35,4	23
5	153	5,9	31,8	24,3
6	117	2,63	31,5	21,2

Tabulka 8 Naměřené fyzikálně-chemické vlastnosti pro 2. frakci želatiny
(* - z důvodu malého množství gelu nešlo vlastnost změřit)

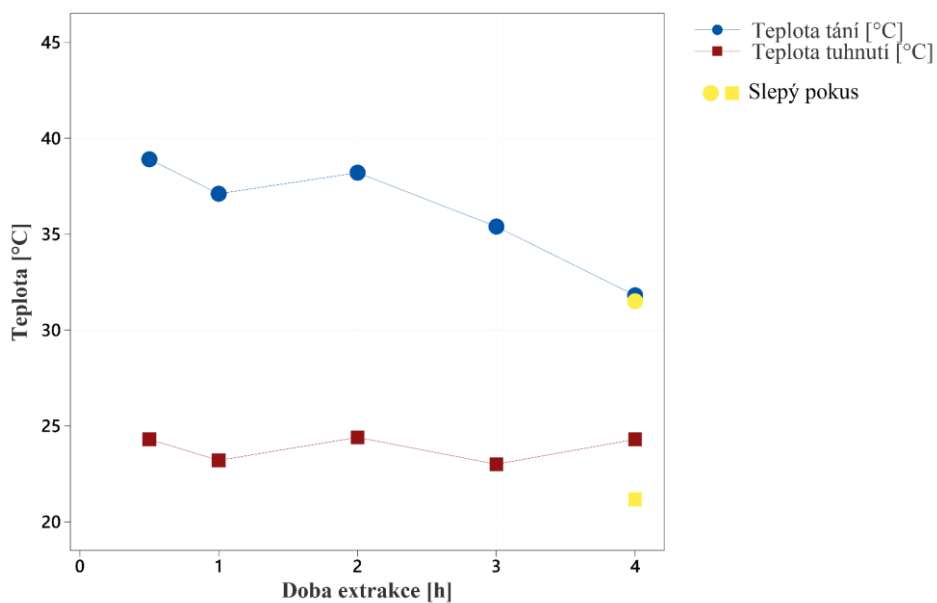


Obrázek 7 Závislost pevnosti gelu na době extrakce pro 2. frakci želatiny

Na obrázku 7 je znázorněn vliv doby extrakce na výslednou pevnost želatiny. Můžeme pozorovat klesající trend v pevnosti, postupně s dobou extrakce. Je zde zobrazen také slepý pokus, který měl pevnost velmi nízkou. Na obrázku 8 si můžeme povšimnout rostoucího trendu u hodnoty viskozity v závislosti na době extrakce.



Obrázek 8 Viskozita gelu v závislosti na době extrakce pro 2. frakci želatiny



Obrázek 9 Závislost teploty tání a tuhnutí gelu na době extrakce pro 2. frakci želatiny

Na obrázku 9 je znázorněna závislost teploty tuhnutí a tání jednotlivých experimentů na době extrakce. Teplota tání s postupnou dobou extrakce ztelně klesá, u doby tuhnutí není vliv faktoru tak silný.

7.3 Navržení optimálních podmínek

Optimální podmínky z hlediska dosažení maximální pevnosti (>250 Bloom) jsou 2. První optimum je při extrakční teplotě 70-76 °C po dobu 30-58 minut. Druhé optimum je při extrakční teplotě 77-82,5 °C po dobu 68-104 minut. Teplota tuhnutí gelu má své maximum (24,8 °C) při teplotě extrakce 72,5 °C po dobu 45 minut. Pro dosažení nejvyšší teploty tání gelu (až 39 °C) a vysoké viskozity (6-8 mm²/s) jsou nejlepší podmínky pro extrakci 80 °C po dobu 88 minut.

Maximální výtěžnost 1. frakce želatiny (~ 35 %) lze dosáhnout při teplotě 70-72,5 °C a době 30-50 minut. Lze tedy zkombinovat velkou výtěžnost želatiny při zachování velké pevnosti a také teploty tuhnutí. Teplota tání gelu je při těchto extrakčních podmínkách 37-38 °C a viskozita v rozmezí 2,5-3 mm²/s. Toto rozmezí tedy můžeme považovat za optimální podmínky pro zpracování kuřecího kostního separátu z hlediska výtěžnosti.

