

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

DRŮBEŽÍ STROJNĚ ODDĚLENÉ MASO VYROBENÉ RŮZNÝMI ZPŮSOBY: STANOVENÍ BÍLKOVIN, TUKU A KOSTNÍCH ÚLOMKŮ.

MECHANICALLY SEPARATED MEAT FROM POULTRY PRODUCED BY DIFFERENT
TECHNIQUES: PROTEINS, FAT AND BONE FRAGMENT DETERMINATION.

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. SILVIE ČÍŽKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

RNDr. JAN ŠALPLACHTA, Ph.D.

BRNO 2011



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce: **FCH-DIP0459/2010** Akademický rok: **2010/2011**
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Student(ka): **Bc. Silvie Čížková**
Studijní program: Chemie a technologie potravin (N2901)
Studijní obor: Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)
Vedoucí práce: **RNDr. Jan Šalplachta, Ph.D.**
Konzultanti:

Název diplomové práce:

Drůbeží strojně oddělené maso vyrobené různými způsoby: Stanovení bílkovin, tuku a kostních úlomků.

Zadání diplomové práce:

Charakterizovat drůbeží strojně oddělené maso vyrobené různými technologickými způsoby. Stanovit bílkoviny, tuk a kostní úlomky ve vzorcích dodaných firmou zpracovávající drůbež.

Termín odevzdání diplomové práce: **13.5.2011**

Diplomová práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu diplomové práce. Toto zadání je přílohou diplomové práce.

Bc. Silvie Čížková
Student(ka)

RNDr. Jan Šalplachta, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.
Ředitel ústavu

prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

V Brně, dne 15.6.2010

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá strojně odděleným kuřecím masem (SOM), které bylo vyrobeno na strojním zařízení Baader 601 (měkký způsob oddělování) a Lima D (tvrdý způsob oddělování). Historie, výroba, složení a legislativa týkající se SOM jsou popsány v teoretické části. V experimentální části jsou uvedeny experimenty včetně výsledků stanovení sušiny, celkového tuku, celkové bílkoviny, svalové bílkoviny a kolagenu ve vzorcích SOM. Kostní úlomky byly stanoveny vážkově a vizuálně po alkalické hydrolyze vzorků při zvýšeném, resp. atmosférickém tlaku. Výsledky byly hodnoceny s ohledem na vstupní surovinu a způsob strojního oddělování. Zjištěné hodnoty byly porovnány s údaji publikovanými v odborné literatuře a s legislativními požadavky. Experimentální data potvrzují vysokou variabilitu a tím i rozdílnou potravinářskou kvalitu SOM v závislosti na typu suroviny použité při výrobě SOM a na způsobu oddělování.

ABSTRACT

The diploma thesis is focused on mechanically separated chicken meat (MSM), which was produced on the machine Baader 601 (soft way of separation) and Lima D (hard way of separation). The history, production, composition and legislation relating to the MSM have been described in the theoretical part. The experiments involving the results of the determination of total solids, total fat, total protein, muscle protein and collagen have been introduced in the experimental part. Bone fragments have been determined by weight and visually after alkaline hydrolysis of samples at elevated, respectively atmospheric pressure. Results have been evaluated with regard to the feedstock and the method of mechanical separation. Values have been compared with data published in the scientific literature and legislative requirements. Data from the experiment confirm high variability and thus different food quality of MSMs, depending on the sort of feedstock used in the production of MSM and the separation method.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kuřecí maso, strojně oddělené maso, měkký způsob oddělování, tvrdý způsob oddělování, chemické složení, kostní úlomky.

KEY WORDS

Chicken meat, mechanically separated meat, soft way of separation, hard way of separation, chemical composition, bone fragments.

ČÍŽKOVÁ, S. *Drůbeží strojně oddělené maso vyrobené různými způsoby: Stanovení bílkovin, tuku a kostních úlomků*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 76 s. Vedoucí diplomové práce RNDr. Jan Šalplachta, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Diplomová práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana FCH VUT.

podpis studentky

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji RNDr. Janu Šalplachtovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při realizaci této diplomové práce.

Bc. Silvie Čížková

OBSAH

1. ÚVOD	7
2. TEORETICKÁ ČÁST	8
2.1 Maso	8
2.1.1 Složení masa.....	8
2.1.1.1 Bílkoviny	10
2.1.1.2 Lipidy	11
2.1.1.3 Minerální látky, vitaminy, extraktivní látky.....	11
2.1.2 Stavba kostní tkáně.....	12
2.2 Strojně oddělené maso	12
2.2.1 Historie	13
2.2.2 Výroba strojně odděleného masa	14
2.2.2.1 Měkký způsob oddělování	14
2.2.2.2 Tvrdý způsob oddělování	15
2.2.3 Právní předpisy týkající se strojně odděleného masa.....	16
2.2.4 Složení strojně odděleného masa	17
2.2.4.1 Bílkoviny	19
2.2.4.2 Lipidy	19
2.2.4.3 Kostní úlomky, vápník	19
2.2.5 Technologické aspekty strojně odděleného masa	20
2.3 Metody stanovení složek masa.....	20
2.3.1 Stanovení vody a sušiny	20
2.3.2 Stanovení celkového tuku	21
2.3.2.1 Stanovení tuku extrakcí podle Soxhleta	21
2.3.3 Stanovení bílkovin.....	22
2.3.3.1 Stanovení celkových čistých bílkovin metodou podle Kjeldahla	22
2.3.3.2 Stanovení kolagenu	24
2.3.3.3 Stanovení svalových bílkovin nepřímou metodou	24
2.3.3.4 Stanovení svalových bílkovin přes celkový kreatinin.....	24
2.3.4 Stanovení kostních úlomků	24
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	26
3.1 Použité přístroje a chemikálie	26
3.1.1 Použité přístroje.....	26
3.1.2 Použité chemikálie	26
3.2 Vzorky strojně odděleného masa	27
3.3 Stanovení sušiny.....	28
3.4 Stanovení celkového tuku	28
3.5 Stanovení bílkovin.....	29
3.5.1 Stanovení celkových čistých bílkovin.....	29
3.5.1.1 Výběr vhodného katalyzátoru pro Kjeldahlovu metodu	29
3.5.1.2 Výběr vhodného filtru pro srážení bílkovin taninem	29
3.5.1.3 Srážení vzorku taninem	30
3.5.1.4 Standardizace odměrných roztoků pro Kjeldahlovu metodu	30

3.5.1.5 Stanovení celkových čistých bílkovin metodou podle Kjeldahla	31
3.5.1.6 Výpočet obsahu celkového dusíku a celkových bílkovin	31
3.5.2 Stanovení kolagenu	32
3.5.2.1 Hydrolýza vzorku	32
3.5.2.2 Kalibrace pro spektrofotometrické stanovení 4-hydroxyprolinu	32
3.5.2.3 Měření vzorků	33
3.5.2.4 Výpočet obsahu hydroxyprolinu a kolagenu.....	33
3.5.3 Stanovení svalových bílkovin přes celkový kreatinin.....	33
3.5.3.1 Hydrolýza vzorků.....	33
3.5.3.2 Kalibrace pro spektrofotometrické stanovení kreatininu	34
3.5.3.3 Měření vzorků	34
3.5.3.4 Výpočty obsahu celkového kreatininu a svalových bílkovin.....	34
3.6 Stanovení kostních úlomků	35
3.6.1 Alkalická tlaková hydrolýza.....	35
3.6.2 Alkalická hydrolýza v termostatu	36
3.6.3 Opakovaná hydrolýza kostních úlomků.....	36
3.6.4 Důkaz kostních úlomků.....	37
3.6.5 Odvození obsahu vápníku	37
4. VÝSLEDKY A DISKUZE.....	38
4.1 Stanovení sušiny.....	38
4.2 Stanovení celkového tuku	39
4.3 Stanovení bílkovin.....	41
4.3.1 Stanovení celkových čistých bílkovin.....	41
4.3.1.1 Výběr vhodného katalyzátoru pro Kjeldahlovu metodu	41
4.3.1.2 Výběr vhodného filtru pro srážení bílkovin taninem	44
4.3.1.3 Stanovení celkových čistých bílkovin podle Kjeldahla	44
4.3.2 Stanovení kolagenu	46
4.3.3 Stanovení svalových bílkovin nepřímou metodou	48
4.3.4 Stanovení svalových bílkovin přes celkový kreatinin.....	49
4.4 Stanovení kostních úlomků	51
4.4.1 Alkalická tlaková hydrolýza.....	51
4.4.1.1 Mikroskopické posouzení kostních úlomků.....	51
4.4.1.2 Vážkové stanovení kostních úlomků.....	55
4.4.2 Alkalická hydrolýza v termostatu	56
4.4.3 Opakovaná hydrolýza v termostatu.....	57
4.4.4 Důkaz kostních úlomků.....	59
4.4.5 Odvození obsahu vápníku	60
4.5 Srovnání odlišných způsobů strojního oddělování.....	61
5. ZÁVĚR.....	64
6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	66
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	71
8. SEZNAM PŘÍLOH	72
9. PŘÍLOHY	73

1. ÚVOD

Maso je běžnou součástí výživy člověka. Tato surovina je zdrojem plnohodnotných bílkovin, esenciálních mastných kyselin, vitaminů a minerálních látek. Spotřeba drůbežího masa celosvětově roste a technologie mechanického oddělování je účinný způsob, jak využít zbytky masa z kostí kuřat. Strojně oddělené maso (SOM) je produkt získaný strojním oddělováním z masa na kosti, které zůstalo po vykostění části nebo celých těl zpracovávaných zvířat tak, že se ztratí nebo změní struktura svalových vláken. Strojně oddělené maso není srovnatelné s běžným masem [1]. V zahraniční literatuře je strojně oddělené maso označováno termíny mechanically separated meat (MSM), mechanically recovered meat (MRM), nebo mechanically deboned meat (MDM). Moderní stroje na oddělování masa dokážou vyprodukovat strojně oddělené maso, které se kvalitou blíží ručně oddělenému masu [2]. Strojně oddělené drůbeží maso má dobré nutriční a funkční vlastnosti a je vhodné pro výrobu mnoha masných výrobků [3]. Avšak většina spotřebitelů vnímá SOM subjektivně jinak než běžné maso. Proto je pro konzumenty a pro výrobce důležité kvalitativní hodnocení strojně odděleného masa a masných výrobků.

