

# Návrh zpracování bílkovinných tkání z porážky drůbeže na kolagenní produkty

Bc. Jan Daněk

---

Diplomová práce  
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav inženýrství polymerů  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Daněk**  
Osobní číslo: **T16195**  
Studijní program: **N2808 Chemie a technologie materiálů**  
Studijní obor: **Inženýrství polymerů**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh zpracování bílkovinných tkání z porážky drůbeže na kolagenní produkty**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část zaměřena na výrobu želatin z tradičních surovinových zdrojů a na možnosti využití kolagenních vedlejších produktů jatečného průmyslu na výrobu želatin.
2. V praktické části zpracujte vybranou tkáň z porážky drůbeže biotechnologickým procesem na želatiny; studujte vliv vybraných technologických podmínek na účinnost procesu a charakterizujte připravené želatiny.
3. Výsledky zpracujte tabelárně, graficky, provedte diskuzi.
4. Navrhnete optimální podmínky zpracování přípravy jakostních želatin a zhodnoťte význam výsledků pro praxi.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**R. Schrieber, H. Gareis: Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice. Wienheim: Wiley-VCH Verlag, 2007**

**H.W. Ockerman, C. L. Hansen: Animal By-Product processing & Utilization. CRC Press: Boca Raton, 2000**

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Pavel Mokrejš, Ph.D.**

Ústav inženýrství polymerů

Datum zadání diplomové práce:

**2. ledna 2018**

Termín odevzdání diplomové práce:

**16. května 2018**

Ve Zlíně dne 1. března 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*děkan*



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

Příjmení a jméno: DANĚK JAN

Obor: IP

## 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;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 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 užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 6.5.2018

Daněk

<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:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce je zaměřena na zpracování vedlejších produktů maso-zpracujícího průmyslu. V teoretické části je vysvětleno, kde se v maso-zpracujícím průmyslu generují vedlejší produkty a jaké je pro ně využití.

V praktické části byla provedena série experimentů pro extrakci želatiny z kuřecích hlav. Kuřecí hlavy byly rozemlety, odtučněny a zbaveny nekolagenních bílkovin. Po přečištění byly enzymaticky opracovány proteázou Polarzyme 6.0 T a následně z nich byla extrahována želatina při 80 °C a vedlejší frakce při 95 °C. Jednotlivé experimenty se mezi sebou lišily množstvím přidaného enzymu, dobou enzymatického opracování nebo dobou extrakce. Vzorky získaných želatin byly analyzovány na pevnost gelu, obsah popelovin, viskozitu a další ukazatele kvality. Ze získaných výsledků byly navrženy optimální podmínky pro získávání kvalitních želatin z kuřecích hlav.

**Klíčová slova:** Vedlejší produkty masného průmyslu, želatina, zpracování drůbeže, kuřecí hlavy, kolagen

## **ABSTRACT**

This master thesis is focused on utilization of animal by-products. Theoretical part describes the sources of animal by-products and its utilization.

Series of experiments were designed to obtain gelatine from chicken heads. Chicken heads were chopped, defatted and stripped from non-collagenous proteins. Then they were treated with proteolytic enzyme Polarzyme 6.0 T. The main fraction of gelatine was extracted at 80 °C and secondary fraction at 95 °C. The amount of enzyme, time of the enzyme treatment and extraction time were different for each experiment. Gelatine samples were analyzed for gel strength, viscosity, ash content and more. Optimal conditions for extracting gelatine from chicken heads were designed.

**Keywords:** Meat industry by-products, gelatin, poultry processing, chicken heads, collagen

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Pavlu Mokrejšovi, PhD. za ochotu a čas věnovaný při konzultacích a zpracování výsledků. Poděkování patří také paní laborantce Miroslavě Žaludkové za odbornou pomoc v laboratořích. Také bych chtěl poděkovat své rodině, za poskytnuté zázemí při celé délce studia.

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

## OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>11</b>
<b>1 VÝSKYT ODPADŮ Z JATEČNÉHO OPRACOVÁNÍ ZVÍŘAT.....</b>	<b>12</b>
1.1 TYPY ODPADŮ .....	14
1.1.1 Krev.....	15
1.1.2 Kostí.....	15
1.1.3 Kůže.....	16
1.1.4 Orgány a žlázy.....	17
1.1.5 Tuk.....	18
1.2 NUTRIČNÍ HODNOTY .....	19
<b>2 ZPRACOVÁNÍ KOLAGENÍCH SUROVIN NA KLIH A ŽELATINU .....</b>	<b>20</b>
2.1 SUROVINNOVÉ ZDROJE .....	20
2.2 ZÍSKÁNÍ ŽELATINY .....	20
2.2.1 Želatina typu A.....	21
2.2.2 Želatina typu B.....	21
2.3 VLASTNOSTI KLIHŮ A ŽELATIN.....	22
2.4 POUŽITÍ KLIHŮ A ŽELATIN.....	22
2.4.1 Použití klišů.....	22
2.4.2 Použití želatin.....	23
<b>3 VYUŽITÍ VEDLEJŠÍCH PRODUKTŮ Z PORÁŽKY DRŮBEŽE .....</b>	<b>25</b>
3.1 PRODUKCE DRŮBEŽE .....	25
3.2 JATEČNÉ OPRACOVÁNÍ DRŮBEŽE.....	26
3.3 VEDLEJŠÍ PRODUKTY A JEJICH VYUŽITÍ.....	27
3.4.1 Kůže.....	27
3.4.2 Peří.....	28
3.4.2 Krev.....	29
3.4.1 Drůbeží hlavy.....	29
3.4.2 Drůbeží nožky.....	30
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>31</b>
<b>4 CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>32</b>
<b>5 MATERIÁLY, METODY A POSTUP PRÁCE.....</b>	<b>33</b>
5.1 MATERIÁLY .....	33
5.2 METODY .....	34
5.2.1 Přístroje, pomůcky a chemikálie.....	35



5.3	POSTUP PRÁCE .....	36
5.3.1	Příprava odtučněných a přečištěných hlav.....	37
5.3.2	Extrakce želatiny.....	38
5.4	CHARAKTERIZACE PŘIPRAVENÝCH ŽELATIN .....	40
5.4.1	Stanovení pevnosti gelu.....	40
5.4.2	Stanovení kinematické viskozity.....	41
5.4.3	Stanovení obsahu sušiny.....	41
5.4.4	Stanovení obsahu popelovin.....	42
5.4.5	Stanovení pH želatinového roztoku.....	42
5.4.6	Stanovení teploty tání gelu.....	42
5.4.7	Stanovení transmitance.....	42
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>43</b>
6.1	VÝSLEDKY ZÁKLADNÍCH EXPERIMENTŮ .....	45
6.1.1	Výtěžnost želatiny.....	45
6.1.2	Pevnost želatinových gelů.....	48
6.1.3	Viskozita želatinových roztoků.....	51
6.1.4	pH 1,5 % želatinových roztoků.....	52
6.1.5	Teplota tání želatinových gelů.....	53
6.2	VEDLEJŠÍ FRAKCE ŽELATINY .....	55
6.3	OPTIMALIZOVANÉ EXPERIMENTY .....	56
6.4	SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ A PŘÍNOS PRO PRAXI.....	57
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>67</b>

## ÚVOD

Nakládání s odpadem je na každodenním pořádku každého z nás. Průmyslové nakládání s odpadem má velký dopad na životní prostředí a je nutné redukovat množství produkováného odpadu z hlediska ekologického i legislativního. Pro maso-zpracující průmysl je důležité vedlejší produkty výroby zpracovat do formy, kdy poslouží jako surovina pro další výrobu (nejčastěji při výrobě krmiv, hnojiv nebo želatiny pro potravinářský a farmaceutický průmysl). Možnostmi využití vedlejších produktů maso-zpracujícího průmyslu se zabývá teoretická část této diplomové práce. Samostatné zaměření se klade na vedlejší produkty ze zpracování drůbeže, jelikož v praktické části slouží kuřecí hlavy jako surovina pro výrobu želatiny.

Extrakcí želatiny z vedlejších produktů ze zpracování drůbeže se věnuje několik současných studií. Z kuřecích a krocáních hlav se podařilo ve studii Du L. získat 52 resp. 63 % želatiny, při dvoustupňové extrakci (při 50 a 60 °C) s alkalickým předzpracováním suroviny. Želatiny vykazovaly vysokou pevnost gelu (200–360 Bloom) a nízkým obsahem popelovin (< 0,1 %). Kuřecí nožky byly použity ve studii Liu a kol. s výtěžností přes 30 % želatiny. Z kachních nožek se povedlo vytěžit 28 % želatiny ve studii Hudy a kol. S podobnými studii jsou srovnány výsledky experimentů této diplomové práce v kapitole Srovnání výsledků.

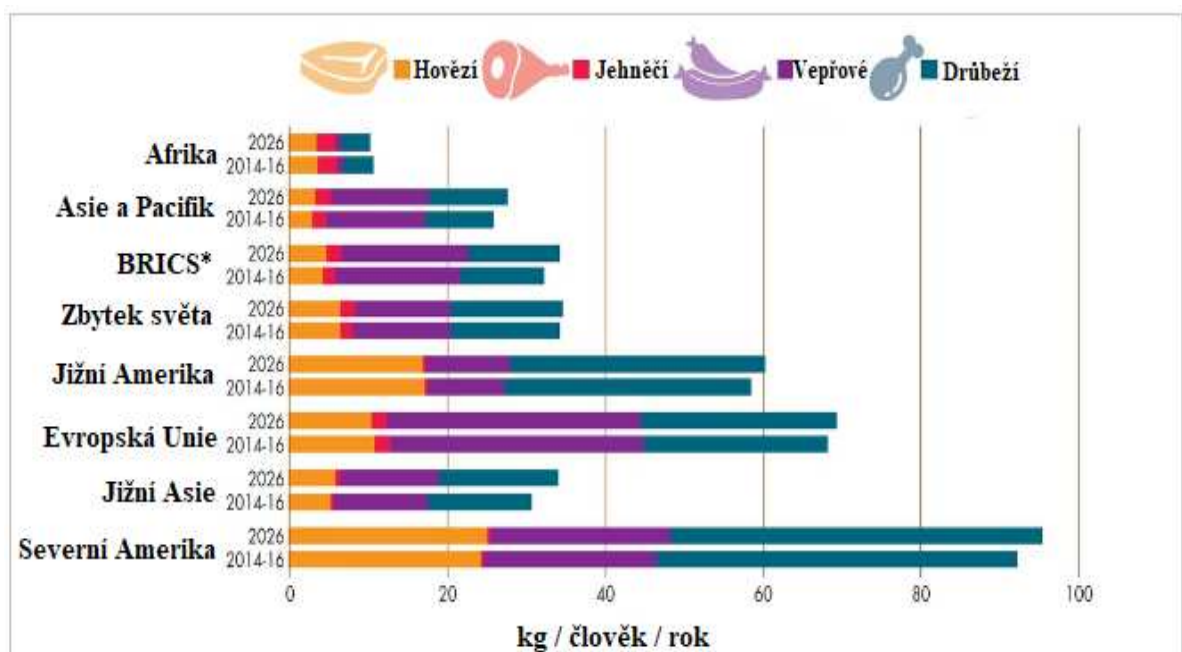
Praktická část se věnuje hodnocením vlivů vybraných podmínek při extrakci želatiny z kuřecích hlav. Bylo navrženo 9 faktorových experimentů, které se lišily v podmínkách opracování suroviny nebo podmínkách při extrakci želatiny.

Další část praktické části je věnována návrhu optimálních podmínek pro získání kvalitních želatin z kuřecích hlav.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝSKYT ODPADŮ Z JATEČNÉHO OPRACOVÁNÍ ZVÍŘAT

Při opracování jatečných zvířat v maso-zpracujícím průmyslu není produktem pouze maso. Spotřeba masa se mění společně s dietou lidí, která je závislá na dostupnosti a kvalitě nabízených potravin. Za období 2014–16 byla podle PoultryTRENDS průměrná spotřeba masa na člověka za rok 34 kg. Na *Obr. 1.* je zobrazena spotřeba masa na člověka za rok v jednotlivých oblastech. Nejvyšší spotřeba (v průměru přes 13,5 kg na člověka za rok) je drůbežího masa. Tyto statistiky byly srovnány s předpovědí spotřeby masa v roce 2026, založené na vyspělosti a pozorováním růstu populace v jednotlivých oblastech. [1] [24]



*Obr. 1.: Spotřeba masa v jednotlivých oblastech v letech 2014–2016 ve srovnání s předpovědí spotřeby v roce 2026 [24]*

\*BRICS – Zkratkovité označení společného hospodářského uskupení Brazílie, Ruska, Indie, Číny a Jižní Afriky [30]

Veškeré materiály, jež nejsou přímo vhodné k přímé konzumaci člověkem, se souhrnně označují jako vedlejší živočišné produkty. Tyto materiály se vyznačují specifickými fyzikálně-chemickými vlastnostmi, především vysokou nutriční hodnotou, ale také obsahem mikrobakterií a potenciálně patogenních infekcí. Proto je pro využití těchto materiálů nutné vhodné opracování a dekontaminování, aby nepředstavovaly riziko pro lidský organismus. [1] [2]

Hygienické podmínky pro nakládání s vedlejšími živočišnými produkty, které jsou nezbytné pro ochranu životního prostředí a lidského zdraví, jsou řízeny předpisy evropské legislativy 1069/2009 a 142/2011 EU. Tyto předpisy popisují epidemické opatření pro sběr a manipulaci, a také použití a eliminaci vedlejších živočišných produktů. [1]

Vysoký objem vedlejších živočišných produktů (podle druhu zvířete až 60 % celkové váhy jedince) vede k nutnosti zužitkování těchto materiálů pro udržení konkurenceschopnosti maso-zpracujícího průmyslu. Nakládání s vedlejšími živočišnými produkty lze sledovat od historie, kdy například vývar z kostí sloužil jako lepidlo, pozdější využití tukové tkáně pro výrobu mýdel apod. Teorie z roku 1984 Bengtssona a Holmquista předpokládá, že asi 10 % příjmů jatečných podniků může pocházet z vedlejších produktů. Roku 1988 byl tento teoretický podíl zvýšen na 15 % Bowaterem a Gustafsonem. [3] [4]

Zužitkování vedlejších živočišných produktů však není úplně jednoduché, zvláště kvůli nízké biologické stabilitě, náchylnosti k autooxidaci, obsahu patogenních látek, vysoké enzymatické aktivitě a také vysokému obsahu vody. [3]

Různé druhy tělních tkání z různých odvětví maso-zpracujícího průmyslu vede také k různorodosti odpadních látek, a to nejen ze zvířat samotných, ale také pomocných látek při opracování surovin. Během zpracování tedy vystupují produkty žádoucí, produkty nežádoucí a specifické odpadní produkty. Specifické-odpadní produkty se nevyhnutelně hromadí při zpracování surových materiálů v různých krocích produkce, kdy probíhá extrakce surových materiálů a po extrakci jsou potenciálně využitelné, hlavně z důvodu vysokého obsahu dusíku a dalších prvků. [3]

Současné metody pro následné zužitkování specifických odpadních produktů byly vyvinuty společně s tradičními procesy a jsou úzce spjaty se zemědělskými původními samostatnými surovinami. Tradičním využitím pro tyto produkty je výroba hnojiv a krmných směsí pro chovnou zvěř. Spousta současných zemědělských řešení nakládání se specifickými-odpadními produkty se snaží balancovat mezi ekonomickými a ekologickými stránkami tohoto problému a zároveň musí splňovat legislativní podmínky, zmíněné výše. Další charakteristikou pro specifické-odpadní produkty je fakt, že vytěžené množství těchto produktů lze ovlivnit technologickými procesy, kterými jsou získávány. Zpravidla vyšší výtěžnost těchto produktů vede ke zhoršení jejich konečných vlastností. [3]

Nakládání s těmito odpady může být náročné především z důvodů nízké biologické stability, jelikož většina živočišných tkání obsahuje mikrobakterie. Pokud tedy nejsou dodržena přísná hygienická opatření, může docházet k výskytu plísní či červů, doprovázené silným zápachem. Dalším problémem je vysoký obsah vlhkosti. Maso zpravidla obsahuje 60-95 % vody. Mechanické odstranění (pomocí lisování) může vést ke kontaminaci odpadní vody organickými látkami. Odpad s vysokým obsahem tuku je zvláště náchylný k autooxidaci, doprovázenou zkaženým zápachem mastných kyselin. Ve velké míře probíhají také změny způsobené enzymatickou aktivitou, která má také za následek znehodnocení suroviny. Tyto problémy nejsou spjaty pouze s maso-zpracujícím průmyslem, ale celkově s potravinářskou výrobou, což lze sledovat v *Tab. 1.* [3]

*Tab 1.: Typy odpadů v potravinářském průmyslu [5]*

<b>Druh odpadu</b>	<b>Původ odpadu</b>
Odpad z maso-zpracujícího, rybího průmyslu a dalších procesů získávaných ze zvířat	Jatka, řeznictví, rybolovy, vaječné farmy
Odpad z ovocné, zeleninové, obilné, kokosové, kávové, tabákové výroby	Plantáže, pole, mlýny, výroby škrobu, kávy, kokosu, tabáku a konzervovaných výrobků
Odpad z výroby cukru	Cukrovary
Odpad z mléčné produkce	Mlékárny
Odpad z výroby pečených jídel a sladkostí	Pekárny, cukrárny
Odpad z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů	Pivovary, továrny na víno, lihovary, destilérie, továrny na nealkoholické nápoje a džusy

## 1.1 Typy odpadů

Stejně jako v Evropě, tak i ve Spojených státech amerických je za vedlejší živočišné produkty považováno vše kromě masa a jsou rozděleny do dvou kategorií – jedlé a nejedlé. Jedlé vedlejší živočišné produkty jsou po důkladném přečištění (s důrazem na hygienické podmínky, kontrolované US Meat Inspection Service) zmrazeny a běžně prodávány ve velkoobchodech. [3]

Ve Velké Británii jsou vedlejší produkty rozděleny na tzv. červené (hlava, plíce, játra, jazyk, ocas apod.), bílé (tuk), další skupina pro střevo a měchýř, žaludek (bachor) a poslední kategorií jsou končetiny. Dříve byla také zpracovávána mícha a mozek, ale tyto suroviny byly zakázány při rozšíření BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy), také známou jako „nemoc šílených krav“, což se vztahuje i na drůbeží játra a srdce. [3] [6]

### 1.1.1 Krev

Zvířecí krev v sobě obsahuje vysoký podíl železa a proteinů a je významným jedlým vedlejším živočišným produktem. V Evropě i v Asii je zvířecí krev již dlouhá léta využívána na výrobu prejtů, párků a krevních sucharů. Dále se používá na výrobu nejedlých produktů, jako jsou hnojiva, pojiva a krmné směsi. Krev je většinou sterilní, pochází-li ze zdravého zvířete. Tvoří asi 2,4–8 % váhy zvířete. Obsah proteinů je asi 17 % s relativně vyváženým zastoupením aminokyselin. Použití krve při zpracování s masem nebo i samotné má za následek velmi tmavou barvu výrobku, což není příliš esteticky lákavé. Navíc značně ovlivňuje chuť výrobku. Většina zpracovaná krve se využije v zemědělství jako krmivo v podobě krevní moučky. Je vhodným zdrojem proteinů, a může také sloužit jako náhrada mléka. Dále je zdrojem lyzinu a většiny stopových minerálů. [3] [10]

Krevní plasma má schopnost tvořit gel, protože obsahuje asi 60 % albuminů. Slouží jako pojivo mezi vodou a tukem v krevních částech. Gely krevní plazmy vypadají podobně jako vařené vaječné bílky a jsou schopné tvořit gel při koncentraci proteinů 4–5 %. Pevnost připraveného gelu se zvyšuje se zvyšující se koncentrací. Například šunka s přídavkem 1,5 % krevní plazmy a párky s přídavkem 2,7 % plazmy se zdají na pohled příjemnější než bez přídavku plazmy. Výborná schopnost tvořit gel dává krevní plazmě možnost využití při pečení, jako náhrada vaječných bílků. [10] [11]

