

# **Modelování podmínek extrakce želatiny z hovězích šlach**

Bc. Andrea Marholtová

---

Diplomová práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav inženýrství polymerů

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Andrea Marholtová**  
Osobní číslo: **T09629**  
Studijní program: **N 2808 Chemie a technologie materiálů**  
Studijní obor: **Technologie a management**

Téma práce: **Modelování podmínek extrakce želatiny z hovězích šlach.**

Zásady pro vypracování:

1. Vedlejší bílkovinné produkty vznikající při zpracování masa a možnosti jejich využití.
2. Technologie želatin (surovinové zdroje, struktura a druhy želatin, technologie výroby želatin, aplikace želatin).
3. V experimentální části extrakce želatiny z krátkých hovězích šlach podle doporučené metodiky.
4. Sledování vybraných technologických podmínek při extrakci (teplota, čas) na kvalitu připravených želatin.
5. Zpracování výsledků, diskuze a zhodnocení přínosu práce.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Phillips, G.O. et al. Handbook of Hydrocolloids. Boca Raton: CRC Press, 2000.
2. Ockerman, H. et al. Animal by-product: procesing & utilization. London: CRC Press, 2000.

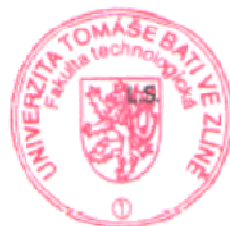
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Pavel Mokrejš, Ph.D.**  
Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. května 2011**

Ve Zlíně dne 11. února 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## 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 obhajoby<sup>1)</sup>;
- 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;
- byla jsem seznámena 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. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit 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), nebez výsledky diplomové/bakalářské práce využiti ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhajení práce.

Ve Zlíně *11.5.2011*

*Andrea Marhullová*

<sup>1)</sup> 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;

<sup>2)</sup> Vzniká dílo nevýdělečně souvisí s vyučováním, diplomováním, bakalářským a magisterským studiem, a formou prodeje obhajoby, včetně poskytnutí sponcentů a výstředně obhajoby prostřednictvím dotace kvalifikačních prací, včetně sponzora. Dílo má charakter studijní práce a není dílem v právním smyslu.



## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá modelováním podmínek extrakce želatiny z hovězích šlach. V teoretické části jsou popsány vedlejší bílkovinné produkty vznikající při zpracování masa a možnosti jejich využití, poté následuje charakteristika technologie želatin. V praktické části je zkoumána extrakce želatiny. Extrakce želatiny (hydrolyzátu) probíhá ve třech fázích technologického procesu. V první fázi extrakčního procesu je surový materiál předzpracován ve třech odlišných prostředích v kyselém, neutrálním a zásaditém. Druhý stupeň extrakce je proveden enzymovým opracováním materiálu. Ve třetím stupni extrakce jsou sledovány vybrané technologické podmínky (teplota, čas) na kvalitu připravených želatin (hydrolyzátu). Naměřené výsledky jsou vyhodnoceny ve statistickém programu Statgraphics.

Klíčová slova: hovězí šlacha, extrakce, želatina, vedlejší bílkovinné produkty

## **ABSTRACT**

This work deals with modeling of the conditions of gelatine extraction from bovine tendons. The theoretical part is described by-products of protein in meat processing and their possible use, followed by the characterization of the technology of gelatin. The practical part is concerned with the extraction of gelatin. Extraction of gelatin (hydrolyzate) takes place in three stages of the technological process. In the first stage of the extraction process is the preprocessing of raw material in three different medium - in acid, neutral and alkaline conditions. The second stage of extraction is performed with the enzyme processing of material. In the third stage of extraction are monitored selected technological conditions (temperature, time) on the quality of the prepared gelatin (hydrolyzate). The measured results are evaluated in the statistical program Statgraphics.

Keywords: beef tendon, extraction, gelatin, protein by-products

Děkuji vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Pavlu Mokrejšovi, Ph.D., za odborné vedení, ochotný přístup, podnětné připomínky a rady udílené při vypracování práce. Velmi děkuji také paní laborantce Miroslavě Žaludkové za obětavou pomoc v laboratoři.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VEDLEJŠÍ BÍLKOVINNÉ PRODUKTY VZNIKAJÍCÍ PŘI ZPRACOVÁNÍ MASA</b> .....	<b>12</b>
1.1 MASO A MASNÉ VÝROBKY.....	12
1.2 VEDLEJŠÍ BÍLKOVINNÉ PRODUKTY MASNÉHO PRŮMYSLU.....	15
1.2.1 Vedlejší kapalné bílkovinné produkty.....	17
1.2.2 Vedlejší bílkovinné produkty kolagenního typu .....	19
1.2.3 Vedlejší bílkovinné produkty keratinového typu .....	22
1.2.4 Ostatní vedlejší produkty .....	24
1.3 JATKA A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ .....	24
1.3.1 Vodní hospodářství .....	25
1.3.2 Odpadové hospodářství.....	26
1.3.3 Ochrana ovzduší.....	28
<b>2 ŽELATINA</b> .....	<b>30</b>
2.1 SUROVINOVÉ ZDROJE .....	30
2.2 CHEMICKÁ STRUKTURA A DRUHY ŽELATINY.....	32
2.3 TECHNOLOGIE VÝROBY ŽELATIN Z TRADIČNÍCH SUROVIN .....	33
2.3.1 Výroba kožních želatin typ A.....	33
2.3.2 Výroba kožních želatin typ B .....	33
2.3.3 Výroba kostní želatiny.....	34
2.4 APLIKACE ŽELATINY.....	34
2.4.1 Potravinářské aplikace.....	34
2.4.2 Farmaceutické a lékařské aplikace .....	35
2.4.3 Fotografický průmysl .....	36
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>37</b>
<b>3 CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>38</b>
<b>4 MATERIÁLY A METODY</b> .....	<b>39</b>
4.1 PŘÍSTROJE A POMŮCKY .....	39
4.2 CHEMIKÁLIE .....	40
4.3 ANALYTICKÉ METODY .....	41
4.3.1 Stanovení dusíku a obsahu bílkovin.....	41
4.3.2 Stanovení obsahu popelovin .....	42
4.3.3 Stanovení obsahu sušiny .....	42
4.3.4 Stanovení pevnosti gelu želatin.....	43
4.3.5 Výpočet bilance hmot a účinnost extrakčního procesu .....	44
4.4 ŠLACHY .....	44
4.5 KONCEPT EXPERIMENTŮ .....	45
<b>5 POSTUP PRÁCE</b> .....	<b>48</b>



5.1	ODTUČNOVÁNÍ ŠLACH.....	48
5.2	EXTRAKCE ŽELATINY PŘI OPRACOVÁNÍ ŠLACH V KYSELÉM PROSTŘEDÍ .....	48
5.3	EXTRAKCE ŽELATINY PŘI OPRACOVÁNÍ ŠLACH V NEUTRÁLNÍM PROSTŘEDÍ .....	52
5.4	EXTRAKCE ŽELATINY PŘI OPRACOVÁNÍ ŠLACH V ZÁSADITÉM PROSTŘEDÍ.....	53
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUSE .....</b>	<b>54</b>
6.1	EXTRAKCE ŽELATINY V KYSELÉM PROSTŘEDÍ.....	54
6.1.1	Celková účinnost extrakčního procesu.....	55
6.1.2	Charakteristika želatiny (hydrolyzátu) .....	57
6.2	EXTRAKCE ŽELATINY V NEUTRÁLNÍM PROSTŘEDÍ.....	59
6.2.1	Celková účinnost extrakčního procesu.....	60
6.2.2	Charakteristika želatiny (hydrolyzátu) .....	62
6.3	EXTRAKCE ŽELATINY V ZÁSADITÉM PROSTŘEDÍ .....	64
6.3.1	Celková účinnost extrakčního procesu.....	65
6.3.2	Charakteristika želatiny (hydrolyzátu) .....	67
6.4	ZHODNOCENÍ EXTRAKCE .....	68
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>70</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>74</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>75</b>

## ÚVOD

Pro všechny potravinářské obory zpracovávající suroviny rostlinného i živočišného původu, má klíčový význam sledování vlastností vstupních surovin z hlediska chemického, fyzikálního, biologického, biochemického a mikrobiologického. Významné postavení zaujímá masný průmysl a různé vedlejší produkty vznikající při zpracování masa, které slouží k potravinářským účelům nebo ke zpracování v jiném odvětví. Při vlastním zpracování se uplatňují inženýrské procesy, jejichž cílem je optimalizace technologických postupů a řízení s ohledem na šetrnost zpracování, ekologii i nízkou energetickou náročnost. Konečné výrobky jsou pak hodnoceny z hlediska výživových hodnot, hygienicko – toxikologické bezpečnosti, senzoryky a zdravotní nezávadnosti. Vedle oblasti technologické, kontroly jakosti, vývoje a inovace výrobků je pro prosperitu odvětví významná oblast obchodní, včetně marketingu surovin a konečných výrobků.

Globalizace obchodu se surovinami a koncovými výrobky, jakož i zesílená konkurence uvnitř i vně EU mají již delší dobu dalekosáhlé důsledky na způsob, jakým výrobci a spotřebitelé chápou otázky související s kvalitou a bezpečností vzniklých produktů. K zlepšení norem kvality, bezpečnosti, funkčnosti, rozmanitosti a dostupnosti potravin bude vždy třeba zlepšení v oblasti obalů a návrhu a řízení procesů, a to zejména s ohledem na demografický vývoj obyvatelstva a na měnící se potřeby spotřebitelů i společnosti jakožto celku. Vedoucím konceptem výroby potravin bude v budoucnosti tvorba personalizovaných potravinářských výrobků, které budou splňovat požadavky na preference, přijatelnost a nutriční potřeby ze strany spotřebitelů.

Předložená diplomová práce ve své teoretické části charakterizuje vedlejší bílkovinné produkty vznikající při zpracování masa a možnosti jejich využití. Experimentální část sleduje extrakci želatiny (hydrolyzátu) ze surových hovězích šlach 3-stupňovým technologickým procesem.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VEDLEJŠÍ BÍLKOVINNÉ PRODUKTY VZNIKAJÍCÍ PŘI ZPRACOVÁNÍ MASA

## 1.1 Maso a masné výrobky

Za maso jsou běžně považovány všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Mnohdy se pod pojmem maso vnímá pouze maso teplokrevných živočichů. Nejnovější definice, která vychází z předpisů EU označuje za maso všechny části zvířat k výživě lidí, ve zdravotně nezávadném stavu, které nebyly ošetřeny jinak než chladem a mrazem [1]. V užším smyslu se však masem rozumí jen svalovina a to buď samotná svalová tkáň nebo svalová tkáň včetně vmezeřeného tuku, cév, nervů, vazivových a jiných částí, které jsou ve svalovině obsaženy. Výroba masa patří k základním a hlavním úsekům potravinářské výroby. Důvodem konzumace jsou organoleptické vlastnosti, i když nutriční hodnota (plnohodnotné bílkoviny, vitaminy – zejména skupiny B, nenasycené mastné kyseliny, minerální látky, tuky) je nesporná. Výživná hodnota jednotlivých tržních druhů masa závisí především na poměru čisté svaloviny k méněhodnotným kostem, tuku a vazivu. Výživná hodnota čisté svaloviny závisí na poměru obsahu vody a sušiny. [2]

### Maso jatečných zvířat

Nejčastějším zdrojem masa jsou domácí (domestikovaná) zvířata, zejména tzv. velká jateční zvířata (skot, prasata, ovce, koza) a drůbež (kuřata, slepice, kachny, husy, krůty, perličky), méně je využívána lovná zvěř, žijící volně nebo v chovu na farmách. Jatečně opracovaný kus je ta část jatečných zvířat, která zůstává po odstranění kůže, krve, vnitřností, často i hlavy a částí končetin v průběhu jatečního opracování [3]. Jsou to dvě půlky prasete, dvě půlky nebo čtyři čtvrtě skotu, oškubaná a vykuchaná drůbež apod. Vezmeme-li celý jatečně opracovaný kus, obsahuje kromě svaloviny i tukovou tkáň, vaziva, chrupavky, kosti a jiné méně významné tkáně. Složení masa kolísá v závislosti na druhu zvířete, plemeně, pohlaví, věku, způsobu výživy a liší se i jednotlivé svaly u téhož jedince. Z nutričního hlediska jsou nejcennější bílkoviny. Obsah ve svalovině kolísá od 12 do 22 % i výše. Bílkoviny dělíme podle jejich charakteru a vlastností, především rozpustnosti ve vodě a solných roztocích a podle umístění v jednotlivých svalových strukturách. Z technologického hle-

diska se proteiny dělí do tří skupin na bílkoviny sarkoplasmatické, myofibrilární, stromatické.

**Bílkoviny sarkoplasmatické** – jsou obsaženy v cytoplasmě svalových buněk a rozpustné ve vodě. Je to komplex přibližně 50 složek, mezi významné patří myogen a myoglobin. Jsou tvořeny bílkovinou (globin) a barevnou skupinou tzv. hem, který má v molekule vázán komplexně atom dvojmocného železa.

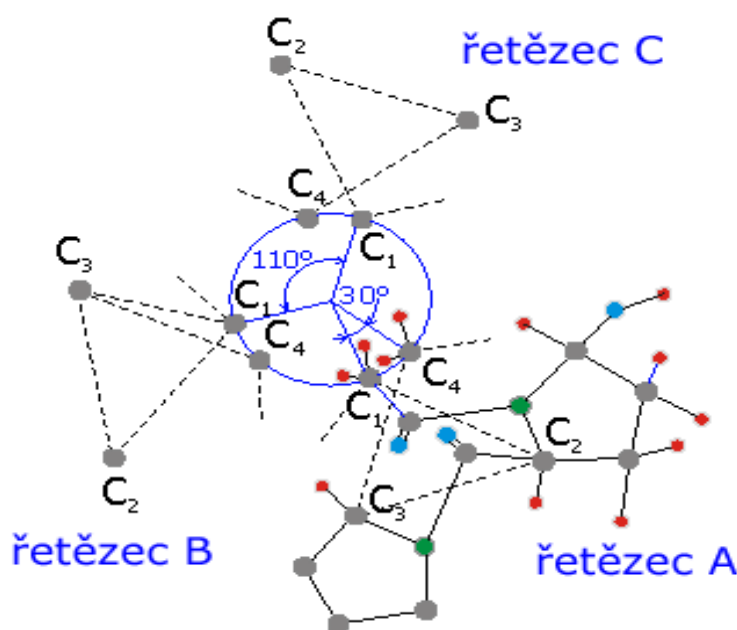
**Bílkoviny myofibrilární** – jsou obsaženy ve vlákně svalových buněk a rozpustné ve zředěných roztocích solí. Dosud bylo identifikováno více než 20 myofibrilárních bílkovin. Mezi významné patří myosin a aktin, uplatňují se významně při svalové kontrakci. Změny obsahu bílkovin ve svalech během růstu zvířete popisuje tabulka č. 1. [2, 4]

Tab. 1. Změny obsahu bílkovin ve svalech během růstu ( $g \cdot 100g^{-1}$ )

Bílkoviny	Prase		Skot	
	Mlád'ata	Dospělí	Mlád'ata	Dospělí
sarkoplasmatické	3,5	5,3	5	5,3
myofibrilární	10,6	12,8	8,4	13

**Bílkoviny stromatické** – jsou bílkovinami pojivových a podpůrných tkání (vaziva, šlachy, kůže, kosti), lze je však nalézt i ve svalové tkáni, tvoří různě strukturovaná vlákna a jsou nerozpustné. Z výživového hlediska bývají stromatické bílkoviny označovány za neplnohodnotné, tj. nemají všechny esenciální aminokyseliny. Určitým způsobem lze nedostatek tryptofanu ve stromatických bílkovinách kompenzovat kombinací pojiv s rostlinnými bílkovinami. Patří sem zejména **kolagen**, který má vysoký obsah nepolárních aminokyselin, zejména glycinu, naproti tomu neobsahuje esenciální aminokyseliny tryptofan, tyrosin a cystin. Zvláštností je vysoký obsah hydroxyprolinu a prolinu [3, 4]. Základní stavební jednotku tvoří molekula tropokolagen (monomer). Molekula má tyčinkovitý tvar a je složena ze tří levotočivých řetězců, které tvoří pravotočivou šroubovici. Jeho specifická struktura proto závisí v první řadě na sekvenci aminokyselinových zbytků, tzv. primární struktura polypeptidických řetězců. Z ní se odvozují strukturní vlastnosti vyšších řádů a biologické i fyzikální vlastnosti bílkoviny. Zjednodušená projekce tropokolagenové struktury podél hlavní osy trojitě šroubovice je znázorněna na obr. 1. Z obrázku je patrné, že u každého ze tří řetězců (A, B, C) směřují vazby spojující vedlejší řetězce s alfa-uhlíkovým atomem ven

ze středu trojitého svazku, zatímco alfa-uhlíky glycinu se dvěma vodíkovými atomy jsou umístěny v blízkosti středu. Kolagen přítomný ve šlachách, kůžích a kostech vytváří fibrily poměrně tlusté, které se dále spojují do objemných vláknitých svazků. Naproti tomu kolagen chrupavky vytváří jemné sítě z tenkých fibril. Nejrozšířenější je kolagen typu I, který je přítomný v kůži, kostech, šlachách apod. Složitá struktura kolagenu se odráží v jeho vlastnostech [5]. Při záhřevu masa se kolagenní vlákna deformují, ohýbají, délka se zkracuje na jednu třetinu počáteční hodnoty. Zároveň se kolagen stává elastickým a průzračně sklovitým. Teplota, kdy k tomu dochází je ostře ohraničená a označuje se jako teplota smrštění (u savců má hodnotu nad 60 °C) [6]. Při záhřevu ve vodě kolagen silně bobtná, po rozrušení všech příčných vazeb pak přechází na rozpustnou látku – **želatinu (glutin)**. Vznik želatiny má velký význam v technologii masa. **Elastin** je chemicky velmi odolný, nerozpouští se ve vodě, v roztocích solí, ve zředěných kyselinách a zásadách. **Keratiny** jsou rozsáhlou skupinou bílkovin, vyskytují se v rohovině, chlupcích a jiných kožních produktech. Jejich odolnost souvisí s velkým množstvím disulfidových příčných vazeb mezi jednotlivými peptidovými řetězci. K typickým aminokyselinám patří cystin, cystein a methionin. Obsah síry se pohybuje od 2 do 5 % (na sušinu). Keratin se vyskytuje u všech vyšších obratlovců. Alfa-formy keratinu se vyskytují u savců, beta-formy keratinu u plazů a ptáků. Alfa-keratin je bohatý na cysteinové zbytky, které spojují příčnými vazbami sousední polypeptidové řetězce, tím jsou vysvětleny jeho dvě nejdůležitější biologické vlastnosti, nerozpustnost a pevnost v ohybu. [1, 7]