Cílem této diplomové práce bylo posoudit kvalitativní parametry ve vzorcích strojně odděleného kuřecího masa. Práce byla zaměřena na stanovení sušiny, celkového tuku, bílkovin a kostních úlomků. Vzorky SOM pro analýzu dodal drůbežářský podnik. Jednotlivé vzorky se lišily způsobem strojního oddělování a pocházely z různých částí drůbeže. Cílem diplomové práce bylo posoudit závislost kvalitativních parametrů strojně odděleného masa v závislosti na způsobu strojního oddělování a v závislosti na použité surovině. Zjištěné výsledky byly porovnány s údaji publikovanými v odborné literatuře a s legislativními požadavky, které na tuto komoditu kladou příslušné normy a nařízení Evropské unie.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Maso

Podle normy ČSN je maso definováno jako jatečně opracované tělo nebo jeho část a představuje komplex svalové, tukové, pojivové a kostní tkáně. Kostní tkáň nemusí být do definice zahrnuta [4]. Směrnice Evropské unie jako maso označuje všechny části těl živočichů, které se hodí k lidské výživě [5]. Podle této definice patří mezi maso i živočišné tuky, krev, droby, kůže a kosti, ale také masné výrobky. V diplomové práci je pojem masa zúžen jen na svalovou tkáň včetně vmezeřeného tuku, cév, nervů, vazivových a jiných částí, které jsou v mase obsaženy.

Maso je z nutričního hlediska velice cennou potravinou. Patří mezi zdroje plnohodnotných bílkovin, vitaminů skupiny B, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek, např. železa a zinku [6]. Ze zdravotního hlediska však existuje jisté optimum spotřeby masa určené zvyklostmi a fyziologickými potřebami určité populace [7]. V České republice se průměrná spotřeba masa pohybuje mezi 80 až 90 kg masa na osobu za rok [8]. Zvýšená spotřeba masa přináší určitá zdravotní rizika. V trávicí soustavě člověka při nadměrné spotřebě masa probíhají nežádoucí hnilobné procesy, při kterých se tvoří biogenní aminy. Také dochází k přebytku purinových bází, což vede k ukládání solí kyseliny močové v kloubech a vzniká onemocnění zvané dna [7, 9]. Při konzumaci tučného masa se nežádoucím způsobem zvyšuje podíl živočišných tuků v naší potravě. Zvýšený příjem nasycených mastných kyselin má negativní vliv na kardiovaskulární soustavu a přispívá ke vzniku tzv. civilizačních chorob. Z těchto důvodů odborníci považují za nejvhodnější maso drůbeží, které obsahuje nejméně tuku [6, 10].

Spotřeba drůbežího masa v České republice vzrostla za posledních 15 let téměř na dvojnásobek. Podobný trend je pozorován i v celosvětovém měřítku. V posledních letech činí spotřeba drůbežího masa v České republice přibližně 25 kg na osobu za rok. Vepřového masa se průměrně spotřebuje 40 kg na osobu za rok a u hovězího masa je spotřeba přibližně 10 kg na osobu za rok [8].

Drůbeží maso je zdrojem lehce stravitelných bílkovin. Další jeho předností je nízká energetická hodnota a nízký obsah tuku. Drůbeží maso lze poměrně snadno a rychle kulinárně upravit. K růstu spotřeby drůbežího masa přispívají také příznivé ceny a rozšiřující se nabídka dělené drůbeže, drůbežích polotovarů a drůbežích masných výrobků [10, 11, 12].

Pokud se v této práci píše o mase, je myšleno maso drůbeží. Bude-li se jednat o jiný druh masa, bude to vždy uvedeno.

2.1.1 Složení masa

Maso má složitou a velmi různorodou histologickou strukturu. Převážnou složku masa tvoří svalová tkáň, dále maso obsahuje tukovou tkáň a vazivové části. Složkou masa jsou i kosti, které se většinou při zpracování masa odstraňují [13]. Svalová tkáň se rozděluje na svalovinu příčně pruhovanou, hladkou a srdeční. Příčně pruhovaná svalovina je stavební částí kosterních svalů, je ovládána somatickým nervstvem a má příčné pruhování. Hladká

svalovina je součástí vnitřních orgánů, krevního oběhového systému a je ovladatelná vegetativním nervstvem. Srdeční svalovina se stavbou podobá příčně pruhované svalovině, je však ovládána stejně jako hladká svalovina vegetativním nervstvem [14].

Chemické složení masa je proměnlivé. Značně se liší podle toho, zda bereme v úvahu celá jatečná těla nebo jen maso ze specifických částí těla. Variabilní bývá také podíl složek masa mezi jednotlivými kusy zvířat. Složení masa je totiž závislé na řadě vlivů, mezi které patří druh plemena, způsob výkrmu, složení krmiv, věk a hmotnost porážených zvířat [3, 7, 15, 16].

Libová svalovina se skládá z vody, bílkovin, tuků, minerálních látek, vitaminů a extraktivních látek [14, 17]. Voda je hlavní složkou masa. Obsah vody v masě se pohybuje mezi 65-80 % [14]. Voda je prostředím biochemických a chemických procesů, také má významný vliv na vlastnosti masa. Ve svalovině se nachází voda vázaná, imobilizovaná a volná. Vázaná voda je velmi pevně vázána na bílkoviny masa. Imobilizovaná voda je poutána slabšími vazebnými interakcemi než voda vázaná a je spojena s ionty a bílkovinami. Imobilizovaná voda může být z masa uvolněna při působení tepla, například při vaření. Volná voda se z masa uvolňuje odkapáním či při proplachování [18].

Ostatní složky masa se rozdělují na dusíkaté a bezdusíkaté. Mezi dusíkaté látky patří bílkoviny, peptidy, volné aminokyseliny, nukleotidy/nukleosidy, kreatin/kreatinfosfát, kreatinin, cholin a vitaminy rozpustné ve vodě (vitaminy skupiny B). K bezdusíkatým látkám patří lipidy (triacylglyceroly, fosfolipidy a cholesterol), minerální látky, sacharidy a vitaminy rozpustné v tucích [13, 14].

Chemické složení kuřecího masa v jednotlivých částech jatečného těla je v tabulce č. 1.

Tab. č. 1: Složení kuřecího masa [10, 26].

Složka (%)	Celé JOT ¹	Krk	Prsa	Prsa ²	Prsa ³	Stehno	Stehno ²	Stehno ³
voda	69,25	73,06	74,20	74,36	75,37	75,20	73,21	74,66
bílkoviny celkové	19,41	15,34	23,61	22,80	22,39	20,05	19,14	19,00
čisté sval. bílkoviny	–	–	23,17	–	–	19,26	–	–
stromatické bílkoviny ⁴	–	–	0,46	–	–	0,77	–	–
lipidy celkové	9,28	10,57	0,95	1,58	1,48	3,88	6,65	5,33
minerální látky	2,20	1,11	1,13	1,26	0,61	1,08	1,05	0,51
odkaz	Staruch (2009)	Staruch (2009)	Staruch (2009)	Hue (2006)	Hue (2006)	Staruch (2009)	Hue (2006)	Hue (2006)

pozn.: ¹ celé jatečně opracované kuřecí tělo
³ stanoveno u broilerů (8 týdnů)

² stanoveno u broilerů (6 týdnů)
⁴ bílkoviny pojivové tkáně

Důležitým kritériem je poměr obsahu vody a bílkovin, tzv. Federovo číslo, které se vypočítá podle následujícího vzorce [19]:

$$\text{Federovo číslo} = \frac{\text{voda (\%)}}{\text{organické látky bez tuku (\%)}}$$

$$\text{Organické látky bez tuku (\%)} = 100 - [\text{tuk (\%)} + \text{minerální látky (\%)} + \text{voda (\%)}]$$

U syrového masa bývá toto kritérium poměrně stálé, jeho hodnota je přibližně 3,5. Federovo číslo lze využít k orientačnímu výpočtu složení masa [7, 19, 20].

2.1.1.1 Bílkoviny

Z nutričního i technologického hlediska jsou nejcennější složkou masa bílkoviny. Bílkoviny kuřecího masa mají vysokou biologickou hodnotu, toto maso obsahuje všechny esenciální aminokyseliny a jejich využitelnost v organismu je vysoká [10, 13, 20]. Obsah bílkovin v mase kuřat je 16 - 20 % [18].

Bílkoviny se v jednotlivých částech masa liší svým obsahem, poměrným zastoupením, ale také vlastnostmi. Podle své rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích se bílkoviny rozdělují do tří skupin:

- o Myofibrilární bílkoviny patří mezi převažující frakci bílkovin masa, jsou rozpustné v roztocích solí, v samotné vodě jsou nerozpustné. Mají vláknité molekuly a tvoří myofibrily. Tyto bílkoviny jsou zodpovědné za kontrakci svalů. Mezi nejvýznamnější myofibrilární bílkoviny patří aktin a myosin.
- o Sarkoplasmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích. V technologii masa mají největší význam hemová barviva myoglobin a hemoglobin.
- o Stromatické bílkoviny se vyskytují především v pojivových tkáních, tj. ve vazivech, šlachách, kůži, kostech, apod., ale jsou také obsaženy ve svalové tkáni, kde tvoří různé membrány. Mají protáhlý vláknitý tvar a jsou nerozpustné ve vodě. Jejich hlavním významem je mechanická ochrana, slouží k upínání svalů a mají podpůrné funkce. Stromatické bílkoviny jsou označovány za neplnohodnotné, protože neobsahují všechny esenciální aminokyseliny. Nejdůležitějším zástupcem je kolagen, který se liší od ostatních bílkovin aminokyselinovým složením, především vysokým obsahem glycinu, hydroxyprolinu a prolinu, a neobsahuje tryptofan a cystein [14, 18, 20, 21, 22].

Obsah čistých svalových bílkovin (ČSB, tj. sarkoplasmatických a myofibrilárních) charakterizuje jakost masa. Čisté svalové bílkoviny jsou v zahraniční literatuře označovány jako BEFFE (německá zkratka Bindegewebeisweisses Fleischeiweiss) [13], nebo pod zkratkou LMC (Lean meat content) [23]. Pro zjištění obsahu čistých svalových bílkovin se nejčastěji používá tzv. nepřímá metoda založená na zjištění obsahu celkových bílkovin Kjeldahlovou metodou a odečtení obsahu kolagenu stanoveného přes 4-hydroxyprolin. Tato metoda však není specifická, protože tímto způsobem nelze zaznamenat nižší obsah svalových bílkovin po přidání jiných složek obsahujících aminoskupiny. Může se jednat o přidání jiné bílkoviny, například sojové, mléčné, pšeničné, atd., či je neúmyslně použita jiná dusíkatá látka (močovina, azodikarbonamid, melamin) [13, 23, 24].

Zjištění obsahu čistých svalových bílkovin může být provedeno také pomocí přímých metod. Existují látky charakteristické pro svalové bílkoviny, například 3-methylhistidin, který je vhodnějším ukazatelem obsahu čistých svalových bílkovin, protože je zastoupen ve stálém poměru v myofibrilárních bílkovinách. Zároveň se tato aminokyselina nevyskytuje v jiných potravinách bohatých na bílkoviny, mezi které patří mléko, vejce, sója, aj. [13, 23, 25]. Další možností přímého stanovení čistých svalových bílkovin je spektrofotometrické stanovení celkového kreatininu [23, 24].

Množství svalových bílkovin je významné z hlediska technologického a nutričního a ovlivňuje cenu suroviny [7].