Krev může být separována na několik částí. Největší částí je kapalná plazma – asi 63 %. Skládá se z 3,5 % albuminů, globuliny a fibrinogeny tvoří asi 4 %. Další složky jako fybrinolysin, serotonin, imunoglobulin nebo plasminogen se dají izolovat pro chemické nebo medicínské účely. Přečištěné hovězí albuminy se používají pro zvěř při ztrátě krve nebo tělních tekutin. Plazma je také využívána při zjišťování Rh faktoru u lidí, může sloužit jako stabilizátor pro vakcíny nebo testování citlivosti antibiotik. [12]

### 1.1.2 Kostí

Kostí tvoří asi 11 % vepřových, 15 % hovězích a 16 % jehněčích těl. Uvnitř kostí se nachází kostní dřev, která je jedlá a tvoří asi 4–6 % celkové váhy zvířete. Využívání kostí pro přípravu polévek je známo už od pradávna. Dalším využitím je extrakce želatiny a klihu. V poslední době je snaha maso-zpracujícího průmyslu získat více masa z kostí. Proto byly vyvinuty nové techniky pro získání tzv. strojně odděleného masa. Strojně

oddělené maso je běžně prodáváno samostatně či ve směsích. Při přidání k běžnému masu lze pozorovat negativní vliv na chuť, změnu barvy (tmavší) a maso je měkčí z důvodu vyššího obsahu vody. Proto se do směsí přidává limitované množství tohoto produktu. Přídavek k mletému hovězímu masu či hamburgerům 5–20 % a 10–40 % do párků. [3]

V mnoha zemích jsou přísnější regulace pro přidávání strojově odděleného masa. Ve spojených státech se nesmí přidávat k dětským jídlům, masovým koláčům, mletému hovězímu masu a hamburgerům. V Dánsku je nutné zmínit na obalu, pokud obsah strojově odděleného masa vyšší než 2 %. V Austrálii musí být obsah strojově odděleného masa zmíněn vždy a navíc musí obsahovat zmínku o obsahu vápníku a vlhkosti, společně s minimálním obsahem proteinů. [3]

Kosti a masokostní dřevina je také využívána jako krmivo, jelikož je výborným zdrojem proteinů se širokým spektrem esenciálních aminokyselin, minerálů a vitamínu B12. Další potenciální využití je jako hnojivo. [3]

### 1.1.3 Kůže

Kůže je jedním z nejhodnotnějších vedlejších zvířecích produktů. Přibližné složení živočišné kůže je znázorněno v *Tab. 2*. Tvoří značnou část celkové váhy zvířete (4–11 %). Příkladem využití vepřových, hovězích či jehněčích kůží mohou být výrobky z usní jako kožené boty, kabelky, bundy či sportovní vybavení. Dále jsou kůže hojně využívány pro výrobu želatiny a klišů. [13] [17]

Po stažení kůže ze zvířete by měla být okamžitě očištěna a stabilizována, aby se zabránilo bakteriální a enzymatické dekompozici. Stabilizace může být ponořením do solného roztoku, další možností je využití kůže. Při přepravě a skladování by kůže měla obsahovat asi 40–48 % vlhkosti pro zachování vysoké kvality. [3]

*Tab. 2: Chemické složení čerstvě stažené kůže*

Složka	Obsah [hm. %]
Voda	50–70
Bílkoviny	33–35
Tuk	0,5–30
Minerální látky	0,5–0,8



#### 1.1.4 Orgány a žlázy

Zvířecí žlázy a orgány nabízí širokou škálu chutí a konzistencí a často mají vysokou nutriční hodnotu. V mnoha světových oblastech, především v jižní Asii, mají tyto produkty vysokou cenu a jsou podávány jako speciální pokrmy. Mezi jedlé orgány patří ledviny, játra, srdce, mozek, plíce, slezina, jazyk, střeva, hovězí slinivka a vemeno, vepřové žaludky a děloha. [3] [9]

Mozek, nervový systém a mícha mají velmi jemnou strukturu a většinou se přímo opracují k vaření a konzumaci. Před vařením jsou zbaveny povrchových membrán. Srdce má naopak poměrně pevnou strukturu, způsobenou srdečním svalem. Celá srdce se mohou vařit, či podávat dušená. Dále se může srdce podávat nakrájené na plátky a usmažené či grilované. Také se přidává do masových směsí. Ledviny jsou obvykle vyjmuty z tukové kapsle, která je obklopuje. Močovod a cévy jsou také odstraněny a ledviny jsou připraveny k vaření, smažení nebo pečení celé nebo krájené. Nejvíce rozšířeným jedlým orgánem jsou játra. Používají se například do játrových paštik nebo párků. Ve Spojených Státech i v Evropě jsou preferovány játra jehněčí a telecí, neboť mají jemnější strukturu a chuť. Konzumenti v jižní Asii naopak preferují játra vepřová. Plíce se často přidávají do mletého masa a párkových produktů. Zvířecí střeva jsou v některých zemích připravována k vaření, ale největší využití našly jako obaly v masném průmyslu. Díky jejich vynikajícím vlastnostem jsou vhodné pro plnění mletým masem či tzv. párkovou pastou. Střeva musí být okamžitě po vyjmutí z těla zbavena výkalů a očištěna. Jsou velmi jemná, proto se musí klást vysoká pozornost na protržení. Vnitřní sliznicová membrána se odstraní a střeva jsou ponořena do solného roztoku pro konzervaci a připravena k plnění. [7] [14]

Žlázy a orgány našly také medicínské využití v mnoha zemích jako například v Číně, Indii nebo Japonsku. Žlázy s vnitřní sekrecí, které produkují hormony, jsou získávány ze zdravých jedinců a jejich získání není jednoduché a potřebuje trochu zkušeností, jelikož není snadné je lokalizovat a často jsou obklopeny tukem nebo jinou tkání. Různá zvířata mohou nabízet různé žlázy a záleží také na jejich druhu, věku a pohlaví. Nejlepší metodou pro uchování žláz před rozkladem je rychlým zmrazením. Před zmrazením musí být žlázy očištěny a odstraněn okolní tuk a pojivové tkáně. Poté jsou uloženy do voskového papíru a drženy při teplotě  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  nebo nižší. Ve farmaceutických zařízeních jsou poté zkontrolovány, nadrceny a smíchány s různými roztoky pro extrakci. Extrakcí v etanolu či acetonu se odstraní zbývající tuk a po přesušení jsou nadrcené žlázy ukládány do kapslí v podobě prášku nebo převedeny do kapalné formy. Před samotným prodejem jsou

testovány z bezpečnostních a hygienických důvodů. Mozek, nervový systém a mícha jsou zdrojem cholesterolu, což je surovina pro výrobu vitamínu D3. Cholesterol je také používán v kosmetice jako emulgátor. Z epifyzy se také izoluje hormon melatonin, který se využívá při léčbě schizofrenie, nespavosti a dalších duševních poruch. [15] [3]

Žluč se získává ze žlučníku a obsahuje různé kyseliny, pigmenty, proteiny a cholesterol. Využívá se pro léčbu poruch trávicího traktu, a také pro zvýšení aktivity jater. Žlučové kameny jsou známy svými afrodiziakálními účinky a mají tedy vysokou hodnotu. Často jsou také používány pro výrobu náhrdelníků a přívěšků. [3]

Játra ve farmacii slouží jako zdroj vitamínu B12 a extrakt z opracování jater může sloužit jako doplněk stravy pro léčbu různých druhů anémie. Heparin může být extrahován z jater nebo plic a je používán jako antikoagulant pro potlačení srážení krve při operacích a transplantacích orgánů. Progesteron a estrogen mohou být extrahovány z vepřových vaječníků a mohou být použity při léčbě ženských reprodukčních problémů. Dalším možným produktem extrakce z vaječníků je hormon relaxin, který se často používá při porodu. Slinivka produkuje insulin, který reguluje cukr v metabolismu a využívá se pro léčbu cukrovky. Glukagon, extrahovaný z buněk slinivky slouží pro zvýšení hladiny cukru v krvi a podává se například alkoholikům, kteří trpí právě nízkou hladinou cukru. [3] [12]

### 1.1.5 Tuk

Zvířecí tuk je dalším důležitým vedlejším živočišným produktem maso-zpracujícího průmyslu. Ze zvířat se získává v podobě loje nebo sádla. Sádlo je jedlý produkt získaný z čisté tkáně zdravých prasat. Lůj je označení pro tužší tukovou tkáň zpracovanou z tukové tkáně ovcí nebo skotu. Sádlo a lůj se mohou získávat suchou či mokrou cestou. Mokrý způsob spočívá v zahřívání tukové tkáně v přítomnosti vody. Mokrým způsobem se získávají kvalitnější produkty. Naopak suchým způsobem jsou získávány méně kvalitní loje a také nejedlé oleje, například pro mazací účely. Produkty z mokrého procesu jsou čisté a mohou být rovnou konzumovány, většinou jsou však zbaveny zápachu, než se dostanou k zákazníkovi. Tradičně jsou také sádlo i loje používány na smažení, v poslední době již však byly nahrazeny kapalnými oleji, které při smažení tolik nenasakují do smaženého produktu. Dalším využitím sádla je jako přídavek při přípravě margarínů a pečiva. Některé tuky jsou také přidávány do párků a dalších emulgovaných produktů. [3] [16]

## 1.2 Nutriční hodnoty

Jedlé vedlejší živočišné produkty obsahují spoustu esenciálních živin. Některé mohou být využity v medicíně pro obsah speciálních živin, jako jsou aminokyseliny, hormony, minerály, vitamíny a mastné kyseliny. Nejen krev, ale i některé další produkty (orgány) obsahují vyšší podíl vody než samotné maso. Mezi ně patří například plíce, ledviny, mozek, slezina a žaludek. Bohaté na karbo-hydráty jsou například ledviny a játra. Nejvyšší obsah tuku a zároveň nejnižší podíl vlhkosti vykazují prasečí ocasy. Bohaté na bílkoviny jsou játra, uši, ocas i nožky. Naopak nejnižší obsah bílkovin se nachází v mozku, střevech a tukové tkáni. [7] [8]

Aminokyselinové složení vedlejších živočišných produktů se liší od složení masa, hlavně z důvodu vyššího obsahu pojivových tkání. To má za následek vyšší obsah prolinu, hydroxyprolinu a glycinu v produktech jako jsou uši, nožky, plíce a játra. A naopak nižší obsah tryptofanu a tyrozinu. Obsah vitamínů v orgánech je obvykle vyšší než v maso. Ledviny a játra obsahují nejvyšší podíl riboflavinu (1,697–3,630 mg/100 g), což je asi 5–10 x více než v maso. Játra jsou nejlepším zdrojem niacinu, vitamínu B12, B6, kyseliny listové a kyseliny askorbové. Z pohledu doporučené denní dávky jednotlivých faktorů je ve 100 g porci vepřových jater 450–1100 % doporučené denní dávky vitamínu A, 65 % vitamínu B6, 3700 % vitamínu B12 a asi 37 % kyseliny askorbové. Ledviny, slezina, játra a plíce jsou také výborným zdrojem železa. V hovězích a jehněčích játrech lze také nalézt vysoký obsah mědi (jejíž doporučená denní dávka je 2 mg/den) a obsahují navíc i nejvyšší podíl manganu (0,128–0,344 mg/100 g). Nejbohatší na fosfor (393–558 mg/100 g) a draslík (360–433 mg/100 g) je brzlík. S výjimkou mozku, ledvin, plic, sleziny a uší je obsah sodíku u ostatních vedlejších živočišných produktů stejný nebo nižší než samotného masa. Na obsah vápníku je nejbohatší strojně oddělené maso (315–485 mg/100 g). [3] [7]

Spousta orgánů má vyšší obsah poly-nenasycených mastných kyselin než samotné maso. Mozek, střeva, srdce, ledviny, játra a plíce mají nejnižší obsah mono-nenasycených a nejvyšší podíl poly-nenasycených mastných kyselin. Orgány také obsahují 3–5 x více cholesterolu než maso (260–410 mg/100 g) a vysoké množství fosfolipidů. Nejbohatší na fosfolipidy je mozek. Dále mohou orgány obsahovat pesticidy, zbytky léčiv nebo těžkých kovů, a proto je doporučeno (United States Department of Health) konzumovat limitované množství těchto vedlejších produktů, s ohledem na zdraví. [3] [9]

## 2 ZPRACOVÁNÍ KOLAGENÍCH SUROVIN NA KLIH A ŽELATINU

Želatina a kliš jsou parciální hydrolyzáty kolagenu a získávají se extrakcí horkou vodou ze surovin obsahujících kolagen. Slovo kolagen pochází z řečtiny a znamená „klihotvorný“. Jejich používání sahá do dávné historie, kdy kliš sloužil hlavně jako lepidlo (již před 3500 lety). [3] [17]

### 2.1 Surovinové zdroje

Nejběžnější surovinou pro výrobu želatin jsou vepřové a hovězí kůže a kosti. Další suroviny používané k extrakci želatiny a jejich zastoupení z celkové výroby želatin (2007) jsou zobrazeny v *Tab. 3.* [17] [23]

*Tab. 3: Suroviny, používané pro získávání želatiny a jejich zastoupení z celkové*

Surovina	Zastoupení ve výrobě želatiny [%]
Vepřové kůže	46
Hovězí kůže	29
Hovězí kosti	23
Rybí vedlejší produkty	< 1,5
Mínoritní suroviny*	< 1,5

*\*Mezi minoritní suroviny patří např. vepřově a telecí nožky, Achillovy šlachy nebo dělohy*

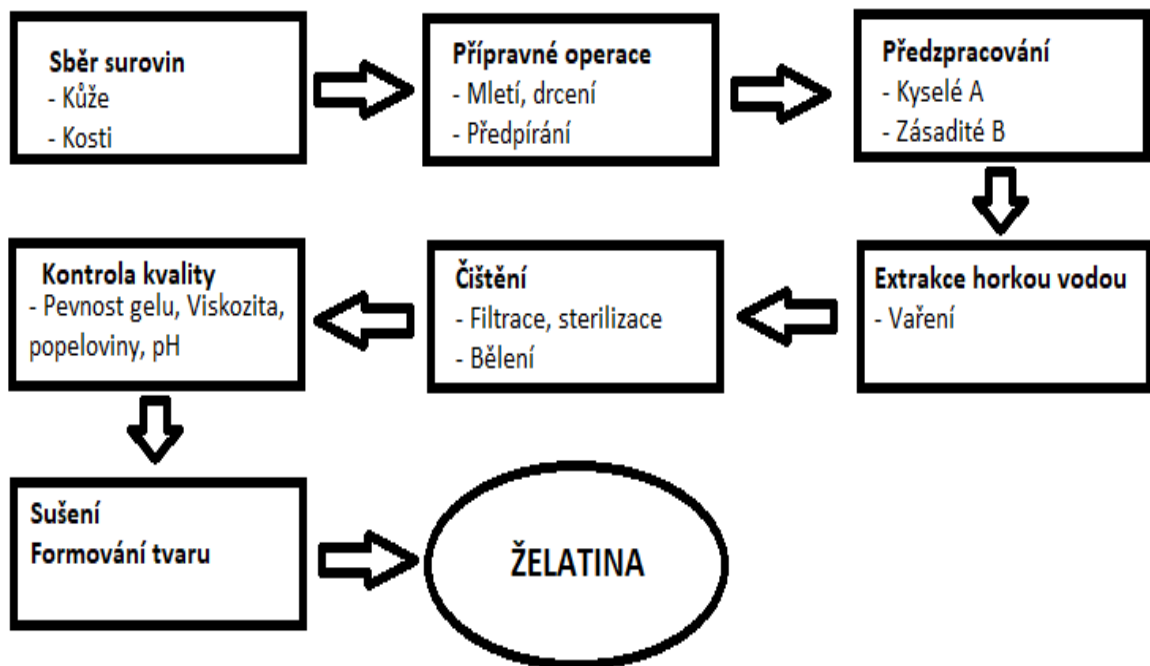
### 2.2 Získání želatiny a klišu

Surový materiál, z něhož se želatina získává, je vysoce zesíťován, proto je nutné materiál opracovat tak, aby došlo k rozrušení příčných vazeb. Předzpracování probíhá v kyselém či zásaditém prostředí a želatina se extrahuje v několika stupních. V každém stupni nezvyšuje teplota až do 100 °C. celkové schéma získávání želatiny je znázorněna na *obr. 2.*

Nejkvalitnější želatinu poskytují první extrakce, při nejnižší teplotě (45–55 °C) a vyznačují se vysokou pevností gelu. Extrakce při vyšších teplotách dává méně kvalitní želatiny, s nižší molekulovou hmotností a pevností gelu. [17]

Extrakce klišů a želatin se provádí ve varnách. Při dosažení dostatečně vysoké teploty začne docházet k přeměně kolagenu na klišový (glutinový) roztok. K této přeměně dochází tím snadněji, čím důkladněji byl materiál předpřipraven. Čím hlubší je degradace kolagenu

při extrakci (vaření) tím horší budou vlastnosti připravené želatiny. Z fyzikálně-chemického hlediska se jedná o difuzní proces. [17]



Obr. 2: Schéma ziskávání želatin

### 2.2.1 Želatina typu A

Želatina typu A se získává kyselou extrakcí. Vyznačuje se obsahem většího počtu více aminoskupin a její isoelektrický bod leží v rozmezí 7,0–9,0. Předzpracování surového materiálu je ve zředěné minerální kyselině s  $\text{pH} = 1,5\text{--}3,0$  po dobu 8–30 h. Působením kyseliny materiál nabobtná na 2 až 3 násobný objem. Před samotnou extrakcí se materiál promyje vodou do přibližně neutrálního  $\text{pH}$  a probíhá extrakce horkou vodou 2–8 h. Výsledné želatiny mají obsah popelovin 2–3 %, tato hodnota se dá snížit průchodem přes iontoměnič. Kyselý způsob je vhodný pro materiály s nízkým obsahem intra- a interřetězového zesílení, především se používá pro vepřové kůže. [17]

### 2.2.2 Želatina typu B

Na rozdíl od typu A obsahuje více karboxylových skupin a její isoelektrický bod se pohybuje v rozmezí 4,8–5,1. Surový materiál je předzpracován v zásaditém prostředí. Nejčastěji se pro alkalické předzpracování používá roztok  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  s  $\text{pH}$  cca 12,0. Zásadité

předzpracování trvá 1–6 měsíců a směs se promíchává. Po předzpracování je materiál promyt vodou a následně v kyselině, proto aby na vnější části měly kyselou reakci. Nakonec se opět promyje vodou do přibližně neutrálního pH. Tento postup je běžný hlavně pro hovězí kůže, které jsou více zesíťované. Výtěžnost je vyšší, a proto se tímto způsobem připravuje většina komerčně dostupných želatin. [17]

### 2.3 Vlastnosti klišů a želatin

Klihy a želatiny jsou velmi podobné svou chemickou strukturou. Odlišují se zejména molekulovou hmotností, ale není žádná přesná hranice mezi nimi. Zpravidla je želatina na pohled čistší, světlejší a bez zápachu. Na klih jsou kladeny nižší požadavky, co se týče čistoty a fyzikálních vlastností. Jejich označení je podle suroviny, ze které byly připraveny. Glutinové (kožní) klihy – vyrobeny z kůží, oseinové (kostní) klihy – vyrobené z kostí a usňové klihy – vyrobené z odpadů z usní z koželužského průmyslu. Naopak želatina jako potravinářský produkt musí splňovat vysoké nároky na kvalitu a čistotu. Mezi hlavní sledované faktory patří obsah popelovin, těžkých kovů, mikroorganismů, bakterií a salmonela. Potravinářská a farmaceutická želatina musí mít extrémně vysokou čistotu a průzračnost. Průzračnost je možné zlepšit filtrací, odbarvujícími prostředky, odstředěním, adsorbenty nebo iontoměniči. Vysušená komerční želatina je zpravidla transparentní, bez chuti a zápachu, molekulová hmotnost 40 000–90 000 Da, slabě žlutá až jantarová barva, lámavý charakter a povrch zrn obdobný jako sklo. [17]

### 2.4 Použití klišů a želatin

#### 2.4.1 Použití klišů

Díky výborným adhezivním vlastnostem jsou klihy hojně využívány při lepení nábytku, dřeva, klížení papíru a lepenek. Používá se také na lepící vrstvy u známek a lepících pásek nebo jako pojivo korundu při výrobě brusných kotoučů a papírů. Při povrchových úpravách skleněných vláken se využívá lubrikační lázeň, která se připravuje smícháním klihu, parafínu a ceresínu. V neposlední řadě se klihy využívají jako modifikátor vlastností gumárenských směsí a barviv. [17]

## 2.4.2 Použití želatiny

Specifické vlastnosti želatiny předurčují široké průmyslové využití. Podle kvality želatiny se rozlišují želatiny technické, fotografické, potravinářské a farmaceutické. Nejdůležitějším ukazatelem kvality je pevnost gelu. Pro potravinářské účely se používá želatina s pevností gelu 50–300 Bloom. Dalším z hlavních faktorů je obsah popelovin, který by v potravinářské želatině neměl být vyšší než 2 %. [17]

### *Fotografická želatina*

Roztoky želatiny jsou ve fotografické praxi základem emulsí, kterými se opatřují papíry, desky a filmy, a to už od roku 1850, kdy nahradila kolodium. Díky ochranné koloidní vrstvě brání srážení halogenidů stříbra a regulují růst a velikost jejich krystalů. Mají také pozitivní vliv na citlivost jednotlivých fotografických vrstev na světlo, což hraje důležitou roli při vyvolávání fotek.