Obr. 1. Zjednodušená projekce uspořádání atomů [8]

## 1.2 Vedlejší bílkovinné produkty masného průmyslu

Při výrobě masa se získávají různé vedlejší produkty, které slouží k potravinářským účelům nebo ke zpracování v jiném odvětví. Často jsou výjimečné pro vysoký obsah nutričně cenných látek. Při průmyslovém zpracování potravin jsou produkovány vedlejší produkty a odpady ve značných množstvích. Největší množství a rozmanitost vedlejších produktů produkují jatka. V masovém průmyslu tvoří vedlejší produkty přibližně 22 – 25 % hmotnosti zabíjených zvířat. Jatka se odlišují v druhu zpracovávaných zvířat a v ošetření vedlejších produktů jak požitelných tak nevhodných pro lidský konzum. Každý závod je jedinečný ve svých operacích, zařízeních a umístění zpracovávajících zařízeních. Mezi suroviny, které se zpracovávají jako vedlejší jatečné suroviny patří kůže, kožešiny, štětiny, chlupy, peří, kopyta, rohy, hlavy, kosti, rohovina, krev, orgány, žlázy, střeva, tukové tkáně a škrupiny. Přehled a zpracování vedlejších surovin masného a drůbežářského průmyslu jsou uvedené v tabulce č. 2. [4]

Tab. 2. Průmyslové aplikace nepoživatelných vedlejších produktů [4]

Surový vedlejší produkt	Zpracovaný vedlejší produkt	Použití
Kůže hovězího dobytka	solené nebo čerstvé, kožní štípenka	výroba usní, výroba želatin, potravinářství, medicína, krmivo
Ovcí kůže	vlna, kůže, odřezky	oděvy, lanolín, krmivo, výroba usní
Vepřová kůže	solené nebo čerstvé	medicína, výroba želatin, obvazy na popáleniny
Peří drůbeže	zpracované čištěním, hydrolyzované	postele, ozdoby, oděvy, sportovní výrobky, krmivo pro zvířata
Štětiny a hovězí chlupy	čištěné, hydrolyzované	čalounictví, izolace, sportovní výrobky, krmivo pro zvířata, umělá hnojivo, kosmetika
Kopyta, rohy	hydrolyzované, extrahovaný protein	krmivo pro zvířata, hnojivo, pěna do hasících přístrojů, dekorativní předměty
Krev hovězího dobytka, telat, prasat a ovcí	krevní moučka, čerstvá krev, krevní albumin, krevní frakce, fetální telocí sérum, fibrin	krmivo pro zvířata, kožní mořidlo, lékařská diagnostika, tkaninové kultury, léčiva, potravinářství
Nepoužitelná celá zvířata	nepoužitelný lůj a mast, masová a kostní moučka	krmivo, mýdlo
Kosti vepřové, ovčí	odtučněná kost, kostní moučka, mechanicky separované kosti, kostní dřevěné uhlí, kostní popel	výroba želatin a klišů, krmivo pro zvířata, hnojivo, orientální medicína
Nohy hovězího dobytka	čistý nožní olej, kosti	průmyslová mazadla, želatina
Žlázy telat, prasat, ovcí	extrakty	léčiva, enzymy
Játra telat, prasat, ovcí	čerstvá nebo mražená	léčiva, krmivo
Srdce prasat	srdcové chlopně	medicína
Mozek	cholesterol	farmaceutický průmysl, kosmetika



Jatka mohou mít vlastní zpracovatelské kapacity pro všechny a nebo některé ze surovin, které produkují. Suroviny z jatek, od zpracovatelů, velkoobchodníků, maloobchodníků a jiných zpracovatelských zařízení jsou přepravované do zpracovatelských závodů. Kůže a kožešiny z jatek, chladíren a z uhynutých zvířat jsou obvykle sbírané a konzervované obchodníky s kůžemi a přesouvají se do koželužen. Výjimkou jsou vepřové kůže, které zůstávají na mase, slouží jako přídavek do díla měkkých salámů či jako součást vařených masných výrobků. Orgány a žlázy, které nejsou určeny pro lidský konzum, mohou být mražené a nebo prodávány čerstvé pro farmaceutické účely, krmivo pro malá zvířata, krmení zvířat a nebo pro medicínské použití. Krev se může zpracovat na místě a nebo zchlazená se transportuje cisternovými vozidly do zpracovatelského závodu, je cenným zdrojem bílkovin, železa a je-li určena k lidské výživě, je možno ji použít k různým kulinárním úpravám (polévky, prejt). [1, 9]

Technologie pro zpracování nepoživatelných vedlejších produktů může být jednoduchá, jako je solení pro konzervaci nebo zmrazování, až po nesmírně složité chemické technické jednotkové procesy. Mohou být použity procesy fyzikální: centrifugace, filtrace, deionizace, sušení a zmrazování. Nebo jsou použity chemické procesy: hydrolýza, extrakce. Většina z nich může být použita pro další výživu lidí, jako krmivo pro zvířata a pro další technické použití. [4]

### 1.2.1 Vedlejší kapalné bílkovinné produkty

#### **Krev**

Krev je koloidní roztok, který obsahuje bílkoviny, minerální látky, sacharidy, lipidy a podobně. Obsahuje v průměru asi 80 % vody, 18 % bílkovin. Největší podíl z bílkovin připadá na hemoglobin a to podle druhu zvířete asi 55 až 75 %. V krevní plazmě je asi 6 % bílkovin, nazývají se plazmatické a dělí se na albuminy, globuliny a fibrinogen. Krev obsahuje téměř všechny esenciální aminokyseliny. Ze sacharidů je v krvi a v plazmě zastoupena hlavně glukosa (0,05 - 0,1 %), množství lipidů představuje asi 0,3 %. Z anorganických látek jsou v krvi přítomné chloridy, sodík, draslík, vápník, hořčík, fosforečnany a sírany, ze stopových prvků hlavně železo. Podle původu rozeznáváme krev hovězí, vepřovou, telecí atd. Podle použití hovoříme o krvi pro potravinářské účely, o krvi pro krmné účely a pro farmaceutické účely. Množství krve získané z jatečných zvířat značně kolísá nejenom

v závislosti na druhu, ale závisí také na věku, pohlaví, podmínkách chovu a zdravotním stavu. Množství získané krve z různých druhů zvířat je uvedeno v tabulce 3. [4, 9]

*Tab. 3. Množství získané krve z různých druhů zvířat[4]*

Hovězí dobytek (500 kg)	16 l
Telata (100 kg)	3,7 l
Prasata (100 kg)	2,8 l
Ovce (30 kg)	1,5 l
Koně (600 kg)	12,2 l

Celkové množství krve získané ze zvířat závisí také na dalších faktorech jakými jsou:

- Omračování – nevhodně omráčená zvířata ožívají a krev je rozstříkována kvůli nadměrnému pohybu zvířat
- Vykrvení – krev pro lidskou výživu musí být získávána za dokonalých hygienických podmínek, nejlepším způsobem je použití dutého nože zavedeného přímo do srdce
- Onemocnění, vyhublost, dehydratace, srdeční nedostatečnost.

Krev ze zvířat, která nejsou úplně zdravá, není vhodná pro lidskou spotřebu a musí se konfiskovat. Pro lidský konzum je také nevhodná krev získaná nehygienicky. Krev získaná od zvířat, která jsou zdravá a odpočutá je opravdu sterilní [3]. Ihned po sbírání může být krev ošetřena proti srážení pomocí mechanické defibrinace nebo přidávkem antikoagulačních látek. Defibrinace je mechanické odstranění fibrinu z krve, který se vyloučí jako vločky nebo nitky na míchadle, čímž se zabrání vytvoření fibrinové sítě, která je základem krevního koláče. Chemická stabilizace krve nebo-li antikoagulace je zákrok, kdy se zabrání srážení přidávkem vhodných chemikálií. Pro potravní krev se používají roztoky citranu sodného, chloridu sodného, fosforečnanů nebo směsi uvedených stabilizátorů. Krev se dále konzervuje chlazením, zmrazením, sušením, nebo nasolením [9]. Krev, která není vhodná pro lidský konzum, je možné sbírat a používat pro výživu zvířat a další zpracování. Jestliže krev nedosahuje výše popsané podmínky, musí se sbírat v oddělených tancích a použít pro průmyslové zpracování v kafilériích. Vypouštění v odpadové vodě musí být udržované na minimální možné úrovni. Krmná krev získaná na jatkách se zachycuje do vykrvovacích žlabů, na sanitních odděleních jatek a na některých malých provozech do vykrvovacích

mís. Krmná krev nesmí obsahovat hrubé nečistoty, ušní a oční výkroje, cizí předměty a nesmí být zvodnělá. Před dalším zpracováním je vhodné krmnou krev konzervovat. Výhodnou alternativou je konzervace technickým disiřičitanem sodným. Krev z nutně zabíjených zvířat se musí zpracovat v asanačním ústavě, obvykle s jiným materiálem na maso-kostní moučku. Při sušení krve se používají hlavně bubnové a válcové sušičky, lyofilizace a v současnosti především sprejové sušárny. Vedle celistvé krve, která se využívá do některých masných výrobků (jelita, krevní tlačěnka), se krev také rozděluje na jednotlivé frakce, které nacházejí další využití. Nejčastěji se využívá krevní plazma, která se vyrábí odstředováním chemicky stabilizované krve. Používá se jako stabilizátor do masných výrobků, své využití nalézá i v jiných oborech (např. při výrobě pečiva). Z krvinkové frakce se vyrábí globin, bílkovinný nosič, od kterého byla enzymově oddělena hemová skupina. [4]

### 1.2.2 Vedlejší bílkovinné produkty kolagenního typu

#### **Kůže**

Kůže živých zvířat chrání zvíře před mechanickým poškozením a slouží jako aktivní bariéra před infekcí mikroorganismy. Kůži tvoří tři vrstvy a to pokožka (epidermis), škára (corium) a podkožní vazivo (tela subcutanea). Pokožka má na povrchu zrohovatělou vrstvu pokrytou filmem sekretu mazových a jiných žláz. Základní bílkovina, která tvoří pokožku a její útvary je keratin. Škára je nejtlustší vrstva kůže, tvoří 70 až 98 % její celkové tloušťky. Škáru tvoří spleť kožních vláken, jejichž podstatou je bílkovina kolagen. Jsou zde také vlákna elastinová, které dodávají kůži pružnost. [4, 9] Škára je nejhrubší vrstvou kůže, tvoří ji dvě vrstvy a to papilární (stratum papillarae) a retikulární (stratum reticulare). Papilární vrstva je povrchová část proložená chlupovými váčky a kožními žlázami. Síťovitá vrstva je tvořena svazky kolagenních vláken, ta jsou vzájemně propletená, což dodává kůži odolnost proti tahu a tlaku, ale zároveň umožňuje její roztažnost. Škára tvoří podstatu usní. Podkožní vazivo je tvořeno řídkým vazivem, které je složeno z kolagenních a elastických vláken a může se v něm ukládat tuk. Chemické složení čerstvě stažené kůže je uvedeno v následující tabulce. [10]

Tab. 4. Chemické složení čerstvě stažené kůže

Složka	Obsah (% hmot.)
Voda	50 – 70
Bílkoviny	33 – 35
Tuky	0,5 – 30
Minerální látky	0,3 – 0,8

Kůže se získávají při jatečném opracování zvířat. Podle druhu rozeznáváme hovězí, telecí, koniny, vepřové, ovčí, jehněčí a koziny. Kůže zvířat se stahují odřezáváním, strháváním, vytloukáním a pneumaticky. Jakmile nejsou kůže po stáhnutí vhodně ošetřené, jsou velmi náchylné k rozkladným procesům. Ihned po stáhnutí jsou kůže rozloženy srstí dolů a chladí se. Pro delší skladování musí být kůže konzervované solením. Před solením musí být kůže po obou stranách očištěná, zbavená krve a nečistot, nechá se odbobtnat, znovu se prosolí a předává se do koželužen k dalšímu zpracování na useň. Koželužský technologický postup zpracování kůže na useň se zpravidla rozděluje do 5 úseků: výroba holiny ze surové kůže, příprava holiny k činění, činění – přeměna holiny v useň, předúprava usní, konečná úprava usní. Rozlišují se dva základní typy koželužských výrob: [4, 9]

- výroba plošných usní (vrchových, oděvních atd.),  
většina je z nich chromočiněných (na řezu jsou zelené)
- výroba hmotnostních usní (spodkových, technických aj.),  
většina je z nich třísločiněných (na řezu jsou hnědé)

Z hovězích kůží se vyrábí klišovková střeva, kůže se nejprve zbaví nežádoucích složek (tuků a rozpustných bílkovin), louží se v roztoku hydroxidu vápenatého (zmýdelnění tuků), neutralizují se ponořením do kyseliny chlorovodíkové, dále se mechanicky rozvlákňují, uvolňují se vlákna kolagenu, která bobtnají po přidavku vody. Ve speciálních strojích se tato kolagenní hmota vytlačuje v podobě nekonečné hadice – střeva, které se vytvrzuje formaldehydem nebo glyoxalem (příčně vazby mezi vlákny bílkovin). Střeva se dále upravují (potisk, řezání přířezů, řásnění). **Vepřové kůže** se často zpracovávají jako přísada do masných výrobků po dokonalém rozmělnění a další úpravě (máčení v kyselinách a solích, vaření). Vepřové kůže bývají také výchozí surovinou pro výrobu potravinářské želatiny. [3]

### **Kosti, chrupavky a šlachy**

Pojivová tkáň slouží jako mechanická opora, výplň, izolace, rezervoár tuku a minerálních látek a má i funkci exkreční. Převažující složka pojivové tkáně, mezibuněčná hmota matrix, se skládá ze složky vláknité, obsahující vlákna trojího druhu. Složka interfibrinální má vlastnosti viskózního roztoku nebo gelu. Mění konzistenci od želatinózní (řídke vazivo) na pevnou a pružnou chrupavku, ve které je mezibuněčná hmota impregnována organickými látkami (glykoproteiny). Podle konzistence rozlišujeme tři základní druhy pojivové tkáně: vaziva, chrupavky a kosti. [1]

Kosti jsou složeny z kostních buněk a organického pojiva oseinu, základní kolagenní bílkovinné hmoty, která je prostoupena anorganickými solemi. Tyto soli tvoří 2/3 hmotnosti vysušené kostní tkáně s obsahem 85 % fosforečnanu vápenatého, 10 % uhličitanu vápenatého a 0,3 % fluoridu vápenatého. Výtěžnost kostí ze živé hmoty je přibližně 20 % u hovězího dobytka, 19% u prasat a 30% u ovcí a telat. Kosti, které nejsou použité pro výživu lidí, se zpracovávají na kostní moučku, kostní tuk, kostní kliš a želatinu. Kosti sbírané na jatkách musí být k dispozici pro další zpracování co nejrychleji, do 24 hodin. Kosti dělíme na výsekové, tvořící asi 65% všech kostí jatečných zvířat a kosti technické. Mezi technické kosti řadíme všechny kosti, získané vykostěním těl jatečných zvířat, které nebyly použity a nebo které nebylo možné použít pro lidskou výživu, ale které byli po veterinární prohlídce uznané jako vhodné pro průmyslové zpracování. Technické kosti se užívají pro výrobu hnojiv (superfosfát). Velké kosti lze využít i jako surovinu pro výrobu knoflíků. Kosti musí být čerstvé, případně vychlazené nebo zmrazené, čisté, bez cizího pachu. Kosti jsou často zpracovány při mechanické separaci. Výsekové kosti se skladují v chladírnách, technické v tmavých místnostech, v kontejnerech.