ZÁVĚR

V první části teoretického oddílu je popsáno jatečné zpracování masa se zaměřením na drůbež. Jsou zde uvedeny postupy, jakými je drůbež odchycena a dopravena na jatka, jakožto i další významná zpracování včetně porážky a následného porcování. Druhá část je věnována popisu vedlejších živočišných produktů masné výroby obecně a poslední kapitolou je želatina. Jsou zde uvedeny základní postupy výroby a využití želatiny z různých typů vstupních materiálů.

Cílem praktické části bylo připravit z výchozí suroviny, jíž byl kuřecí kostní separát, kolagen a z něj následně vyextrahovat želatinu. Z výsledků měření fyzikálně-chemických vlastností (pevnost, viskozita, teplota tání a tuhnutí) želatinového gelu bylo potřeba určit optimální podmínky pro jeho extrakci, při zachování nejlepší možné kvality.

Kostní separát byl opracován v 0,2M NaCl a 0,05M NaOH a následně enzymem Lipolasa odtučněn. Ze vzniklého kolagenu po přidání enzymu Protamex byla extrahována 1. frakce želatiny při teplotním rozmezí 70-90 °C po dobu 30-150 minut podle typu experimentu. 2. frakce želatiny byla extrahována při konstantní teplotě 98 °C po dobu 0,5-4 h podle typu experimentu. Po vysušení želatiny se provedly zkoušky na určení fyzikálně-chemických vlastností.

Optimální extrakční podmínky pro dosažení maximální kvality želatiny jsou při teplotním rozmezí 78,5-81,5 °C po dobu 80-100 minut při výtěžnosti 25-27,5 %. Vyššího procenta výtěžnosti, konkrétně 35-37,5 %, lze dosáhnout při teplotách extrakce 70-72,5 °C při době extrakce 30-50 minut. Hodnota viskozity a teploty tání gelu klesne, ale naopak teplota tuhnutí gelu se zvýší. Největší pevnost u 1. frakce želatiny (287 Bloom) byla naměřena při extrakční teplotě 70 °C a době 30 min. Při těchto podmínkách byla také naměřena maximální teplota tuhnutí gelu (24,8 °C) a největší výtěžnost želatiny (38 %). Nejvyšší kinematická viskozita gelu v hodnotě 3,56 mm²/s a teplota tání gelu (38,3 °C) byla při použití podmínek 80 °C, 90 min.

Výroba želatiny z kuřecího kostního separátu svými vlastnostmi může konkurovat komerčním želatinám. Vlastnosti takto extrahované želatiny pokrývají širokou škálu uplatnění i vzhledem k pozitivnímu přijímání lidí napříč náboženským spektrem. Podařilo se připravit želatinu s pevností 43-287 Bloom, která může najít uplatnění ve zdravotnictví či farmacii. Průměrná výtěžnost z experimentů (1. a 2. frakce želatiny) byla 35 %.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BARBUT, Shai, 2015. The Science of Poultry and Meat Processing. University of Guelph. ISBN 9780889556263.
- [2] LACY, Michael P. a Michael CZARICK, 1998. Mechanical Harvesting of Broilers. Athens, Georgia: The University of Georgia.
- [3] MEAD, G. C., ed., 2004. Poultry Meat Processing and Quality. Woodhead Publishing. ISBN 978-1855737273.
- [4] SALÁKOVÁ, Alena. Hygiena a technologie drůbeže, vajec a zvěřiny. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-720-6.
- [5] Mechanical methods - Non-penetrative captive-bolt, The Humane Slaughter Association [online]. United Kingdom [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.hsa.org.uk/mechanical-methods-poultry/non-penetrative-captive-bolt>
- [6] Electrical currents applied to poultry through an electrical waterbath, The Humane Slaughter Association [online]. United Kingdom [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.hsa.org.uk/stunning-and-killing-poultry-using-electricity/electrical-currents-applied-to-poultry-through-an-electrical-waterbath>
- [7] Gaseous methods, The Humane Slaughter Association [online]. United Kingdom [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.hsa.org.uk/gaseous-methods/gaseous-methods>
- [8] STEINHAUSER, Ladislav. Hygiena a technologie masa. Brno: LAST, 1995. ISBN 80-900-2604-4.
- [9] Bezpečnost potravin [online]. Praha [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92479.aspx>
- 2017-05-09]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/ivbp/prohlidka-jatecnich-zvirat-amasal/vedlejsi-zivocisne-produkty>
- <https://fvhe.vfu.cz/files/hygiena-a-technologie-drubeze-vajec-a-zveriny.pdf>
- [10] INGR, Ivo. Produkce a zpracování masa. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-510-2.
- [11] BABIČKA, Luboš. Jakost a zpracování živočišných produktů. Praha. 2006.