### *Technická želatina*

Nejméně kvalitní želatina, která vypadává jako vedlejší produkt při výrobě potravinářské nebo farmaceutické želatiny. Mají tmavě žlutou až hnědou barvu. Jedno z hlavních využití je na výrobu dekoračních prvků, např. umělých květin, ovoce nebo bižuterie. Díky koloidním vlastnostem se využívají do lázní při elektrolytické výrobě kovů nebo jako ochranná koloidní vrstva v analytické chemii. Dalším využitím je výroba uzávěrů na lahve, s pozdějším vytvrzením formaldehydem.

### *Potravinářská želatina*

Zdaleka nejširší uplatnění má želatina v potravinářském průmyslu. Každý si určitě jako první vybaví tzv. želatinové bonbony, což ale rozhodně není jediným využitím v potravinách. Tak např. v konzervárnách se díky své průzračnosti a želatinační schopnosti slouží při výrobě aspiků, rosolů a džemů. V mléčném průmyslu slouží jako modifikátor viskozity a také jako stabilisátor a ochranný koloid, zvyšující stálost a rovnoměrnost výrobku (např. pro jogurty či zmrzliny).

***Farmaceutická želatina***

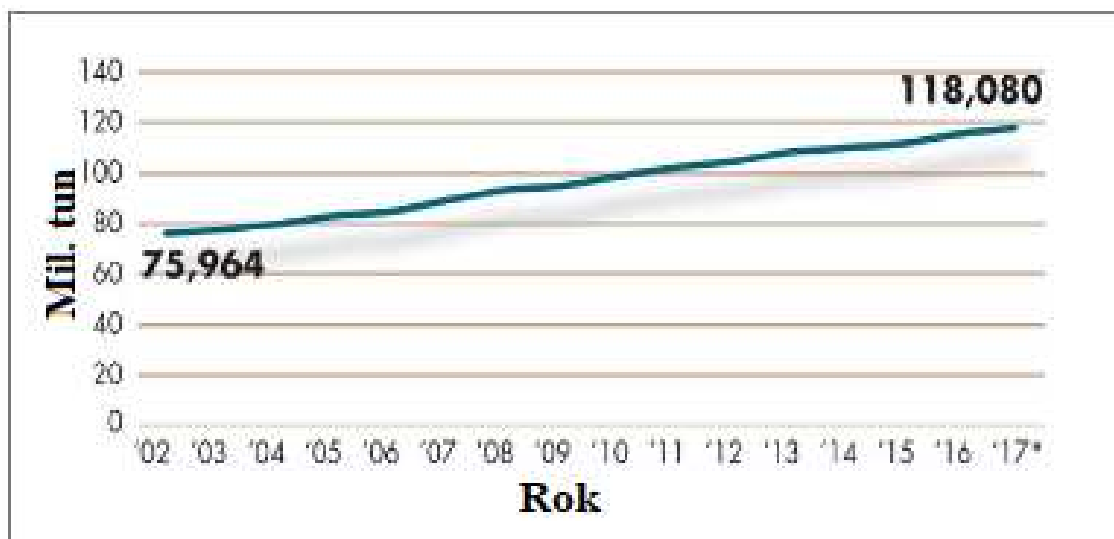
V medicíně je díky neutrální chuti a zápachu nejvíce želatiny využito při balení léků do želatinových kapslí. Může sloužit také k zastavení vnitřního krvácení při úrazu. Při kloubních onemocněních slouží jako doplněk stravy ve formě prášku, granulí či jiné formě. Využívá se také pro povrchové vytvrzování vnějších obvazů na zlomeninách. Pro veterinářské účely slouží želatinové roztoky jako konzervant semene pro umělé oplodnění.



### 3 VYUŽITÍ VEDLEJŠÍCH PRODUKTŮ Z PORÁŽKY DRŮBEŽE

#### 3.1 Produkce drůbeže

Světová produkce drůbeže rok od roku roste, jak ukazuje Obr. 3. Podle WATT Global Media 2017 se od roku 2002, kdy byla světová produkce drůbeže asi 76 miliónů tun za rok, zvedla na 118 miliónů tun v roce 2017. [24]



Obr. 3.: Celosvětová produkce drůbeže v letech 2002–2017

S neustále rostoucí produkcí drůbežího masa, přichází také stále větší množství vedlejších produktů, které tvoří asi 22-30 % z celkové produkce. Při mechanickém oddělování masa a kostí se hromadí velké množství drůbežích zbytků s vysokým obsahem proteinů (asi 17 %) a tuku (13%). Pro rozvojové země se tyto vedlejší produkty stávají surovinou pro další využití, nejčastěji jako krmné směsi pro zvířata nebo hnojiva. Současné studia se snaží zdokonalit postupy pro získávání kvalitních želatin z vedlejších produktů, které nejsou běžně požitelné a umožnit tak zušlechtnění suroviny pro potravinářské či farmaceutické účely. Nesprávné nakládání s těmito materiály vede k biologickému znečištění, šíření nemocí a dochází ke ztrátě hodnotné suroviny bílkovin, tuku a enzymů. Jakékoliv využití vedlejších produktů, které nevede ke skládkování je vždy pozitivní.

Vedlejší produkty z porážky drůbeže a podíl z celkové váhy zvířete jsou zobrazeny v následující tabulce. [3] [20]

Tab. 4.: Druhy vedlejších produktů při zpracování drůbeže a možnosti jejich využití

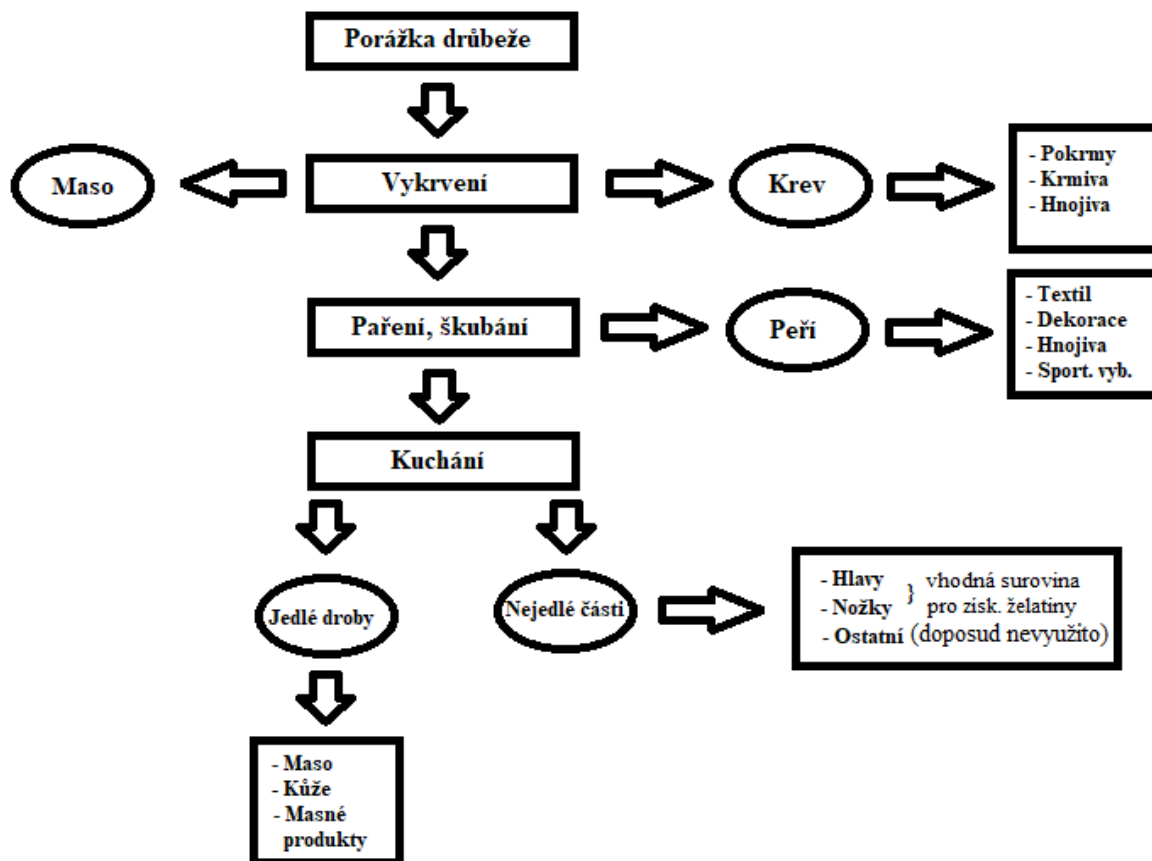
Vedlejší produkt	% Živé váhy	Možnost využití
Peří	7,0-8,0	Nábytkářství, sportovní vybavení, dekorační prostředky, krmiva, hnojiva
Hlava	2,5-3,0	Drůbeží jídla, výroba želatiny
Krev	3,2-3,7	Tzv. krvavá jídla (prejty, jelita, párky)
Žaludek	3,5-4,2	Jedlý (zdroj cytinolytického enzymu)
Nožky	3,5-4,0	Výroba technických olejů, želatiny, polévky
Vnitřnosti a žlázy	8,5-9,0	Drůbeží sádlo, masové výrobky, získávání enzymů

### 3.2 Jatečné opracování drůbeže

Proces jatečného opracování je schematicky znázorněn na *Obr. 4*. Proces začíná omráčením zvířete, tak aby zvíře nebylo vystaveno velkému fyzickému či psychickému šoku. Používá se mechanický, elektrický nebo chemický způsob. Mechanické omráčení je pomocí úderu na čelní kost, které vyvolá krvácení nebo překrvení v části mozku. Používá se buď tupý úder palicí nebo porážející pistole s volným nebo vázaným projektilem. Při elektrickém omračování dochází k průchodu proudu mozkem, dochází k jeho vzrušení a zvyšuje se spotřeba kyslíku. Zvíře upadá do bezvědomí po epileptickém záchvatu nebo po křeči způsobené kontrakcí svalů při reakci na průchod proudu. Chemické omračování používá anestetika, zpravidla směs CO<sub>2</sub> se vzduchem. Při narkotizaci dochází ke snížení kyslíku v těle a po 30–90 sekundách dochází ke ztrátě vědomí z důsledku hypoxie (nedostatku kyslíku). [25]

Po omráčení následuje vykrvení zvířete, kde docházejí k jeho usmrcení. Získá se zde hlavní produkt – maso, které se vykrvuje a získává se krev. Při vykrvování se odebírají dva podíly krve. První podíl je tzv. pulzující krev, která vytéká pod tlakem, je vhodná pro potravinářské účely. Další podíl je tzv. odkapávající krev, která je více znečištěna mikroorganismy a bakteriemi, proto se nevyužívá pro potravinářské účely.

Následně se opracovává povrch těla, který je potřeba zbavit peří a nečistot. Probíhá tedy páření vodou o teplotě 50–58 °C po dobu 4 min. Ihned po páření následuje šubání a veškeré peří je odstraněno a povrch těla očištěn. [25]



Obr. 4.: Schéma jatečného opracování drůbeže

Po očištění těla následuje veterinární prohlídka, a pokud není biologicky nebo mechanicky znehodnoceno, může být zpracováno na jednotlivé části (droby, kůže, kosti), zamrazeno a expedováno. [25] [26]

### 3.3 Vedlejší produkty a jejich využití

#### 3.3.1 Kůže

Drůbeží kůže jsou jedlé vedlejší produkty a v masném průmyslu buď zůstávají s masem (např. kuřecí stehna) nebo se přidávají do tzv. strojově odděleného masa, kam přichází také chrupavky, šlachy a odřezky masa. [25]

Kůže je složená z vnější pokožky a škáry. Tloušťka a složení závisí na druhu, věku, pohlaví zvířete a na místě na těle, z kterého kůže pochází. Samotná kůže obsahuje spoustu kolagenního vaziva, ve kterém jsou nervová zakončení a krevní cévy. [28]

### 3.3.2 Peří

Peří, stejně jako kůže je jiné pro ptáky různého věku a pohlaví. Skládá se asi z 90 % z proteinů, převážně keratinu. Podle umístění na těle se peří rozdělují: [29]

- Hřbetní peří – dlouhé, úzké peří na zadní části hřbetu
- Pírka – malá, mají jemný osten
- Tvrdé peří – tlustá, dutá, tvrdá pera, většinou s charakteristickým zbarvením
- Prachové peří – chomáče chmýří
- Chmýří – peří, které je součástí trupu, má pevný osten

Z těla se peří odstraňuje napařením. Teplota i doba napařování se odvíjí od druhu a věku zvířete. Kuřata se napařují při teplotě 53–58 °C po dobu 90–120 s. Větší drůbež se může napařovat i 20 min, při teplotách 60–65 °C. Pro konzervaci a zbavení nežádoucího zápachu se peří louhuje v roztocích NaCl a HCl. Poté se propírá vodou, vysuší se a expeduje se podle určeně jeho použití. [27] [28]

Nejvíce peří se zužitkuje v textilním průmyslu, především v lůžkovinách. Požadavky na čistotu a neutrální zápach jsou velmi vysoké, proto se pro použití peří do lůžkovin odprašuje, odtučňuje a nadrtí se. Poté se opere, vysuší a je připraveno k použití. Pro použití jako hnojivo se nadrcené peří (většinou s dalšími hnojivými prostředky) zaoře a postupně uvolňuje dusík. Peří může sloužit díky vysokým nutričním hodnotám také pro krmné účely. Napřed je ale nutné hydrolyzovat komplexní keratinovou strukturu, nestravitelnou pro zvířata. Pera na sportovní vybavení jsou specificky vybírána podle pevnosti. [27]

Hydrolyza peří pro získávání keratinového hydrolysátu je v dnešní době předmětem mnoha studií. Mokrejš a kol. provedli výzkum na zpracování drůbežního peří dvoustupňovou alkalicko-enzymatickou hydrolyzou. Peří bylo smícháno s 0,1 nebo 0,3 % roztokem KOH v poměru 1:50 a uloženy 24 h při teplotě 70 °C. Poté bylo pH upraveno na 9 a proběhlo enzymatické opracování 4–8 h při teplotě 50–70 °C, s přídavkem 1–5 % proteázy. Při 8 h hydrolyse v 0,1 % KOH, při 70°C s 5% přídavkem enzymu se rozložilo asi 24 % peří. S použitím 0,3 % roztoku KOH se rozložilo až 90 % peří. Hydrolysát keratinu by mohl najít uplatnění v balicím průmyslu (povlaky, filmy nebo enkapsulace) nebo se může využít jako růstový stimulant. [31]

### 3.3.3 Krev

Krev je nevyhnutelným vedlejším produktem při porážce drůbeže. Sbírá se krev pro potravinářské účely a krev pro krmné účely. Krev pro potravinářské účely se sbírá pouze ze zdravotně nezávadných jedinců. Prochází přísnými hygienickými kontrolami a nakonec musí být ověřena veterinární obhlídkou, než může být prohlášena za požitelnou. Pro krmné účely je zachycována krev při vykrvování do žlabů, odkud odtéká do sběrných nádrží, kde je konzervována chladem nebo přidáním  $\text{NaNO}_3$ . Po konzervaci se krev suší a v podobě krevní moučky, vloček nebo krevního šrotu se využívá pro krmné účely. Sušená krev obsahuje asi 90–95 % proteinů, malé množství tuku (< 1 %) popeloviny < 5 %. [32] [33]

### 3.3.4 Drůbeží hlavy

Drůbeží hlavy jsou nepoživatelné vedlejší produkty, které jsou při jatečném opracování shromažďovány a jejich hlavní použití je pro krmení kožesinové zvěře nebo výrobu krmných pastí. [32]

Pro jejich vysoký obsah dusíku jsou však vhodnou surovinou pro získávání želatiny. Z kuřecích a krocaních hlav byla ve studii Du L. získána želatina s vysokou kvalitou. Při své studii použili dvoustupňovou extrakci želatiny při teplotách 50 a 60 °C. Před extrakcí byly hlavy odtučněny při teplotě 4 °C, smícháním s 0,015 M roztokem  $\text{NaHCO}_3$ . Roztok  $\text{NaHCO}_3$  byl po hodině působení vyměněn za čerstvý a celková doba odtučnění byla 6 h. Po odtučnění byla surovina smíchána s 0,1 M roztokem  $\text{NaOH}$  v poměru 1:10 a třepán po dobu 6 h. Každé 2 hodiny byl roztok  $\text{NaOH}$  vyměněn za čerstvý. Po alkalickém opracování byl vzorek promýván 18 h v 0,05 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  v poměru 1:10. Před samotnou extrakcí byla surovina promyta vodou, smíchána s vodou 1:10, pH bylo upraveno na neutrální pomocí 0,1 M roztoku  $\text{NaOH}$ . První stupeň extrakce trval 18 h při teplotě 50°C. Výsledkem byla želatina, která byla dále zkoumána a tuhý podíl byl podroben druhému stupni extrakce při 60 °C po dobu 6 h. Experiment tedy přinesl 4 vzorky želatin, které byly podrobeny analytickým zkouškám na obsah popelovin, proteinů, tuku a pevnost želatinového gelu. Výsledky jednotlivých zkoušek a výtěžky jednotlivých extrakcí jsou uvedeny v *Tab. 5*.