Chrupavky a tvrdé šlachy se získávají jako tzv. nezpracovatelný odpad na disekci. Tvrdé šlachy jsou vhodné kvůli vysokému obsahu kolagenu pro výrobu klišu. Chrupavky obsahují také elastin, který se částečně hydrolyzuje až při teplotách 120 až 130 °C, zatímco kolagen hydrolyzuje na rozpustný a stravitelný kliš už při 80 °C. [3, 4]

### **Střeva**

Střeva zabíjených zvířat jsou cenným materiálem pro obaly v masném průmyslu. Přírodní střeva mají jedinečné technologické vlastnosti jako je elasticita, přilnavost k plnicímu ma-

teriálu, permeabilitu pro odpařování vody a plynů. Umožňují tepelné opracování naraženého díla, dávají výrobku tvar, mají ochrannou funkci a prodlužují tím trvanlivost výrobku, pozitivně ovlivňují jeho chuť a jsou stravitelné. Pro použití v potravinářském průmyslu jsou vhodná pouze střeva ze zdravých zvířat. Prvním technologickým krokem je oddělování střev od okruží, následuje vyprazdňování s otáčením naruby. Během čištění se ze střeva odstraňují tuk a mukosa. Počet odstraněných vrstev ze střeva závisí na jejich dalším použití. Pro jejich použití jako obalů pro vařené masové výrobky se střeva čistí jen povrchově. Pro použití střeva pro uzené masové výrobky se všechny mukosní membrány spolu s většinou svalových vrstev odstraní tak, zůstává pouze submukosní vrstva a zbytky svalové vrstvy. Opracovaná střeva jsou tříděna podle jejich délky, průměru a kvality. Střeva, která se mají skladovat, se musí konzervovat. Obvykle se konzervují solením mletou solí. Čištění střev je prováděno mechanicky na speciálních zařízeních v místnostech oddělených od jiných zpracovatelských prostorů. Střeva zvířat, která nejsou používána v potravinářském průmyslu slouží jako zdroj pro výrobu vstřebatelného šicího materiálu, pro farmaceutické účely a nebo jsou zpracované v kafilériích. [4, 9]

### 1.2.3 Vedlejší bílkovinné produkty keratinového typu

#### **Chlupy a štětiny**

Chlupy jsou kožní produkty, které buď zůstanou jako součást kůže a představují odpad v koželužnách, nebo se mohou těžit již na jatkách a sloužit jako vedlejší surovina. Nejvýznamnější jsou žíně získávané odstříháním (koně) nebo seříznutím celé kelky (skot). Chlupy a štětiny získané při jatečném opracování zvířat se používají na výrobu štětců a kartáčů, jako materiál do pohovek a matrací apod. Nejvyšší štětiny jsou na krku a zádech. Jsou dlouhé, elastické a pevné. Štětina a srst se získávají ze zvířat po napařování v horké vodě. Po promytí horkou vodou teplou 80 °C a sušení se štětiny třídí, balí a dopravují na další zpracování mimo potravinářský průmysl. Dále se využívají k přípravě keratinových hydrolyzátů a nebo jsou likvidovány v asanačním ústavu. [2, 4]

## Rohovina

Rohovinou rozumíme rohy a rohovinová pouzdra, která pokrývají poslední, distální článek prstu zvířete. Je to pevná a pružná hmota obsahující kreatin, tj. bílkovinu s vysokým obsahem síry. Na jatkách se mohou získávat rohy hovězího dobytka, paznehty dobytka a vykrmovaných telat a kopyta koní. Rohovina se může použít jako surovina pro výrobu bílkovinných hydrolyzátů (dnes se však využívá málo), krmných směsí a případně řezbářských výrobků. [4]

## Peří

Peří obsahuje přibližně 87 % bílkovin, které jsou zastoupeny hlavně keratinem (80-90 %). Peří patří mezi výrobky s nejstarší výrobní tradicí a také v současné době je velmi důležitou surovinou. Z peří se vyrábí účelové a ozdobné předměty a méně hodnotné slouží jako výplň tělocvičného nářadí, matrací, stěn vozů a lodí, případně se může použít na výrobu krmné moučky, pěnivého roztoku do hasících přístrojů. Peří se získává buď trháním peří ze živé drůbeže nebo škuláním peří ze zabitě drůbeže [2, 4]. Hrabavá drůbež se nepodškubává a peří se z ní získává pouze při jatečném opracování. Ze zabitě drůbeže je možné získat peří více způsoby. Z hlediska získání kvalitního peří se jako nejšetrnější způsob jeví škulání za sucha. Produktivita práce při tomto způsobu je však velmi nízká a je to zároveň způsob namáhavý. Kvalitní peří je možné získat i mokrým způsobem, je však nutné co nejdříve získané peří vyčistit a vhodným způsobem sušit. Průmyslové peří tvoří peří horší kvality. Předpokladem využití peří jako krmiva je vhodný způsob jeho úpravy. Mletí peří na krmnou moučku nemá pro jeho nízkou stravitelnost praktický význam. Výhodnější je tento produkt využít jako organické hnojivo. Enzymovou hydrolýzou se peří rozloží až na aminokyseliny, čímž se dosáhne vysoká stravitelnost hydrolyzátu. Hydrolyzované peří je bohaté na protein, ale má velmi nízké procento určitých esenciálních aminokyselin jako je histidin, lysin a methionin. Obsahuje vysoké procento síry. [4, 11]

#### 1.2.4 Ostatní vedlejší produkty

Do skupiny ostatních vedlejších surovin se zařazují běžné (obligátní) a občasné (neobligátní) konfiskáty, tukové odpady a obsahy předžaludků a žaludků jatečných zvířat. Jedná se především o bílkovinné a tukové suroviny a odpady, které je možné využít hlavně pro krmné účely. Obligátní konfiskáty se získávají při zabíjení zvířat a jsou vždy nepoživatelné. Patří sem výkroje oční, ušní, hrtan a průdušnice, mandle, pohlavní orgány, sliznice ze střev, žaludek koní a tlusté střevo. Neobligátní konfiskáty jsou části nebo celá těla zvířat posouzené veterinárním lékařem jako nevhodné pro lidský konzum. Mezi tukové odpady, které se většinou zpracovávají v asanačních ústavech patří lojový odpad (ořezy z hovězích, telecích, ovčích a kozích kůží, odřezky střevního loje, vyprázdňené hovězí žlučníky), tukový odpad (odřezky z vepřových a koňských střev, tuk z kanců, vyprázdňená tlustá střeva prasat, vepřové žlučníky, výřez z vepřových uší a další tukový odpad), kaparový tuk, oškvarky ze zpracování mokrou cestou. Největší objem představují obsahy předžaludků a slézu hovězího dobytka, které v průměru představují 17,1 % z hmotnosti živého zvířete. Jedná se o částečně natrávené krmivo, jehož složení se v průběhu roku mění a to v závislosti na přijímaném druhu krmiva. V průměru mají obsahy asi 85 % vody, vysoký obsah vlákniny, poměrně nízký obsah dusíkatých látek (3 %). Ekonomicky nejpříjemnějším způsobem jejich zpracování je kompostování. [12]

Pokud je to ekonomicky výhodné, některé žlázy a orgány jsou využívány pro další zpracování ve farmaceutickém průmyslu k výrobě hormonů. Žlázy a orgány musí pocházet ze zvířat, která byla určena pro lidskou spotřebu bez omezení. Žlázy se získávají a skladují odděleně a nesmí být kontaminované krví, vodou a nečistotami. Musí se mrazit a balit ihned po odběru. [4]

### 1.3 Jatka a životní prostředí

Vztah všech typů potravinářských provozů k životnímu prostředí je velmi úzký. Produkce jakostních potravinářských surovin i jejich zpracování vyžadují omezovat veškeré negativní vlivy prostředí. Potravinářské provozy je vhodné lokalizovat v místech, která jsou minimálně ekologicky zatížena nebo dokonce narušena. Jatky patří především svojí tvorbou organických odpadů, odpadních vod a pachů mezi ekologicky náročné potravinářské pod-



niky. Podrobnější úpravy povinností ze zákona o životním prostředí pak obsahují právní předpisy pro jednotlivé úseky ochrany životního prostředí. Pro provozovatele jatek jsou nejdůležitější ty, které upravují vodní hospodářství, odpadové hospodářství, ochranu ovzduší a posuzování vlivů na životní prostředí. [4, 12]

### 1.3.1 Vodní hospodářství

Jatka patří ve vodohospodářské oblasti mezi velké spotřebitele pitné vody s vysokými nároky na její kvalitu a zdravotní nezávadnost, ale také mezi velké zdroje organického znečištění odpadních vod. Odpadní vody z jatek členíme do dvou skupin a to na vody technologické tj. z porážek a souvisejících provozů (stájí, porážek, střevárny, mycích ramp), které jsou znečištěny značným množstvím mechanických nečistot (obsahy trávicí soustavy) a okapovou krví a dále na vody splaškové, které ve srovnání s výše uvedenými druhy odpadních vod bývají znečištěny nejméně i jejich podíl na celkovém objemu odpadních vod jatek bývá většinou zanedbatelný. Vody ze střech, nádvoří, vozovek a pevných ploch jsou označovány jako dešťové. Jejich svody je nutné řešit odděleně od vod technologických i splaškových do dešťové kanalizace, vodních toků nebo výjimečně do kanalizace splaškové. Objem a množství nečistot mechanických či rozpuštěných v odpadních vodách značně kolísá, závisí především na objemu výroby, na dodržování technologické kázně a na technickém vybavení podniku. Objem odpadních vod z jatek je velmi variabilní. K odstraňování hrubých nečistot odpadních vod z jatečné fáze nebo masozpracujících provozech používají nejčastěji stírané žlaby. Zachycené nečistoty jsou pak předávány k surovinám (odpadům) určeným k dalšímu zpracování v asanačních podnicích. Pro provozy s vysokým stupněm znečištění hrubými nečistotami je vhodný hřebenový dopravník, který odpad dostatečně odvodní a přesune do kontejnerů. K odstranění jemných sedimentujících látek, které prošly stíranými žlaby slouží primární sedimentační nádrže prosté nebo kombinované. Organické nečistoty odpadních vod se mohou po mechanickém čištění odstraňovat biologicky pomocí směsné kultury mikroorganismů. Průmyslově nejpoužívanější umělé způsoby biologického čištění – biofiltrace a aktivace – probíhají v čistírnách a potřebují několik hodin či dní. [4, 12]

### 1.3.2 Odpadové hospodářství

Hospodaření s odpady ošetřuje zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, který definuje odpad jako movitou věc, která se pro vlastníka stala nepotřebnou a ten se jí zbavuje s úmyslem ji odložit, nebo movitá věc, která byla vyřazena na základě zvláštního právního předpisu. Odpad, který má jednu nebo více nebezpečných vlastností je odpad nebezpečný. Nebezpečnými vlastnostmi odpadů mohou být výbušnost, hořlavost, oxidační schopnost, tepelná nestálost organických peroxidů, schopnost odpadů uvolňovat při styku se vzduchem jedovaté plyny, ekotoxicita, následná nebezpečnost, akutní toxicita, pozdní účinek, žíravost, infekčnost a radioaktivita. [13]

#### Konfiskáty živočišného původu

Vznikají jako vedlejší produkt při veterinární prohlídce. Patří sem celá těla nebo části těl zvířat anebo živočišné produkty, které nejsou určeny pro přímou lidskou spotřebu. Dle vyhlášky č. 295/2003 se dělí na specifikovaný rizikový materiál, vysokorizikové konfiskáty živočišného původu, nízkorizikové konfiskáty živočišného původu. [14]

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č.999/2001 definuje pojem „specifikovaný rizikový materiál.“

#### Specifikovaný rizikový materiál

Kategorie 3 a 4

- Lebka včetně mozku a očí, mandle a mícha skotu staršího než 12 měsíců a střeva skotu jakéhokoli věku
- Lebka včetně mozku a očí, mandle a mícha ovcí a koz starších než 12 měsíců, slezina ovcí a koz jakéhokoli věku

Kategorie 5

- Celá hlava (mimo jazyka) včetně mozku, očí ganglií a mandlí, brzlík, slezina a mícha staršího skotu než 6 měsíců a střeva skotu jakéhokoli věku
- Páteř včetně míšních ganglií skotu staršího 30 měsíců

- Lebka včetně mozku a očí, mandle a mícha koz a ovcí starších než 12 měsíců, slezina ovcí a koz jakéhokoli věku

Specifikovaný rizikový materiál musí být odstraňován na jatkách, v bourárnách, v závodech nebo provozech na zpracování vysoce rizikového materiálu pod dozorem pracovníka pověřeného příslušným orgánem. Páteř může být odstraňována v místech prodeje spotřebiteli nacházejících se na území dotyčného členského státu. Veškerý specifikovaný rizikový materiál musí být okamžitě po odstranění obarven barvou a musí být zlikvidován: spálením bez předchozí úpravy, nebo po předchozí úpravě. [14]

### **Sběr, uložení a likvidace odpadů z jatek**

Odpady, které vznikají při porážení jatečných zvířat, ale i při zpracování masa a výrobků z masa, můžeme označit též jako technické suroviny. Těmi se ovšem odpady stávají v okamžiku jejich dalšího hospodářského využití.

Odpady převážně živočišného původu (bílkovinného a tukového charakteru) jsou neškodně odstraňovány a zpracovávány v asanačních podnicích. Odpady bílkovinného a tukového charakteru představují u jatek kvantitativně největší podíl ze všech kategorií odpadů. Jejich využití je převážně uskutečňováno prostřednictvím asanačních podniků (dříve veterinárních asanačních ústavů) nebo výroben krmiv. Jen zcela výjimečně jsou tyto odpady využívány k výrobě krmiv přímo v závodech. Veškeré jatečné odpady uvedené kategorie lze rozmělnit pomocí drtiče kostí a získanou měl následně opracovat při teplotě 121 °C po dobu 30 minut. Tepelně opracovaná měl představuje tmavě hnědou, drobnou, na tuk bohatou, dobře přepracovatelnou a skladovatelnou hmotu se specifickým aromatem. V kombinaci s okopaninami, kuchyňskými zbytky a s některými rostlinnými koncentráty vytváří bílkoviny a energofery bohaté krmivo vhodné zvláště pro běhouny prasat. Po smísení se statkovými krmivy je vzhledem ke svému specifickému složení (vyšší obsah krve a tuku) tato kombinovaná krmná směs skladovatelná pouze 24 hodin. Přímé zpracování odpadů bílkovinného a tukového charakteru na jatkách je efektivní bezodpadovou technologií. Další možný způsob racionálního využití těchto odpadů představuje výroba tepelně opracovaných produktů pro krmení užitkových a kožešinových zvířat (např. konzervy pro psy a kočky). Konfiskáty lze obdobně jako odpady bílkovinného a tukového charakteru hospodárně využít k výrobě krmiv (krmných mouček a směsí) jen ve vymezených zařízeních –

převážně v asanačních podnicích v souladu se zvláštními předpisy. Provozovatelé jatek a provozoven jsou povinni předávat konfiskáty živočišného původu asanačním podnikům. Po veterinárním rozhodnutí a na základě veterinárního povolení lze konfiskáty neinfekčního původu (především technologické) použít k prodeji v čerstvém stavu nebo po tepelném opracování ke krmení kožešinových zvířat, služebních a chovných psů, koček, případně lze z těchto konfiskátů neinfekčního charakteru vyrábět různé výrobky a konzervy pro psy a kočky. [3, 4]

Odpady keratinového charakteru se shromažďují obvykle tříděné a předávají jako druhotné suroviny k využití pro produkci kartáčnických výrobků, uměleckých a řezbářských výrobků, technických a krmivářských produktů a hnojiv. Ke zneškodňování je lze předávat také spolu s konfiskáty asanačním podnikům.

Odpady rostlinného charakteru tvoří obsahy předžaludků skotu, Malých přežvýkavců a obsahy žaludků prasat. K hospodárnému zneškodnění je nejvhodnější odvoz k zakompostování spolu s určitým podílem chlévské mrvy ustájovacích prostorů. Zcela ojediněle uvedené odpady, podobně jako flotát z odpadních vod, jsou využívány na výrobu bioplynu.

Odpady minerálního charakteru tyto odpady představují největší problémy a potíže s jejich hospodárným využitím a zneškodňováním. Kvantitativně nejvíce zastoupeným druhem odpadů této kategorie je odpadní sůl při dlouhodobé konzervaci surových kůží a odpadní anorganické chladicí roztoky. Jejich zneškodňování vyžaduje odsun na vyhrazené úložiště. Část množství soli použité ke konzervaci kůží, lze využít po vyprání a vysušení a po smíchání se stejným podílem čerstvé soli opět ke konzervaci kůží. Odpadní anorganické chladicí roztoky, čpavek aj. musí být likvidovány po předcházející neutralizaci nebo po jiném předepsaném postupu. [3, 4]

### 1.3.3 Ochrana ovzduší

Znečišťujícími látkami se rozumí tuhé, kapalné a plynné látky, které přímo nebo po chemické případně fyzikální změně v ovzduší nebo po spolupůsobení s jinou látkou nepříznivě ovlivňují ovzduší a tím ohrožují a poškozují zdraví lidí, zvířat a ostatních organismů, zhoršují jejich prostředí a nadměrně je obtěžují nebo poškozují majetek. Přípustnou úroveň znečišťování ovzduší určují emisní a imisní limity. Emisní limity – tj. nejvyšší přípustné množství znečišťující látky vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování. Imisní limit pro pachové látky stanovuje, že tyto nesmí být v koncentracích obtěžujících obyvatelstvo.