2.1.1.2 Lipidy

V mase jsou lipidy zastoupeny z největší části jako tuky (triacylglyceroly), v menší míře se v mase nacházejí volné mastné kyseliny, fosfolipidy, cholesterol a doprovodné látky. Podíl tuku činí z celkového obsahu lipidů asi 99 % hmotnosti, proto se v technologické praxi hovoří o tucích a ne o lipidech. Tuk má v mase význam z hlediska senzorického a je nosičem aromatických látek [7, 26].

Rozložení tuku u živočichů je velmi nerovnoměrné. Tuk se vyskytuje jednak přímo ve svalovině (intramuskulární tuk, vnitrosvalový tuk), jednak v tukové tkáni (extramuskulární tuk, zásobní tuk). Intramuskulární lipidy jsou složeny převážně z triacylglycerolů a fosfolipidů. Triacylglyceroly jsou uloženy v tukových buňkách a fosfolipidy tvoří buněčné membrány [14].

Obsah tuku v čisté svalovině je jen několik procent. Množství tukových buněk je druhově specifické, také se liší v různých částech svaloviny u téhož jedince. Množství tuku v organismu zvířat je regulovatelné, významnou roli hraje výživa a technologie chovu [27].

Lipidy v mase obsahují cenné polynenasycené mastné kyseliny, mezi které patří kyselina linolová a linolenová. V kuřecím mase je průměrný obsah kyseliny linolové 1,61 % [10]. Kyselina linolová je nenasycená mastná kyselina se dvěma dvojnými vazbami. Je součástí biomembrán a acylglycerolů. Patří do skupiny esenciálních mastných kyselin, lidský organismus ji nedokáže syntetizovat a je nutný její přísun potravou [28]. Složení mastných kyselin v kuřecím mase je v tabulce č. 2.

Tuky představují pro konzumenta koncentrovaný zdroj energie. Proto mají tuky v mase v rozvinutých zemích s vysokým podílem obézní populace spíše negativní význam [15, 29].

Tab. č. 2: Průměrné složení mastných kyselin v kuřecím mase [10].

Složka (%)	Celé JOT	Krk	Prsa	Stehno
Nasycené mastné kyseliny	2,98	3,50	0,23	1,26
Monoenové kyseliny	4,10	4,70	0,29	1,36
Polyenové kyseliny	1,75	1,95	0,17	0,66

2.1.1.3 Minerální látky, vitamíny, extraktivní látky

Minerální látky tvoří zhruba 1 % masa a mají specifické funkce z hlediska metabolismu [14]. V mechanicky odděleném mase je významně vyšší obsah vápníku než v mase ručně odděleném kvůli přítomnosti malých kostních úlomků. Železo v mase je obsažené v hemových barvivech. Vstřebatelnost železa v lidském organismu je ovlivňována jeho formou v potravě, nejlépe vstřebatelnou je forma hemová, proto význam železa v mase spočívá v jeho dobré využitelnosti. Maso je také dobrým zdrojem zinku. Zinek v mase je biologicky využitelný díky tomu, že se v mase nenachází žádné sloučeniny, které

by snižovaly jeho vstřebávání. Naopak v rostlinných potravinách se vyskytují fosfáty a fytáty, které snižují biologickou dostupnost zinku [6, 13, 14, 20, 30, 31].

Maso je rovněž významným zdrojem vitaminů, hlavně vitaminů skupiny B. Obsahuje thiamin, riboflavin a vitamin B₁₂, který se vyskytuje výhradně v potravinách živočišného původu. Lipofilní vitaminy jsou obsaženy v tukové tkáni [6, 13]. Extraktivní látky jsou extrahovatelné vodou o teplotě 80°C a vytváří typickou chuť a aroma masa. Obsah těchto látek v mase je poměrně malý. Jedná se například o rozkladné produkty adenosintrifosfátu (ATP), adenosindifosfátu (ADP), glykogenu, aj. [13, 14, 20].

2.1.2 Stavba kostní tkáně

Kost se od ostatních pojivových tkání liší svojí tvrdostí, kterou této tkáni dodává především přítomnost minerálu hydroxyapatitu, jehož sumární vzorec je $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Ve všech tvrdých tkáních převládá vápník a fosfáty. Kostní tkáň obsahuje i další minerální složky, mezi které patří hořčík, sodík a draslík [28].

Anorganické látky zaujímají 70 % ze sušiny kostí. Zbývajících 30 % je tvořeno organickými látkami, z nichž největší podíl zaujímá kolagen (přes 90 %). Mezi hlavní anorganické sloučeniny obsažené v kostní tkáni patří fosforečnan vápenatý $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – 80 %, uhličitán vápenatý CaCO_3 – 13 % a fosforečnan hořečnatý $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ – 2 % [32]. Vápník je hlavním prvkem kostní tkáně. Bylo zjištěno, že minerální látky v kostech obsahují přibližně 37 % vápníku a toto procento bývá konstantní u různých živočišných druhů a nezávisí na věku ani na konkrétním umístění kostí na kostře. Pokud je do organismu přiváděno nízké množství vápníku nebo fosforu, dochází ke snížení obsahu minerálních látek, avšak poměr vápníku k ostatním minerálním látkám zůstává přibližně stejný [32, 33, 34].

Dále jsou v kostech hospodářských zvířat nalézány stopy arsenu, rtuti, kadmia, olova, selenu, fluoru, zinku, mědi, železa, manganu, cínu, hliníku a boru. Nejvyšší koncentrace a variabilita byla zjištěna u fluoru (282 - 677 mg/g kosti). Množství ostatních prvků se pohybuje v rozmezí 1 – 100 µg/g kosti [32]. Do kostní tkáně může být zabudován i radioaktivní izotop stroncia pocházející z radioaktivního spadu [35].

2.2 Strojně oddělené maso

Strojně oddělené drůbeží maso (SOM) je produkt získaný strojním oddělováním masa, které zbývá na kostrách drůbeže po zpracování ve výrobním závodě. Na výrobních linkách se provádí mechanické nebo ruční dělení jednotlivých partií masa – prsou, stehem, křídel a krkům, případně se provádí ruční vykostňování. Pomocí strojů jsou zpracovány i ořezy z prsních či stehenních řízků při finalizaci jednotlivých drůbežích produktů nebo polotovarů [36, 37].

SOM je maso oddělené od kostí či chrupavek vysokým tlakem. Produktem je velmi jemně rozmělněné maso. SOM má různou kvalitu v závislosti na obsahu bílkovin, vápníků a dalších látek. Finální produkt ovlivňuje způsob oddělování a vstupní surovina [2, 3, 34, 36, 37, 38].

SOM nachází široké uplatnění jako surovina na výrobu masných výrobků a masných polotovarů. Z ekonomických důvodů je používáno jako náhrada části masné složky

z vepřového nebo hovězího masa, která je podstatně dražší. Tato částečná substituce na masné bázi je na rozdíl od náhrad na bázi škrobů nebo rostlinných bílkovin náhradou rovnocennou. SOM je výhodné pro zpracovatele z hlediska vlastností potřebných pro formování díla a kvality finálního výrobku. Mezi důležité vlastnosti při formování díla patří vaznost vody, emulgovatelnost tuků za studena a koagulace bílkovin [36].

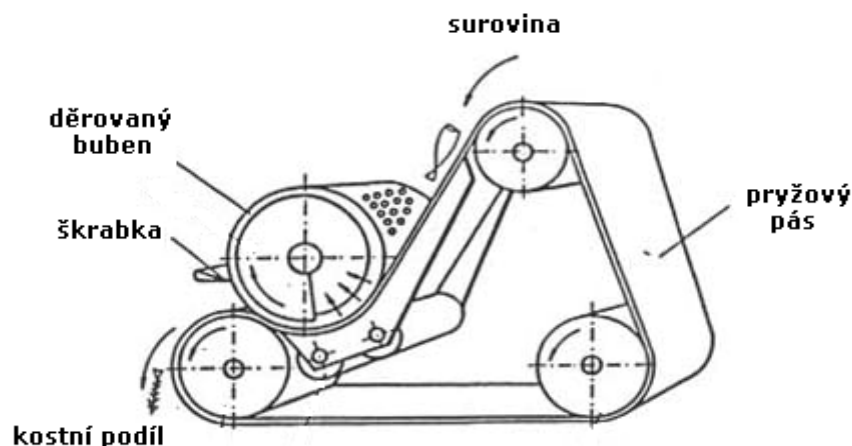
Obsah kostních částic je jedním z problémů SOM. Mezi další problémy patří neúdržnost a změna senzorických vlastností [20, 39].

Celkové množství strojně odděleného masa vyrobeného v Evropské unii dosahuje přibližně 700 000 tun za rok. Z tohoto množství je 88 % získáváno z drůbeže a jen 12 % z prasat. Právní předpisy týkající se bovinní spongiformní encefalopatie zakazují výrobu SOM z přežvýkavců [1].

2.2.1 Historie

Před několika desítkami let se drůbežářský průmysl primárně zaměřoval na produkci celých jatečně upravených těl drůbeže. Změny v životním stylu lidí a ekonomická situace ovlivnila i toto odvětví, a tak se spotřebitelské preference začaly orientovat spíše na zpracované produkty. Tím byl kladen tlak na drůbežářské podniky, aby se více začaly zaměřovat na produkci zpracovaných drůbežích produktů. V roce 1962 tvořily ve Spojených státech amerických (USA) celé jatečně opracované těla 83 % trhu zpracování drůbeže, zato v roce 2008 bylo pouze 11 % brojlerů prodáno jako celek [40, 41]. Tato změna je také ovlivněna celosvětově zvyšující se konzumací drůbeže a očekává se, že do roku 2020 bude drůbež maso první volby [41].

Zvyšující se poptávka po zpracovaných produktech z drůbežího masa vedla k pokusům získat i nevyužité jedlé zbytky masa, které jsou pevně připojeny k jatečně upravenému tělu a které tvoří 24 %. Byl vyvinut proces mechanického oddělení masa od kostí. První mechanické vykostňovací stroje byly navrženy pro rybí maso v Japonsku na začátku 40. let 20. století. První stroje pracovaly na principu bubnového separátoru, jehož schéma je na obrázku č. 1. Mechanické oddělování drůbežího masa začalo na přelomu 50. a 60. let 20. století v USA. Tímto procesem dochází ke zlepšení výnosů a využitelnosti suroviny ve zpracovatelských závodech a ke zvýšení dostupnosti živočišných bílkovin [40, 41].



Obr. č. 1: Schéma bubnového separátoru [42].

2.2.2 Výroba strojně odděleného masa

Stroje na výrobu SOM lze rozdělit podle způsobu separace měkké tkáně od kostí a chrupavek na dva typy. První typ strojů provádí tzv. měkké oddělování a druhý typ strojů vyrábí SOM tvrdým oddělováním [36].