Tab. 5.: Výtěžky želatiny z kuřecích a krocaních hlav a jejich charakteristika

Želatina	Výtěžek [%]	Pevnost gelu [Bloom]	Bílkoviny [%]	Tuk [%]	Popel [%]
Ku 50°C*	31,2	247,9	88,7	0,5	0,05
Ku 60°C	21,1	200,4	90,1	0,6	0,03
Kr 50°C	38,0	368,4	90,3	0,2	0,06
Kr 60°C	24,8	332,7	91,0	0,3	0,03

\* Ku 50 °C – želatina z kuřecích hlav extrahovaná při 50 °C; Ku 60 °C – želatina z kuřecích hlav extrahovaná při 60 °C; Kr 50 °C – želatina z krocaních hlav extrahovaná při 50 °C; Kr 60 °C - želatina z krocaních hlav extrahovaná při 60 °C

Krocaní i kuřecí hlavy tedy poskytly želatiny, které mají pevnost přes 200 Bloom, obsah popelovin < 1 % a výtěžnost prvního stupně extrakce přes 30 %. Výsledné vlastnosti želatiny ji předurčují k širokému spektru využití a zároveň ukazují potenciál využití drůbežích hlav pro extrakci želatiny. [19]

### 3.3.5 Drůbeží nožky

Nožky tvoří asi 4 % z hmotnosti drůbeže (každý druh má odlišný tvar a velikost) a řadí se mezi nepoživatelné vedlejší produkty. Nejčastější využití je pro krmné účely, ve směsi se zbytky kostního masa, kuřecími hlavami a peřím nebo jsou likvidovány v kafilériích. Stejně jako kuřecí hlavy mohou být pro svůj vysoký obsah dusíku využity pro extrakci želatiny. [28] [32]

Kyselou hydrolyzou v 5 % kyselině mléčné při 4–7°C dokázali Huda a kol. získat 28,4 % želatiny z kachních nožek, ale výsledné želatiny vykazovali vysoký obsah popelovin (28,6 %), což mohlo být způsobeno 15 minutovou neutralizací v 1M NaOH. [22]

Podobná studie, provedená Almeidou a kol., používá 4 % kyselinu octovou na odtučnění po dobu 16 h. Extrakce ve vodě při 55 °C po dobu 6 h přinesla výtěžek želatiny 6,3 %, ale pevnost gelu získané želatiny byla 295 Bloom a obsah popelovin byl 1,9 %. [21]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍLE PRÁCE

Využití vedlejších produktů maso-zpracujícího průmyslu je velmi důležité pro udržení konkurenceschopnosti na trhu a udržování životního prostředí. Studium využití vedlejších kolagenních surovin pro extrakci hydrolyzátní a želatin se zabývá mnoho současných výzkumů. Konkrétně získávání želatiny z kuřecích a krocaních hlav bylo popsáno ve studii Du L. a kol, která používá dvoustupňové extrakce (při 50 a 60 °C) a uvádí 52 % výtěžnost želatiny pro kuřecí resp. 63 % krocaní hlavy. Pevnost gelu želatin uvádí přes 300 Bloom [19]. Dalším často studovaným vedlejším produktem jsou kuřecí a kachní nožky. Při extrakci z kuřecích nožek dosáhl Liu a kol výtěžku 31 % [20]. Almeida a Lannes dokázali vytěžit 6 % želatiny, s vysokou pevností gelu (295 Bloom) a obsahem popelovin 1,9 % [21]. Z kachních nožek se povedlo vytěžit 28 % želatiny ve studii Hudy a kol. [22]. S podobnými studii jsou srovnány výsledky našich experimentů v kapitole Srovnání výsledků.

Podmínky pro získávání želatiny z kuřecích hlav jsou zatím velmi málo prozkoumány, proto hlavním cílem praktické části diplomové práce bylo zhodnotit vliv vybraných technologických podmínek (množství přidaného enzymu, doba enzymatického opracování, doba extrakce) na účinnost extrakce želatiny z kuřecích hlav a charakterizace připravených želatin (pevnost gelu, viskozita, obsah popelovin,  $T_m$ , obsah vlhkosti). Dílčím cílem praktické části bylo navrhnout podmínky extrakce, které by přinesly uspokojivou výtěžnost a hlavně kvalitní želatinu z hlediska pevnosti gelu, což je zásadní ukazatel pro spektrum využití želatiny.



## 5 MATERIÁLY, METODY A POSTUP PRÁCE

### 5.1 Materiál

Jako surovina pro extrakci želatiny byly kuřecí hlavy, dodány firmou Raciola Uherský Brod, s.r.o. Skladovány byly zmrazené a rozemleté, viz *Obr. 5*. Před zpracováním byly rozmrazeny v chladničce při 4–6 °C.



*Obr. 5.: Pohled na zmrazené (vlevo) a rozmrazené kuřecí hlavy*

U surového materiálu byly provedeny zkoušky na obsah bílkovin, tuku, vlhkosti a popelovin. Hodnoty jsou uvedeny v *Tab. 6*.

*Tab. 6.: Analýza surové tkáně*

Sledovaná veličina	podíl [hm. %]
Bílkoviny*	50,6
Tuk*	22,3
Popeloviny*	18,7
Vlhkost	75,1

\* Obsah složky vztažen na sušinu suroviny

## 5.2 Metody

Pro navržení počátečních podmínek experimentů bylo využito faktorového plánování, které spočívá v co nejmenším počtu experimentů s více než jednou vstupní proměnnou a zároveň dostatečně popsat daný jev, bez nutnosti nacházet všechny varianty řešení. Faktorové plány jsou strukturou matice, kombinující vstupní okrajové podmínky jednotlivých faktorů. Počet pokusů při faktorovém plánování je  $N^P$ , kde N je počet úrovní faktorů a P je počet faktorů. [35]

Byly zvoleny 3 vstupní faktory, každý na dvou úrovních, což dává 8 počátečních experimentů plus jeden centrální.

Faktor A – Množství přidaného enzymu 0,4–1,6 %

Faktor B – Doba enzymatického opracování 18–48 h

Faktor C – Doba extrakce želatiny 1–4 h

Centrální experiment (9.) kombinoval střední hodnoty faktorů.

Dále byl proveden srovnávací pokus (10.) bez přídavku enzymu, s dobou extrakce shodnou s centrálním experimentem.

Byla vypočítána výtěžnost extrakce a spočítána bilanční chyba:

$$B. CH. = |100 - (V_H + V_{\dot{z}} + TZ)|$$

kde:  $V_H$  – Výtěžek hydrolysátu

$V_{\dot{z}}$  – Výtěžek želatiny (hlavní + vedlejší frakce)

TZ – Tuhý zbytek (nerozložený podíl po extrakci)

Výtěžek hydrolysátu:

Hydrolysát je kapalná frakce po enzymatickém opracování (viz *Obr. 5.*). Jeho výtěžek byl stanoven gravimetricky, po zředění na 500 ml bylo odpipetováno 3 x 40 ml do koželužských misek a vysušen při 103 °C do konstantní hmotnosti. Výtěžek ( $V_H$ ) byl stanoven v % na navážku suroviny.

Výtěžek želatiny:

Želatina byla vyextrahována ve dvou stupních. Celkový výtěžek želatiny (účinnost extrakce) je součtem hlavní a vedlejší frakce želatiny. Důležitý pro nás byla hlavní frakce želatiny, vzniklá při prvním stupni extrakce při 80 °C. Na vzorcích těchto želatín proběhly veškeré analytické zkoušky popsané níže. Vedlejší frakce želatiny byla stanovována orientačně a z důvodu malého množství vyextrahovaného produktu byly provedeny pouze některé analýzy.

Tuhý zbytek:

Zachycená tuhá fáze po filtraci suroviny po druhém stupni extrakce. Tento produkt je v této práci považován za finální odpad. V praxi by se dalo uvažovat o jeho možném užití pro výrobu hnojiv apod.

Po vyhodnocení výtěžnosti jednotlivých experimentů a kvality získaných želatín, byly vyhodnoceny vlivy jednotlivých faktorů. Ze získaných výsledků byly navrženy 2 experimenty tak, aby kombinovaly vysokou kvalitu získané želatiny a zároveň dosahovaly výtěžnosti, kterou bychom považovali za uspokojivou.

### 5.2.1 Přístroje, pomůcky a chemikálie

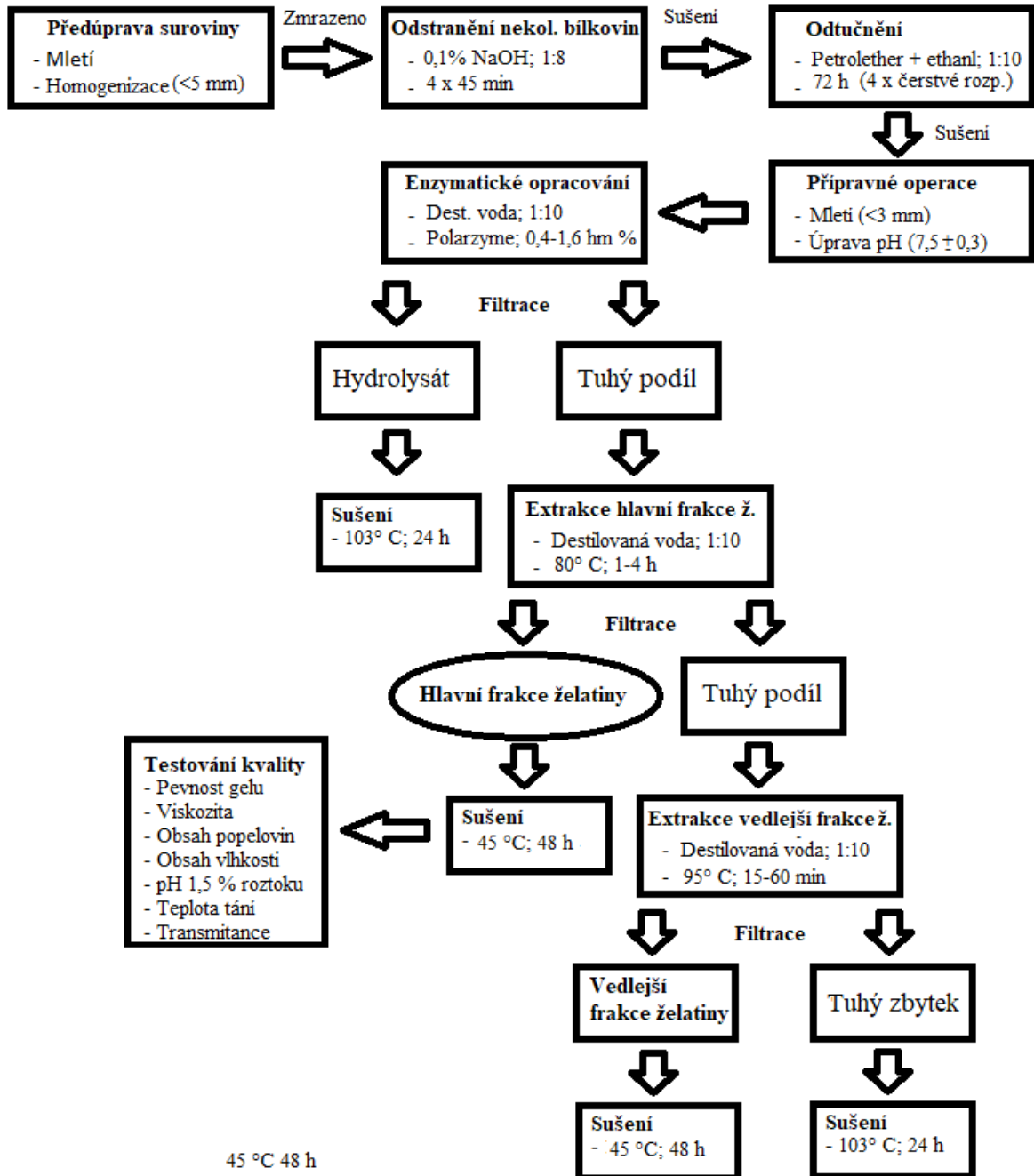
Sušárna Binder FD53, sušárna Memmert ULP 400, sušárna Venticelle 2001, pH meter Multical pH 526, elektrický mixér ETA 0010, topná deska IKA-C-Mag HS7, topná deska SCHOTT Gerate GMBH, teplotní čidlo IKA-TS-D5, spektrofotometr Helios – 3, analytické váhy KERN 770, předvážky KERN 440, třepačka LT 3, muflová pec Nabertherm, Ubbelohdeho viskozimetr, měřič pevnosti gelu Stevens LFRA Texture Analyser, exsikátor, kahan, Mettler Toledo (DSC)

1000 ml, 2000 ml Erlenmayerovy baňky, plastové uzavírací nádoby, 25 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml odměrné válce, Buchnerova nálevka, pipety a balonky, kádinky, nálevky, žihací kelímky, mineralizační baňky, Pepiho misky, PA textilie, plechy na sušení, navažovací lodičky, nůžky, lepicí páska, celofánová folie, lžičky, pinzeta.

Enzym Polarzyme 6.0 T (protéza – materiálový list – příloha 1), směs rozpouštědel petrolether + etanol (1:1), 10 % NaOH, 10 % HCl.

### 5.3 Postup práce

Celý proces získání želatiny je uveden na *Obr. 6.*, který schematicky popisuje všechny kroky a produkty.



*Obr. 6.: Blokové schéma přípravy želatiny z kuřecích hlav*

### 5.3.1 Příprava odtučněných a přečištěných hlav

Prvním krokem po rozmrazení suroviny bylo odstranění nekolagenních bílkovin. Navážka 100 g suroviny byla smíchána v poměru 1:8 s 0,1 % roztokem NaOH. Směs byla v plastových lahvích protřepávána po dobu 45 min. Po třepání byla surovina odfiltrována na kuchyňském sítku a promyta vodou, viz *Obr 7*. Třepání v NaOH proběhlo celkem 4 krát po 45 min.



*Obr. 7.: Promývání kuřecích hlav na kuchyňském sítku po opracování NaOH*

Promytá surovina se nechala vysušit v sušárně s cirkulací vzduchu při 35 °C asi 48 h a následovalo odtučnění.

Pro odtučnění bylo 50 g suroviny smícháno v poměru 1:10 se směsí rozpouštědel petrolether + ethanol (přípravenou v objemovém poměru 1:1) v Erlenmayerově baňce. Baňka byla zazátkována a umístěna na třepačku, kde během 72 h proběhly 4 třepací cykly, vždy s čerstvým rozpouštědlem. První cyklus trval 6 h, druhý cyklus 18 h a další dva cykly po 24 h. Odtučněná surovina byla odfiltrována přes kuchyňské sítko, rozprostřena na plech a sušena při pokojové teplotě.





*Obr. 8: Sušení odtučněných kuřecích hlav*

Odtučněná a vysušená surovina byla rozemleta na velikost  $< 3$  mm na elektrickém mixéru a skladována v uzavřené plastové láhvi při pokojové teplotě. Takto připravená surovina byla připravena k opracování enzymem před samotnou extrakcí.

U odtučněné suroviny bylo zjištěno zbytkové množství tuku, které činilo 7,4 %.

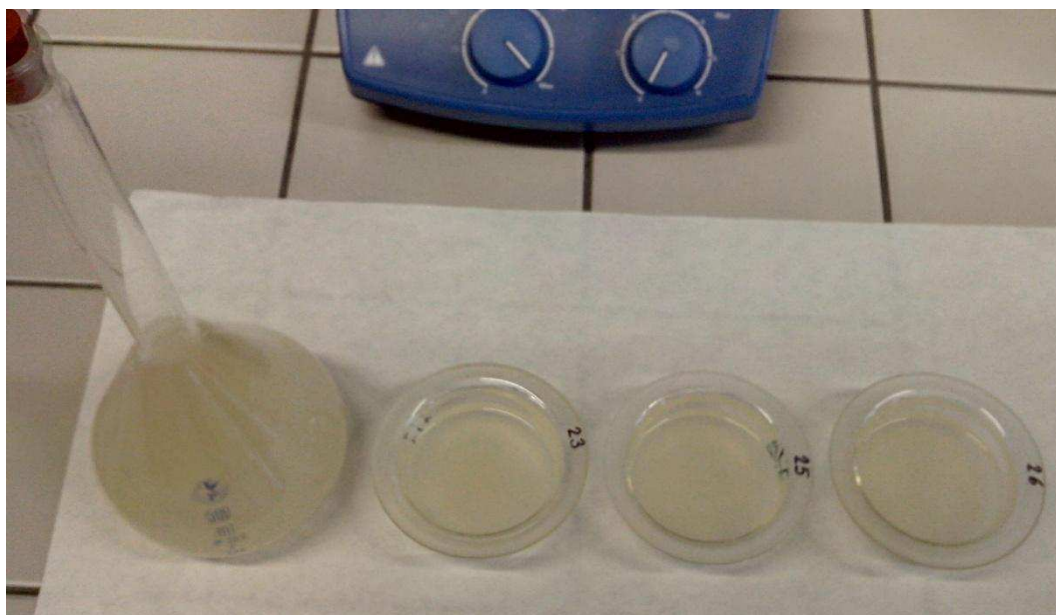
Pro výpočet navážky enzymu k enzymatickému opracování byl stanoven obsah sušiny, který vyšel 91,1 %. Přídavek enzymu na navážku 15 g suroviny tedy podle Faktoru A byl 0,0543 g (odpovídá 0,4 % sušiny) resp. 0,2172 g (pro 1,6 %).

### **5.3.2 Extrakce želatiny**

Opracování materiálu enzymem probíhalo v Erlenmayerových baňkách, smícháním suroviny s destilovanou vodou v poměru 1:10. Tato směs se nechala 15 min třepat na třepačce a následně bylo změřeno pH a upraveno na  $7,5 \pm 0,3$  pomocí 10 % HCl. Počáteční pH se pohybovalo mezi 9,5–10,1. Množství použité HCl pro úpravu pH bylo 0,3–0,5 ml. Následně byl přidán enzym Polarzyme 6.0 podle faktoru A a probíhalo třepání po dobu 24–72 h, podle faktoru B. Během prvních 4 h třepání bylo každou hodinu kontrolováno pH, popřípadě bylo opět upraveno na hodnotu  $7,5 \pm 0,3$ , kdy má enzym nejvyšší účinnost.

Po uplynutí doby opracování byla surovina přefiltrována přes kuchyňské sítko opatřené třemi vrstvami PA tkaniny. Odfiltrovaná kapalina byla převedena do odměrné baňky o

objemu 500 ml, doplněna destilovanou vodou a do koželužských misek bylo odpipetováno 40 ml pro stanovení výtěžku hydrolysátu. Stanovení bylo provedeno 3 krát, viz *Obr. 9*.



*Obr. 9: Ukázka stanovení množství vytěženého hydrolysátu*

Materiál zachycený na kuchyňském sítku byl důkladně promyt vodou pro odstranění veškerého enzymu.

Promytý materiál byl smíchán v kádince s destilovanou vodou v poměru 1:8 (počítáno na výchozí navážku 15 g), tj. 120 ml vody. Systém byl umístěn na topnou desku, opatřen magnetickým míchadlem a vyhřát na 80 °C (doba vyhřívání na 80 °C se pohybovala mezi 7–10 min). Po dosažení této teploty probíhala extrakce podle faktoru C 1–4 h. Průběh extrakce je znázorněn na *Obr. 10*.

Po extrakci byla provedena filtrace, která oddělila kapalnou část – želatinu a nerozložený podíl, který byl následně podroben druhému stupni extrakce při 95 °C po dobu 15 nebo 60 min (vzorky, které byly v prvním stupni extrahovány 1 h, byly v druhém stupni extrahovány 60 min a vzorky, které byly v prvním stupni extrahovány 4 h, byly v druhém stupni extrahovány 15 min).

Získaná želatina byla ihned po filtraci přivedena k varu na 5 min, pro inaktivaci zbytku enzymu. Poté byl roztok želatiny nalit na plech s nepřilnavou fólií a vysušen při 45 °C asi 48 h. Vysušená želatina byla zvážena a byla vypočítána účinnost extrakce.

Nerozložený podíl, po 2. stupni extrakce byl vysušen při 103 °C asi 24 h a byla vypočítána bilance celého procesu



Obr. 10: Extrakce želatiny na topné desce

## 5.4 Charakterizace připravených želatin

Postupy pro charakterizaci připravených želatin byly v souladu s GMIA (Gelatin Manufacturers Institute of America). [18]

### 5.4.1 Stanovení pevnosti gelu želatiny

Pro stanovení pevnosti gelu byl použit vzorek v předepsané nádobě o koncentraci 6,67 % (w/w). Navážka želatiny byla smíchána s odpovídajícím množstvím destilované vody v předepsané nádobě a rozpuštěna na vodní lázni při teplotě 45 °C. Roztok byl umístěn do chladničky s teplotou 6–10 °C a po 16–18 h byla změřena síla, nutná k proniknutí sondy do hloubky 4 mm pod povrch vzorku.