Z praktického hlediska se v provozu jatek jedná především o kotelny na pevná, tekutá a plynná paliva a chladicí zařízení s médii – vysoce chlorované freony, čpavek aj. Požadovaná úroveň emisních a imisních limitů je zajišťována u kotelen optimalizací postupu spalování a záchytem exhalovaných pevných látek pomocí speciálních filtrů. [4, 12]

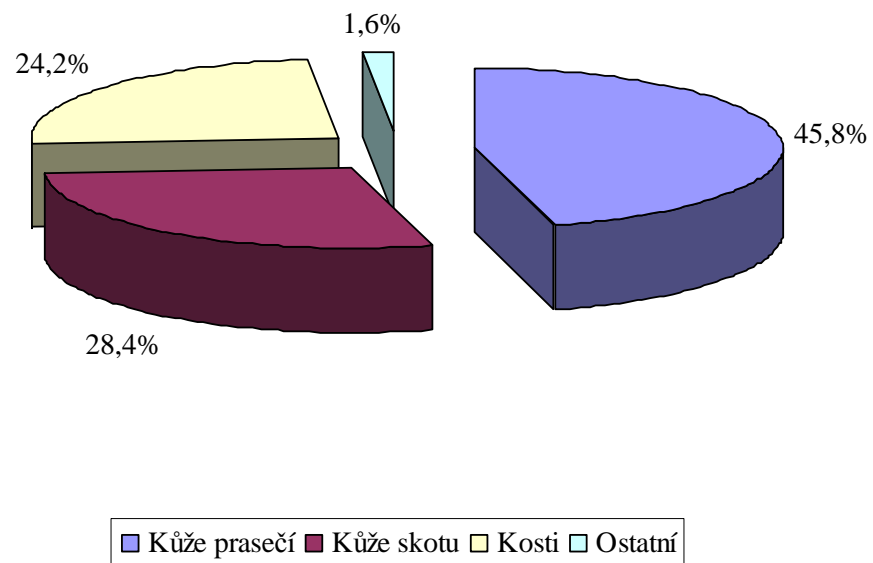
## 2 ŽELATINA

Želatina je parciální hydrolyzát kolagenu, který se získává ze surovin extrakce horkou vodou po předchozím opracování těchto surovin v kyselém (želatina typu A) nebo alkalickém prostředí (želatina typu B). Je to nažloutlá až světle hnědá pevná látka, bez chuti, obvykle ve formě průsvitných lístků, útržků, zrn nebo prášku [15]

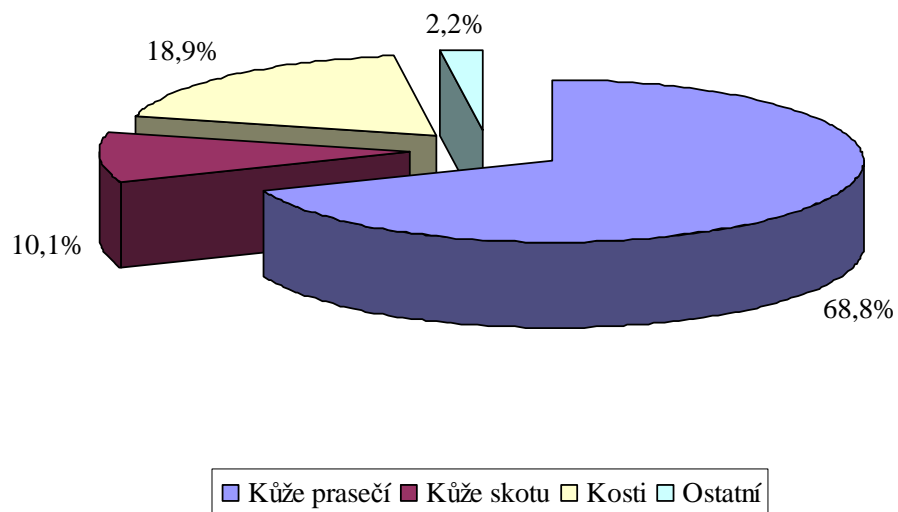
Původ slova želatina je odvozen z latinského slova gelata, které popisuje její nejvíce charakteristickou vlastnost a to je schopnost tvořit gel ve vodě. Velký počet použití se zástupem různých aplikačních oblastí činí želatinu jedním z nejvšestrannějších biopolymerů. Tento fakt se odráží i na celosvětové roční produkci želatiny, která v roce 2006 činila 315000 tun. [16]

### 2.1 Surovinové zdroje

Pro výrobu želatiny mohou být použity jakékoliv suroviny – tkáň obsahující kolagen. Jsou upřednostňovány kůže a kosti ze savčích zdrojů skotu a prasat, ale želatina je také vyráběna z kůže jednotlivých druhů ryb a v menší míře i ze slepic. Výrobní proces zahrnuje čištění jednotlivých tkání, je následován předzpracováním, extrakcí želatiny, filtrací a sterilizací, zhušťováním, sušením a mletím. Želatina pocházející z kůže prasat je hlavním produktem vyráběným v Evropě a v Severní Americe, zatímco kůže skotu je hlavním surovým materiálem pro výrobu želatiny v Jižní Americe. Porovnání spotřeby surovinových zdrojů pro produkci želatiny v roce 2006 je uvedena na obr. 2 a obr. 3. Z grafu je patrné, že v Evropě bylo vyrobeno vyšší procento želatiny pocházející z prasečí kůže v porovnání s celosvětovou spotřebou. [16, 17]



Obr. 2. Celosvětová spotřeba surového materiálu na výrobu želatin v roce 2006 [16]



Obr. 3. Evropská spotřeba surového materiálu na výrobu želatin v roce 2006 [16]

Množství želatiny vyrobené ze surovinových zdrojů skotu je proto přirozeně nižší v Evropě. Důvodem může být vypuknutí BSE (bovinní spongiformní encefalopatie) v Evropě během devadesátých let dvacátého století, kvůli tomuto faktu jsou stále upřednostňovány prasečí zdroje pro výrobu želatiny. Evropa nemá mnoho muslimských států, proto používání prasečí želatiny není striktně omezováno na základě etnických a náboženských důvodů. V jiných částech světa jako je Asie a Afrika je preferována želatina pocházející ze skotu, z důvodu dietního omezení. Zdroje, které jsou na obr. 3 označené jako ostatní zahrnují želatinu původem z ryb a drůbeže, jejich zastoupení odpovídá přibližně 2 %. Želatina z mořských rybích druhů má nízké optimální fyzikální vlastnosti (pevnost gelu) v porovnání se želatinou ze savců a to omezuje aplikaci těchto produktů. Želatina ze sladkovodních rybích druhů má fyzikální vlastnosti více podobné želatině savčí a může přímo nahradit želatinu ze savců v mnoha produktech. [16]

## 2.2 Chemická struktura a druhy želatiny

Želatina je štěpný produkt kolagenu získaný extrakcí kolagenních materiálů vodou o teplotě nad 40°C. Po chemické stránce se želatina skládá z 18 aminokyselin, přičemž v molekule želatiny převládají tři skupiny aminokyselin. Glycin a alanin tvoří 1/3 až 1/2 veškerých aminokyselin a převažují u želatin zpracovaných alkalickým způsobem, alanin převažuje u želatin zpracovaných kyselým způsobem. Prolin a hydroxyprolin tvoří přibližně 1/4 veškerých aminokyselin. Kyselé nebo zásadité aminokyseliny tvoří 1/4. Želatina neobsahuje aminokyselinu tryptofan, což ji vylučuje ze skupiny biologicky úplných proteinů. Želatina (typ A) má více či méně identické složení aminokyselin v porovnání s kolagenem. Průměrná hodnota isoelektrického bodu typu A, je proto podobná kolagenu v rozsahu ( $pI=7-9,4$ ). Výjimku tvoří želatina typu A pocházející z kůže skotu, která má nižší hodnotu isoelektrického bodu v rozsahu ( $pI=5,7-7,4$ ). Želatina (typ B) má velký nedostatek nedisociovatelných aminokyselin (glutamin, asparagin), protože zmíněné aminokyseliny jsou přeměněny na svoji karboxylovou formu alkalickou deaminací a želatina se stává více kyselou. Hodnota isoelektrického bodu alkalicky předzpracované želatiny je přibližně 4,8-5,5. Obsah prolinu a hydroxyprolinu se značně liší mezi jednotlivými druhy. Želatina extrahovaná ze sladkovodních ryb má vyšší obsah prolinu a hydroxyprolinu než želatina z mořských rybích druhů. Rybí želatina není dnes běžně užívána v průmyslových aplikacích, kvůli nevyhovujícím fyzikálním a reologickým vlastnostem, ze strachu z možné alergické reakce, z důvodu



omezené dostupnosti a vyšší ceně. Avšak několik nových patentovaných aplikací, nové technologie, přísné testování na rybí alergeny může tenhle fakt změnit v blízké budoucnosti. [16, 19]

## **2.3 Technologie výroby želatin z tradičních surovin**

Na začátku výrobního procesu je surovinový zdroj promýván, aby se zbavil nečistot. Koncentrované surové materiály mohou být zpracovány přímo nebo mohou být sušeny a skladovány pro další užití. Následné předběžné zpracování je podrobena buď kyselému nebo alkalickému předzpracování, které je následováno extrakcí želatiny vodou o teplotě 50 – 100 °C., která záleží na zdroji kolagenu a požadované kvalitě konečné želatiny. [16]

### **2.3.1 Výroba kožních želatin typ A**

Kyselé opracování náleží k výrobě želatin označovaných jako typ A. Při kyselém zpracování je promytý surový materiál ponořen do zředěné minerální kyseliny (pH=1,5 – 3,0) po dobu 8 až 30 hodin (obvykle 18 – 24 hodin), to záleží na tloušťce a velikosti surového materiálu. Po opracování je materiál promýván pod tekoucí vodou a neutralizován dokud není dosaženo hodnoty extrakčního pH. Posléze následuje obvykle víceetapňová extrakce, další fáze přípravy želatiny se shodují s výrobou želatiny typu B, které jsou uvedeny následovně.

### **2.3.2 Výroba kožních želatin typ B**

Želatina typu B je finálním produktem alkalického předzpracování. Mnoho alkalických činidel může být použito pro tohle zpracování, ale nasycený roztok hydroxidu vápenatého (pH 12.0) je obecně nejvíce používanou kapalinou. Promytá surovina je umístěna do kádí společně s kapalinou. Teplota je udržována pod 24 °C a směs je rozrušována pomocí tyče nebo jiných mechanických prostředků. Proces trvá alespoň 20 dnů až 6 měsíců, záleží to na tloušťce a typu suroviny. Když je zpracování dokončeno, zalkalizovaný materiál je promyt vodou, pH je upraveno pomocí zředěné kyseliny chlorovodíkové, z důvodu správných extrakčních podmínek. Předzpracovaný materiál je umístěn v extrakčních nádobách naplněných horkou vodou. Každá extrakce je provedena za vzrůstajících teplot v rozsahu 55 – 100 °C. Kombinace předzpracování a extrakce činí finální želatinový produkt směsí polypeptidových řetězců s různým složením a různou molekulovou hmotností. Želatin vyšší

kvality jsou vyrobeny za nižších teplot extrakce, vyznačují se výbornými hodnotami pevnosti gelu (tzv. Bloom hodnota). Barva želatiny je způsobena Maillardovou reakcí, která je zapříčiněna reakcí mezi amino skupinami želatiny a stopy sacharidů surového materiálu. Obsah popelovin je v této fázi je 2 – 3 %, ale může být snížen iontovou výměnou odstraněním přebytku soli. Fáze sterilizace zahrnuje nepřímou sterilizaci přes desku tepelnými výměníky a přímou sterilizaci parou. Po sterilizaci následuje chlazení, kde koncentrované želatinové roztoky přechází v gel. Gely pro práškové želatiny jsou extrudovány do nudlí. Sušení je zdokonaleno pomocí filtrace a mikrobiologické čistoty vzduchu, počáteční teplota je přibližně 30 °C. Želatinové nudle jsou drcené a mleté do směsí obsahující částice od 0,1 do 10 mm. Obsah vlhkosti obchodní želatiny kolísá mezi 8 – 12%. Obsah popelovin pro potravinářské, farmaceutické a fotografické aplikace musí být menší než dvě procenta, v souladu s různými předpisy. [16, 20]

### 2.3.3 Výroba kostní želatiny

Kosti jsou zpracovávány ve srovnání s kůží poněkud odlišně. Po promytí výchozí suroviny jsou drceny a znovu promyty, odtučněny, drcené úlomky kostí jsou vystaveny kyselým podmínkám (obvykle 4 až 7% kyselina chlorovodíková) minimálně po dobu dvou dnů. Tento proces je také znám pod pojmem macerace. Výsledkem tohoto procesu je odstranění minerálů, které jsou obsaženy v kostní hmotě jako je fosforečnan vápenatý a uhličitan vápenatý. Jsou odstraněny z kostní houbovitě hmoty zvané ossein. [16]

## 2.4 Aplikace želatiny

Želatina je všestranný hydrokoloid a je široce aplikována v potravinářských, farmaceutických, kosmetických, lékařských a fotografických výrobcích. Nejdůležitějšími vlastnostmi želatiny jsou: schopnost utvářet termoreversibilní gel, zahušťování, texturování, vysoká vaznost vody, utváření emulzí a stabilizace, vytváření pěny, adheze, kohese.

### 2.4.1 Potravinářské aplikace

Želatina se svými unikátními vlastnostmi je především rozvinutá pro cukrářský průmysl. Příklady výrobků obsahujících želatinu jsou ovocné želatinové bonbony, karamely, bonbony obalené v cukru, čokoládové tyčinky. V cukrářských aplikacích se využívají gelo-tvorné

vlastnosti želatiny [21]. Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím vytvoření želatinového desertu je pH, které by se mělo udržovat mezi 3,0 - 3,5, aby byla dosažena přijatelná kyselost. Při výrobě různých zákusků se využívá pěnotvorných a gello-tvorných vlastností želatiny, schopnosti vytvořit tuhou fázi, která se pomalu rozpouští v ústech. Značná část želatiny se spotřebuje také při výrobě mléčných výrobků, zmrzliny či v pekárenství. Dále se používá k čištění (piva, vína), jako stabilizátor nebo ochranný koloid. Potravinářské želatiny mají pevnost gelu 50 až 300 Bloom. Potravinářská želatina se vyrábí hlavně ze zvířecích kůží a také z kostí. Vodný roztok želatiny se s úspěchem používá k ošetření uzenářských výrobků. Při sušení dochází ke tvorbě transparentního filmu, který chrání výrobek proti vzniku plísní, vykvétání solí, oxidaci a migraci tuků. Přídavek želatiny při výrobě masných výrobků zabrání ztrátám důležitých štáv. U některých mléčných výrobků se želatina využívá k úpravám (ke zvýšení) viskozity. Roztoky želatiny se používají jako stabilizátory a ochranné koloidy zvyšující stálost a rovnoměrnost výrobků v emulzi. Při výrobě tavených sýrů se používá k dosažení žádoucí textury a lesku. Želatinovací schopnosti se využívá při úpravě ovocných a živočišných rosolů, aspiků, džemů a marmelád. Stejně je tomu při výrobě tlačenek a jiných uzenářských výrobků.

Želatina se v důsledku filmotvorných vlastností používá jako nosič k uchovávání aktivních potravních složek (barvy, oleje, vitamíny, koření, antioxidanty). Hlavním účelem mikroenkapsulace je zamaskovat nepříjemnou chuť, barvu nebo zápach a zlepšit senzorické vlastnosti výrobku. [7]

#### 2.4.2 Farmaceutické a lékařské aplikace

Široké použití želatiny ve farmacii a medicíně je podmíněno několika výbornými vlastnostmi želatiny, kterými jsou: tolerance v potravinách (netoxická, není alergenem), výborná biokompatibilita, vysoká kvalita (čistota), nízká imunogenní aktivita, kontrolovatelné fyzikální parametry. Želatina je využívána jako náhražka plazmy v urgentních případech, v tabletách, pastilkách, při výrobě vaginálních globulí (tetraboritanové globule), při výrobě želatinových hub k zástavě krvácení (gelaspon), při výrobě nových vakcín. Přibližně 90% veškeré želatiny farmaceutické kvality je využíváno na výrobu želatinových kapslí, tvrdých a měkkých tobolek. [16]

**Tvrdá želatinová tobolka** se skládá ze dvou válcovitých tělísek (víčka a těla). Při výrobě želatinových tobolek se želatina rozpustí při teplotě 65°C, do želatinové hmoty se přidávají

rozpustná barviva nebo barevné pigmenty. Při výrobě se namočí válcovité tyčinky (formy), které odpovídají tvarem a průměrem tělu a víčku tobolky, do roztavené želatinové hmoty. Potom se formy vytáhnou a otáčejí v proudu vzduchu, aby na nich vytvořený film ztuhl. Po usušení se tělo tobolky a její víčko stáhnou, ořežou na požadovanou délku a spojí, výrobné tobolky mají obsahovat 12 – 15 % vody, aby nebyly velmi křehké, obsah vody nesmí být větší, protože tobolky by se lepily. Charakteristickou vlastností želatinové tobolky je její barevnost, barvy působí i na psychiku pacienta, uspokojivě i stimulačně. Na základě psychologických poznatků se volí barva léků určitých farmakologických skupin. Do tobolek se nejčastěji plní prášek nebo zrněný prášek. Na zlepšení tokových vlastností se k nim přidávají kluzné látky (koloidní oxid křemičitý, stearan hořečnatý nebo mastek). Na výrobu tvrdých želatinových tobolek se používají vysoce výkonné stroje kontinuálního chodu s rychlostí 120000 tobolek za hodinu. Naplněné tvrdé želatinové tobolky se mohou dále upravovat. K úpravám patří potisk, odstranění prachu a leštění a zapečetění.

**Měkké želatinové tobolky** se v jedné operaci formují i plní. Vstupním produktem je želatinová hmota obsahující zpravidla 44 % želatina, 24 % glycerolu, 32 % vody. Při výrobě želatinových tobolek se želatina nechá nabobtnat ve vodě, přidají se další součásti a směs se v kotli s planetovým míchadlem rozpustí, zabarví, konzervuje antimikrobiální látkou a zbaví vzduchu. Léčiva, která se plní do měkkých tobolek, musí být kapalná. Zformované tobolky se vysuší při obyčejné teplotě v prostředí s nízkou relativní vlhkostí.

Ve světovém měřítku jsou želatinové tobolky velmi oblíbenou lékovou formou, jejich zastoupení je porovnatelné s rozsahem výroby tablet, i když jejich výroba je dražší a výrobnost plnicích automatů je menší než tabletovacích lisů. [22]

### 2.4.3 Fotografický průmysl

Ve fotografickém průmyslu se želatiny používá jako základní složky emulsí, kterými se polévají fotografické filmy, papíry a desky. Používá se hlavně želatina typu B. Želatina typu A má limitované použití na povrchové povlaky a mezivrstvy. Želatina se získává převážně z kostí, přičemž proces přípravy a extrakce surového materiálu je veden za přísně kontrolovatelných podmínek vedoucích k želatině s požadovanými fotografickými vlastnostmi (citlivost, neutralita, minimální zákal). Inertní fotografická želatina tvoří také podkladní vrstvu barevných fotografických materiálů. Zabezpečuje dobré přilnutí celé emulze skládající se z několika vrstev k podložce. [7]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CÍLE PRÁCE

1. Extrakce želatiny (hydrolyzátu) ze surových hovězích šlach 3-stupňovou technologií.
2. Sledování vlivu předzpracování šlach (1. stupeň) v kyselém, neutrálním a alkalickém prostředí na výtěžnost želatiny (hydrolyzátu).
3. Sledování doby a teploty ve 3. stupni extrakce na výtěžnost želatiny (hydrolyzátu).
4. Sledování vlivu technologických podmínek v 1. a ve 3. stupni extrakce na vlastnosti připravených želatin (hydrolyzátů): obsah bílkovin, obsah popelovin a pevnost gelu.
5. Návrh optimálních technologických podmínek extrakce želatiny (hydrolyzátu) s ohledem na výtěžnost a vlastnosti želatiny (hydrolyzátu).