V připravované novele nařízení (ES) č. 853/2004 se uvažuje o změně rozdělení výrobních metod SOM. První skupina metod by měla být založena na nízkotlaké separaci měkké tkáně od kostí a chrupavek, při které je u strojů používán pracovní tlak nižší než 100 barů. Do druhé skupiny by patřily stroje s pracovním tlakem vyšším než 100 barů. V tomto případě se jedná o vysokotlakou separaci [1].

Technologie strojního oddělování ovlivňuje výsledné produkty. Rozdíly jsou z hlediska složení, struktury a mikrobiologických parametrů SOM [1, 2]. Dostupnost strojů na mechanické oddělování masa výrazně snižuje výrobní náklady a umožňuje získat zbylé části masa, které nelze odstranit od kostí ručním oddělením [36].

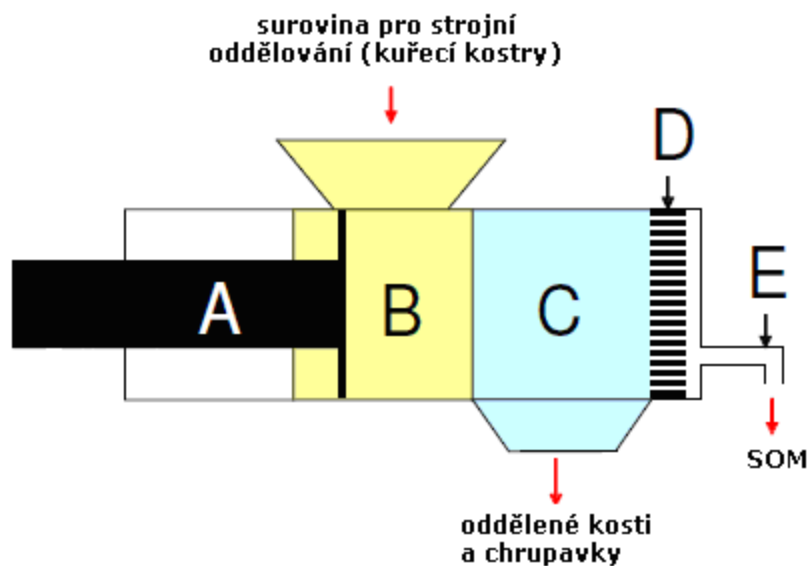
2.2.2.1 Měkký způsob oddělování

Měkké oddělování se také nazývá jako baaderování. Tento výraz je celosvětově používaný a je odvozen od názvu německé firmy Baader, která se specializuje na výrobu strojů pro tento způsob oddělování [43]. Mezi další výrobce tohoto typu strojů patří Protecon [44], Dapec, Prime, Sterling a Sepamatic. Schéma pístového stroje Protecon je na obrázku č. 2. Na obrázku č. 3 je zobrazen stroj Baader 601.

Výsledný produkt měkkého způsobu oddělování je někdy nazýván dvou nebo tří milimetrové maso. Surovinou jsou většinou ořezy a měkkší části drůbežího trupu. Tento materiál je buď pístem tlačен do válcového síta, nebo na hrubém pásu bubnovým sítem „oškrabáván“. Měkká tkáň prochází sítem o otvorech nebo štěrbinách nastavených na 2-3 mm [36, 37, 45].

Kosti, chrupavky a další pevnější části jsou deformované jen minimálně a produkt má podobný charakter jako běžné mleté maso. Tento druh SOM se používá v masném i drůbežářském průmyslu do výrobků typu sekaná, hamburgery nebo nugety. SOM vyrobené měkkým oddělováním má dostatečné hygienické limity, proto může být používáno i do tepelně neopracovaných výrobků, například do zrajících salámů. Oddělené kosti, chrupavky a další pevnější části se zbytky svalových úponů mohou sloužit jako surovina pro tvrdé strojní oddělování či pro výrobu krmiva pro domácí zvířata [1, 36, 37].

Pracovní tlaky u měkkého způsobu oddělování Baader činí 5-16 barů. Výtěžnost pro šetrné měkké oddělování je 20 – 30 %, při zpracování ořezů však narůstá až na 90 %. Výtěžnost vždy závisí na typu vstupní suroviny a na nastavení stroje [36, 37].



Obr. č. 2: Schéma stroje Protecon na měkké oddělování [45].
(A – píst, B – plnicí komora, C – tlaková komora, D – síto, E – výstup SOM)



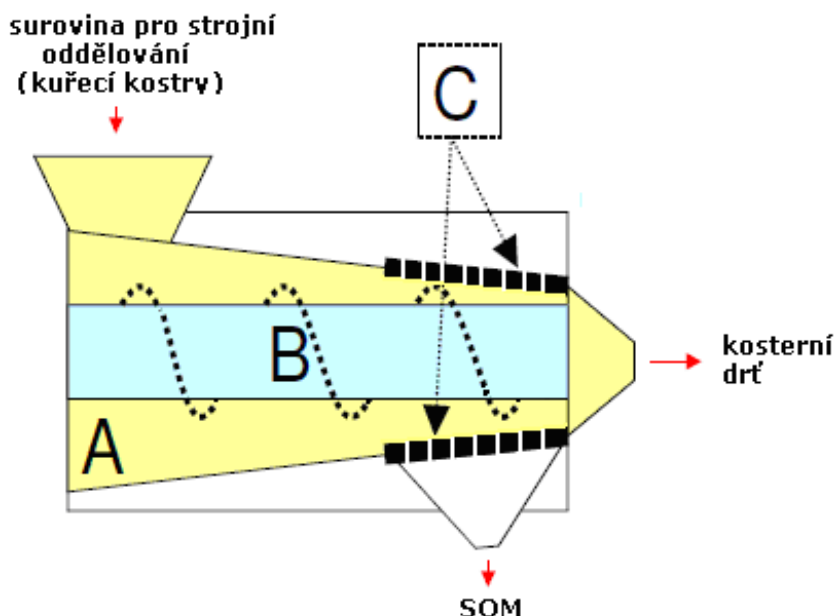
Obr. č. 3: Stroj Baader 601 na měkké oddělování [43].

2.2.2.2 Tvrdý způsob oddělování

Tvrdé oddělování probíhá na šnekových strojích. Výrobci těchto strojů jsou Lima [46], Beehive, Yieldmaster a Paoli.

Schéma šnekového stroje Lima je na obrázku č. 4. Při tvrdém oddělování již dochází k částečnému drcení kostí. Měkké tkáně jsou protlačovány přes síto a současně je separována kosterní drť. Kosterní drť lze využít jako surovinu do zvířecích krmiv. Otvory na sítích jsou menší než u strojů na měkké oddělování. Z tvrdého strojního oddělování se získá velmi jemná

masová pasta složená z částic menších než 1 mm. Tato pasta musí být neustále chlazena. SOM vyrobené tvrdým způsobem oddělování je zpracováno do masných výrobků, které musí v průběhu výroby projít tepelnou úpravou. Tlaky v pracovním šneku u tvrdého oddělování jsou vyšší než u měkkého oddělování. Výtěžnost tvrdého způsobu oddělování je 60 – 70 % [36, 37, 45].



Obr. č. 4: Schéma stroje Lima na tvrdé oddělování [45].
(A – plnicí a tlaková komora, B – tlakový šnek, C – síto)

2.2.3 Právní předpisy týkající se strojně odděleného masa

Přesná definice strojně odděleného masa zní podle nařízení (ES) č. 853/2004 takto: „Strojně odděleným masem“ nebo „SOM“ se rozumí produkt získaný strojním oddělováním z masa na kosti, které zůstalo po vykostění na kostech, nebo z celých těl porážené drůbeže tak, že se ztratí nebo změní struktura svalových vláken [47].

Definice má obecný charakter, aby zahrnovala všechny metody strojního oddělování [47]. Rychlý vývoj v technologické oblasti SOM a požadavky spotřebitelů zvyšují tlak na upřesnění definice tak, aby jednoznačně odlišila strojně oddělené maso od například porcovaného nebo mletého masa. Navíc je diskutována otázka kvality SOM vyrobeného rozdílnými technologiemi včetně požadavků na hygienu potravin [1].

Kromě obecných požadavků stanovených v nařízení (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 jsou v nařízení (ES) č. 853/2004 z téhož data specifikovány zvláštní požadavky na výrobní zařízení SOM a suroviny, z nichž jej lze získávat. Dále jsou stanoveny zvláštní hygienické požadavky, které musí být dodrženy před výrobou SOM a po ní. Nařízení (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 a nařízení (ES) č. 2074/2005 ze dne 5. prosince 2005 se týkají především mikrobiologických kritérií pro potraviny. Posledně jmenované nařízení stanoví také prováděcí opatření pro některé výrobky podle nařízení (ES) č. 853/2004, v tomto případě nejvyšší přípustná množství vápníku ve strojně oddělovaném mase, které je 0,1 % [47, 48, 49, 50].

Kromě maximálního povoleného množství vápníku ve SOM používají členské státy Evropské unie i další kritéria, které se zakládají na výrobní metodě, použitém tlaku, vizuálním či histologickém posouzení SOM, obsahu proteinů a tuků [1].

Předmětem zájmu spotřebitelů je kvalita a složení masných výrobků. Označováním masných výrobků se zabývá vyhláška č. 169/2009 Sb., kterou se provádí zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. Tato vyhláška stanovuje způsob označení masných výrobků, u kterých bylo použito maso strojně oddělené včetně drůbežního masa strojně odděleného. Tyto masné výrobky musí mít ve výčtu složek uvedena slova "maso strojně oddělené" nebo "drůbeží maso strojně oddělené" [51].

Nařízení (ES) č. 853/2004 stanovuje požadavky na označení masných polotovarů, které obsahují SOM. U těchto výrobků je nutné, aby na jejich obalech byla uvedena informace, že dotyčný výrobek by měl být před konzumací tepelně upraven, pokud to vyžadují vnitrostátní předpisy [47].

Americká legislativa udává více požadavků na kvalitativní parametry SOM než legislativa Evropské unie. U.S. Department of Agriculture (USDA) stanovuje následující limity. Nejvyšší povolené množství vápníku ve SOM je 0,75 % a nejvyšší povolené množství kostních úlomků ve SOM je 3 %. SOM musí obsahovat nejméně 14 % bílkovin a obsah tuku nesmí přesáhnout 30 %. USDA také klade požadavky na velikost kostních úlomků. 98 % úlomků kostí ve SOM musí být menších než 0,5 mm a maximální šířka nesmí přesahovat 0,85 mm [52]. Stejně legislativní předpisy platí také pro Brazílii [3]. I když SOM vyhoví výše uvedeným USDA požadavkům, nesmí být v USA používáno pro výrobu potravin pro kojence, malé děti a některých normou vyjmenovaných potravin [53].

2.2.4 Složení strojně odděleného masa

Strojní oddělování masa ovlivňuje chemické složení výsledného produktu, které je poměrně variabilní. Rozdíly ve složení SOM jsou způsobeny typem a nastavením použitého stroje pro mechanické oddělování. Velkou roli hraje také složení vstupní suroviny (živočišný druh, druh krmení, věk a váha poražených zvířat, část těla) [2, 3, 34].