Množství získané želatiny se u daných experimentů lišilo, a proto byla upravena metodika pro nižší navážky želatiny a následně byly získané hodnoty přepočítány pro určení pevnosti gelu.



Tab. 7: Rozpis navážek želatiny a vody pro jednotlivé metody měření pevnosti gelu.

Metoda	Navážka želatiny [g]	Navážka vody [g]	Nádoba	f [-]
A	7,5	104,5	standardní předepsaná nádoba*	1
B	3,0	42,0	nádoba o ½ objemu	1,26
C	1,5	21,0	nádoba o ¼ objemu	1,64

\* rozměry standardní nádobky: objem 150 ml, výška 85 mm, vnitřní průměr 59 mm, vnější průměr 66 mm.

Metoda B: Měření ve váženecí o vnějším průměru 50 mm, vnitřní průměr 44 mm, výška 50 mm. Hodnoty pevnosti gelu jsou vyšší o faktor 1,2627.

Metoda C: Měření ve váženecí o vnějším průměru 40 mm, vnitřní průměr 35 mm, výška 50 mm. Hodnoty pevnosti gelu jsou vyšší o faktor 1,6372.

#### 5.4.2 Stanovení kinematické viskozity želatiny

Viskozita želatinových roztoků byla měřena ihned po stanovení pevnosti gelu. Váženka s gelem byla zahřívána na vodní lázni o teplotě 60 °C do rozpuštění gelu. Roztok byl poté převeden do na Ubbelohdeho viskozimetru, na kterém byla změřena doba průtoku mezi ryskami. Z doby průtoku byla následně spočítána kinematická viskozita želatinového roztoku podle vzorce:

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

v - kinematická viskozita [mm<sup>2</sup>/s]

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

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

t - aritmetický průměr změřených průtokových dob [s]

#### 5.4.3 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny byl stanoven nepřímou metodou. Navážka asi 1 g (s přesností na 0,0001 g) byla v koželužské misce sušena při teplotě 103 °C do konstantní hmotnosti a z úbytku hmotnosti byl stanoven obsah sušiny resp. vlhkosti.

#### **5.4.4 Stanovení obsahu popelovin**

Popeloviny byly stanoveny po stanovení obsahu sušiny a to tak, že daná navážka byla převedena do žíhacího kelímku a nejprve spálena nad plynovým kahanem do zuhelnatění. Poté byl kelímek umístěn do muflové pece a při 650 °C do úplného zpopelnění a obsah popelovin byl gravimetricky spočítán.

#### **5.4.5 Stanovení pH želatinového roztoku**

Stanovení pH želatinových roztoků proběhlo při koncentraci 1,5 % a teplotě 35 °C pH metrem.

#### **5.4.6 Stanovení teploty tání gelu**

Teplota tání želatinových gelů byla změřena na DSC. Navážka byla zvolena 20–45 mg do hliníkových misek o objemu 100  $\mu$ l. Program zahřívání byl zvolen podle ověřené metodiky: Vychlazení misky na 5 °C, kde byl udržován 15 min. Poté zahříván rychlostí 5 °C / min na 50 °C a následné chlazení na 5 °C. Teplota tání se projevila endotermním píkem na výsledné křivce.

#### **5.4.7 Stanovení čirosti želatiny**

Čirost želatiny byla stanovena pomocí měření prošlého světla (transmitance) 1,5 % roztoku vzorku želatiny. Transmitance byla změřena při vlnové délce 640 nm, na spektrofotometru Helios - 3.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Účinnost jednotlivých experimentů a kvalitativní ukazatele připravených želatin jsou zobrazeny v *Tab. 8*. Výtěžek hydrolysátu byl ovlivněn hlavně množstvím přidaného enzymu. Pro přídavek 0,4 % enzymu bylo množství vytěženého hydrolysátu mezi 4,1–4,4 %. Pro 1,6 % přídavek byl výtěžek 4,8–5,2 %. Doba působení enzymu neměla značnou roli na výtěžek hydrolysátu, ale dá se pozorovat mírný nárůst výtěžku hydrolysátu se zvyšující se dobou enzymatického opracování. Výtěžek hlavní frakce želatiny získaný při 80 °C se pohyboval mezi 20,4–35,8 %. U srovnávacího pokusu byl výtěžek o 10 % nižší než u centrálního pokusu a činil 19,7 %, což napovídá, že i bez přídavku enzymu se dá vytěžit značné množství želatiny z daného materiálu. Nejvýznamnější vliv na účinnost extrakce se zdá být doba extrakce, která má ale negativní vliv na kvalitu získané želatiny. Nejvyšší pevnost gelu (355 Bloom) byla naměřena u 1. experimentu, což je dokonce o 110 Bloom více než u srovnávacího pokusu. Naopak při 7. experimentu želatina gel nevytvořila a zároveň měla nejnižší viskozitu. Experiment č. 8, jehož podmínky byly horními limity faktorů, gel vytvořil, s pevností 113 Bloom. Ostatní experimenty měly pevnost gelu kolem 200 Bloom, což je pořád vysoce kvalitní želatina, s možností uplatnění např. v potravinářském průmyslu (nebereme-li v potaz ostatní ukazatele). Nejvyšší viskozita byla naměřena opět u 1. experimentu 9,35 mm<sup>2</sup> / s, s rostoucí dobou extrakce viskozita výrazně klesala, až k hodnotám kolem 2 mm<sup>2</sup> / s. Množství popelovin se pohybovalo mezi 2,3–3,9 %, což jsou hodnoty (mírně) převyšující standardní předpisy pro potravinářskou želatinu. Dá se pozorovat mírný vliv množství použitého enzymu na obsah popelovin v získané želatině, ale tento vliv je téměř zanedbatelný. Obsah sušiny byl 5–7,4 %. Připravené 1,5 % želatinové roztoky vykazovaly pH 7,02–7,17. Transmitance 1,5 % roztoků se pohybovala pod 0,5 %, proto nebyla vyhodnocována. Teplota tání byla obecně vyšší u vzorku s nižším obsahem enzymu a pohybovala se mezi 42,2–34,5 °C. Tuhý podíl, který byl zbytkem po 2. stupni extrakce byl 41–60 %. Výtěžky želatiny v 2. stupni jsou velmi „orientační“, jelikož jejich průběh se značně lišil (60 min extrakce pro experimenty s dobou extrakce 1 h v prvním stupni a 15 min extrakce pro experimenty s 4 h extrakce v prvním stupni). Dá se ovšem říci, že i druhý stupeň extrakce přináší poměrně dobré výtěžky 5,5–8,3 %. Při srovnávacím pokusu bylo v druhém stupni extrakce vyextrahováno dokonce 10,6 % želatiny za 60 min extrakce při 95 °C. Bilanční chyba u experimentů byla 3,2–9,5 %. Výsledky byly dále statisticky vyhodnoceny v programu minilab 17.

Tab. 8.: Výsledky základních experimentů

Experiment č.	Technologické podmínky			Charakterizace procesu						Charakterizace připravené želatiny					
	Faktor A - přídavek enzymu [%]	Faktor B - doba působení enzymu [h]	Faktor C - doba extrakce [h]	Výtěžek hydrolysát u [%]	Výtěžek hlavní** frakce želatiny [%]	Výtěžek vedlejší*** frakce želatiny [%]	Množství tuhého podílu [%]	Celková účinnost extrakce [%]	Bilanční chyba [%]	Pevnost gelu [Bloom]	Obsah popelovin [%]	Viskozita [mm <sup>2</sup> /s]	pH [-]	T <sub>m</sub> [°C]	Sušina [%]
1	0,4	18	1	4,1	20,4	7,0	60,1	31,5	8,4	355	2,33	9,4	7,11	41,5	7,37
2	0,4	18	4	4,2	27,7	6,0	58,5	37,9	3,6	211	2,84	4,2	7,02	38,8	6,79
3	0,4	48	1	4,4	26,6	7,3	56,0	38,3	5,7	248	2,45	5,8	7,04	39,3	6,74
4	0,4	48	4	4,3	28,5	8,3	49,7	41,1	9,2	219	3,53	3,7	7,17	42,2	6,52
5	1,6	18	1	4,8	29,9	6,0	50,3	40,7	9,1	207	2,76	3,1	7,13	38,6	5,02
6	1,6	18	4	4,8	34,2	6,6	48,2	45,6	6,2	162	3,31	1,9	7,13	34,9	5,94
7	1,6	48	1	5,2	28,4	7,8	51,3	41,4	7,3	0	2,98	1,4	7,09	-****	5,80
8	1,6	48	4	5,1	35,8	8,2	41,4	49,1	9,5	113	3,92	1,9	7,14	35,4	6,53
9	1	33	2,5	5,1	29,7	5,5	53,2	40,3	6,5	245	2,35	6,7	7,06	34,5	7,02
10*	0	33	2,5	1,7	19,7	10,6	64,8	32,0	3,2	246	2,12	5,3	7,07	38,8	6,65

\* srovnávací experiment - podmínky stejné jako u centrálního experimentu, pouze bez přídavku enzymu

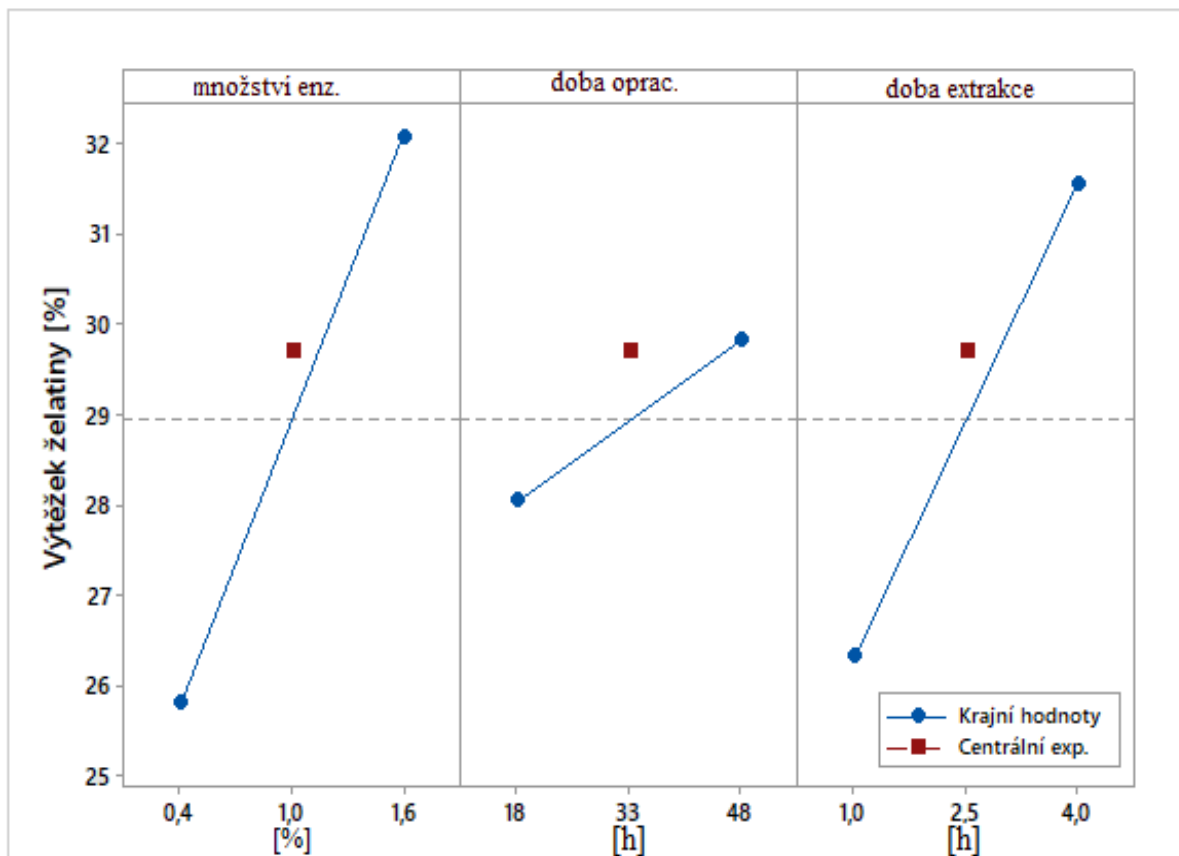
\*\* hlavní frakce želatiny = želatina vyextrahovaná při 80 °C

\*\*\* vedlejší frakce želatiny = želatina vyextrahovaná při 95 °C

\*\*\*\* vzorek želatiny při exp. Č. 7 nevytvořil želatinu, proto u něj nebyla sledována T<sub>m</sub>

## 6.1 Výsledky základních experimentů

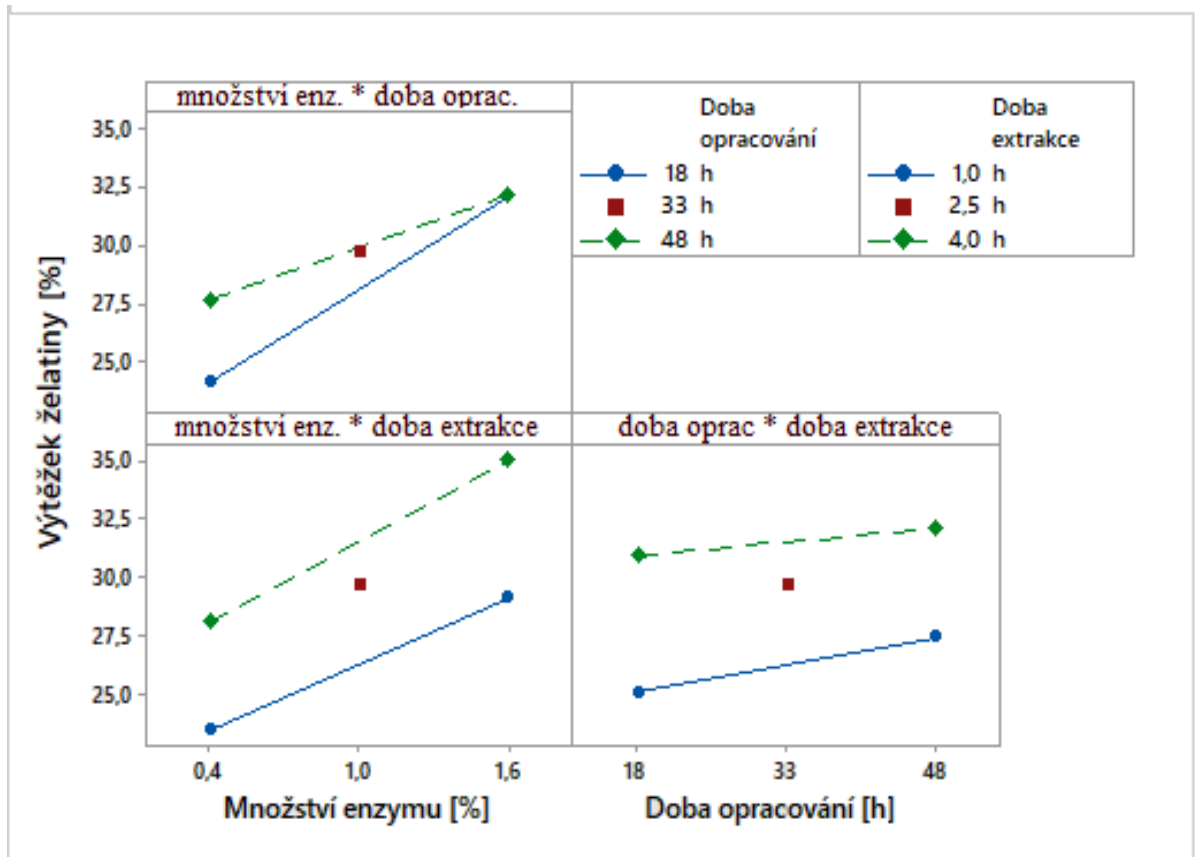
### 6.1.1 Výtěžnost želatiny



Obr. 11.: Vliv jednotlivých faktorů na výtěžnost želatiny

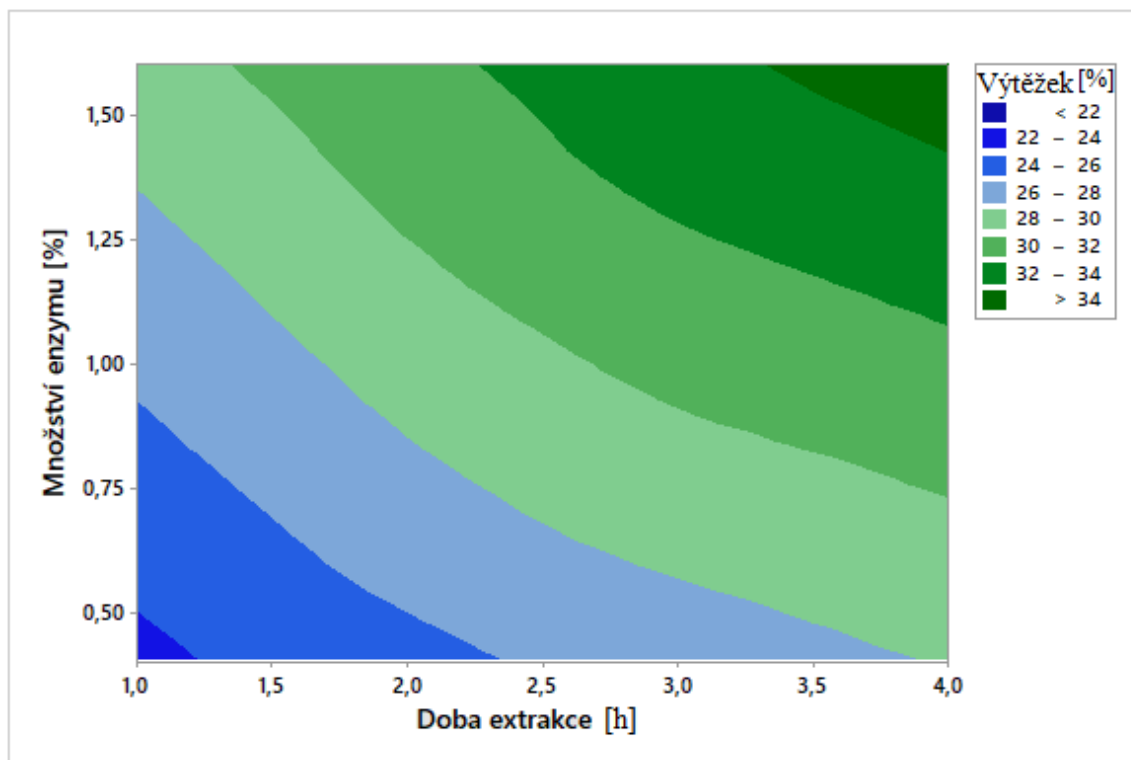
Z grafu na Obr. 11. je vidět, že množství přidaného enzymu (faktor A) a doba extrakce (faktor C) mají výrazně vyšší vliv na množství vytěžené želatiny. Pro vyšší účinnost extrakce je tedy nutné volit vyšší přídavek enzymu a vyšší doby extrakce. Na druhé straně doba opracování, která se téměř ztrojnásobila, způsobila nárůst výtěžnosti pouze o 2 %.

Všechny faktory však ukazují nárůst výtěžnosti se zvyšujícími se hodnotami, proto bude rozhodující sledovat také jejich vliv na kvality připravených želatin. Optimální podmínky budou navrhovány pro maximální možnou výtěžnost se zachováním pevnosti gelu nad 300 Bloom.



Obr. 12.: Zobrazení vlivu kombinací faktorů na výtěžnost želatiny.