## 4 MATERIÁLY A METODY

### 4.1 Přístroje a pomůcky

- Sušárna Memmert ULP 400 (Německo)
- Magnetické míchadlo Ikamag RCT Basic (Německo)
- Magnetická míchadélka
- Třepačka LT 2 (ČR)
- Elektronické předvážky KERN 440 – 47 (Německo)
- Elektronické analytické váhy KERN 770 (Německo)
- Exsikátor (s vysušeným silikagelem)
- ph metr WTW ph 526 (Německo)
- Inkubátor WTB Binder (Německo)
- Inkubátor Liebherr FKU 1800 (Německo)
- Elektrický vařič ETA 2107 (ČR)
- Topná deska Ika
- Lednička s mrazničkou Samsung Calex
- Kovový kuchyňský cedník (velikost porů 1 mm)
- PAD tkanina na filtraci (velikost porů 150  $\mu\text{m}$ )
- Muflová pec Nabatherm (Německo)
- Mineralizátor Digesdahl (Německo)
- Parnas – Wagnerův destilační přístroj
- PE lahve
- HDPE obaly
- LDPE samouzavíratelné sáčky
- Odměrné válce 50 ml, 300 ml, 500 ml
- Erlenmayerovy baňky 5000 ml

- Nálevky
- Petriho misky
- Koželužské misky
- Krystalizační misky
- Pipety a balónky
- Navažovací lodička
- 100 ml odměrné baňky
- Kádinky 50 ml, 100 ml, 250 ml
- Mineralizační baňky
- Žíhací kelímky
- Titrační baňky
- Váženky (průměr 45 mm, výška 50 mm)

## 4.2 Chemikálie

- 5% roztok NaOH
- 10% roztok NaOH
- 30% roztok NaOH
- 1% roztok CH<sub>3</sub>COOH
- 5% roztok CH<sub>3</sub>COOH
- 99% kyselina octová
- 96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (p.a.)
- 2% roztok H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (p.a.)
- 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (p.a.)
- 0,05 mol/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Tashirovo činidlo
- Enzym Polarzym 6.0 T – proteáza v práškové formě Novozymes Dánsko



- Destilovaná voda
- Petrolether
- Ethanol

### 4.3 Analytické metody

#### 4.3.1 Stanovení dusíku a obsahu bílkovin

Stanovení bylo prováděno podle ČSN 57 6023 ze sušiny (při 103 °C) [23]. Do mineralizační baňky bylo odváženo s přesností na 0,0001 g 0,5 g vzorku a přidáno 10 ml koncentrované kyseliny sírové. Mineralizační baňka se vložila do mineralizačního přístroje a mineralizovala se při teplotě 455 až 465 °C v digestoři. Mineralizace probíhala po dobu cca 1 až 1,5 hodiny, ke konci mineralizace bylo přidáno 5 ml 30% peroxidu vodíku, došlo k vyčeření vzorku, vyjasněná směs se zahřívala ještě 15 minut. Po vychladnutí mineralizační baňky, se obsah zředil 30 ml vody a převedl do 100 ml odměrné baňky a doplnil destilovanou vodou.

Do předlohy předem vyhřátého Parnas-Wagnerova přístroje bylo nalito 50 ml 2% kyseliny borité. Do nálevky se odpipetovalo 25 ml mineralisátu a přidalo 25 ml 30% roztoku hydroxidu sodného. Amoniak se vydestiloval s vodní parou do předlohy, destilace probíhala 20 minut od počátku varu v destilační baňce. Po skončení destilace se do vzorku přidalo 5 kapek Tashirova indikátoru, vzorek se titroval 0,05 mol/l roztokem kyseliny sírové do slabě růžového zbarvení. Spotřeba roztoku kyseliny sírové byla zaznamenána. Obsah dusíku se vypočetl podle níže uvedeného vzorce:

$$N = \frac{V_1 \cdot 0,0014 \cdot 100}{n} \cdot \frac{V_2}{V_3} \cdot f \quad (\%)$$

Kde je  $V_1$  .....objem odměrného roztoku  $H_2SO_4$  ( $c = 0,05$  mol/l) spotřebovaný na ti-

traci v (ml)

$V_2$  .....celkový objem mineralizátu (ml)

$V_3$  .....objem mineralizátu pipetovaný na stanovení (ml)

$f$  .....přepočítávací faktor odměrného roztoku  $H_2SO_4$  ( $c = 0,05$  mol/l)

$n$  .....navážka vzorku

### Obsah bílkovin

Obsah bílkovin (B) ve vzorku se stanovil pomocí přepočítávacího faktoru 6,25; kterým byl vynásoben obsah dusíku.

$$B = N \cdot 6,25 (\%)$$

#### 4.3.2 Stanovení obsahu popelovin

Stanovení bylo prováděno ze sušiny při 103 °C. Přežíhaný a vychlazený porcelánový kelímek byl zvážen s přesností na 0,0001 g. Na analytických vahách bylo naváženo do kelímku asi 0,5 g želatiny. Kelímek se vzorkem se nejprve spálil nad plynovým kahanem (1 hodina) a poté se žíhal v muflové peci 45 min při teplotě 650 °C. Kelímek se nechal částečně vychladnout na kovové síťce a poté se umístil do exsikátoru, po vychladnutí na pokojovou teplotu se zvažil. Obsah popela P v % se vypočetl podle níže uvedeného vzorce:

$$P = \frac{m_5 - m_4}{n} \cdot 100 (\%)$$

Kde je  $m_4$  .....hmotnost žíhacího kelímku bez vzorku (g)

$m_5$  ..... hmotnost žíhacího kelímku včetně vzorku po vysušení (g)

$n$  .....navážka hydrolyzátu vysušeného při 103 °C (g)

#### 4.3.3 Stanovení obsahu sušiny

Sušina vzorku se stanoví jeho sušením při teplotě  $103 \pm 2$  °C do konstantní hmotnosti a vyjadřuje se v % (hmot.). Na analytických vahách (s přesností na 0,0001 g) byly zváženy suché koželužské misky. Do koželužských misek byl navážen cca 1g vzorku (s přesností na

0,0001 g). Koželužské misky se umístily do sušárny na dobu 24 hod s teplotou  $103 \pm 2$  °C. Koželužské misky byly přikryty víčkem a nechaly se vychladnout v exsikátoru, poté byly zváženy na analytických vahách. Každé stanovení vycházelo ze 2 navážek a sušina byla vypočítána jako aritmetický průměr dvou stanovení. Obsah sušiny se vypočetl podle níže uvedeného vzorce:

$$S = \frac{m_2 - m_1}{n} \cdot 100 (\%)$$

Kde je  $m_1$  .....hmotnost koželužské misky s víčkem před stanovením (g)

$m_2$  .....hmotnost koželužské misky s víčkem včetně vzorku po vysušení (g)

n.....navážka vzorku (g)

#### 4.3.4 Stanovení pevnosti gelu želatin

Dle testovací metodiky by se mělo připravit 112 g vzorku gelu (v předepsané nádobě) k koncentraci 6,6666% (w/w).

$$\begin{aligned} 6,6666 \% (w/w) \text{ roztok} &= 6,666 \text{ g želatiny} + 93,3334 \text{ g vody} \\ &= 7,4667 \text{ g želatiny} + 104,5 \text{ g vody} \end{aligned}$$

Vzhledem k omezenému množství připravených želatin bylo nutné připravit menší množství vzorku dle zvolené metody (B). Do předem zvážené váženky o průměru 45 mm a výšce 50 mm byly naváženy 3 g želatiny (navážka želatiny vysušené při 40 °C) s přesností na 0,0001 g. K želatině bylo přidáno 42 ml destilované vody. Směs se ponechala půl hodiny nabobtnat. Po půl hodině se směs za neustálého míchání zahřívala na 40 °C po dobu 3 hodin. Po důkladném rozpuštění želatiny se váženka s roztokem želatiny umístila do lednice při teplotě  $8 \text{ °C} \pm 1 \text{ °C}$  po dobu 16 hod. Po uplynulé době byla stanovena pevnost gelu. Po stanovení pevnosti gelu se želatiny opět rozpustily při 40 °C s přídatkem vody a pak se znovu vysušily při 40 °C, uchovaly se pro případné další analýzy.

### 4.3.5 Výpočet bilance hmot a účinnost extrakčního procesu

Při všech experimentech byla prováděna bilance hmoty, která vycházela z níže uvedených vztahů:

$$\text{VSTUP (sušina šlach)} = \check{Z} + \text{NP} + P_1$$

$$P_1 = \text{Vstup} - (\check{Z} + \text{NP})$$

S.....navážka sušiny šlach (g)

Ž.....želatina (kolagenní hydrolyzát) (g)

NP.....nerozložený podíl (g)

P<sub>1</sub>.....podíl želatiny (hydrolyzátu) vyextrahovaný po 3. stupni extrakce

Celková účinnost extrakčního procesu  $\eta$  byla vypočtena dle níže uvedeného vzorce:

$$\eta = 100 - \left( \frac{NP}{n} \cdot 100 \right) (\%)$$

Kde je  $NP$  .....hmotnost nerozloženého podílu (g)

$n$ ..... navážka vzorku šlach vztažená na sušinu (g)

## 4.4 Šlachy

Šlachy dodané z jatek byly očištěny promytím vodou, rozemlety na menší kousky na mlýnku Moulinex HV 6, poté byly zhomogenizovány a roztrženy do HDPE obalů, skladovaly se v mrazničce při teplotě  $-18 \pm 2$  °C. Analýza surových hovězích šlach (vazovice) je uvedena v tabulce č.5.

Tab. 5. Analýza surových hovězích šlach (vazovice)

Parametr	Hodnota (%)	Směrodatná odchylka	Variační koeficient
Sušina	67,04	1,32	0,02
popel <sup>(1)</sup>	0,85	0,02	0,02
tuk <sup>(1)</sup>	28,85	3,95	0,14
dusík <sup>(1)</sup>	15,24	0,28	0,02
čisté bílkoviny <sup>(1)</sup>	95,00	-	-
obsah hydroxyprolinu <sup>(1)</sup>	6,21	0,07	0,01
obsah kolagenu <sup>(1)</sup>	49,70	-	-
obsah elastinu <sup>(2)</sup>	45,30	-	-
<sup>(1)</sup> vztaženo na sušinu šlach			
<sup>(2)</sup> vypočteno z rozdílu čistých bílkovin a obsahu kolagenu			

Po provedených vstupních analýzách, které sloužily k charakterizaci surového materiálu se šlachy odučnily. Odučněné šlachy se zabalily do HDPE obalů a skladovaly se v mrazničce při teplotě  $-18 \pm 2$  °C. Před vlastními experimenty extrakce želatiny se nechalo dostatečné množství šlach rozmrazit při teplotě  $6 \pm 1$  °C po dobu 24 hod. U rozmražených šlach byl rovněž zjištěn obsah jejich sušiny (sušením při 103 °C). Extrakce želatiny z krátkých hovězích šlach probíhala tří stupňovou hydrolyzou. První stupeň extrakce zahrnoval opracování šlach v kyselém, neutrálním a alkalickém prostředí, ve druhém stupni extrakce byl zkoumaný materiál vystaven proteolytickému působení vlivem enzymu (Polarzym 6,0 T). Polarzym je prášková proteáza, získaná z geneticky modifikovaných mikroorganismů, optimální účinnost enzymu je při pH  $8,0 \pm 0,2$ . Třetí stupeň extrakce zahrnoval zahřátí směsi a filtraci. Obecné blokové schéma je uvedeno na obr. 12.

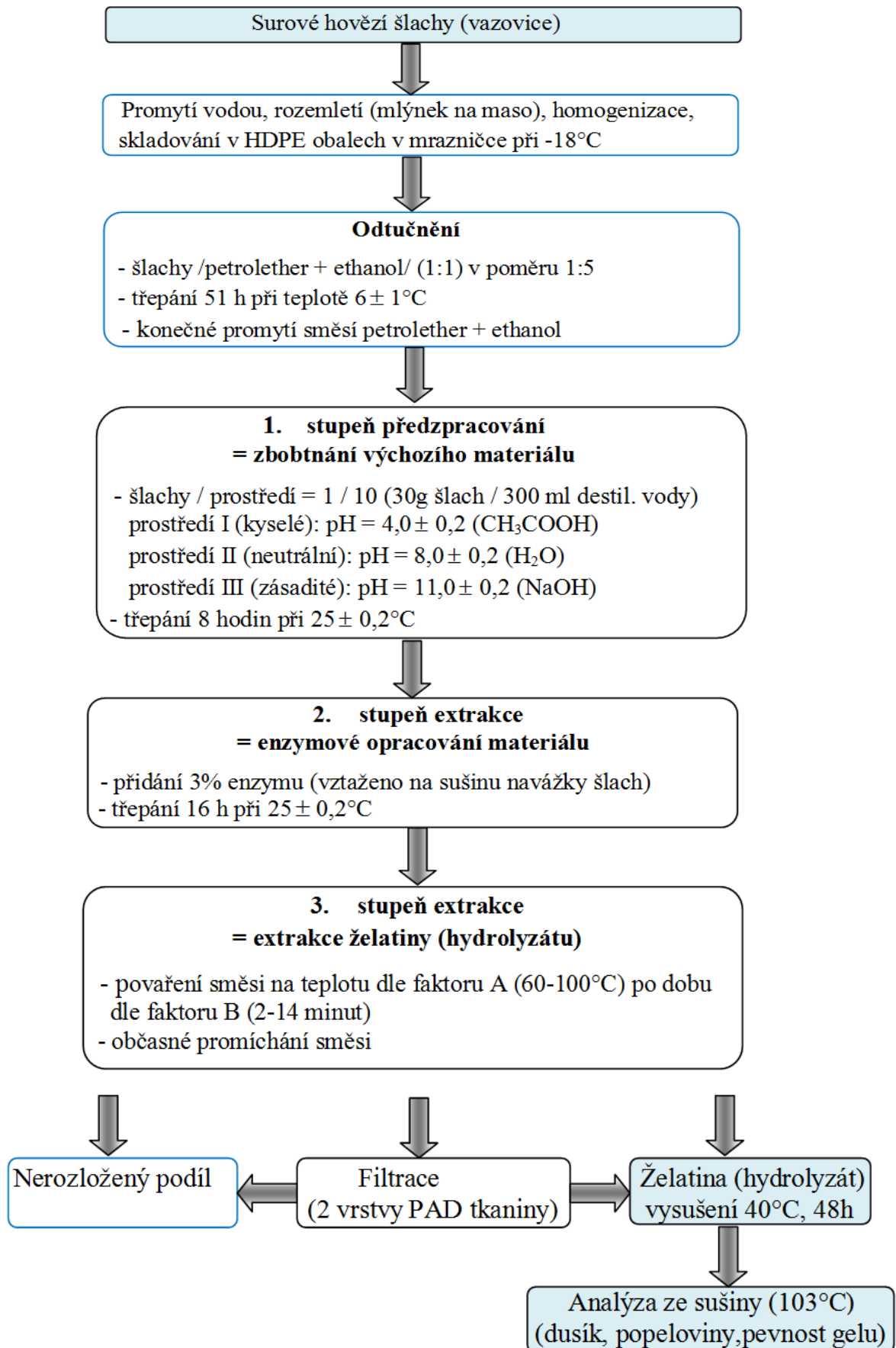
## 4.5 Koncept experimentů

Pro sledování vlivu zkoumaných faktorů ve 3. stupni extrakce (teplota extrakce, doba extrakce) na účinnost extrakčního procesu, byla metodika experimentů naplánována faktorovými pokusy  $2^2$  s jedním centrálním experimentem (2 zkoumané faktory na dvou úrovních: maximální a minimální). Hodnocenými proměnnými veličinami byly účinnost extrakce a vlastnosti extrahovaných želatin (pevnost gelu, obsah dusíku, obsah popelovin). Zkoumanými faktory ve 3. stupni extrakce byl faktor A (doba extrakce), dolní limit byl 2 min a horní limit byl 14 min. Druhým zkoumaným faktorem B byla teplota extrakce, dolní limit byl určen na 60 °C a horní limit byl určen na 100 °C, jsou uvedeny v tabulce č.6.

*Tab. 6. Zkoumané faktory ve 3. stupni extrakce*

Pokus č.	Zkoumané faktory ve 3. stupni extrakci	
	Faktor A: doba (min)	Faktor A: teplota (°C)
1	2	60
2	2	100
3	8	80
4	14	60
5	14	100

Vyhodnocení výsledků bylo realizováno ve statistickém programu Statgraphics (Statistical Graphics Systém – version: 6,0 Manugistic, Inc. and Statistical Graphics Corporation, USA, 1992).



Obr. 4. Blokové schéma 3-stupňového extrakčního procesu želatiny (hydrolyzátu)

## 5 POSTUP PRÁCE

### 5.1 Odtučňování šlach

Rozemleté šlachy byly odtučněny podle následujícího postupu. V 5000 ml Erlenmayerově baňce se šlachy smíchaly s vytemperovanou směsí rozpouštědel (6 °C) petrolether a ethanol (1:1, objemové díly) v poměru 1:5 (šlachy:rozpouštědlo). Směs se míchala intenzivně na třepačce po dobu 51 hodin při teplotě  $6 \pm 1$  °C. Během pracovní doby se přibližně v 1 hodinových intervalech ještě promíchala ručně. Po 7, 24 a 31 hodinách odtučňování bylo vyměněno rozpouštědlo, po 51 hodinách se směs ještě promyla rozpouštědly. Odtučněné šlachy se ponechaly v digestoři 15 minut, aby se odpařilo zbylé rozpouštědlo. Odtučněné šlachy byly roztříděny do HDPE obalů po 70 g a uchovány pro další použití.

### 5.2 Extrakce želatiny při opracování šlach v kyselém prostředí

#### 1. stupeň extrakce

Do 1000 ml PE lahve se navázilo 30 g rozmražených šlach (s přesností na 0,1 g), ke vzorku se přidalo 300 ml vody vytemperované na teplotu  $25 \pm 0,2$  °C. Láhev se uzavřela, s obsahem se krátce promíchalo a změřilo se pH (pH=8,1). pH směsi se upravilo přidáním 0,2 ml ledové kyseliny octové na  $4,0 \pm 0,2$ . První hodinu se po 30 min překontrolovalo a upravilo pH. Zbylou dobu se pH směsi kontrolovalo a upravilo po jedné hodině, celková spotřeba kyseliny octové na úpravu pH byla 0,6 ml. S obsahem se třepalo 8 hodin při  $25 \pm 0,2$  °C v inkubátoru. Během této doby se u malého množství rozmražených šlach stanovila 3×sušina. Po 1. stupni zpracování se šlachy separovaly od kyselého prostředí a výchozí materiál se promýval vodou o objemu 300 ml, která byla vytemperována na pokojovou teplotu, s obsahem se 30 s intenzivně míchalo, poté se voda separovala. Proprání vodou se opakovalo 3×. Poté se k propranému výchozímu materiálu přidalo 300 ml vody vytemperované na teplotu  $25 \pm 0,2$  °C.