- [12] SIMEONOVÁ, Jana, Stanislav GAJDŮŠEK a Ivo INGR. Zpracování a zbožíznalství živočišných produktů. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-715-7708-1.
- [13] Inovace výuky bezpečnosti potravin. Vedlejší živočišné produkty [online]. 2011 [cit. 2020-04-17].
- [14] OCKERMAN, Herbert W. a C. L. HANSEN, c2000. Animal By-Product Processing & Utilization. Lancaster, PA: Technomic Pub. Co. ISBN 15-667-6777-6.
- [15] JAYATHILAKAN, K et al., 2012. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review [online]. J Food Sci Technol, 278–293 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1007/s13197-011-0290-7. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3614052/>
- [16] Pero [online], 2020. Wikipedie: Otevřená encyklopedie., 26. 03. 2020 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pero>
- [17] Bird basics: Six different feather types explained, 2019. Bird Watching [online]. [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.birdwatchingdaily.com/news/science/bird-basics-six-different-feather-types-explained/>
- [18] PEARSON, A.M. a T.R. DUTSON, ed., 1992. Inedible meat by-products: Advances in meat research. 8. Dordrecht, Netherlands: Springer. ISBN 978-94-011-7935-5.
- [19] SCHRIEBER, Reinhard a Herbert GAREIS, 2007. Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-31548-2.
- [20] Modern Technologies for Innovative Products: The Production of Gelatine [online], Eberbach: Gelita [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.gelita.com/sites/default/files/documents/2016-01/Gelatine%20Production%20E.pdf>
- [21] FROM RAW MATERIAL TO GELATINE, 2018. Gelita [online]. Eberbach [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.gelita.com/en/knowledge/gelatine/what-is-gelatine/manufacture>
- [22] Pharmaceutical Gelatine: Standard for the Industry [online], Eberbach: Gelita [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.gelita.com/sites/default/files/documents/2017-05/GELITA%20Pharmaceutical%20gelatine%202017.pdf>

- [23] Applications: AN INDISPENSABLE ALL-ROUNDER USED IN COUNTLESS PRODUCTS, 2020. GME: Gelatine Manufacturers of Europe [online]. Brusel [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.gelatine.org/applications.html>
- [24] Collagen Peptides: Innovative technologies for innovative ideas! [online], Eberbach: Gelita [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.gelita.com/sites/default/files/documents/2019-11/15035%20Peptides%20Technik-Broschuere%202019%20%2816p%29%20eng%20A4%20RZ02%20%28WEB%29.pdf>
- [25] ŠTRAUSOVÁ, Klára a Petr DOLEJŠ, 2010. Faktorové plánování a hodnocení experimentů při úpravě vody. Sborník konference Pitná voda. Č. Budějovice: W&ET Team, s. 95-100. ISBN 978-80-254-6854-8.
- [26] RAHMAN, Mohd Nazri Abdul a Shariffah Azzainurfina Syed Khair Azlan JAMALULAIL, 2012. Extractions, physicochemical characterizations and sensory quality of chicken feet gelatin. Borneo Science [online]. 30, 1-13 [cit. 2020-05-13]. ISSN 1394-4339. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/235338137_Extractions_Physicochemical_Characterizations_and_Sensory_Quality_of_Chicken_Feet_Gelatin
- [27] ALMEIDA, Poliana Fernandes a Suzana Caetano da Silva LANNES, 2013. Extraction and Physicochemical Characterization of Gelatin from Chicken By-Product. Journal of Food Process Engineering [online]. [cit. 2020-05-13]. DOI: 10.1111/jfpe.12051. ISSN 1745-4530.
- [28] RAFIEIAN, Fatemeh, Javad KERAMAT a Mahdi KADIVAR, 2013. Optimization of gelatin extraction from chicken deboner residue using RSM method. J. Food Sci. Technol. [online]. 50, 374-380 [cit. 2020-05-13]. DOI: 10.1007/s13197-011-0355-7.
- [29] ROY, Bimol C. et al., 2017. Extraction and characterization of gelatin from bovine heart. Food Bioscience [online]. 20, 116-124 [cit. 2020-05-07]. ISSN 2212-4292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2017.09.004>
- [30] ERGE, Aydin a Ömer ZORBA, 2018. Optimization of gelatin extraction from chicken mechanically deboned meat residue using alkaline pre-treatment. LWT [online]. 97. 205-212 [cit. 2020-05-13]. ISSN 0023-6438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.06.057>