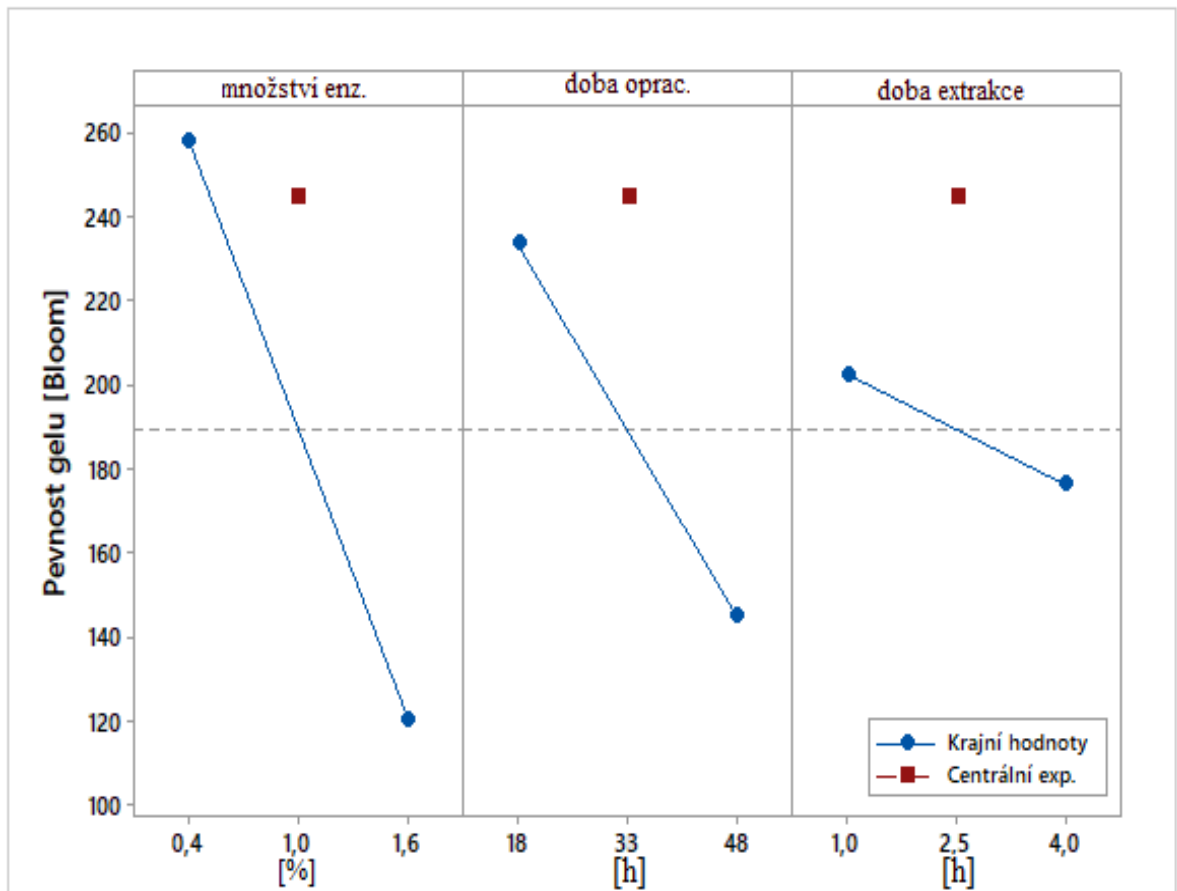
Nejvyšší synergický efekt pro zvýšení výtěžnosti extrakce je podle Obr. 12. kombinace množství přidaného enzymu a doby extrakce – levý spodní graf. Výrazný vliv má také kombinace množství přidaného enzymu a doby enzymatického opracování – levý horní graf. Doba opracování, společně s dobou extrakce ukazují menší společný vliv pro účinnost extrakce – pravý graf.



Obr. 13.: Vliv kombinace faktorů A (množství enzymu) a C (doby extrakce) na výtěžek želatiny

Na Obr. 13 lze pozorovat, že pro výtěžnost ke 30 % lze dosáhnout při přidavku enzymu asi 1,0 a doby extrakce 2 h. Při kratších dobách extrakce a nižších přídavicích enzymu se výtěžnost pohybovala pouze mezi 20–28 %, což je poměrně nízká účinnost a v praxi by se zřejmě nevyplatila. Přidávat větší množství enzymu už by mělo za následek menší pevnost gelu než požadovaných 200 Bloom. Pro navrhování optimálních podmínek bychom chtěli zvolit co nejvyšší výtěžnost, se zachováním vysoké pevnosti gelu. Nejvyšší vliv na pevnost gelu má podle Obr. 14. množství přidaného enzymu, proto při optimalizaci zvolíme horní hranici přidavku enzymu, při které bylo dosaženo dostačující kvality. Výtěžek se pokusíme zvýšit prodloužením extrakční doby, která by podle Obr. 14. měla mít nejmenší vliv na pevnost gelu připravené želatiny.

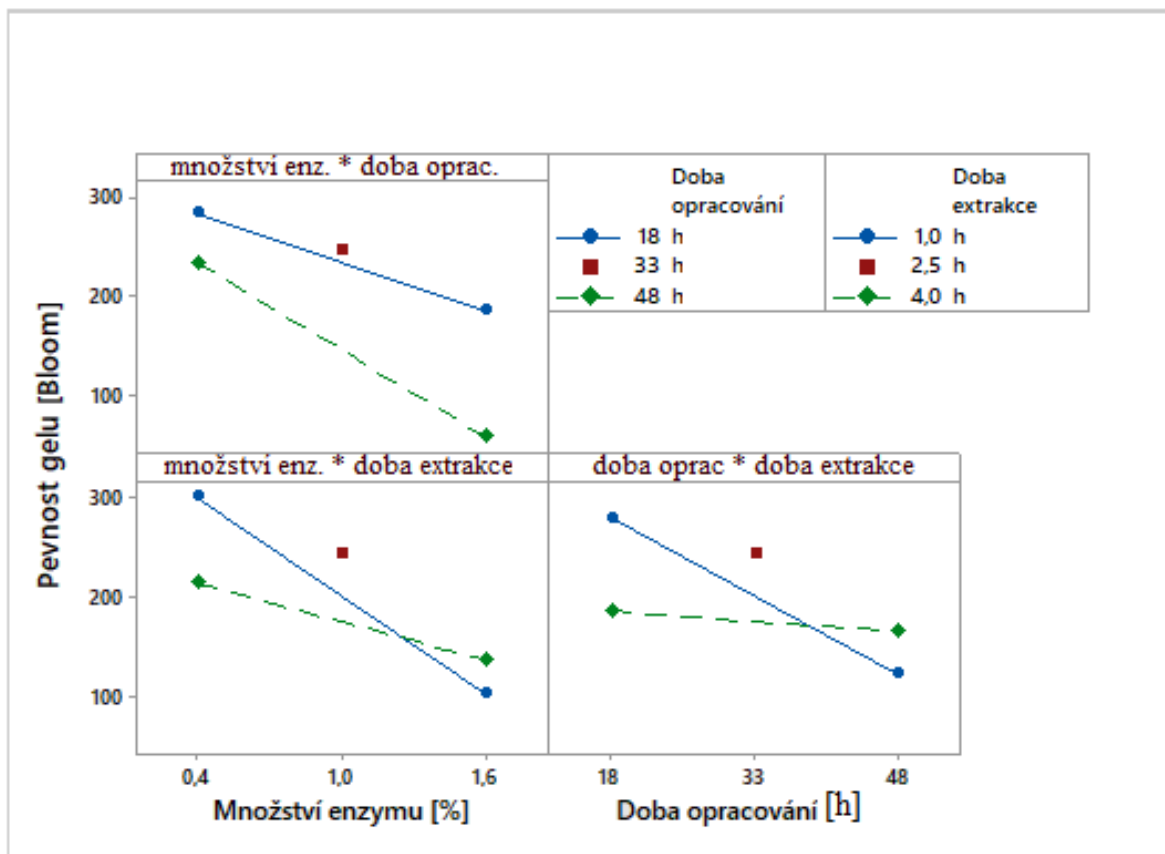
## 6.1.2 Pevnost želatinových gelů



Obr. 14.: Vliv jednotlivých faktorů na pevnost želatinových gelů

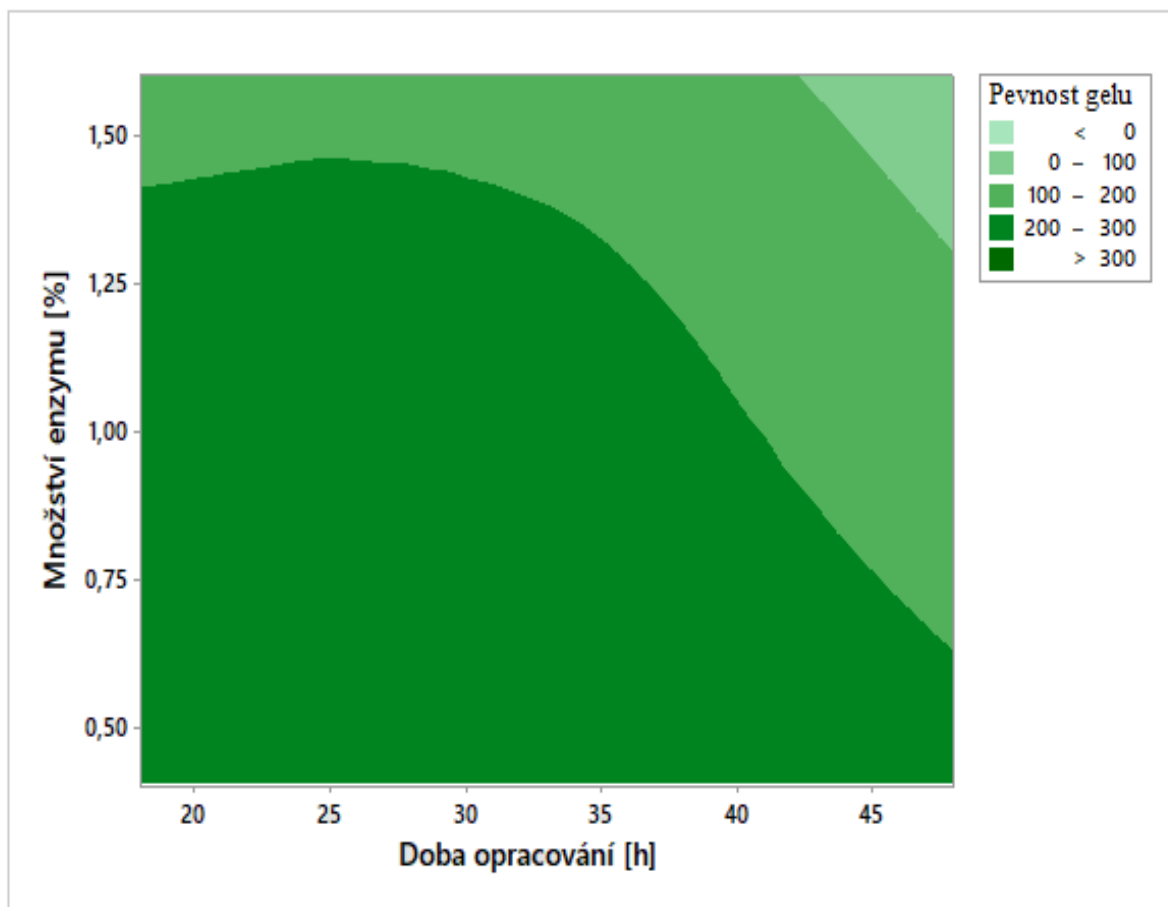
Na pevnost gelu má podle Obr. 14. nejvýraznější vliv množství přidaného enzymu, zatímco doba extrakce ukazuje nejmenší rozdíly při okrajových podmínkách. Zvyšování všech faktorů ukazuje negativní vliv na pevnost želatinových gelů, avšak jak bylo zmíněno výše, účinnost extrakce roste se zvyšujícími se faktory, především s přidáním enzymu a dobou extrakce.





Obr. 15.: Zobrazení vlivu kombinací faktorů na pevnost želatinových gelů

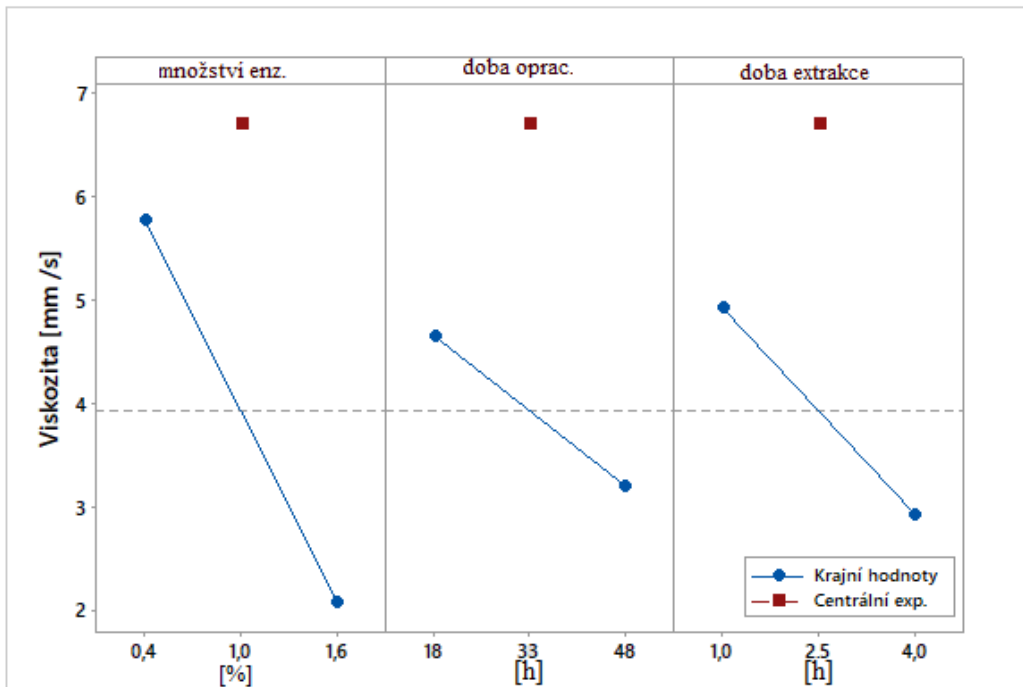
Z Obr. 15. je patrné, že kombinace faktorů množství přidaného enzymu a doba enzymatického opracování má velký vliv na pevnost připravených želatinových gelů, zvláště s vyšší dobou extrakce – levý horní graf. Při kombinaci množství přidaného enzymu a doby extrakce – levý spodní graf je vidět výrazný pokles pevnosti s rostoucím množstvím enzymu a to především u kratší doby extrakce. Naopak doba enzymatického opracování v kombinaci s vyšší dobou extrakce ukazují pouze malý vliv na pevnost gelu – pravý spodní graf.



Obr. 16.: Vliv kombinace faktorů A (množství enzymu) a B (doby opracování) na pevnost želatinových gelů

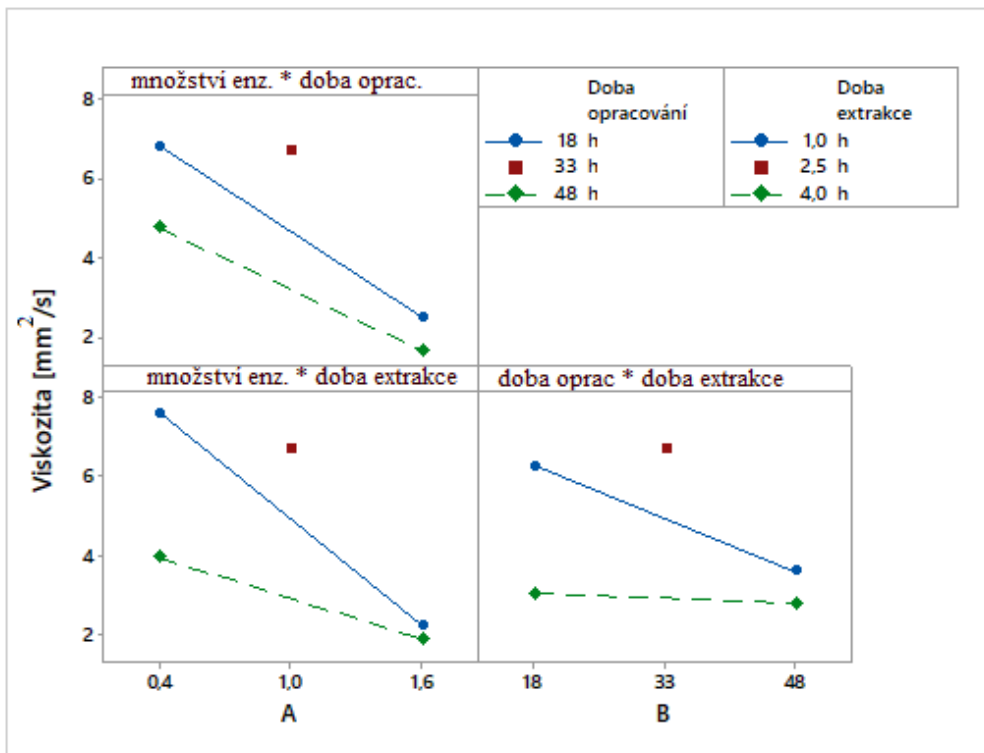
Nejvýznamnější vliv na pevnost gelu ukazuje kombinace množství přidaného enzymu a doba opracování. Pro získání gelu s pevností nad 200 Bloom je podle Obr. 16. nutné buď přidavek enzymu do 1,35 % a doba opracování do 35 h. Nebo přidavek enzymu snížit pod 0,75 % a prodloužit dobu opracování k 45 h. Vyšší přidavek enzymu nebo delší doby opracování vedou k želatinám s pevností pod 200 Bloom.

6.1.3 Viskozita želatinových roztoků



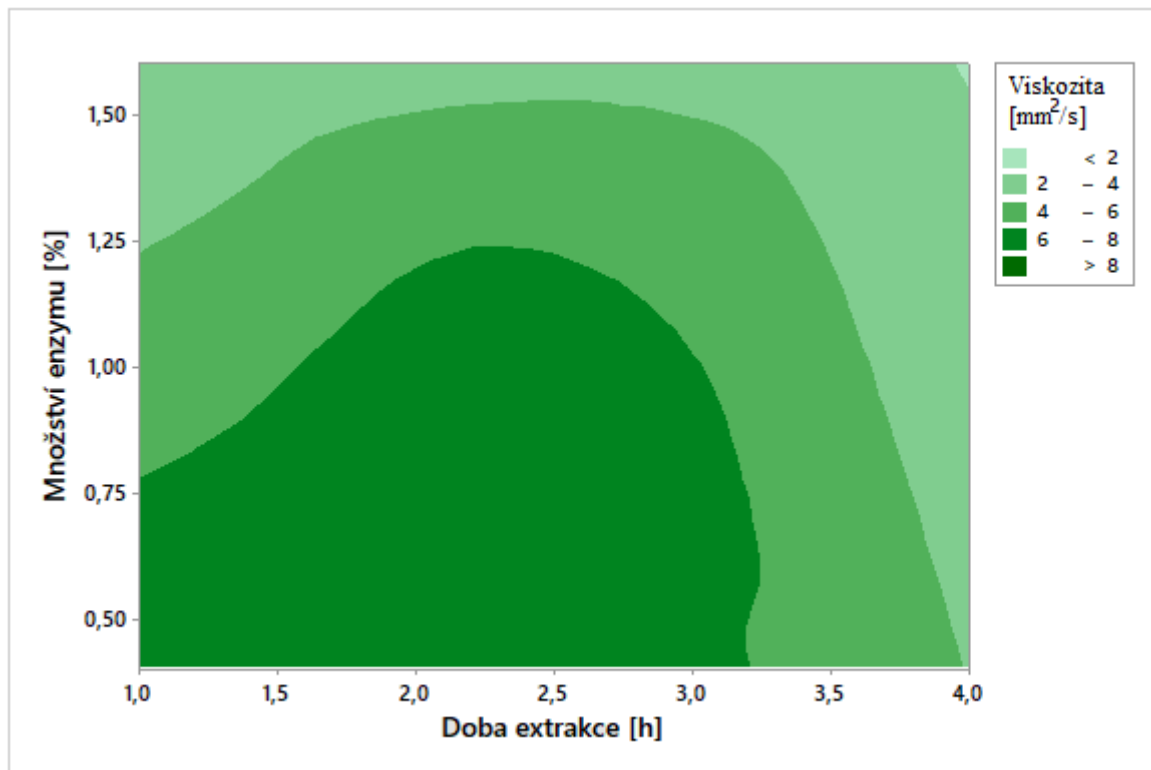
Obr. 17.: Vliv jednotlivých faktorů na viskozitu připravených želatinových gelů

Všechny faktory ukazují podle Obr 17. vliv na viskozitu želatinových roztoků. Nejvýznamnější význam se zdá být množství enzymu a doba extrakce.