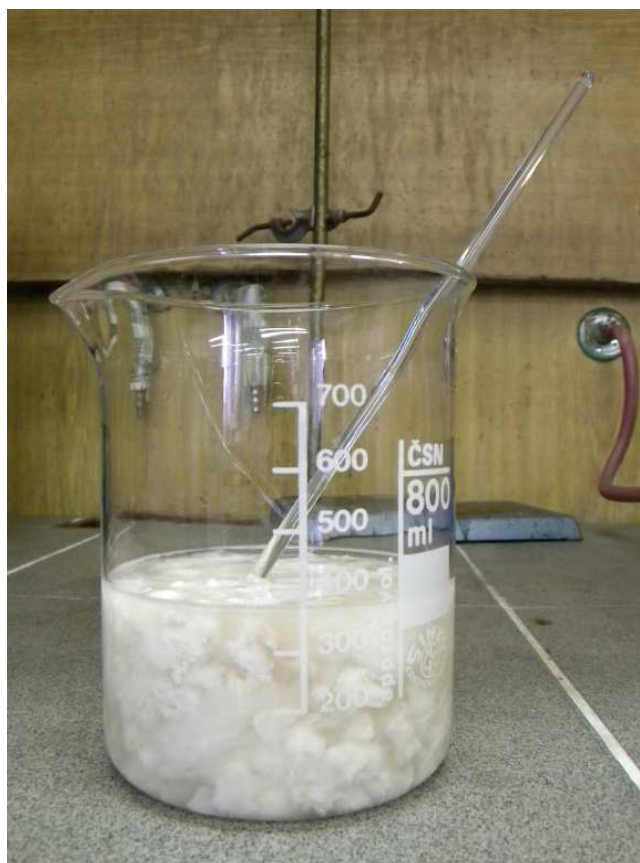
## 2. stupeň extrakce

Po 1. stupni extrakce se pH směsi upravilo na hodnotu  $8,0 \pm 0,2$  (při této hodnotě pH je optimální účinnost proteolytického enzymu) přidavkem 1,2 ml 5% roztoku NaOH. Přidalo se 3% enzymu (vztaženo na sušinu navážených šlach). Přídavek enzymu se přesně navázil na navažovací lodičku, vsypal se ke směsi a lodička se opláchla malým množstvím vody. Láhev se opět vložila do inkubátoru vytemperovaného na teplotu  $25 \pm 0,2$  °C a třepalo se 16 hodin. V průběhu prvních tří hodin se pH kontrolovalo a upravovalo po 1. hodině na hodnotu 8,2. Na úpravu pH bylo spotřebováno 1,8 ml 10% roztoku NaOH.

## 3. stupeň extrakce

Po 2. stupni extrakce se směs přelila do skleněné kádinky a ta se umístila na vařič s kontrolou teploty, surový materiál po 2. stupni extrakce je znázorněn na obr.5. Směs se zahřívala (za občasného míchání skleněnou tyčinkou) na teplotu podle faktoru B, po dosažení požadované teploty, se směs při této teplotě udržovala předepsanou dobu podle faktoru A. V průběhu měření ve 3. stupni extrakce došlo k přehodnocení rychlostí ohřevu zkoumaných směsí, a proto při maximální limitě požadované teploty jsem použila elektrický vařič ETA. Naopak při minimální a střední limitě požadované teploty byla použita elektrická topná deska IKA. Důvodem odlišného použití elektrických spotřebičů byla delší doba ohřevu směsi na bod varu (při maximální limitě) v případě použití topné desky, neboť směs se začala hydrolyzovat už při minimální limitě sledované teploty.

Ihned po ukončení 3. stupně extrakce se směs za horka přefiltrovala přes dvě vrstvy PAD tkaniny na kuchyňském sítu, filtrace je zobrazena na obr.6. Zbytek kapaliny se z tkaniny vymačkal a přidal se k roztoku želatiny. Nerozložený podíl zachycený při filtraci se ještě promyl 50 ml destilované vody předehřáté na 80 °C, která se přidala k roztoku želatiny. Nerozložený podíl se vysušil na Petriho misce při 103 °C po dobu 20 hodin, po vysušení se zvážil, je znázorněn na obr.9. Kapalný podíl (želatina) se vysušila rozlitím na 2 krystalizační misky při teplotě  $40 \pm 2$  °C cca 48 hodin, obr.7. Získaná želatina (obr.8) se rozdrtila na prášek a uchovala se pro následnou charakterizaci v exsikátoru nad vysušeným silikagelem při pokojové teplotě.



*Obr. 5. Surový materiál po 2. stupni extrakce*



*Obr. 6. Filtrace roztoku želatiny (hydrolyzátu) po 3. stupni extrakce*



*Obr. 7. Hydrolyzát získaný po filtraci směsi před vysušením*



*Obr. 8. Film želatiny (hydrolyzátu) po vysušení (40 °C, 48 h)*



*Obr. 9. Nerozložený podíl po vysušení (103 °C, 20 h)*

### 5.3 Extrakce želatiny při opracování šlach v neutrálním prostředí

#### 1. stupeň extrakce

Do 1000 ml PE lahve se navázilo 30 g rozmražených šlach (s přesností na 0,1 g), ke vzorku se přidalo 300 ml vody vytemperované na teplotu  $25\pm 0,2$  °C. Láhev se uzavřela, s obsahem se krátce promíchalo a změřilo se pH (pH=8,1). S obsahem se třepalo 8 hodin při  $25\pm 0,2$  °C v inkubátoru, po 2 hodinových intervalech se změřilo pH směsi. Během této doby se u malého množství rozmražených šlach stanovila 3×sušina.

#### 2. stupeň extrakce

Po 1. stupni extrakce se pH směsi upravilo na hodnotu  $8,0\pm 0,2$  (při této hodnotě pH je optimální účinnost proteolytického enzymu) přidavkem 0,1 ml 1% roztoku NaOH. Přidalo se 3% enzymu (vztaženo na sušinu navážených šlach). Přídavek enzymu se přesně navázil na navažovací lodičku, vsypal se ke směsi a lodička se opláchla malým množstvím vody. Láhev se opět vložila do inkubátoru, vytemperovaného na teplotu 25 °C a třepalo se 16 hodin. V průběhu prvních tří hodin se pH kontrolovalo a upravovalo po 1. hodině. Spotřeba 1% roztoku NaOH na úpravu pH byla 1,2 ml.

#### 3. stupeň extrakce

Po 2. stupni extrakce se směs přelila do skleněné kádinky a ta se umístila na vaňič s kontrolou teploty. Směs se zahřívala (za občasného míchání skleněnou tyčinkou) na teplotu podle faktoru B, po dosažení požadované teploty, se směs při této teplotě udržovala předepsanou dobu podle faktoru A. 3. stupeň extrakce probíhal nadále analogicky jako v případě hydrolyzy vazivových šlach v kyselém prostředí.

## 5.4 Extrakce želatiny při opracování šlach v zásaditém prostředí

### 1. stupeň extrakce

Do 1000 ml PE lahve se navázilo 30 g rozmražených šlach (s přesností na 0,1 g), ke vzorku se přidalo 300 ml vody vytemperované na teplotu  $25 \pm 0,2$  °C. Láhev se uzavřela, s obsahem se krátce promíchalo a změřilo se pH (pH=8,1). pH směsi se upravilo přidáním 0,15 ml 10% roztoku NaOH na pH=11,2. První hodinu se po 30 min překontrolovalo a upravilo pH. Zbylou dobu se pH směsi kontrolovalo a upravilo po 1. hodině. Celková spotřeba 10% roztoku NaOH byla 0,6 ml. S obsahem se třepalo 8 hodin při  $25 \pm 0,2$  °C v inkubátoru. Během této doby se u malého množství rozmražených šlach stanovila 3×sušina. Po 1. stupni zpracování se alkalické prostředí slilo a výchozí materiál se promýval vodou o objemu 300 ml, která byla vytemperována na pokojovou teplotu, s obsahem se 30 s intenzivně míchalo, poté se voda slila. Proprání vodou se opakovalo 3×. Poté se k propranému výchozímu materiálu přidalo 300 ml vody vytemperované na teplotu  $25 \pm 0,2$  °C.

### 2. stupeň extrakce

Po 1. stupni extrakce se pH směsi upravilo na hodnotu  $8,0 \pm 0,2$  (při této hodnotě pH je optimální účinnost proteolytického enzymu) přidávkem 0,5 ml 5% roztoku  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Přidalo se 3% enzymu (vztaženo na sušinu navážených šlach). Přídavek enzymu se přesně navázil na navažovací lodičku, vsypal se ke směsi a lodička se opláchla malým množstvím vody. Láhev se opět vložila do inkubátoru, vytemperovaného na teplotu 25 °C a třepalo se 16 hodin. V průběhu prvních tří hodin se pH kontrolovalo a upravovalo po 1. hodině na hodnotu 7,8. Spotřeba 1% roztoku  $\text{CH}_3\text{COOH}$  na úpravu pH činila 1,6 ml.

### 3. stupeň extrakce

Po 2. stupni extrakce se směs přelila do skleněné kádinky a ta se umístila na vařič s kontrolou teploty. Směs se zahřívala (za občasných míchání skleněnou tyčinkou) na teplotu podle faktoru B, po dosažení požadované teploty, se směs při této teplotě udržovala předepsanou dobu podle faktoru A. Následující postup byl proveden stejně jako v případě již zmíněné extrakce želatiny (hydrolyzátu) v kyselém a neutrálním prostředí.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUSE

## 6.1 Extrakce želatiny v kyselém prostředí

Tab. 7. Výsledky extrakce želatiny v kyselém prostředí

pokus č.	Zkoumané faktory ve 3. stupni extrakce		Bilance hmoty				Charakteristika želatiny (hydrolyzátu)						
	A doba [min]	B teplota [°C]	rychlost ohřevu směsi ve 3. stupni extrakce dt/dt [°C/min]	navážka sur. šlach (sušina šlach) [g]	vyextrahovaný podíl (hydrolyzát) po 3. stupni [%]	zbylý nerozlo žený podíl [%]	vyextrahovaná želatina (hydrolyzát) [%]	celková účinnost extrakčních o procesu [%]	obsah vlhkosti [%]	obsah dusíku [%]	obsah bílkovin [%]	obsah popelovin [%]	pevnost gelu [Bloom]
1	2	60	3,1	30,1 (16,5)	25,6	28,4	46,0	71,6	5,9	15,4	96,3	5,0	0
2	2	100	10,7	30,5 (10,7)	12,6	47,1	40,3	52,9	5,4	13,6	91,0	5,0	0
3	8	80	4,2	30,1 (9,6)	27,2	28,2	44,6	71,8	5,2	14,5	90,6	5,3	0
4	14	60	3,1	30,1 (16,6)	27,9	32,9	39,2	67,1	7,9	14,8	92,5	5,5	0
5	14	100	10,7	30,4 (10,1)	8,0	45,7	46,3	54,3	5,1	14,0	93,1	4,8	58,0

### 6.1.1 Celková účinnost extrakčního procesu

Celkové množství vyextrahované želatiny (hydrolyzátu) ze šlach je znázorněno následující nelineární rovnicí:

$$y = k + aA + bB + abAB$$

Kde je A, B.....sledované faktory při extrakci želatiny

AB.....interakce faktorů

a, b.....regresní koeficienty

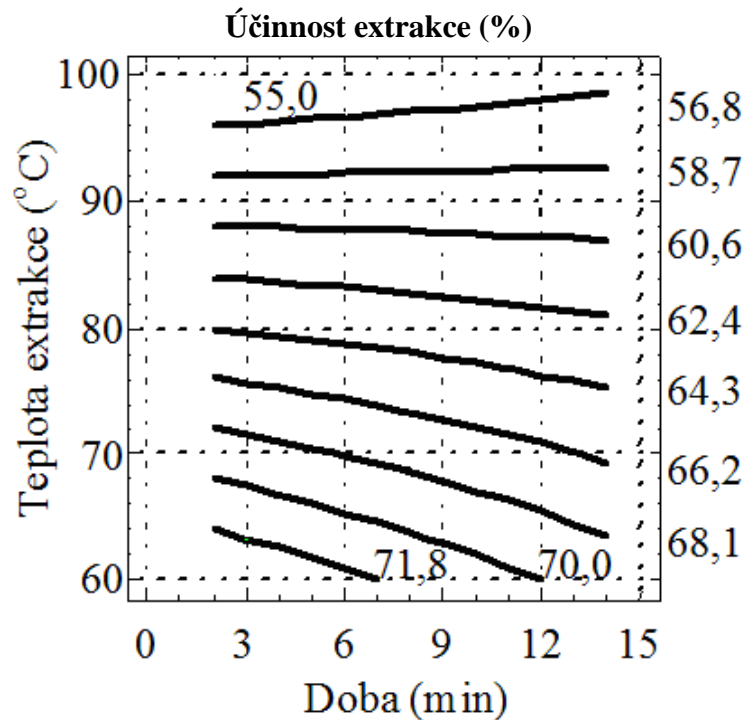
k.....konstanta

Při hydrolyze šlach v kyselém prostředí má regresní rovnice tvar:

$$y = 103,9 - 1,1A - 0,49B + 0,01AB$$

Korelační faktor:  $R^2 = 0,7524$

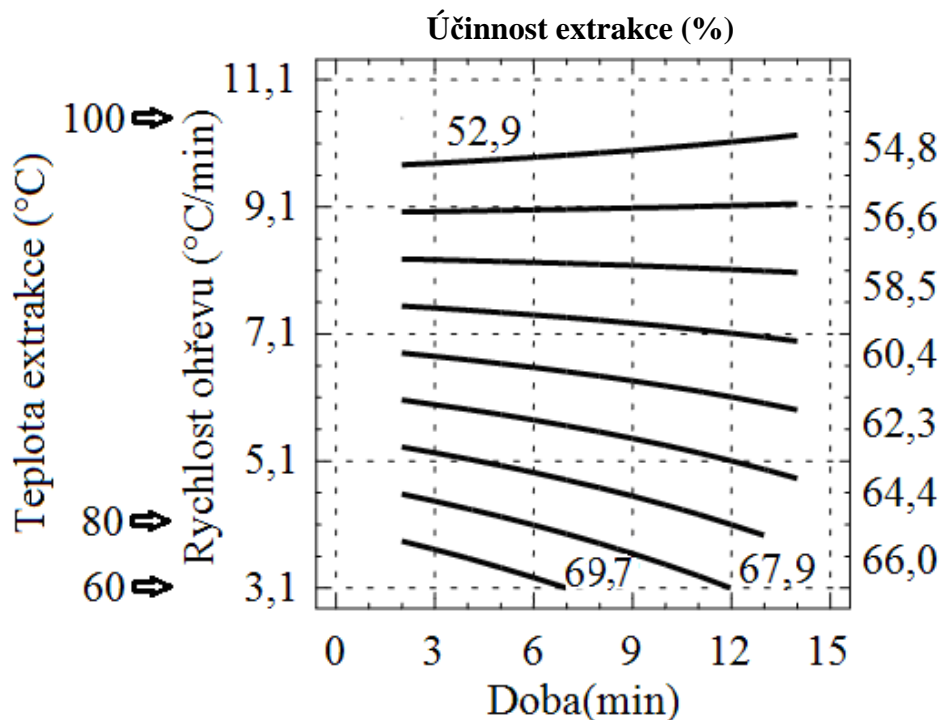
Celková účinnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) v závislosti na době a teplotě extrakce pro opracování šlach v kyselém prostředí ve 3. stupni extrakce je znázorněna na obrázku č.10. Z vrstevnicového grafu je patrné, že na celkovou účinnost extrakčního procesu měla vliv zejména nižší teplota extrakce, ale také kratší doba extrakce. Při nejnižší teplotě (60 °C) a krátké extrakční době technologického procesu bylo dosažena nejvyšší hodnota výtěžnosti extrakce želatiny (hydrolyzátu) 71,8 %. Naopak nejnižší hodnota účinnosti extrakčního procesu 52,9 % byla při maximální teplotě (100 °C) a krátké době extrakce (2 min). Účinnost extrakčního procesu pro opracování v kyselém prostředí byla optimální při dolní limitě teploty 60 °C a krátké době extrakce. Z grafu je evidentní, že při maximální teplotě a době extrakčního procesu byla dosažena nejnižší výtěžnost želatiny (hydrolyzátu).



Obr. 10. Celková účinnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) v závislosti na době a teplotě extrakce pro kyselé prostředí ve 3. stupni extrakce

Vliv doby extrakce a rychlosti ohřevu (a teploty extrakce) ve 3. stupni extrakce na celkovou účinnost extrakce je znázorněn na obr. 11. Významný vliv na účinnost extrakce v kyselém prostředí měla rychlost ohřevu směsi. Při nízkých hodnotách rychlosti ohřevu 3,1 °C/min a krátké době extrakce bylo dosaženo nejvyšší účinnosti extrakčního procesu (69,7 %). Z grafu je patrné, že doba extrakce neměla zásadní vliv na celkovou účinnost extrakčního procesu. Minimální výtěžnost extrakčního procesu (52,9 %) byla při maximální hodnotě rychlosti ohřevu směsi 10,7 °C/min a při maximální době extrakce (14 min).