[31] CHOE, J a H Y KIM, 2018. Effects of chicken feet gelatin extracted at different temperatures and wheat fiber with different particle sizes on the physicochemical properties of gels. *Poultry Science* [online]. 97(3), 1082-1088 [cit. 2020-05-13]. ISSN 0032-5791. Dostupné z: <https://doi.org/10.3382/ps/pex381>

[32] ABEDINIA, Ahmadreza et al., 2017. Extraction and characterization of gelatin from the feet of Pekin duck (*Anas platyrhynchos domestica*) as affected by acid, alkaline, and enzyme pretreatment. *International Journal of Biological Macromolecules* [online]. 98, 586-594 [cit. 2020-05-13]. ISSN 0141-8130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.139>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DOA	Dead on arrival – úmrtí během cesty
AMK	Aminokyseliny
VŽP	Vedlejší živočišné produkty
TSE	Přenosná spongiformní encefalopatie
SRM	Specifický rizikový materiál
NaCl	Chlorid sodný
NaOH	Hydroxid sodný
HCl	Kyselina chlorovodíková
FP	Faktorové pokusy
RSM	Response surface methodology – metoda plochy odezvy
CH ₃ COOH	Kyselina octová

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Pracovní schéma.....	38
Obrázek 2 Schéma laboratorní aparatury pro měření teploty tání želatiny	43
Obrázek 3 Pevnost gelu 1. frakce želatiny v závislosti na teplotě a době extrakce.....	47
Obrázek 4 Viskozita gelu 1. frakce želatiny v závislosti na teplotě a době extrakce	48
Obrázek 5 Závislost teploty tuhnutí gelu 1. frakce želatiny na teplotě a době extrakce	48
Obrázek 6 Závislost teploty tání gelu na teplotě a době extrakce pro 1. frakci želatiny	49
Obrázek 7 Závislost pevnosti gelu na době extrakce pro 2. frakci želatiny	50
Obrázek 8 Viskozita gelu v závislosti na době extrakce pro 2. frakci želatiny	51
Obrázek 9 Závislost teploty tání a tuhnutí gelu na době extrakce pro 2. frakci želatiny.....	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Parametry pro napařování drůbeže	17
Tabulka 2 Rozpis třepacích cyklů.....	39
Tabulka 3 Faktory A, B pro extrakci 1. frakce želatiny	41
Tabulka 4 Faktory C, D pro extrakci 2. frakce želatiny	42
Tabulka 5 Rozpis metod pro stanovení pevnosti gelu	42
Tabulka 6 Procentuální výtěžky a celková účinnost u jednotlivých experimentů.....	46
Tabulka 7 Fyzikálně-chemické vlastnosti 1. frakce želatiny	46
Tabulka 8 Naměřené fyzikálně-chemické vlastnosti pro 2. frakci želatiny.....	50

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Produktový list – Enzym Lipolase

Příloha P II: Produktový list – Enzym Protamex

PŘÍLOHA P I: PRODUKTOVÝ LIST – ENZYM LIPOLASE

PŘÍLOHA P 2: PRODUKTOVÝ LIST – ENZYM PROTAMEX