Ovlivňováním kvality SOM v závislosti na typu použitého stroje pro strojní oddělování se zabýval Henckel a jeho spolupracovníci. Výsledky jejich analýz jsou v tabulce č. 3. Největší rozdíly našli v obsahu vápníku a kolagenu [2].

Tab. č. 3: Průměrné složení SOM v závislosti na způsobu oddělování a použité surovině [2].

SOM	Sušina (%)	Celkový tuk (%)	Celkové bílkoviny (%)	Kolagen (%)	Vápník (ppm)
Tvrdé oddělování (n = 10)					
Zadní hřbety	37,10	21,43	14,27	1,36	355
Prsní kosti	30,26	11,18	18,10	1,11	1223
Měkké oddělování (n = 10)					
Zadní hřbety	36,10	21,16	13,98	0,65	252
Prsní kosti	29,73	10,35	18,78	0,00	336

Celba z Výzkumného ústavu potravinářského v Praze se zabýval složením SOM. Posuzoval vzorky SOM ze třech zpracovatelských linek pro měkké oddělování a ze třech zpracovatelských linek pro tvrdé oddělování. Výsledky analytických rozborů jsou v tabulce č. 4. Z analytických hodnot vyplynula značná variabilita kvality SOM daná především složením suroviny (kuřecího těla po částečném opracování). Tučnost kuřat z jednotlivých chovů a jejich velikost měla vliv na složení výsledného produktu [36, 37].

Tab. č. 4: Průměrné složení SOM v závislosti na způsobu strojního oddělování [36, 37].

	Sušina (%)	Celkový tuk (%)	Celkové bílkoviny (%)	Kolagen (%)	Vápník (mg/kg)
Tvrdé oddělování (n = 31)					
průměr	35,15	18,69	15,33	1,18	318,52
medián	35,41	19,11	15,28	1,05	216,50
min	24,72	2,81	8,66	0,46	44,80
max	47,55	35,92	21,82	2,23	789,00
Sx	4,89	7,17	3,05	0,45	220,55
Měkké oddělování (n = 29)					
průměr	30,54	11,18	18,13	0,61	88,68
medián	28,91	9,05	18,22	0,58	60,60
min	23,99	1,05	12,00	0,31	5,50
max	44,11	30,76	24,07	1,20	604,00
Sx	5,13	8,04	3,50	0,23	110,89

Tabulka č. 5 zobrazuje přibližné složení strojně odděleného kuřecího masa z různých zdrojů. Pokud porovnáme obsah tuku a bílkovin ve strojně odděleném mase s čistým kuřecím masem (prs ní, stehenní řízky), obsah tuku v SOM je relativně vyšší a obsah bílkovin nižší [34, 54].

Tab. č. 5: Průměrné složení strojně odděleného kuřecího masa [34, 40, 41].

SOM	Bílkoviny	Tuky	Voda	Popel	Odkaz
	%				
Kuřecí hřbety s kůží	8,5	30,4	60,0	0,6	Pollonio (1994)
Kuřecí hřbety bez kůže	12,4	15,0	70,1	1,1	Pollonio (1994)
Kuřecí hřbety a krky	9,3	27,2	63,4	-	Grunden et al. (1972)
Kuřecí hřbety a krky	13,4	14,4	72,2	-	Essary (1979)
Kuřecí hřbety a krky	14,5	17,6	66,6	-	Froning (1970)
Kuřecí hřbety	13,2	21,2	62,4	-	Froning (1970)
Kuřecí hřbety	14,0	21,6	63,9	-	Henckel et al. (1978)
Kuřecí krky bez kůže	15,3	7,9	76,7	-	MacNeil et al. (2004)

2.2.4.1 Bílkoviny

Bylo zjištěno, že kvalita bílkovin v SOM je přibližně srovnatelná s čistým masem [40]. Nicméně v některých případech je v SOM nalézán vyšší obsah kolagenu. Vyšší obsah kolagenu v mase ovlivňuje jeho technologické a nutriční vlastnosti [34, 55]. Kolagen se při zahřívání v přítomnosti vody přeměňuje na glutin, který má želírující vlastnosti, což je při výrobě masných výrobků výhodné [36].

2.3.4.2 Lipidy

Množství lipidů v SOM je vyšší než u masa ručně odděleného. Vyšší je obsah celkového tuku, ale i cholesterolu. Je to způsobeno částečným přechodem lipidů z kostní dřeni při strojním oddělování. Kostní dřeň obsahuje poměrně velké množství lipidů – 46,5 % [56]. Dále množství lipidů v SOM zvyšuje podkožní tuk, kůže a útrobní tuk. [34, 40, 56].

2.3.4.3 Kostní úlomky, vápník

Přítomnost senzoricky zjistitelných kostních úlomků ve SOM výrazně snižuje přijatelnost pro výrobce i pro spotřebitele. Větší kostní úlomky dokonce mohou poškodit zuby konzumenta [41]. Pokud se kostní úlomky dostanou do trávicího traktu, začnou se kyselinou chlorovodíkovou v žaludku rozkládat [34, 41, 75]. Přítomností kostních úlomků se zvyšuje obsah vápníku v mase [3, 34, 38, 56, 57, 58].

V SOM je obsah vápníku v rozmezí 0,06 % a 0,28 % [57]. Tyto hodnoty jsou většinou mnohem nižší než maximální dovolené limity pro obsah vápníku. Legislativně určené maximální přípustné množství vápníku se liší v různých zemích. Například v USA je nejvyšší povolené množství vápníku 0,75 %, v Holandsku nesmí obsah vápníku překračovat 0,25 % [34, 52]. Česká republika se řídí podle legislativy Evropské unie, která stanovuje maximální množství vápníku 0,1 % [47].

Přítomnost vápníku v SOM je nutričně výhodná. Nutriční specialisti v dnešní době zaznamenávají mnoho skupin obyvatelstva (děti, starší ženy, těhotné a kojící ženy), které přijímají méně vápníku, než je doporučováno. Nedostatek vápníku v lidském organismu přináší zdravotní komplikace, mezi které patří zvýšená náchylnost kostí ke zlomeninám, zvýšená kazivost zubů, svalové křeče, křivice a osteoporóza. SOM jako zdroj vápníku by mohlo být prospěšné lidem, kteří mají laktózovou intoleranci a nemohou konzumovat mléko a mléčné produkty [34, 41].

Obsah kostí v rozebraném mase lze určit/odvodit podle obsahu minerálních látek v kostní tkáni. Průměrný obsah minerálních látek v kostech je 60 %, u kostní tkáně bez obsahu vody a tuku to odpovídá 70 % minerálních látek. Přibližný obsah vápníku v minerálních látkách kosti je 37 % [32, 33, 34]. Nevysušená nativní kostní tkáň obsahuje 22,2 % vápníku. Přibližný procentuální obsah kostních úlomků v mase zjistíme po vynásobení procentuálního obsahu vápníku faktorem 4,5 [32]. Tento koeficient pro přepočet obsahu kostí z obsahu vápníku doporučuje USDA.

Jiná situace je, pokud hodnotíme maso mláďat (např. kuřecí, telecí maso). U těchto zvířat je obsah vápníku v kostech sice také 37 %, ale obsah minerálních látek v kostní tkáni je o něco nižší (přibližně 55 %, u vysušené kuřecí kostní tkáně průměrně 62 %). Tento fakt musí

být zohledněn. Kostní úlomky ze strojně odděleného kuřecího masa průměrně obsahují 20 % vápníku (u vysušené kostní tkáně je to 22,9 %). Tyto hodnoty byly odvozeny stanovením obsahu vápníku v kostech z kuřecích krků a hřbetů. Procentuální obsah kostních úlomků ve strojně odděleném kuřecím mase zjistíme po vynásobení procentuálního obsahu vápníku faktorem 5 [32].

Určení obsahu kostních úlomků (a tedy množství vápníku) v SOM může sloužit také jako určitá forma kontroly separačního procesu. Pokud je ve strojně odděleném mase nalézán vysoký obsah kostí, může to být způsobeno příliš vysokým tlakem používaným při vykostňování [34].

2.2.5 Technologické aspekty strojně odděleného masa

Hlavní oblastí použití SOM je výroba masných výrobků. Nejvyšší povolené množství SOM přidaného do suroviny na výrobu masných výrobků je ve většině zemí určováno legislativně. Problémy s použitím velkých poměrů SOM v masných výrobcích jsou spojeny hlavně s nízkou stabilitou této suroviny, která je velmi náchylná k oxidaci a mikrobiálnímu růstu [34, 56, 59].

Mezi hlavní parametry SOM patří obsah bílkovin a celkových tuků. K dalším vlastnostem patří pH, vaznost a emulgační schopnost. Množství myofibrilárních bílkovin určuje kvalitu vytvářené masné emulze, zejména strukturu, výnos procesu a stabilitu emulze. Oxidované lipidy přítomné v SOM mohou způsobit polymeraci a insolubilizaci proteinů [34, 41].

SOM má vyšší pH než ručně oddělené maso. Hlavním důvodem je obsah kostní dřeně v SOM, jejíž pH se pohybuje mezi 6,8 – 7,4. U ručně odděleného kuřecího masa se pohybuje hodnota pH mezi 5,8 - 5,9 pro prsní řízky a mezi 6,2 - 6,3 pro stehenní řízky. SOM má průměrné hodnoty pH mezi 6,5 - 7,0. Pozitivem vyšších hodnot pH je lepší vaznost, ale na druhou stranu přispívají ke zvýšení množství bakterií a urychlení procesu kažení [34].

2.3 Metody stanovení složek masa

Chemická analýza potravin včetně masa a masných výrobků je v potravinářském průmyslu prováděna z různých důvodů. Jedná se hlavně o deklarování nutričního složení potravin a o kontrolu kvality potravin. K základní analýze potravin patří stanovení obsahu vody, minerálních látek, bílkovin, tuku a sacharidů [60]. U strojně odděleného masa je také důležitý obsah kolagenu, vápníku a kostních úlomků.

2.3.1 Stanovení vody a sušiny

Voda je obsažena prakticky ve všech potravinách a vyskytuje se v nich v různém množství a v různých formách. Obsah vody může být významným ukazatelem stability a trvanlivosti výrobku, ale také ukazatelem porušování jakosti potravin. Přídavek vody větší než 3 % do syrového masa nebo větší než 10 % do uzeného či vařeného masného výrobku je považován za falšování [19].

Obsah vody v potravinách lze stanovit pomocí metod přímých a nepřímých. Přímé stanovení (např. destilační metoda) se používá u materiálů s vyšším obsahem vody. U těchto potravin tato metoda zaručuje dostatečnou přesnost. Běžněji se používají metody nepřímé, u kterých je voda odstraňována sušením. K tomu lze použít klasické sušárny, či vakuové sušárny [61, 62].

S obsahem vody souvisí obsah sušiny. Pod pojmem sušina se označuje souhrn všech organických a anorganických složek obsažených v potravine, kromě vody. Celková sušina je součet rozpustné a nerozpustné sušiny [63].