Obr. 18.: Zobrazení vlivu kombinací faktorů na viskozitu želatinových roztoků

Z výsledků podle *Obr 18.* je jasné, že nejnižší viskozitu mají roztoky želatin připravených s vysokým přidavkem enzymu a dlouhou dobou extrakce. Lze také pozorovat nízký vliv délky působení enzymu, zvláště když zvolíme delší dobu extrakce.

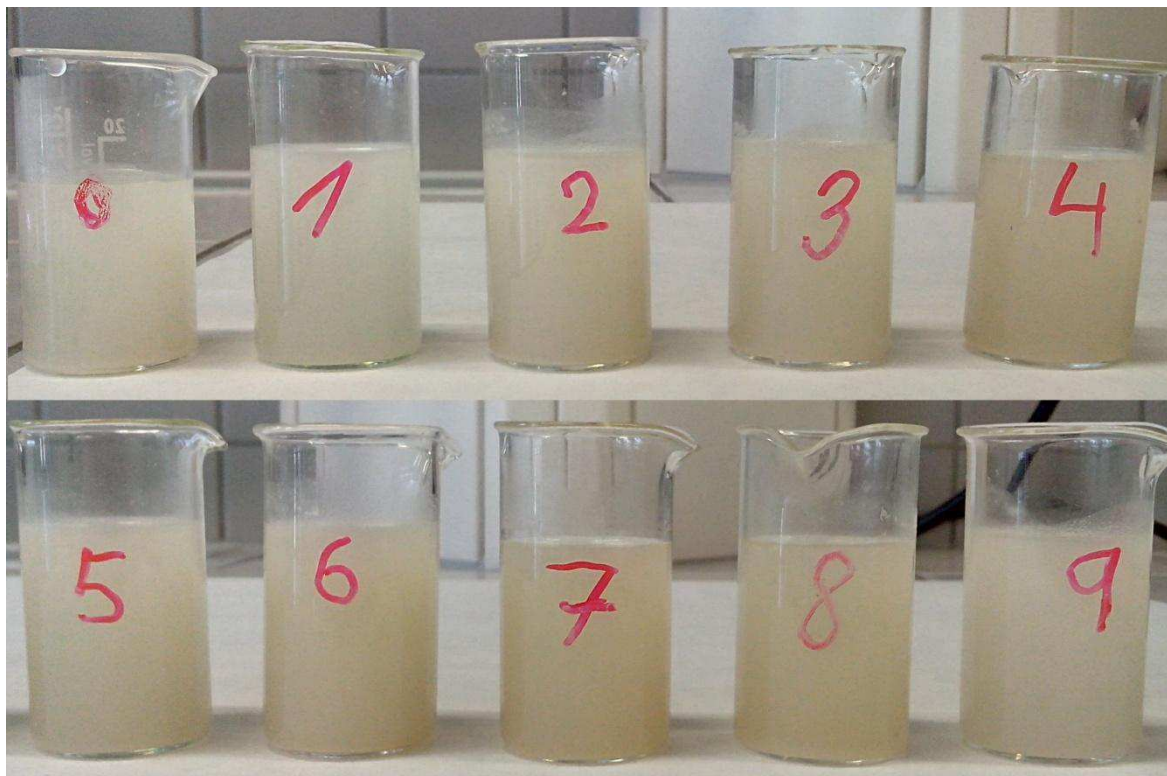


*Obr. 19.:* Vliv kombinace faktorů A (množství enzymu) a C (doby extrakce) na viskozitu želatinových roztoků

Pro získání želatinových gelů o viskozitě  $> 6 \text{ mm}^2/\text{s}$  je podle *Obr. 19.* nutné zvolit množství enzymu asi do 1 % a dodržovat nižší doby extrakce.

#### 6.1.4 pH 1,5 % želatinových roztoků

Připravené 1,5 % želatinové roztoky jsou zobrazeny na *Obr. 20.* Obecně byly roztoky připravených želatin i samotné želatiny tmavší pro 4 h doby extrakce (2, 4, 6, 8). Nejtmavší byl ovšem připravený roztok želatiny z experimentu č. 7, který tak potvrdil svou nízkou kvalitou zobrazenou nejnižšími hodnotami viskozity a neschopnosti vytvořit gel. Nejvyšší čistotu vykazoval roztok srovnávacího pokusu. U těchto roztoků bylo provedeno měření transmitance, při vlnové délce 640 nm na spektrofotometru Helios – 3. Hodnoty transmitance byly menší než 1 %, proto nejsou dále uváděny.



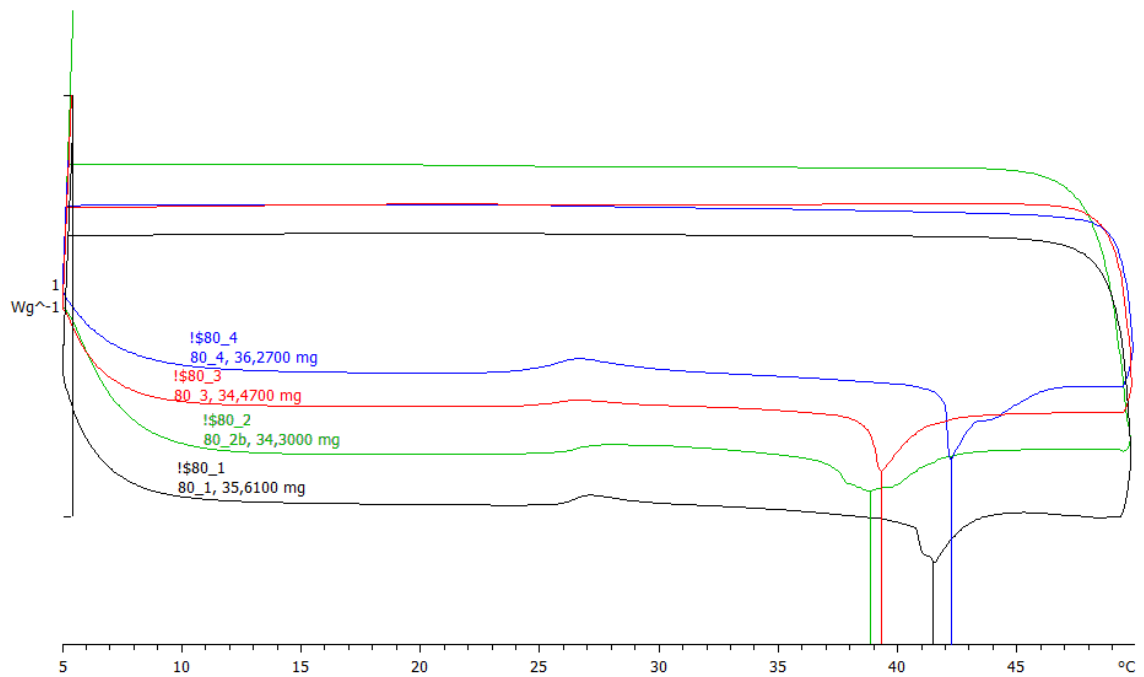
Obr. 20.: Roztoky želatiny (1,5 %) roztoky pro měření pH

\* 0 – srovnávací pokus (bez přidavku enzymu; v textu také jako (10.))

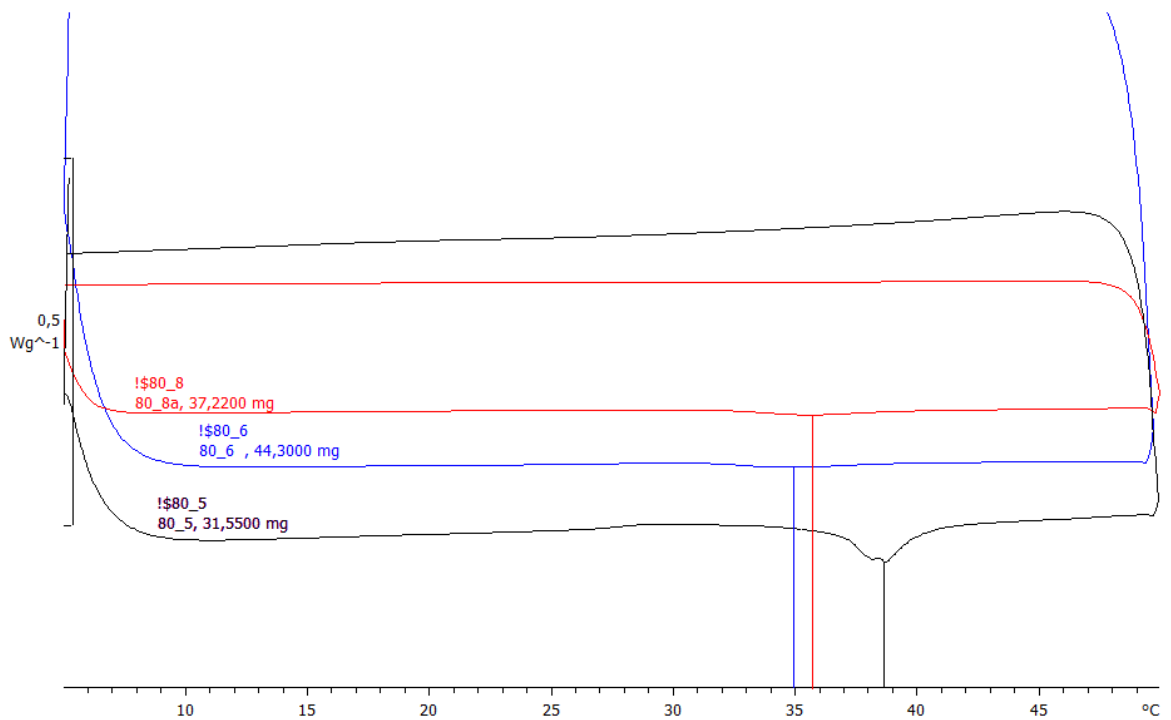
### 6.1.5 Teplota tání želatinových gelů

Stanovení teploty tání ( $T_m$ ) proběhlo na přístroji Mettler Toledo, při izotermním režimu popsaném v metodách výše.

Z Obr. 21–23 lze sledovat nižší teploty tání vzorků, které obsahovaly nižší množství enzymu. U vzorků s přidavkem enzymu 0,4 % se  $T_m$  pohybovala mezi 42,2–38,8 °C a u vzorků s přidavkem 1,6 % 34,9–38,6 °C. Jelikož vzorek připravené želatiny při 7. experimentu nevytvořil gel, nebyla u něj měřena  $T_m$ . Nejvyšší teplota tání (42,2 °C) byla zaznamenána u vzorku 4., připraveného s přidavkem 0,4 % enzymu, dobou enzymatického opracování 48 h a dobou extrakce 4 h. Nejnižší  $T_m$  (34,5 °C) byla naměřena u centrálního vzorku. Nelze tedy jednoznačně popsat úplný vliv všech faktorů na  $T_m$  a pro hodnotnější výsledky by byla vhodná detailnější studie.

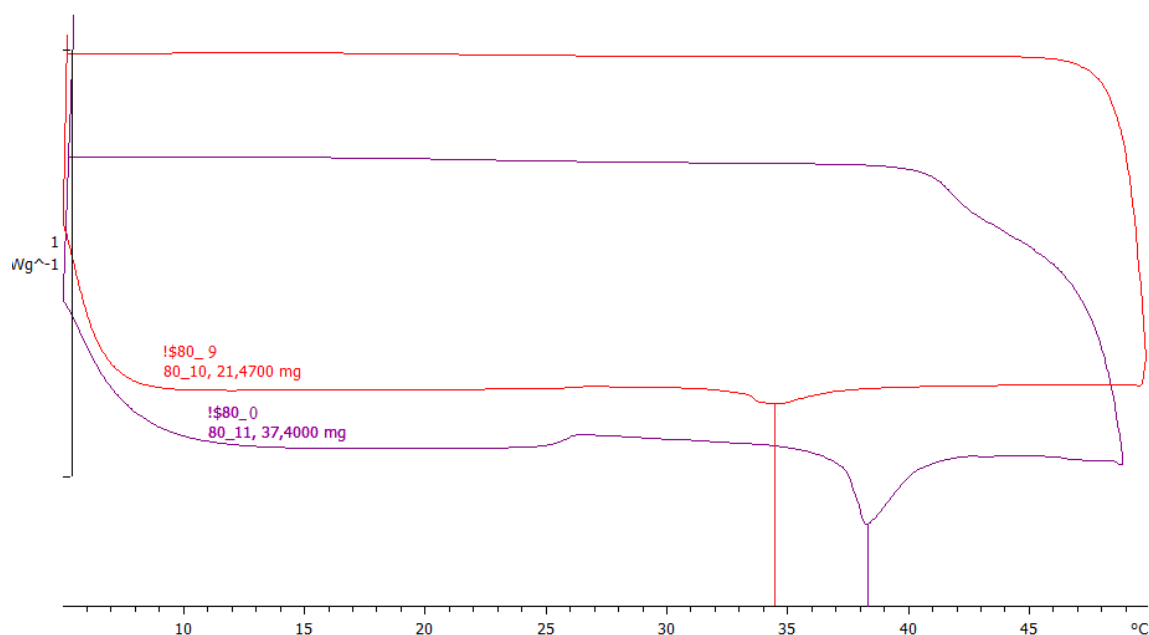


Obr. 21.: Teploty tání želatinových gelů z experimentů 1–4



Obr. 22.: Teploty tání želatinových gelů z experimentů 5, 6 a 8

\* Vzorek č. 7 gel nevytvořil, proto u něj nebyla sledována teplota tání



Obr. 23.: Teploty tání želatinových gelů centrálního (9.) a srovnávacího (10.) experimentu

## 6.2 Vedlejší frakce želatiny

Produkty získané po druhém stupni extrakce (95 °C) byly získány ve velmi malých množstvích (0,4–0,8 g) a byly souhrnně testovány na pevnost gelu a viskozitu. Vzorky želatin s přidavkem enzymu 0,4 % byly smíchány a podrobeny zkoušce pevnosti gelu a viskozity. Totéž proběhlo pro vzorky s obsahem enzymu 1,6 % (bez experimentu č. 7, který nevytvořil gel).

Gel připravený z želatin s 0,4 % přidavkem enzymu vykazoval pevnost 74 Bloom a viskozitu 3,7 mm<sup>2</sup>/s. Gel připravený z želatin s přidavkem enzymu 1,6 % měl pevnost 31 Bloom a viskozitu 1,4 mm<sup>2</sup>/s.

Výtěžnost vedlejší frakce želatiny byla mezi 5–10 % za 15–60 min při 95 °C. kvalita želatiny již není tak vysoká, ale další studie vlivu extrakční teploty na výtěžnost i kvalitu připravených želatin by mohla detailněji zkoumat rozsah teplot pro získání dostatečně kvalitních želatin.

### 6.3 Optimalizované experimenty

Navrhnout optimální podmínky pro zpracování dané suroviny je velmi obtížné, neboť veškeré ukazatele kvality (pevnost gelu, viskozita,  $T_m$ ) klesají na úkor vyšší výtěžnosti extrakce.

Prioritou bylo získat želatinu s pevností gelu nad 200 Bloom, pro možnost použití v potravinářském průmyslu.

Pro navržení optimálních podmínek se vycházelo z *Obr. 9* (vliv faktorů na výtěžnost) a *Obr. 12* (vliv faktorů na pevnost gelu). Jako konstantní faktory byly zvoleny doba enzymatického opracování (24 h) a přídavek enzymu (0,8 %). Optimalizované experimenty se tedy lišily pouze dobou extrakce 45 resp. 120 min a dobou druhého stupně extrakce (1 resp. 4 h). Druhý stupeň extrakce byl opět orientační, pro porovnání možnosti získání dalších, méně kvalitních podílů.

*Tab. 9.: Podmínky optimalizovaných experimentů a jejich výsledky*

<b>Experiment č.</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Podmínky</b>	-	
Faktor A - přídavek Enzymu [%]	0,8	0,8
Faktor B - doba působení [h]	24	24
Faktor C - doba extrakce [min]	45	120
<b>Výsledky</b>	-	
Výtěžek hydrolyzátu [%]	4,9	4,6
Výtěžek hlavní frakce [%]	22,6	29,9
Výtěžek vedlejší frakce [%]	12,3	14,1
Pevnost gelu [Bloom]	277	140
Viskozita [ $\text{mm}^2/\text{s}$ ]	5,5	2,6

U vzorků želatin připravených při navržených podmínkách byly vyhodnoceny vybrané ukazatele kvality, které jsou zobrazeny v *Tab. 8*. Tyto výsledky potvrzují již výše diskutovaný význam zvyšování doby extrakce na pevnost gelu a viskozitu. Experiment č. 12, který byl podroben extrakci 2 h, již nepřinesl želatinu s pevností nad 200 Bloom (140), kdežto stejně opracovaná surovina, extrahovaná pouze 45 min dokázala utvořit gel s pevností 277 Bloom. Výtěžek při tomto opracování činil 22,6 %, což je o 7 % méně než při 2 h extrakci. Při druhém stupni extrakce (95 °C) bylo dosaženo výtěžků přes 10 %, co ukazuje vysoký vliv extrakční teploty na výtěžnost.