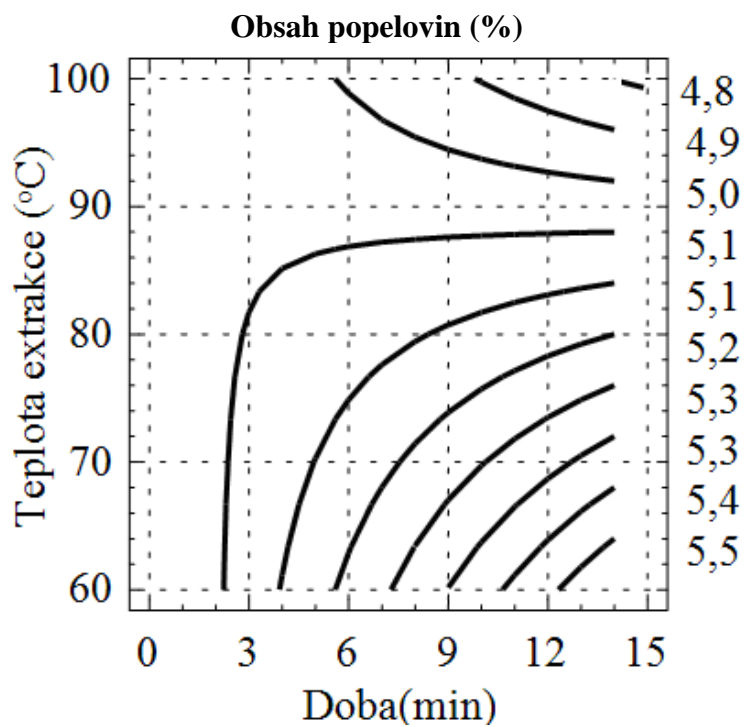


Obr. 11. Vliv doby a rychlosti ohřevu (a tomu odpovídající teplotě) ve 3. stupni extrakce na účinnost extrakce v kyselém prostředí

### 6.1.2 Charakteristika želatiny (hydrolyzátu)

Důležitou vlastností připravených želatin (hydrolyzátů) je pevnost gelu. Pevnost gelu se podařila stanovit pouze u jednoho vzorku připravených želatin (hydrolyzátů) a to pouze při extrakci želatiny získané ze šlach opracovaných v kyselém prostředí. Hodnota pevnosti gelu byla naměřena (58 Bloom) při maximální teplotě extrakce (100 °C) a při maximální extrakční době (14 min). U ostatních vzorků připravených želatin (hydrolyzátů) v kyselém prostředí se pevnost gelu nepodařilo stanovit.

Vliv doby a teploty ve 3. stupni extrakce na obsah popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v kyselém prostředí popisuje obr. 12. Obsah popelovin se pohyboval v relativně úzkém rozpětí. Z vrstevnicového grafu je viditelné, že významný vliv na obsah popelovin v hydrolyzátu měla teplota extrakce. Nejnižší obsah popelovin (4,8 %) byl při teplotě (100 °C) a době extrakce (14 min). Naopak při nejnižší teplotě extrakce (60 °C) a nejdelší době extrakce (14 min) byl obsah popelovin nejvyšší: 5,5%.



Obr. 12. Vliv doby a teploty ve 3. stupni extrakce na obsah popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v kyselém prostředí

## 6.2 Extrakce želatiny v neutrálním prostředí

Tab. 8. Výsledky extrakce želatiny v neutrálním prostředí

pokus č.	Zkoumané faktory ve 3. stupni extrakce		Bilance hmoty					Charakteristika želatiny (hydrolyzátu)					
	A doba [min]	B teplota [°C]	rychlost ohřevu směsi ve 3. stupni extrakce dt/dt [°C/min]	navážka sur. šlach (sušina šlach) [g]	vyextrahovaný podíl (hydrolyzát) po 3. stupni [%]	zbylý nerozlo žený podíl [%]	vyextrahovaná želatina (hydrolyzát) [%]	celková účinnost extrakčních o procesu [%]	obsah vlhkosti [%]	obsah dusíku [%]	obsah bílkovin [%]	obsah popelovin [%]	pevnost gehu [Bloom]
1	2	60	3,1	30,1 (13,1)	8,3	39,0	52,7	61,0	6,5	15,6	97,5	4,2	0
2	2	100	10,7	30,3 (13,2)	12,2	68,0	19,8	32,0	7,0	14,6	91,3	7,9	0
3	8	80	4,2	30,7 (14,4)	15,3	37,5	47,2	62,5	8,0	15,4	96,3	5,2	0
4	14	60	3,1	30,2 (14,2)	6,3	33,0	60,7	67,0	8,0	15,5	96,9	4,2	0
5	14	100	10,7	30,0 (14,1)	7,4	42,2	50,4	57,8	7,1	15,8	98,8	4,3	0

### 6.2.1 Celková účinnost extrakčního procesu

Celkové množství vyextrahované želatiny (hydrolyzátu) ze šlach je znázorněno následující nelineární rovnicí:

$$y = k + aA + bB + abAB$$

Kde je A, B.....sledované faktory při extrakci želatiny

AB.....interakce faktorů

a, b.....regresní koeficienty

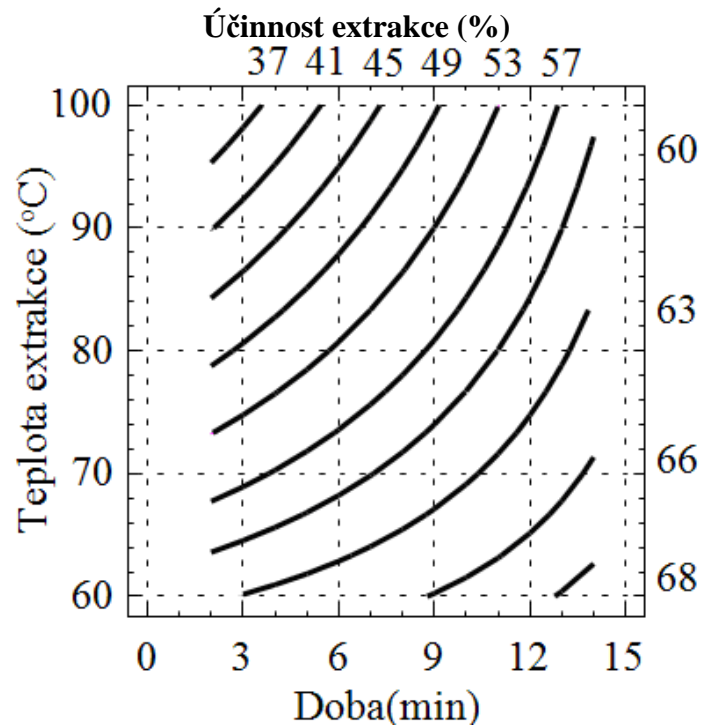
k.....konstanta

Při hydrolyze šlach v neutrálním prostředí má regresní rovnice tvar:

$$y = 110,06 - 1,98A - 0,81B + 0,04AB$$

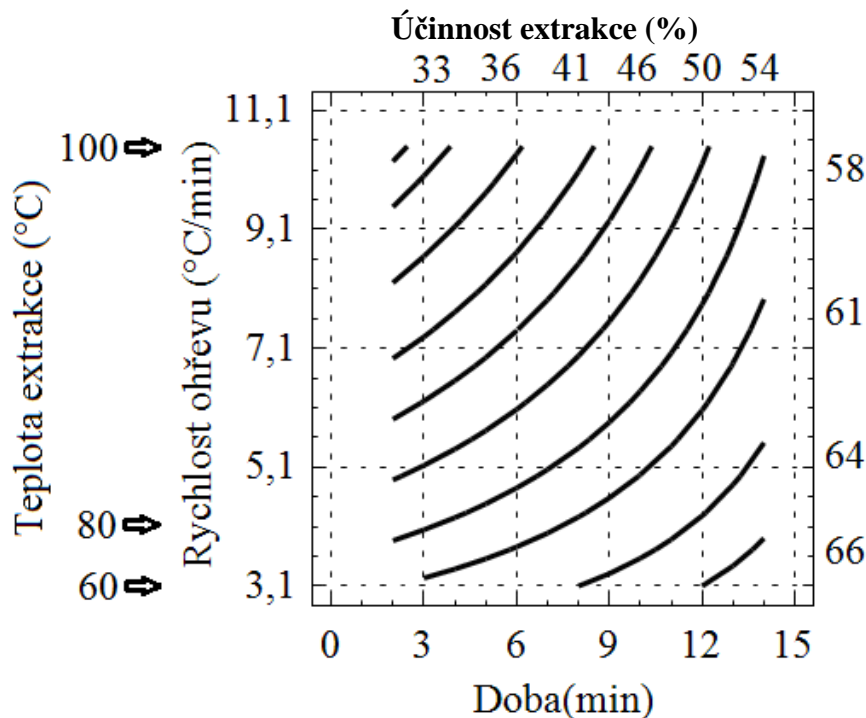
Korelační faktor:  $R^2 = 0,9325$

Závislost celkové účinnosti extrakčního procesu na době a teplotě extrakce pro opracování šlach v neutrálním prostředí je uvedena na obr. 13. Z grafu je zřejmé, že nejvyšší účinnost extrakce (67 %) byla při minimální limitě teploty extrakce (60 °C) a maximální době extrakce (14 min). Naopak minimální výtěžnost extrakčního procesu v neutrálním prostředí byla při maximální limitě teploty extrakce (100 °C) a minimální době extrakce. V závislosti na vyhodnocených výsledcích se potvrdilo, že doba i teplota extrakce mají významný vliv na celkovou účinnost extrakčního procesu.



Obr. 13. Celková účinnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) v závislosti na době a teplotě extrakce pro neutrální prostředí ve 3. stupni extrakce

Vliv doby a rychlosti ohřevu (a tomu odpovídající teplotě) ve 3. stupni extrakce na celkovou účinnost extrakce pro opracování šlach v neutrálním prostředí je znázorněn na obr. 14. Z vrstevnicového grafu vyplývá významný vliv rychlosti ohřevu směsi na účinnost extrakčního procesu. Nejoptimálnější hodnoty výtěžnosti extrakčního procesu (66 %) bylo dosaženo při nejnižší hodnotě rychlosti ohřevu (3,1 °C/min) a při nejdelší extrakční době (14 min). Naproti tomu minimální výtěžnost extrakčního procesu (33 %) byla při nejvyšší hodnotě rychlosti ohřevu směsi (10,7 °C/min) a při nejkratší extrakční době (2 min).

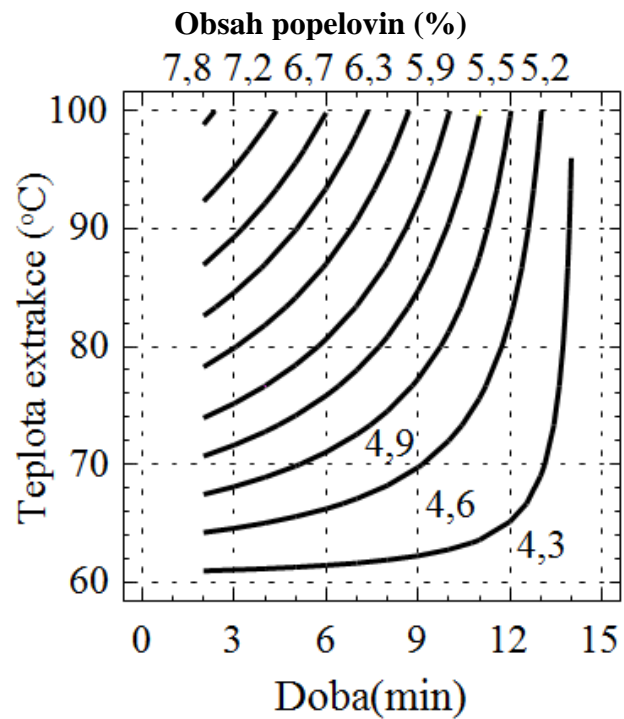


Obr. 14. Vliv doby a rychlosti ohřevu (a tomu odpovídající teplotě) ve 3. stupni extrakce na účinnost extrakce v neutrálním prostředí

### 6.2.2 Charakteristika želatiny (hydrolyzátu)

Důležitou charakteristikou připravených želatin (hydrolyzátů) je pevnost gelu. U žádného ze vzorků želatiny (hydrolyzátu) připraveného ze šlach opracovaných v neutrálním prostředí se nepodařilo pevnost gelu stanovit, neboť roztok želatiny nevytvořil po uplynutí příslušné doby gel.

Závislost doby a teploty extrakce na obsahu popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v neutrálním prostředí je zobrazena na obr. 15. Z vrstevnicového grafu je patrný významný vliv teploty a doby extrakce na obsah popelovin. Nejnižší obsah popelovin (4,3 %) byl zaznamenán při nejnižší teplotě extrakce (60 °C) a při nejdelší extrakční době (14 min). Naopak nejvyšší obsah popelovin (7,8 %) byl vykázan při maximální teplotě extrakce (100 °C) a při nejnižší extrakční době (2 min).



Obr. 15. Vliv doby a teploty na obsah popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v neutrálním prostředí

## 6.3 Extrakce želatiny v zásaditém prostředí

Tab. 9. Výsledky extrakce želatiny v zásaditém prostředí

pokus č.	Zkoumané faktory ve 3. stupni extrakce		Bilance hmoty				Charakteristika želatiny (hydrolyzátu)						
	A doba [min]	B teplota [°C]	rychlost ohřevu směsi ve 3. stupni extrakce dt/dt [°C/min]	navážka sur. šlach (sušina šlach) [g]	vyextrahovaný podíl (hydrolyzát) po 3. stupni [%]	zbylý nerozlo žený podíl [%]	vyextrahovaná želatina (hydrolyzát) [%]	celková účinnost extrakčních o procesu [%]	obsah vlhkosti [%]	obsah dusíku [%]	obsah bílkovin [%]	obsah popelovin [%]	pevnost gelu [Bloom]
1	2	60	3,1	30,2 (14,2)	10,9	59,4	29,7	40,6	7,0	15,1	94,4	6,9	0
2	2	100	10,7	30,4 (10,6)	14,0	30,5	55,5	69,5	5,8	15,5	96,8	3,6	0
3	8	80	4,2	30,1 (9,6)	11,9	26,9	61,2	73,1	5,1	15,3	95,6	4,1	0
4	14	60	3,1	30,5 (16,8)	31,0	29,0	40,0	71,0	7,4	15,2	95,0	4,8	0
5	14	100	10,7	30,4 (10,0)	7,6	25,0	67,4	75,0	5,6	15,8	98,8	3,2	0



### 6.3.1 Celková účinnost extrakčního procesu

Celkové množství vyextrahované želatiny (hydrolyzátu) ze šlach je znázorněno následující nelineární rovnicí:

$$y = k + aA + bB + abAB$$

Kde je A, B.....sledované faktory při extrakci želatiny

AB.....interakce faktorů

a, b.....regresní koeficienty

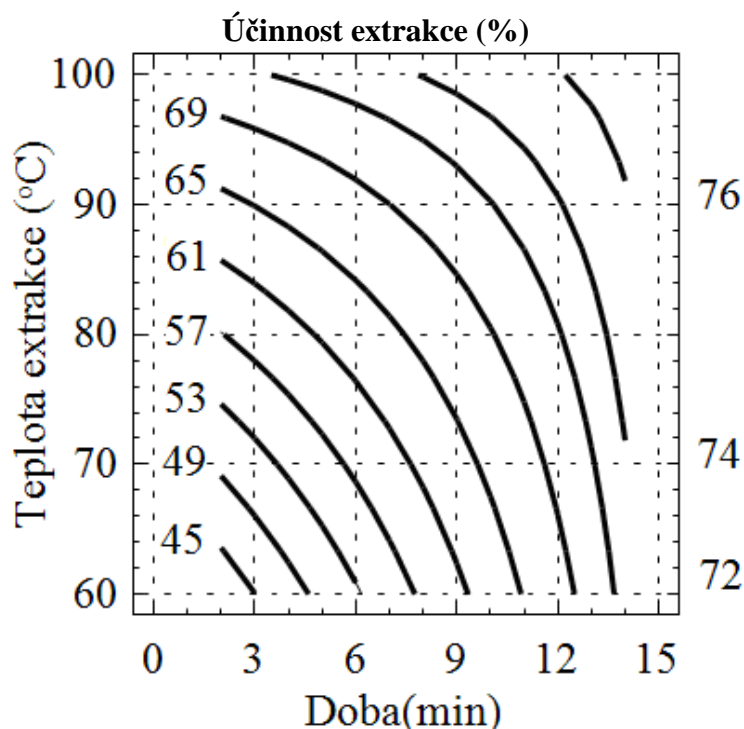
k.....konstanta

Při hydrolyze šlach v zásaditém prostředí má regresní rovnice tvar:

$$y = -12,2 + 5,64A + 0,82B - 0,05AB$$

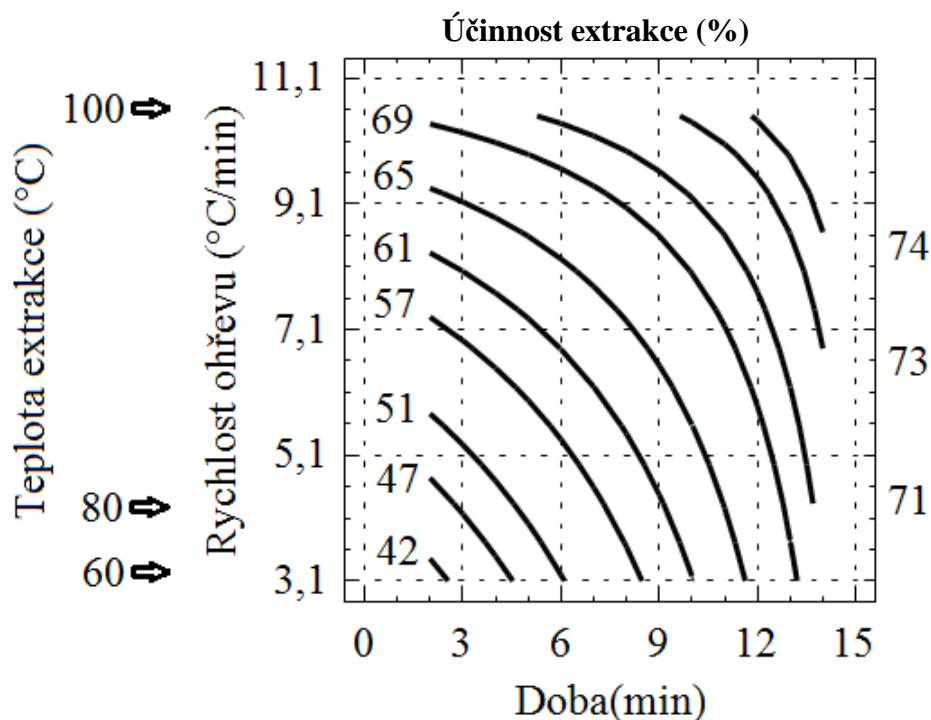
Korelační faktor:  $R^2 = 0,9190$

Závislost celkové účinnosti extrakčního procesu na době a teplotě extrakce pro opracování šlach v zásaditém prostředí je uvedena na obr. 16. Z vrstevnicového grafu vyplývá, že nejvyšší hodnota celkové účinnosti extrakčního procesu (76 %), byla dosažena při maximální limitě teploty extrakce při (100 °C) a při extrakční době (14 min). Z grafu je tedy patrné, že optimální účinnost extrakce v zásaditém prostředí je významně ovlivněna maximální teplotou extrakce (100 °C) a horním limitem doby extrakce (14 min). Naopak minimální hodnota výtěžnosti extrakčního procesu (45 %) se pohybovala při teplotě extrakce (60 °C) a při dolní hranici extrakční doby, což bylo (3 min). Z vyhodnocené závislosti se potvrdilo, že celková účinnost extrakčního procesu v zásaditém prostředí roste se zvyšující se teplotou extrakce a s prodlužováním extrakční doby.