Metoda stanovení obsahu vody sušením je vhodná pro stanovení vody v mase a masných výrobcích. Vzorek je vysoušen v hliníkových miskách při 105°C v sušárně buď předepsanou dobu, nebo do konstantní hmotnosti vzorku. Rozdíl hmotnosti vzorku před vysušením a po vysušení, udávající množství vody, se přepočítá na 100 g vzorku a vyjádří se v procentech. Hodnota do 100 % udává sušinu. Výsledek se uvádí na dvě desetinná místa [61, 62, 63].

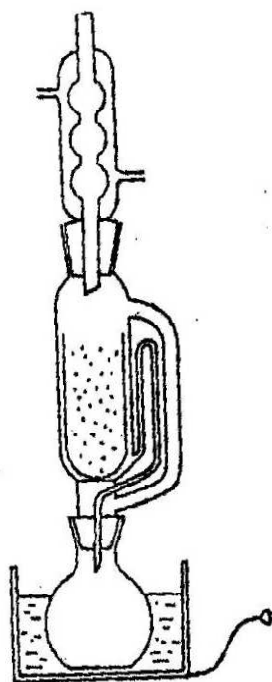
2.3.2 Stanovení celkového tuku

Z analytického hlediska se mezi lipidy zahrnují všechny látky, které se extrahují z potravin lipofilními rozpouštědly. Z chemického hlediska se jedná o acylglyceroly neboli tuky, vosky, složené lipidy (fosfolipidy, glykolipidy), lipoproteiny, steroidy, terpeny, vitaminy rozpustné v tucích, mastné kyseliny atd. [14, 22, 63].

Stanovení obsahu volného tuku v mase a masných výrobcích je popsáno v normované metodě ČSN ISO 1443. Celkový tuk se stanovuje gravimetricky po 4 hodinové extrakci vysušeného vzorku nepolárními rozpouštědly (diethylether, trichloretylen, petrolether, aj.). Pro extrakci se používá Soxhletův extraktor. Výsledek se vyjadřuje v hmotnostních procentech a uvádí se na jedno desetinné místo [64].

2.3.2.1 Stanovení tuku extrakcí podle Soxhleta

Metoda je vhodná pro analýzu materiálů bohatých na neutrální lipidy a s nízkým obsahem vody. Aparatura (obrázek č. 5) se skládá z topného hnízda, baňky, Soxhletova přístroje a chladiče. Do topného hnízda se vloží baňka s nepolárním rozpouštědlem, nad ní je napojen Soxhletův extraktor, do kterého se vloží patrona se vzorkem. Na horní zábrus extraktoru se připevní chladič. Rozpouštědlo ve spodní baňce se zahříváním odpařuje a kondenzuje uvnitř chladiče. Zkondenzované rozpouštědlo protéká patronou a postupně zaplňuje extraktor. Po dosažení hladiny přepadu rozpouštědlo přeteče do spodní baňky a extraktor se plní znovu. Tento proces je opakován, dokud nejsou všechny komponenty ze vzorku vyextrahovány [61].



Obr. č. 5: Soxhletův extraktor [61].

2.3.3 Stanovení bílkovin

V potravinách se vyskytuje mnoho látek, které obsahují dusík. Jedná se o látky anorganické (amonné soli, dusitany, dusičnany, amoniak), nebo organické (bílkoviny, aminokyseliny, aminy, purinové a pyrimidinové báze, dusíkatá barviva atd.). Pro první analytickou orientaci o obsahu bílkovin v potravinách se nejčastěji používá stanovení celkového obsahu dusíku, vyjádřeného tzv. hrubou bílkovinou. Hodnoty hrubé bílkoviny v sobě zahrnují i dusíkaté látky nebílkovinné povahy. Určitým zpřesněním je stanovení tzv. čisté bílkoviny. Tyto metody většinou nejprve eliminují přítomnost nebílkovinných dusíkatých látek ze vzorku a až poté je stanoven celkový dusík [61, 63].

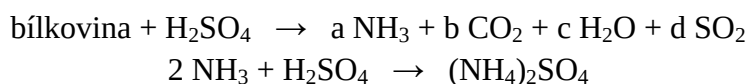
2.3.3.1 Stanovení celkových čistých bílkovin metodou podle Kjeldahla

Obsah celkových čistých bílkovin se vypočítá z celkového dusíku zjištěného metodou podle Kjeldahla. Procentuální obsah celkového dusíku se přepočítá na celkovou bílkovinu vynásobením empirickým faktorem 6,25. Hodnota tohoto faktoru byla odvozena z poznatku, že 1 g živočišné bílkoviny průměrně obsahuje 160 mg dusíku [24, 65, 66].

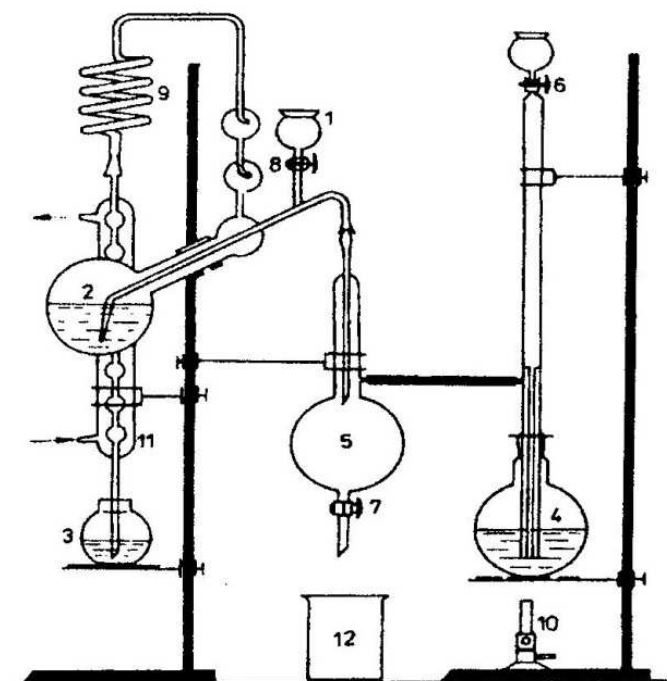
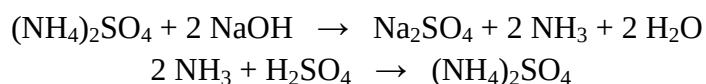
Dusíkaté látky nebílkovinné povahy je možné odstranit ze vzorku srážením bílkovin s trichloroctovou kyselinou, alkalickým měďnatým roztokem nebo taninem. Tanin je obchodní název pro fenolové sloučeniny, které se nazývají třísloviny a nachází se v rostlinách. Třísloviny jsou trpké látky, jejich společnou vlastností je schopnost reagovat s bílkoviny a srážet je z vodných roztoků. Při tvorbě komplexů bílkovin s tříslovinami se uplatňují především interakce prostřednictvím vodíkových vazeb a hydrofobní interakce [31].

Po vysrážení čistých bílkovin vzorku a jejich oddělení se tyto bílkoviny mineralizují koncentrovanou kyselinou sírovou při teplotě varu kyseliny. Rozklad se urychluje zvýšením teploty varu a vhodným katalyzátorem [24, 67]. Mezi látky, které zvyšují teplotu varu kapaliny, patří síran sodný či síran draselný. Tyto látky se většinou smísí s vhodným katalyzátorem za vzniku tzv. směšného katalyzátoru [66]. V diplomové práci byly odzkoušeny 3 směšné katalyzátory: katalyzátor A (obsahuje Na_2SO_4 , HgSO_4 , CuSO_4 , Se), katalyzátor B (obsahuje Na_2SO_4 , CuSO_4 , Se) a katalyzátor C (obsahuje Na_2SO_4 , K_2SO_4 , CuSO_4).

Dusík, který byl v bílkovinách nebo aminokyselinách, je mineralizací převeden na síran amonný.



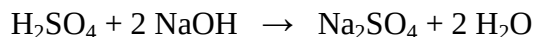
Ze síranu amonného se v alkalickém prostředí uvolní amoniak. Amoniak se predestiluje s vodní párou v Parnas-Wagnerově destilačním přístroji (obrázek č. 6) do předlohy se známým nadbytečným množstvím odměrného roztoku kyseliny sírové.



Obr. č. 6: Parnas-Wagnerův přístroj [61].

(1 - nálevka, 2 - destilační baňka, 3 - titrační baňka, 4 - vyvíječ vodní páry, 5 - odlučovač kondenzátu, 6,7,8 - kohouty, 9 - vzdušný chladič, 10 - kahan, 11 - vodní chladič, 12 - kádinka na vypouštění obsahu po destilaci)

Přebytek této kyseliny se titruje odměrným roztokem hydroxidu sodného na Tashirův indikátor [61].



2.3.3.2 Stanovení kolagenu

Pro kolagen je charakteristickou aminokyselinou 4-hydroxyprolin, který se kromě pojivových bílkovin v jiných živočišných bílkovinách prakticky nevyskytuje. Díky tomu je možné podle obsahu této aminokyseliny odvodit množství přítomného kolagenu. V praxi se 4-hydroxyprolin nejčastěji stanovuje spektrofotometricky [24].

Vzorek musí být nejprve hydrolyzován, poté se 4-hydroxyprolin oxiduje chloraminem-T. Oxidovaný produkt reaguje s p-dimethylaminobenzaldehydem a stanoví se pomocí spektrofotometru při vlnové délce 558 nm. Obsah kolagenu získáme po vynásobení zjištěného obsahu 4-hydroxyprolinu faktorem 8 [24].

2.3.3.3 Stanovení svalových bílkovin nepřímou metodou

Obsah svalových bílkovin se získá odečtením obsahu bílkovin pojivové tkáně (kolagenu) od obsahu celkových čistých bílkovin stanovených metodou podle Kjeldahla [24].

2.3.3.4 Stanovení svalových bílkovin přes celkový kreatinin

Kreatin je dusíkatá organická kyselina běžně se nacházející ve všech obratlovcích. Nejvyšší koncentrace dosahuje ve svalové tkáni. Kreatin a kreatinfosfát přejdou během hydrolýzy v kreatinin. V kyselém hydrolyzátu vzorku se zjistí koncentrace kreatininu a obsah svalových bílkovin se vypočítá podle empirického vztahu:

$$\text{Svalové bílkoviny (\%)} = \frac{\text{obsah kreatininu ve vzorku (mg/100g)}}{20}$$

Koncentrace kreatininu lze stanovit spektrofotometricky. Kreatinin tvoří červeně zbarvený komplex s alkalickým pikrátem sodným. Intenzita zbarvení vlnové délky 495 nm je úměrná koncentraci kreatininu [24].