## 6.4 Srovnání výsledků a přínos pro praxi

Du L. a kol. ve své studii použili dvoustupňovou extrakci (50 a 60 °C) kuřecích a krocaních hlav. Výtěžnost prvního stupně extrakce dosahoval 37,97 % pro krocaní a 31,21 % pro kuřecí hlavy. Druhý stupeň extrakce přinášel dalších 24,79 % u krocaních a 21,08 % u kuřecích hlav. Naměřená pevnost gelů z kuřecích hlav byla 247,9 Bloom hlavní frakce extrakce a 200,4 Bloom u vedlejší frakce extrakce. Pro krocaní hlavy vycházely gely s vyšší pevností 368,4 resp 332,7 Bloom. Obsah popelovin však nepřekročil 0,06 %, což je mnohem nižší než u našich experimentů. Jejich metoda se lišila v úpravě suroviny i v samotném procesu extrakce. Při předúpravě proběhlo odtučnění v 0,015 M NaHCO<sub>3</sub> smícháním 1:4 a protřepáváno 1 h při 4 °C (4 x). Po opracování byla odstředěna kapalina po dobu 10 min. Po odtučnění, stejně jako v našem případě, proběhlo odstranění nekolagenních bílkovin pomocí 1 M NaOH smícháno 1:10. To proběhlo celkem 6 h, každé 2 h byl vymněněn NaOH roztok za čerstvý. Při promývání vzorku po alkalickém opracování byla surovina navíc promývána 0,05 M kyselinou octovou, se kterou byla smíchána v poměru 1:10 a třepána 18 h při 4 °C. Extrakce probíhala při dvou teplotách. Po smíchání suroviny s vodou v poměru 1:10 probíhal první stupeň extrakce 18 h při 50 °C za stálého míchání. Po uplynutí doby byla surovina přefiltrována a tuhý materiál byl podroben druhému stupni extrakce po dobu 6 h při 60 °C. [19]

Huda a kol. pro extrakci použili kachní nožky s konečným výtěžkem 28,4 %. Extrakce proběhla v 5 % kyselině mléčné při nízkých teplotách (4–7 °C). Extrakce probíhala 24 h a získaný roztok byl neutralizován 1 N roztokem NaOH. Výsledný produkt obsahoval vysoký obsah popelovin (28,6 %). [22]

Při extrakci z kuřecích nožek ve studii Almeidy a Lannes se podařilo dohánout vysoké pevnosti výsledných želatinových gelů (295 Bloom), což je srovnatelné s touto studií (355 Bloom). Obsah popelovin v jejich připravených želatinách nepřekročil 2 %, v naší studii se nepodařilo připravit vzorek, který by se dostal pod tuto hodnotu. Ve své studii použili pro opracování suroviny 4 % kyselinu octovou a extrakce po dobu 6 h při 55 °C přinesla výtěžek pouze 3,3 %. [21]

Extrakcí želatiny z kuřecích kůží studoval Sarbon a kol. V jeho experimentech dosáhl výtěžku 16 % želatiny. Při opracování kuřecí kůže nejprve použil 0,15 % NaOH po dobu 2 h. Následně 0,15 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,7 % kyselinu citrónovou po dobu 18 h. Samotná extrakce byla ve vodě 24 h při teplotě 45 °C. [33]

Rafieman a kol. provedli extrakci ze zbytků kuřecího odkostovače, který je vedlejším produktem maso-zpracujícího průmyslu. Vzorky suroviny byly nejprve smíchány s 1 % roztokem NaCl. Po úpravě pH na 10,5 byla směs přefiltrována a surovina byla smíchána s HCl o koncentraci 3,5 a 7 % v poměru 1:2. V kyselině byla surovina máčena 24 h. Opracovaný materiál byl poté smíchán s vodou 1:3 a extrahován při 60, 70 a 80 °C po dobu 4, 7 a 10 h. Získané želatiny měly obsah popela < 2,6 %. Pevnost gelu u připravených želatin dosahovala až 520 Bloom. [34]

V praktické části této diplomové práce se podařilo dosáhnout výtěžku hlavní frakce želatiny z kuřecích hlav 20,4–35,8 %, což je srovnatelné s ostatními studiemi. Pevnost gelů připravených želatin se pohybovala mezi 113–355 Bloom. Obsah popelovin byl 2,1–3,9 %. Vedlejší frakce želatiny, vyextrahovaná při 95 °C za 15–60 minut dosahovala výtěžků 5–10 % s menší pevností gelu (31–74 Bloom).

Připravené želatiny z kuřecích hlav jsou vysoce kvalitní a ukazují potenciál využití vedlejších produktů z porážky drůbeže. Pro použití v potravinářském průmyslu je nutné redukovat obsah popelovin ve výsledném produktu, což je možné například provedením roztoku želatiny přes iontoměniče obsažené v pryskyřici. [36]

## 7 ZÁVĚR

Teoretická část popisuje možnosti zužitkování vedlejších živočišných produktů. Pro udržení konkurenceschopnosti maso-zpracujícího průmyslu je nutné vyvíjet metody zpracování těchto vedlejších produktů. Metody, které přemění surovinu bohatou na bílkoviny a tuk v produkt, s přidanou hodnotou. V této práci je popsán postup získávání želatin a kolagenního hydrolyzátu z kuřecích hlav.

Byla připravena série 9 experimentů pro přípravu želatin z rozemletých kuřecích hlav. Surovina byla po rozmrazení zbavena nekolagenních bílkovin působením 0,1 % NaOH. Následně odtučněna ve směsi rozpouštědel petrolether+etanol a enzymaticky opracována enzymem Polarzyme 6.0. přídavek enzymu se pohyboval od 0,4 do 1,6 %. Po enzymatickém opracování (18–48 h) byla ve směsi s vodou podrobena extrakci při 80 °C po dobu 1–4 h. Tuhý zbytek po extrakci hlavní frakce byl opět smíchán s vodou a podroben druhému stupni extrakce při 95 °C.

Výtěžnost hlavní frakce želatiny se pohybovala od 20,4–35,8%. Vyšších výtěžků želatiny se dosahovalo při vyšším obsahu enzymu a delších dobách extrakce. Menší vliv na výtěžnost měla doba enzymatického opracování.

Získané vzorky želatiny byly testovány na pevnost želatinového gelu, viskozitu, teplotu tání, obsah popelovin, obsah vlhkosti a transmitanci.

Nejvyšší pevnost gelu (355 Bloom) a zároveň nejvyšší viskozitu (9,4 mm<sup>2</sup>/s) vykazoval experiment s použitím 0,4 % enzymu, dobou opracování 18 h a dobou extrakce 1 h.

Byly navrženy optimální podmínky pro získání želatiny, z dané suroviny. Podmínky byly nastaveny pro získání želatiny s pevností gelu nad 200 Bloom a směřovalo se k maximálnímu výtěžku. Ze dvou navržených experimentů se stejným přídavkem enzymu (0,8 %) a stejnou dobou opracování (24 h), lišícími se pouze dobou extrakce (45 resp. 120 min) pouze první splnil podmínku pevnosti gelu a dosáhl pevnosti 270 Bloom. Extrakce po dobu 120 min přinesla želatinu s pevností gelu 140 Bloom.

Pro další studie by bylo vhodné detailněji zkoumat vliv reakční teploty na kvalitu připravených želatin z dané suroviny.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Dikeman, M., Devine C. Encyclopedia Of Meat Sciences, (2nd Edition), SanDiego: Elsevier Academic Press, 1487 str, ISBN 978-0-12-384731-7, 2014
- [2] Ockerman, H., Hansen C. L. Animal By-Product Processing & Utilization, Lancaster, PA: Technomic Pub. Co., Inc., 523 str, ISBN: 1-56676-777-6, 2000
- [3] Jayathilakan, K., Sultana, K., Radhakrishna, K., Bawa, A. S. Utilization Of ByProducts And Waste Materials From Meat, Poultry And Fish Processing Industries: A Review, Journal of Food Science and Technology, 49, 278-293 str, 2012.
- [4] Ferraro, V., Anton, M., Santé-Lhoutellier, V. The “Sisters”  $\alpha$ -Helices Of Collagen, Elastin And Keratin Recovered From Animal By-Products: Functionality, Bioactivity And Trends Of Application. Trends In Food Science & Technology, 51, 65-75 str, 2016
- [5] Frahofer-Institut fur Lebensmitteltechnologie und Verpackung: Emissions situation in der Nahrungsmittel industrie, BMFT, Bonn. 1990
- [6] Schrieber, R., Seybold, U. Gelatine Production, The Six Steps to Maximum Safety. Developments In Biology Standards 80, 195–198 str, 1993
- [7] Devatkal, S., Mendiratta, S. K., Kondaiah, N., Sharma, M. C., Anjaneyulu ASR Physicochemical, functional and microbiological quality of buffalo liver. Meat Science 68, 79–86 str, 2004
- [8] Unsal, M., Aktas, N. Fractionation And Characterization Of Edible Sheep Tail Fat. Meat Science 63, 235–239 str, 2003
- [9] Liu, D. C. Better Utilization Of By-Products From The Meat Industry. Food And Fertilizer Technology Center For The Asian And Pacific Region (FFTC Publication Database) 2002
- [10] Ghost, R. Fractionating Of Biological Macromolecules Using Carrier Phase Ultrafiltration. Biotechnol Bioeng 74, 1–11 str, 2001
- [11] Silva, V. D. M., Silvestre, M. P. C. Functional Properties Of Bovine Blood Plasma Intended For Use As A Functional Ingredient In Human Food. LWT- Food Science Technology 36, 709–718 Str, 2003
- [12] Del, P. H., Rendueles, M., Díaz, M. Effect Of Processing On Functional Properties Of Animal Blood Plasma. Meat Sci 78, 522–528 Str, 2008

- [13] Benjakul, S., Oungbho, K., Visessanguan, W., Thiansilakul, Y., Roytrakul, S. Characteristics Of Gelatin From The Skins Of Bigeye Snapper, Priacanthus Tayenus And Priacanthus Macracanthus. *Food Chemistry* 116, 445–451 Str, 2009
- [14] Bhaskar, N., Modi, V. K., Govindaraju, K., Radha, C., Lalitha, R. G. Utilization Of Meat Industry By Products: Protein Hydrolysate From Sheep Visceral Mass. *Bioresource Technology* 98, 388–394 Str, 2007
- [15] Ejike, C. E. C. C., Emmanuel, T. N. Cholesterol Concentration In Different Parts Of Bovine Meat Sold In Nsukka, Nigeria: Implications For Cardiovascular Disease Risk. *African Journal Of Biochem Research* 3, 95–97 str, 2009
- [16] Ghotra, B. S., Dyal, S. D., Narine, S. S. Lipid shortenings: a review. *Food Research International* 35, 1015–1048 str, 2002
- [17] Schrieber, R., Gareis, H. *Gelatine Handbook Theory And Industrial Practice*, Weinheim: Wiley-VCH-Verl, 334 str, ISBN 978-3-527-31548-2, 2007
- [18] Gelatin Manufacturers Institute Of America [ONLINE] dostupné z: <http://www.gelatin-gmia.com> [citováno 2018-04-19]
- [19] Du, L., Khiari, Z., Betti, M., Pietrasik, Z. Physicochemical And Functional Properties Of Gelatins Extracted From Turkey And Chicken Heads, *Poultry Science*, 92, 2463-2474 str, 2013.
- [20] Liu, D. C., Lin, Y. K., Chen, M. T. Optimum Condition Of Extracting Collagen From Chicken Feet And Its Characteristics, *Aust. J. Anim. Sci.*, 14, 1638-1644 str, 2001
- [21] Almeida, P. F., Lannes, S. C. S. Extraction And Physicochemical Characterization Of Gelatin From Chicken By-Product, *Journal Of Food Process Engineering*, 36, 824-833 str, 2013
- [22] Huda, N., Nik Aisyah, N. M., Seow E. K., Normawati M. N. Preliminary study on physicochemical properties of duck feet collagen, *International Journal Of Poultry Science*, 12, 615-621 str, 2013
- [23] Gómez-Guillén, M. C., Giménez, B., López-Caballero, M. E., Montero, M. P. Functional And Bioactive Properties Of Collagen And Gelatin From

- Alternative Sources: A Review, *Food Hydrocolloids*, 25, 1813-1827 str, 2011
- [24] Poultry Trends [ONLINE], dostupné z: <http://www.poultrytrends.com> [citováno 2018-04-19]
- [25] Hrabě, J., Buňka, F., Hoza, I., Březina, P. Technologie výroby potravin živočišného původu pro kombinované studium, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Zlín, ISBN 978-80-7318-521-3, 2007
- [26] Kadlec, P. Procesy Potravinářských a Biochemických Výrob, Vysoká Škola Chemicko-Technologická v Praze, Praha, ISBN 80-7080-527-7, 2003
- [27] Herbert W. Ockerman, Conly L. Hansen, a minimal by-product processing and utilization, 1st ed. Lancaster, PA: Technomic Pub. Co., Inc., ISBN 1566767776, 2000
- [28] Orel, V. Průmyslové Zpracování Jatečné Drůbeže, Praha, SNTL, ISBN 978-80-87719-27-5, 1962
- [29] Mareček, J., Groda, B., Sychra, L. Technika pro Zpracování Živočišných Produktů, Mendelova Zemědělská a Lesnická Univerzita, Brno, ISBN 80-7157-183-0, 1996
- [30] BRICS Information portal. [ONLINE], dostupné z: <http://infobrics.org/>, [citováno 2018-04-19]
- [31] Mokrejš, P., Svoboda, P., Hrnčířík, J., Janáčková, D., Vašek, V. Processing Poultry Feathers Into Keratin Hydrolysate Through Alkaline-Enzymatic Hydrolysis, *Waste Management And Research*, 29, 260-267 str, 2010
- [32] Ingr, I. Produkce a zpracování masa, Mendelova univerzita v Brně, Brno, ISBN 978-80-7375-510-2, 2011
- [33] Tasaduk, K., Nazir, A., Abbas, M. Poultry Orals And It's Utilization [ONLINE], dostupné z <http://poulvet.com>, [citováno 2018-04-19]
- [34] Rafieian, F., Keramat, J., Kadivar, M. Optimization Of Gelatin Extraction From Chicken Deboner Residue Using Rsm Method, *Journal Of Food Science And Technology*, 50,374-380 str, 2013
- [35] Štrausová, k., Dolejš, P. Využití Faktorového Plánu Experimentů při Poloprovozním Měření a v Předprojektové Přípravě, [ONLINE] dostupné z: <http://www.smv.cz>, [citováno 2018-04-28]
- [36] Wasswa, J., Tang, J., Gu, X-H. Desalting Fish Skin Protein Hydrolysates Using Macroporous Adsorption Resin, *American Journal of Food technology*, 5, 406-413 stry, 2007

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BRICS	Zkratkovité označení společného hospodářského uskupení Brazílie, Ruska, Indie, Číny a Jižní Afriky
EU	Evropská Unie
US	United States (Spojené Státy)
BSE	Bovine Spongiform Encephalopathy (nemoc šílených krav)
Ca(OH) <sub>2</sub>	Hydroxid vápenatý
Da	Dalton – jednotka molekulové hmotnosti
Bloom	Jednotka pevnosti gelu želatin
NaCl	Chlorid sodný
HCl	Kyselina chlorovodíková
KOH	Hydroxid draselný
NaOH	Hydroxid sodný
NaNO <sub>3</sub>	Dusičnan sodný
NaHCO <sub>3</sub>	Hydrogenuhličitan sodný
CH <sub>3</sub> COOH	Kyselina octová
PA	Polyamid
GMIA	Gelatin Manufacturers Institute of America
DSC	Diferenciální skenovací kalorimetrie
T <sub>m</sub>	Teplota tání

## SEZNAM OBRÁZKŮ

*Obr. 1.: Spotřeba masa v jednotlivých oblastech v letech 2014–2016 ve srovnání s předpovědí spotřeby v roce 2026 [24]*

*Obr. 2.: Schéma získávání želatin*

*Obr. 3.: Celosvětová produkce drůbeže v letech 2002–2017 [24]*

*Obr. 4.: Schéma jatečného opracování drůbeže*

*Obr. 5.: Pohled na zmrazené (vlevo) a rozmrazené kuřecí hlavy*

*Obr. 6.: Blokové schéma přípravy želatiny z kuřecích hlav*

*Obr. 7.: Promývání kuřecích hlav na kuchyňském sítku po opracování NaOH*

*Obr. 8.: Sušení odtučněných kuřecích hlav*

*Obr. 9.: Ukázka stanovení množství vytěženého hydrolyzátu*

*Obr. 10.: Extrakce želatiny na topné desce*

*Obr. 11.: Vliv jednotlivých faktorů na výtěžnost želatiny*

*Obr. 12.: Zobrazení vlivu kombinací faktorů na výtěžnost želatiny.*

*Obr. 13.: Vliv kombinace faktorů A (množství enzymu) a C (doby extrakce) na výtěžek želatiny*

*Obr. 14.: Vliv jednotlivých faktorů na pevnost želatinových gelů*

*Obr. 15.: Zobrazení vlivu kombinací faktorů na pevnost želatinových gelů*

*Obr. 16.: Vliv kombinace faktorů A (množství enzymu) a B (doby opracování) na pevnost želatinových gelů*

*Obr. 17.: Vliv jednotlivých faktorů na viskozitu připravených želatinových gelů*

*Obr. 18.: Zobrazení vlivu kombinací faktorů na viskozitu želatinových roztoků*

*Obr. 19.: Vliv kombinace faktorů A (množství enzymu) a C (doby extrakce) na viskozitu želatinových roztoků*

*Obr. 20.: Roztoky želatiny (1,5 %) roztoky pro měření pH*

*Obr. 21.: Teploty tání želatinových gelů z experimentů 1–4*

*Obr. 22.: Teploty tání želatinových gelů z experimentů 5,6 a 8*



*Obr. 23.: Teploty tání želatinových gelů centrálního (9.) a srovnávacího (10.) experimentu*

**SEZNAM TABULEK**

*Tab. 1.: Typy odpadů v potravinářském průmyslu*

*Tab. 2.: Chemické složení čerstvě stažené kůže*

*Tab. 3.: Suroviny, používané pro získávání želatiny a jejich zastoupení z celkové*

*Tab. 4.: Druhy vedlejších produktů při zpracování drůbeže a možnosti jejich využití*

*Tab. 5.: Výtěžky želatiny z kuřecích a krocáních hlav a jejich charakteristika*

*Tab. 6.: Analýza surové tkáně*

*Tab. 7: Rozpis navážek želatiny a vody pro jednotlivé metody měření pevnosti gelu.*

*Tab. 8.: Výsledky základních experimentů*

*Tab. 9.: Podmínky optimalizovaných experimentů a jejich výsledky*

## SEZNAM PŘÍLOH

1 – Materiálový list Polarzyme 6.0 T

# PŘÍLOHA P I: MATERIÁLOVÝ LIST POLARZYME T 6.0

## Product Data Sheet



1 of 1  
Valid from 2014-03-19

### Polarzyme® 6.0 T

**In this product the key enzyme activity is provided by**  
serine endoprotease that hydrolyzes internal peptide bonds

---

#### PRODUCT CHARACTERISTICS/PROPERTIES

Declared enzyme	Protease (Gubilitin)
Declared activity	6 KIPU/kg
Color	Off-white
Physical form	Granulate
Properties	Freeflowing
Odor	Slight fermentation odor
Solubility	Readily soluble in application-relevant solutions at all levels of concentration, temperature and pH which may occur in normal usage.

#### SAFETY AND HANDLING PRECAUTIONS

Enzymes are proteins. Inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes, and mucous membranes upon prolonged contact. See the MSDS or Safety Manual for further information regarding safe handling of the product and spills.

---

#### PRODUCT SPECIFICATION

	Lower Limit	Upper Limit	Unit
Polarzyme Protease Unit (KIPU)	6		/g
Bulk density	1.0	1.3	g/ml
Laser diffraction <150 micron	-	0.5	%
Laser diffraction >12.30 micron	-	3	%
Polarzyme elutriation dust	-	85	mg/g
Total viable count	-	10000	/g

The enzyme analytical method is available from the Customer Center or sales representative.

#### COMPLIANCE

Kosher certificate is available from the Customer Center or sales representative.

#### CERTIFICATIONS

Novozymes is a signatory to United Nations Global Compact, United Nations Convention on Biological Diversity and report on our sustainability performance through Global Reporting Initiative (GRI). See all our commitments under sustainability on [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com).




---

#### COMPOSITION

The granulate contains enzyme concentrate, inorganic salt, binder and coating materials.

#### PACKAGING

The product is available in different types of packaging. Please contact the sales representative for more information.

---

#### GM STATUS

This product is not a GMO.  
The enzyme product is manufactured by fermentation of a micro organism that is not present in the final product. The production organism and the enzyme effectiveness are improved by means of modern biotechnology.

---

#### STORAGE CONDITION

**Recommended storage:** 0-25 °C (32-77 °F)  
Packaging must be kept intact, dry, and away from sunlight. Please follow the recommendations and use the product before the best before date to avoid the need for a higher dosage.  
**Best before:** You will find the best before date in the certificate of analysis or on the product label.  
When stored as recommended, the product will maintain its declared activity up to its best before date.  
Novozymes guarantees delivery at least 3 months prior to the best before date.

For more information, or for more office addresses, visit [www.novozymes.com](http://www.novozymes.com)

Laws, regulations and/or third party rights may prevent customers from importing, using, processing and/or reselling the products described herein in a given manner. Without separate, written agreement between the customer and Novozymes to such effect, this document does not constitute a representation or warranty of any kind and is subject to change without further notice.

Novozymes A/S  
Krogshøjvej 36  
2880 Bagsvaerd  
Denmark  
  
Tel: +45 4446 0000  
Fax: +45 4446 9999

© Novozymes A/S