Obr. 16. Celková účinnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) v závislosti na době a teplotě extrakce pro zásadité prostředí ve 3. stupni extrakce

Vliv doby a rychlosti ohřevu (a teplotě extrakce) ve 3. stupni extrakce na účinnost extrakčního procesu při opracování šlach v zásaditém prostředí zobrazuje obr. 17. Z grafu je vidět významný vliv rychlosti ohřevu směsi na výtěžnost extrakčního procesu. Maximální hodnoty výtěžnosti procesu (74 %) bylo dosaženo při nejvyšší hodnotě rychlosti ohřevu směsi (10,7 °C/min) a nejdelší extrakční době (14 min). Naproti tomu minimální účinnost extrakčního procesu (42 %) byla zaznamenána při nízké hodnotě rychlosti ohřevu 3,1 °C/min a krátké době extrakce. Vysoké hodnoty rychlosti ohřevu směsi v zásaditém prostředí významně přispívají k vyšším hodnotám účinnosti extrakčního procesu.

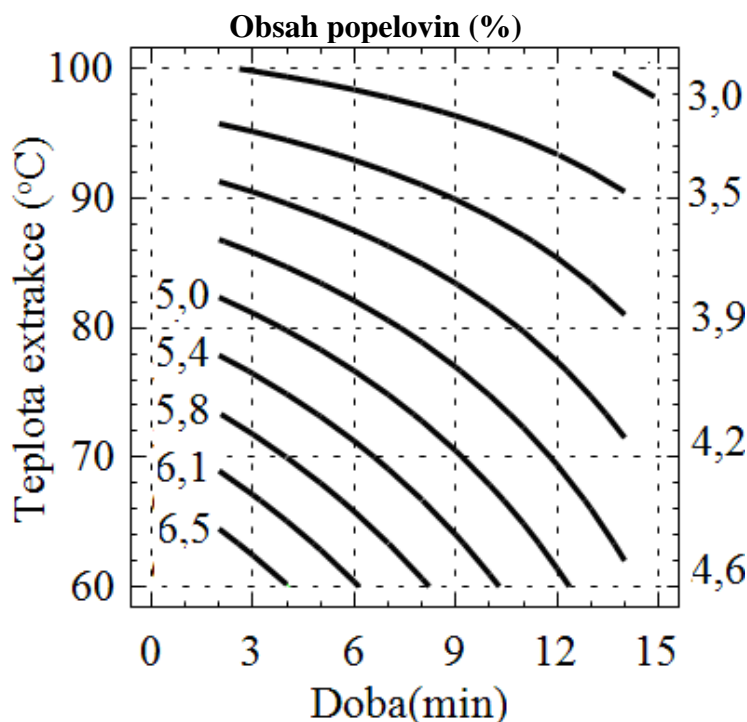


Obr. 17. Vliv doby a rychlosti ohřevu (a tomu odpovídající teplotě) ve 3. stupni extrakce na účinnost extrakce v zásaditém prostředí

### 6.3.2 Charakteristika želatiny (hydrolyzátu)

Pevnost gelu, která je významnou vlastností získaných želatin (hydrolyzáků) se nepodařilo u připravených vzorků v zásaditém prostředí stanovit. Výsledek byl stejný jako v případě želatin (hydrolyzáků) získaných ze šlach opracovaných v neutrálním prostředí. Připravené roztoky želatin nevytvořily po uplynutí doby (16 hod) gel.

Vliv doby a teploty na obsah popelovin v želatině (hydrolyzáku) získané ze šlach opracovaných v zásaditém prostředí je znázorněn na obr. 18. Z grafu je velmi dobře vidět, že nejvyšší obsah popelovin (3,5 %) byl při maximální teplotě extrakčního procesu (100 °C) a při horním limitu doby extrakce, což bylo (14 min). Naopak nejvyšší obsah popelovin (6,5 %) byl zaznamenán při nejnižší teplotě extrakce (60 °C) a při kratší extrakční době (4 min). Nízký obsah popelovin v zásaditém prostředí je zásadně ovlivněn horní limitou teploty extrakce (100 °C) a horní hranicí doby extrakce (14 min). Výsledky měření potvrdily významný vliv teploty a doby extrakce na obsah popelovin v želatině (hydrolyzáku), se vzrůstající teplotou a dobou extrakce klesá obsah popelovin.



Obr. 18. Vliv doby a teploty na obsah popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v zásaditém prostředí

#### 6.4 Zhodnocení extrakce

Nejvyšší hodnoty celkové účinnosti extrakčního procesu (75 %) bylo dosaženo při opracování šlach v zásaditém prostředí. V kyselém prostředí byla výtěžnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) (71,8 %) a v neutrálním prostředí byla nejvyšší hodnota účinnosti extrakce (67 %). Optimální hodnota celkové účinnosti extrakce v zásaditém prostředí byla zjištěna při nejdelší sledované extrakční době: 14 min a při maximální limitě teploty extrakce: 100 °C, což je ale energeticky náročnějším procesem v porovnání s kyselým prostředím (doba extrakce 8 min, teplota extrakce 80 °C). V neutrálním prostředí bylo dosaženo (67 %) účinnosti extrakčního procesu při teplotě (60 °C) a době extrakce (14 min). Z hlediska teploty extrakce je tedy nejméně energeticky náročným prostředím neutrální, ale z pohledu účinnosti procesu, byla v tomto prostředí nejnižší ze všech tří porovnaných prostředí. Charakteristika získané želatiny (hydrolyzátu) byla založena především na stanovení obsahu popelovin, obsahu dusíku a bílkovin a stanovení pevnosti gelu. Malá pevnost gelu (58 Bloom) byla stanovena pouze u jediného vzorku opracovaného v kyselém prostředí při teplotě extrakce (100) °C a době extrakce (14 min). Ostatní zkoumané vzorky gel nevytvořily. Obsah popelovin byl nejnižší (3,2 %) u želatiny (hydrolyzátu) opracované v zásaditém pro-

středí, tato hodnota se blíží želatinám využívaných v potravinářství. Vyšší obsah popelovin byl zaznamenán u hydrolyzátu získaného opracováním šlach v kyselém prostředí. U želatiny (hydrolyzátu) získané extrakcí z neutrálního prostředí byl obsah popelovin nižší než v prostředí kyselém. Ze srovnání jednotlivých prostředí extrakčního procesu, je zřejmé, že neoptimálnější výsledky extrakčního procesu splňuje extrakce želatiny (hydrolyzátu) v zásaditém prostředí. Byla zde dosažena nejvyšší hodnota celkové účinnosti extrakčního procesu a obsah popelovin v porovnání s kyselým a neutrálním prostředím byl podstatně nižší, tato vlastnost je velmi důležitá pro další využití. Po zhodnocených výsledcích naměřených hodnot bych primárně doporučila pro výrobu želatiny (hydrolyzátu) 3-stupňový extrakční proces v zásaditém prostředí.

## ZÁVĚR

V teoretické části diplomové práce byly popsány vedlejší bílkovinné produkty vznikající při zpracování masa a možnosti jejich využití. Byla také uvedena technologie výroby želatin z tradičních surovin, struktura, druhy želatin a aplikace želatin.

V experimentální části diplomové práce byla popsána a zhodnocena extrakce želatiny ze surových hovězích šlach 3-stupňovým procesem. První stupeň extrakčního procesu zahrnoval opracování surového materiálu v kyselém, neutrálním, respektive v zásaditém prostředí; sledoval se vliv opracování surových šlach na výtěžnost želatiny. Ve druhém stupni extrakce následovalo enzymové opracování zbobtnalého materiálu a ve třetím stupni extrakce želatiny (hydrolyzátu) za zvýšené teploty; ve 3. stupni rovněž byl sledován vliv teploty a doby extrakce na účinnost extrakčního procesu.

Bylo zjištěno, že způsob opracování šlach v 1. stupni procesu má významný vliv na celkovou účinnost extrakce. Dále výsledky potvrdily, že doba a teplota extrakce (3. stupeň) mají rovněž významný vliv na celkovou účinnost extrakčního procesu. Maximální výtěžnost želatiny (hydrolyzátu) byla dosažena v zásaditém prostředí: při extrakční teplotě 100°C a extrakční době 14 min byla účinnost procesu (75%). V tomto prostředí bylo potvrzeno, že se vzrůstající teplotou a dobou extrakce se účinnost výtěžnosti zvyšovala. Nejnižší hodnota výtěžnosti želatiny (32%) byla zjištěna při opracování šlach v neutrálním prostředí při teplotě extrakce 100°C a době extrakce 2 minuty.

Způsob opracování šlach v 1. a ve 3. stupni extrakce má zásadní vliv na vlastnosti připravených želatin (hydrolyzáatů). Nejnižší obsah popelovin (3,2%) byl zaznamenán při opracování šlach v zásaditém prostředí a při maximální teplotě a době extrakce ve 3. stupni procesu. Tato hodnota se nejvíce blíží 2,5% (2,0%) hodnotě akceptovatelné pro potravinářské (farmaceutické) želatin. Z výsledků měření pevnosti gelu vyrobených želatin byla měřitelná pevnost gelu (58 Bloom) naměřena pouze u jednoho vzorku želatiny (připraveného při extrakci v kyselém prostředí při maximální teplotě a době extrakce). Lze se tedy domnívat, že podmínky extrakce vedou k hlubší hydrolyze výchozího materiálu a připravené produkty jsou hydrolyzáty. Jako optimální podmínky zpracování surových šlach na kolagenní hydrolyzáty, s ohledem na výtěžnost procesu a na vlastnosti hydrolyzáatů (nízký obsah popelovin), se jeví opracování surového materiálu v zásaditém prostředí (1. stupeň extrakce) při konečné extrakční teplotě 100 °C a extrakční době 14 min (3. stupeň extrakce).

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] BŘEZINA, P., KOMÁR, A., HRABĚ, J. Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin živočišného původu. VVŠ PV Vyškov, 2001, s.91, ISBN 80-7231-079-8.
- [2] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., Technologie výroby potravin živočišného původu. UTB Zlín, 2007, s.186, ISBN 978-80-7318-521-3.
- [3] PIPEK, P., Základy technologie masa. VVŠ PV Vyškov, 1998, s.104.
- [4] STEINHAUSER, L. a kolektiv, Produkce masa. Last Tišnov, 2000, s.464, ISBN 80-900-260-7-9.
- [5] PETERKOVÁ P., LAPČÍK L. Kolagen, vlastnosti, modifikace a aplikace. Chemické listy-94, (371-379) 2000.
- [6] MÍKOVÁ M., KROBOT A., JANURA M., JANUROVÁ E. Viskoelastické vlastnosti pojivové tkáně a manuální terapie. Rehabilitace a fyzikální lékařství. 2008, roč. 15, č. 1, s. 3-10.
- [7] MOKREJŠ P., LANGMAIER F., Aplikace přírodních polymerů. UTB Zlín, 2008, s.90, ISBN 978-80-7318-674-6.
- [8] STANČÍKOVÁ M., STANČÍK R., GUBZOVÁ Z.,ROVENSKÝ J., Collagen in the Treatment of Rheumatic Diseases [online]. Dostupný z [www](http://www.hypro.cz/hyRubrIn.aspx?intRubrKis=1251&intLang=0):
- <http://www.hypro.cz/hyRubrIn.aspx?intRubrKis=1251&intLang=0>.
- [9] KADLEC P., MELZOCHK.,VOLDŘICH M., Technologie potravin. KEY PUBLISHING s.r.o., Ostrava, 2009, s.536, ISBN 978-80-7418-051-4.
- [10] OCKERMAN, H. AT AL. Animal by product, CRC Press 2000, s.544.
- [11] SIMEONOVÁ J., MÍKOVÁ K., KUBIŠOVÁ, S., Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 1999, s.247, ISBN 80-7157-405-8.
- [12] STEINHAUSER, L. a kolektiv, Hygiena a technologie masa. Last Brno, 1995, s.664, ISBN 80-900260-4-4.
- [13] ZÁKON ministerstva životního prostředí č. 185/2001 Sb. Ze dne 15. května 2001 O odpadech a o změně některých dalších zákonů.

- [14] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 999/2001 ze 22.5.2001, kterým se stanoví pravidla pro prevenci, tlumení a zdolávání některých transmisivních spongiformních encefalopatií.
- [15] Český lékopis 1997 – doplněk 2001. Grada Publishing s.r.o., Praha, 2001, s.1240, ISBN 80-247-0241-X.
- [16] PHILLIPS, G.O. AT AL. Handbook of hydrocolloids, 2000, s.321, ISBN 978-1-59124-086-0.
- [17] HORNSTEIN, I., CROWE, P.F., Meat Flavor Chemistry, Flavor Studies on Beef and Pork, 1960, s.494–498.
- [18] CHIELLINI E., CINELLI P., GRILLO, F.E., KENAWY S., LAZZERI A., Gelatin-Based Blends and Composites. Morphological and Thermal Mechanical Characterization. Biomacromolecules, 2001, s.806–811.
- [19] VLIERBERGHE S., DUBRUEL P., SCHACHT E., Biopolymer-Based Hydrogels As Scaffolds for Tissue Engineering Applications: A Review, 2011.
- [20] MEAD, G.C., Poultry Meat Processing and Quality, 2005, s.415, ISBN 978-1-85573-727-3.
- [21] RANKEEN, M.D., Handbook of Meat Product Technology. Blackwell Publishing, 2008, s.242, ISBN 978-0-632-05377-3.
- [22] CHALABALA, M. ET AL, Technologie léků . Galén Praha, 1997, s.710, ISBN 80-85-824-68-X.
- [23] DAVÍDEK J., Laboratorní příručka analýzy potravin. 2. vyd., Praha:SNTL, 1981, s.178.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

EU Evropská unie

BSE Bovinní spongiformní encefalopathie

HDPE High density polyetylen

LDPE Low density polyetylen

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Zjednodušená projekce uspořádání atomů [8] .....</i>	14
<i>Obr. 2. Celosvětová spotřeba surového materiálu na výrobu želatin v roce 2006 [16] .....</i>	31
<i>Obr. 3. Evropská spotřeba surového materiálu na výrobu želatin v roce 2006 [16] .....</i>	31
<i>Obr. 4. Blokové schéma 3-stupňového extrakčního procesu želatiny (hydrolyzátu) .....</i>	47
<i>Obr. 5. Surový materiál po 2. stupni extrakce .....</i>	50
<i>Obr. 6. Filtrace roztoku želatiny (hydrolyzátu) po 3. stupni extrakce .....</i>	50
<i>Obr. 7. Hydrolyzát získaný po filtraci směsi před vysušením .....</i>	51
<i>Obr. 8. Film želatiny (hydrolyzátu) po vysušení (40 °C, 48 h) .....</i>	51
<i>Obr. 9. Nerozložený podíl po vysušení (103 °C, 20 h) .....</i>	51
<i>Obr. 10. Celková účinnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) v závislosti na době a teplotě extrakce pro kyselé prostředí ve 3. stupni extrakce .....</i>	56
<i>Obr. 11. Vliv doby a rychlosti ohřevu (a tomu odpovídající teplotě ) ve 3. stupni extrakce na účinnost extrakce v kyselém prostředí .....</i>	57
<i>Obr. 12. Vliv doby a teploty ve 3. stupni extrakce na obsah popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v kyselém prostředí .....</i>	58
<i>Obr. 13. Celková účinnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) v závislosti na době a teplotě extrakce pro neutrální prostředí ve 3. stupni extrakce .....</i>	61
<i>Obr. 14. Vliv doby a rychlosti ohřevu (a tomu odpovídající teplotě ) ve 3. stupni extrakce na účinnost extrakce v neutrálním prostředí .....</i>	62
<i>Obr. 15. Vliv doby a teploty na obsah popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v neutrálním prostředí .....</i>	63
<i>Obr. 16. Celková účinnost extrakce želatiny (hydrolyzátu) v závislosti na době a teplotě extrakce pro zásadité prostředí ve 3. stupni extrakce .....</i>	66
<i>Obr. 17. Vliv doby a rychlosti ohřevu (a tomu odpovídající teplotě ) ve 3. stupni extrakce na účinnost extrakce v zásaditém prostředí .....</i>	67
<i>Obr. 18. Vliv doby a teploty na obsah popelovin v želatině (hydrolyzátu) získané ze šlach opracovaných v zásaditém prostředí .....</i>	68

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Změny obsahu bílkovin ve svalech během růstu ( <math>g \cdot 100g^{-1}</math> ).....</i>	13
<i>Tab. 2. Průmyslové aplikace nepoživatelných vedlejších produktů [4] .....</i>	16
<i>Tab. 3. Množství získané krve z různých druhů zvířat[4] .....</i>	18
<i>Tab. 4. Chemické složení čerstvě stažené kůže .....</i>	20
<i>Tab. 5. Analýza surových hovězích šlach (vazovice) .....</i>	45
<i>Tab. 6. Zkoumané faktory ve 3. stupni extrakce .....</i>	46
<i>Tab. 7. Výsledky extrakce želatiny v kyselém prostředí .....</i>	54
<i>Tab. 8. Výsledky extrakce želatiny v neutrálním prostředí .....</i>	59
<i>Tab. 9. Výsledky extrakce želatiny v zásaditém prostředí.....</i>	64