2.3.4 Stanovení kostních úlomků

Pokud chceme určit počet kostních úlomků a jejich velikosti v SOM, je nutné odstranit všechny měkké části ze vzorku a následně oddělit kostní úlomky. Lze využít metodu alkalické tlakové hydrolýzy, avšak u této metody se předpokládá částečná degradace kostních úlomků. Dokonalejší, ale dražší metodou je enzymatická hydrolýza, u které jsou měkké části vzorku odstraněny pomocí kombinace enzymů (papain, bromelin, ficin) [68]. Sediment s kostními

úlomky je poté pozorován pod mikroskopem. Pokud se digitálním fotoaparátem vyfotografují kostní úlomky, lze obrázky podrobit obrazové analýze [37, 69, 70]. Celkový obsah kostních úlomků ve vzorku se stanoví vážkově po vysušení [68].

Kostní úlomky v SOM můžeme stanovit pomocí dalších metod. Využívají se mikroskopické metody, které jsou založeny na histologickém barvení [71]. Přítomnost kostních úlomků sloužících pro důkaz použití strojně oddělené masa lze prokázat barvením alizarinovou červení [71, 72].

Obsah kostních úlomků v SOM je někdy pouze odvozován od množství vápníku stanoveného v mase.

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Použité přístroje a chemikálie

3.1.1 Použité přístroje

- o Analytické váhy, HR-120-EC, Helago
- o Autokláv, V-95, Systec
- o Destilační aparatura
- o Destilační přístroj podle Parnase-Wagnera
- o Digitální fotoaparát, EXILIM EX-S10, Casio
- o Exikátor
- o Kombinovaná chladnička, Gorenje
- o Mikroskop, IM 00-0631, Sandvik
- o Mineralizační zařízení, JZD Čáslavice
- o Předvážky, EK-600H, Helago
- o Soxhletův extraktor
- o Spektrofotometr Helios γ , Spectronic Unicam
- o Sušárna
- o Topné hnízdo
- o Ultrazvuková lázeň, SONIC 6, Polsonic
- o Vaříč
- o Vodní lázeň, EL-200, Kavalier

3.1.2 Použité chemikálie

- o Červeň methylenová, Lachema Brno
- o Ethanol, Lach-Ner Neratovice
- o Fenolftalein, Lachema Brno
- o Hydroxid sodný čistý, Lach-Ner Neratovice
- o Chloramin-T hydrate, Sigma Aldrich
- o Chloroform, Lach-Ner Neratovice
- o Kreatinin, Ústřední sklad Ministerstva zdravotnictví
- o Kyselina citronová monohydrát, Lach-Ner Neratovice
- o Kyselina chloristá 70%, Sigma Aldrich
- o Kyselina chlorovodíková 35%, Lach-Ner Neratovice
- o Kyselina octová 80%, Lach-Ner Neratovice
- o Kyselina pikrová 1%, Sigma Aldrich
- o Kyselina sírová 96%, Lach-Ner Neratovice
- o Kyselina šťavelová, Lach-Ner Neratovice
- o Kyselina trichloroctová, Lach-Ner Neratovice
- o Modř methylenová, Lach-Ner Neratovice
- o n-Propylalkohol, Lach-Ner Neratovice
- o Octan sodný trihydrát, Lachema Brno
- o p-dimethylaminobenzaldehyd, Lachema Brno

- o Petroleum ether, Lach-Ner Neratovice
- o Selen kovový, ML Chemica
- o Síran draselný, Lachema Brno
- o Síran hořečnatý, Lachema Brno
- o Síran měďnatý, Lachema Brno
- o Síran rtuťnatý, Lachema Brno
- o Síran sodný, Lach-Ner Neratovice
- o Tanin, Lach-Ner Neratovice
- o Trans-4-hydroxy-L-prolin, Sigma Aldrich

Všechny použité chemikálie byly v čistotě p. a. nebo vyšší.

3.2 Vzorky strojně odděleného masa

Vzorky strojně odděleného drůbežího masa poskytl drůbežářský závod. Byly odebírány v červenci a srpnu 2010. První skupina vzorků byla vyrobena měkkým způsobem oddělování na stroji Baader 601 a druhá skupina pocházela z tvrdého způsobu oddělování na stroji Lima D. U každého způsobu oddělování byly zastoupeny vzorky jednodruhové, které pocházely z různých částí jatečně opracovaného těla kuřete, a vzorky směsné. Odběr jednotlivých druhů SOM byl proveden 4krát. V tabulce č. 6 je specifikace jednotlivých vzorků SOM. V tabulce č. 7 je uvedeno časové rozmezí jednotlivých odběrů.

Tab. č. 6: Specifikace jednotlivých vzorků strojně odděleného masa.

Stroj	Vzorky SOM	
LIMA	jednodruhové	hřbety (zadní část páteře a masa s kůží v přirozené souvislosti včetně biskupu)
		stehenní kosti (kosti stehenní, holenní a lýtkové se zbytky svaloviny po ručním vykostování stehen na stehenní řízků)
		krky
		prsňní kosti (prsňní kost a žebra se zbytky svaloviny po strojním oddělení prsňních řízků)
	směsné (směs hřbetů, stehenních kostí, krků, prsňních kostí v různém poměru)	
BAADER	jednodruhové	klíční kosti (klíční kosti obalené prsňní svalovinou)
		kloubní pouzdra (ramenní klouby s prsňní svalovinou)
		ruční ořez (svalovina po ručním dočišťování prsňních řízků)
		strojní ořez (zbytky svaloviny po strojním oddělování prsňních řízků)
	směsné (směs klíčních kostí, kloubních pouzder, ručního a strojního ořezu v různém poměru)	

Tab. č. 7: Časové rozmezí jednotlivých odběrů.

Odběr	Týden odběru
1.	12. - 16. 7. 2010
2.	19. - 23. 7. 2010
3.	2. - 6. 8. 2010
4.	16. - 20. 8. 2010

Hmotnost každého vzorku byla 100 g a byly zabaleny v polypropylenovém sáčku. Před stanoveními byly vzorky uchovávány v mrazáku při teplotě - 18°C.

3.3 Stanovení sušiny

Do předem vysušených a zvážených hliníkových misek jsem navážila přibližně 8-9 g strojně odděleného masa s přesností na čtyři desetinná místa. Misku se vzorkem jsem sušila v sušárně vyhřáté na 105°C po dobu 4 hodin. Misku jsem po vychladnutí v exikátoru zvážila a opět vložila do sušárny na 30 minut. Po vyjmutí a vychladnutí jsem ji opět zvážila. Postup jsem opakovala do konstantní hmotnosti misky se vzorkem [61, 63].

Sušinu jsem stanovila vážkově, vypočítala jsem ji podle následujícího vzorce a je vyjádřena v hmotnostních procentech. Výsledek jsem zaokrouhlovala na dvě desetinná místa.

$$\text{Sušina (\%)} = [(m_2 - m_1) * 100] / m_0$$

Kde: m_0 je navážka vzorku (g),

m_1 je hmotnost prázdné hliníkové misky (g),

m_2 je hmotnost hliníkové misky se vzorkem po vysoušení (g).

3.4 Stanovení celkového tuku

Celkový tuk jsem stanovovala extrakcí podle Soxhleta. Použila jsem vysušený vzorek, který jsem umístila do papírové extrakční patrony. Chomáčkem vaty namočeným v petroletheru jsem důkladně vytřela hliníkovou sušící misku, aby se kvantitativně převedly i zbytky tuku. Vatu jsem použila jako ucpávku do extrakční patrony. Extrakční patrona byla vložena do střední části extrakčního přístroje. Do předem vysušené destilační baňky jsem vložila kousek pemzy a zvážila ji. Do baňky jsem nalila 150 ml petroletheru a sestavila celý extrakční přístroj. Poté jsem baňku zahřívala na topném hnízdě tak, aby petrolether mírně vřel. Extrakce probíhala po dobu 4 hodin. Po vychladnutí jsem rozpouštědlo oddestilovala a baňku sušila v sušárně při 100°C po dobu 60 minut. Po ochlazení v exsikátoru jsem baňku zvážila a podle následujícího vzorce jsem vypočítala obsah celkového tuku, který je vyjádřen v hmotnostních procentech. Výsledek jsem zaokrouhlovala na jedno desetinné místo [63, 64].

$$\text{Obsah celkového tuku (\%)} = [(m_2 - m_1) * 100] / m_0$$

Kde: m_0 je navážka vzorku (g),

m_1 je hmotnost destilační baňky s pemzou před extrakcí (g),

m_2 je hmotnost baňky s pemzou a s vyextrahovaným tukem (g).

3.5 Stanovení bílkovin

3.5.1 Stanovení celkových čistých bílkovin

3.5.1.1 Výběr vhodného katalyzátoru pro Kjeldahlovu metodu

Cílem tohoto pokusu bylo vybrat nejvhodnější katalyzátor, který budu používat pro stanovení bílkovin metodou podle Kjeldahla. Připravila jsem si tři různé katalyzátory:

- o Katalyzátor A obsahuje 90 % Na_2SO_4 , 7 % HgSO_4 , 1,5 % CuSO_4 a 1,5 % Se. (Weiningerův katalyzátor s Hg)
- o Katalyzátor B obsahuje 96,5 % Na_2SO_4 , 1,5 % CuSO_4 , 2,0 % Se. (Weiningerův katalyzátor bez Hg)
- o Katalyzátor C obsahuje 48,8 % Na_2SO_4 , 48,9 % K_2SO_4 , 0,3 % CuSO_4 . (Missouri katalyzátor)

Do každé z osmi mineralizačních tub jsem navážila přibližně 1 g s přesností na čtyři desetinná místa rozmraženého homogenizovaného vzorku SOM. Do dvou tub jsem přidala 2 g katalyzátoru A. Do dalších třech tub jsem přidala 2 g katalyzátoru B a do posledních třech tub 2 g katalyzátoru C. Devátá mineralizační tuba byla bez vzorku, byl do ní navážen pouze samotný katalyzátor B a sloužila jako slepý pokus. Do všech mineralizačních tub jsem přilila 10 ml koncentrované kyseliny sírové a jednotlivé vzorky nechala mineralizovat. Po jednohodinových intervalech jsem vizuálně hodnotila zákal a zabarvení mineralizovaných roztoků. Mineralizaci jednotlivých vzorků jsem ukončila poté, co došlo k vyjasnění roztoku (čirý roztok). Časy mineralizace jednotlivých katalyzátorů jsem zaznamenala.

3.5.1.2 Výběr vhodného filtru pro srážení bílkovin taninem

Porovnávala jsem tři různé filtry Filpap pro kvalitativní analýzu. V tabulce č. 8 jsou charakteristiky těchto filtrů. Sledovala jsem rychlost filtrace jednotlivých filtrů a zjišťovala jsem, zda nedochází ke ztrátě bílkovin.

Každý filtr jsem zvážila. Z jednoho vzorku SOM jsem do devíti kádinek navážila přibližně 1 g s přesností na 4 desetinná místa. Roztokem taninu jsem bílkoviny obsažené ve vzorcích vysrážela – viz postup srážení vzorku taninem. Na každý filtr jsem umístila jeden vysrážený vzorek a sledovala jsem rychlost filtrace. Po skončení filtrace jsem filtry usušila v sušárně, zvážila a výsledky jsem porovnávala. Souběžně s uvedenými vzorky jsem v sušárně sušila dvě kádinky se stejným vzorkem SOM, které sloužily jako kontrolní vzorky.

Tab. č. 8: Vlastnosti filtračních papírů pro kvalitativní analýzu Filpap [73].

Označení	Plošná hmotnost (g/m ²)	Filtrační rychlost (s) ČSN 500 338	Charakteristika filtrační rychlosti poskytnutá výrobcem	Filtrace větších částic nad (μm)
KA 0	80	6	zvláště velmi rychlá filtrace	-
KA 1	80	15	velmi vysoká filtrace	15
KA 4	80	130	středně vysoká filtrace	4

3.5.1.3 Srážení vzorku taninem

Do kádinky jsem navážila přibližně 1 g s přesností na čtyři desetinná místa rozmraženého homogenizovaného vzorku SOM. 10 g taninu jsem rozpustila v 500 ml destilované vody a přidala jsem 1 ml koncentrované kyseliny sírové. Získaný roztok jsem doplnila destilovanou vodou na objem 1000 ml. Ke vzorku jsem přidala 50 ml horkého roztoku taninu. Kádinku jsem na 15 minut umístila do ultrazvukové lázně. Po dalších 30 minutách stání jsem suspenzi přefiltrovala přes filtr KA 1. Kádinku jsem vypláchla roztokem taninu [24].

3.5.1.4 Standardizace odměrných roztoků pro Kjeldahlovu metodu

Standardizace odměrného roztoku hydroxidu sodného:

Nejprve jsem vypočítala hmotnost dihydrátu kyseliny šťavelové potřebné pro přípravu 100 ml roztoku o koncentraci 0,05 mol/l. Vypočtené množství dihydrátu kyseliny šťavelové (0,63035g) jsem s přesností na čtyři desetinná místa odvážila na analytických vahách a kvantitativně převedla do odměrné baňky na 100 ml, kterou jsem po značku doplnila destilovanou vodou. Z tohoto roztoku jsem pipetovala do titrační baňky 10 ml a přidala jsem k tomu tři kapky roztoku fenolftaleinu. Poté jsem titrovala roztokem hydroxidu sodného (0,1 mol/l) do prvního trvalého růžového zbarvení. Titraci jsem provedla třikrát a z průměrné spotřeby jsem vypočítala faktor odměrného roztoku hydroxidu sodného podle vzorce:

$$V_1 * f_1 = V_2 * f_2$$

Kde: V_1 je spotřeba roztoku NaOH na titraci o látkové koncentraci 0,1 mol/l,

f_1 je hledaný faktor roztoku NaOH o látkové koncentraci 0,1 mol/l,

V_2 je odměřené množství roztoku k. šťavelové na titraci o látkové konc. 0,05 mol/l,

f_2 je faktor roztoku kyseliny šťavelové.

Faktor f_2 jsem vypočítala poměrem skutečně naváženého množství dihydrátu kyseliny šťavelové, použitého pro přípravu roztoku této kyseliny o přibližné koncentraci 0,05 mol/l, s vypočítaným množstvím dihydrátu kyseliny šťavelové, které je teoreticky potřebné pro přípravu téhož objemu roztoku této kyseliny o přesné koncentraci 0,05 mol/l [63].

Standardizace odměrného roztoku kyseliny sírové:

Do titrační baňky jsem napipetovala 10 ml roztoku kyseliny sírové ($c = 0,05 \text{ mol/l}$). Přidala jsem tři kapky Tashirova indikátoru a titrovala jsem standardizovaným odměrným roztokem hydroxidu sodného do prvního trvalého žlutého zbarvení. Titraci jsem provedla třikrát a z průměrné spotřeby jsem vypočítala faktor odměrného roztoku kyseliny sírové.

Tashirův indikátor obsahoval dva díly roztoku methylenové červeně (nasycený roztok methylenové červeně v 50% ethanolu) a jeden díl roztoku methylenové modře (0,025% roztok methylenové modře v 50% ethanolu).

3.5.1.5 Stanovení celkových čistých bílkovin metodou podle Kjeldahla

Nejprve bylo nutné vzorek strojně odděleného masa rozložit. Do mineralizační trubice jsem vložila odvážený vzorek resp. vysrážené čisté bílkoviny na filtru, které jsem získala srážením vzorku taninem. Poté jsem provedla mineralizaci vzorku resp. sraženiny a filtru pomocí 10 ml koncentrované kyseliny sírové a přídavku 2 g katalyzátoru. Mineralizaci jsem ukončila tehdy, až byl vzorek čirý.

Mineralizát jsem kvantitativně převedla do 50 ml destilační baňky a objem doplnila destilovanou vodou. Na destilaci jsem použila 10 ml tohoto roztoku, ke kterému jsem přidala několik kapek roztoku fenolftaleinu. Destilační baňku jsem připojila k destilačnímu přístroji. Dělicí nálevkou jsem přidala asi 20 ml 33% roztoku hydroxidu sodného (až do růžového zbarvení). Uvolněný amoniak se předestiloval s vodní párou do předlohy s 25 ml standardizovaného roztoku kyseliny sírové. Po 25 minutách destilace jsem předlohu snížila, aby konec chladiče nezasahoval do roztoku a destilovala jsem ještě 5 minut. Po ukončení destilace jsem opláchla vnější stěnu vývodu chladiče destilovanou vodou do předlohy. Poté jsem do předlohy s destilátem přidala tři kapky Tashirova indikátoru a titrovala jsem odměrným roztokem hydroxidu sodného do prvního trvalého žlutého zbarvení [63].

U dvanácti vzorků jsem stanovení celkového dusíku provedla s vysrážením a také bez vysrážení taninem.

3.5.1.6 Výpočet obsahu celkového dusíku a celkových bílkovin

Obsah celkového dusíku ve vzorku v procentech jsem vypočítala podle vzorce:

$$\text{Obsah celkového dusíku (\%)} = \frac{(a - b) * 14 * R * 100}{m * 1000}$$

Kde: a je součin objemu odměrného roztoku kyseliny sírové pipetovaného do předlohy (ml), jeho faktoru a sytnosti kyseliny sírové (tj. 2),

b je součin objemu odměrného roztoku hydroxidu sodného spotřebovaného při zpětné titraci (ml) a jeho faktoru,

R ředění mineralizátu,

m je navážka vzorku (g).

Procentuální obsah dusíku jsem přepočítala na množství celkové čisté bílkoviny (%) pomocí empirického faktoru 6,25 a výsledek jsem zaokrouhlila na dvě desetinná místa.

$$\text{Obsah celkových bílkovin (\%)} = \text{obsah celkového dusíku (\%)} * 6,25$$

3.5.2 Stanovení kolagenu

3.5.2.1 Hydrolýza vzorku

Do 50 ml zábrusové baňky jsem navázila přibližně 3 g homogenizovaného vzorku s přesností na čtyři desetinná čísla. Poté jsem přidala 30 ml 30% kyseliny sírové, baňku uzavřela zábrusovou zátkou a vložila do sušárny vyhřáté na 105°C. Hydrolýza probíhala po dobu 14 hodin. Po vyjmutí baňky ze sušárny a jejím ochlazení jsem obsah převedla do 50 ml odměrné baňky. Objem jsem doplnila destilovanou vodou po značku, promíchala a zfiltrovala. Alikvotní podíl 5 ml jsem převedla do 50 ml odměrné baňky, poté jsem přidala 20 ml vody a pomocí hydroxidu sodného (10 mol/l) jsem upravila pH na hodnotu 5-8 (kontrolu jsem provedla indikátorovým papírkem). Objem jsem doplnila destilovanou vodou po značku a připravený vzorek jsem použila pro spektrofotometrické stanovení 4-hydroxyprolinu [24].

3.5.2.2 Kalibrace pro spektrofotometrické stanovení 4-hydroxyprolinu

Nejprve jsem si připravila zásobní roztok 4-hydroxyprolinu o koncentraci 50 mg v 50 ml vody (1000 mg/l). Tento roztok jsem používala po dobu jednoho měsíce a uchovávala jsem ho v chladničce. Pro kalibraci jsem připravila pracovní roztok 4-hydroxyprolinu o koncentraci 50 mg/l a z tohoto roztoku jsem připravovala kalibrační řadu roztoků o koncentracích 1, 2, 3, 5, 7 a 10 mg/l.

Před každou analýzou jsem připravovala čerstvé oxidační a vybarvovací činidlo. Oxidační činidlo obsahovalo 0,5 g chloraminu T, 25 ml citrát-acetátového pufru, 15 ml propylalkoholu a 10 ml destilované vody. Citrát-acetátový pufr jsem připravila z 50 g monohydrátu kyseliny citronové, 12 ml koncentrované kyseliny octové, 120 g trihydrátu octanu sodného a 34 g hydroxidu sodného. Tyto chemikálie jsem smíchala a rozpustila v destilované vodě. Vzniklý roztok jsem nalila do 1000 ml odměrné baňky a doplnila destilovanou vodou po rysku. Výsledné pH tohoto pufru bylo 6. Pufr jsem zakonzervovala několika kapkami chloroformu. Vybarvovací činidlo jsem připravovala z 2,5 g p-dimethylaminobenzaldehydu, který jsem rozpustila v 50 ml izopropylalkoholu.

Do zkumavky jsem odměřila 1 ml kalibračního roztoku a přidala jsem 1 ml oxidačního činidla. Směs jsem promíchala a nechala stát 20 minut při laboratorní teplotě. Poté jsem přidala 1 ml kyseliny chloristé (3 mol/l) a po promíchání 1 ml vybarvovacího činidla. Směs jsem promíchala a na 20 minut vložila do vodní lázně předem vyhřáté na 60°C (zkumavku jsem neuzavírala). Při přípravě slepého pokusu jsem postupovala stejně, avšak místo kalibračního roztoku jsem použila destilovanou vodu. Po ochlazení zkumavek jsem změřila absorbanci při 558 nm proti slepému pokusu. U každé sady vzorků jsem prováděla vždy

novou kalibraci. Kalibrační křivku jsem měřila na začátku a na konci měření vzorků vždy dvakrát. Slepý pokus jsem připravovala dvojmo [24].

3.5.2.3 Měření vzorků

Do zkumavky jsem odměřila 1 ml vzorku (zfiltrovaného, zneutralizovaného hydrolyzátu) a přidala jsem 1 ml oxidačního činidla. Směs jsem promíchala a nechala stát 20 minut při laboratorní teplotě. Poté jsem přidala 1 ml kyseliny chloristé (3 mol/l) a po promíchání 1 ml vybarvovacího činidla. Směs jsem promíchala a na 20 minut vložila do vodní lázně předem vyhřáté na 60°C. Při měření vzorku jsem pracovala vždy v duplikátu.

Po ochlazení jsem změřila absorbanci při 558 nm proti slepého pokusu. Pokud jsem naměřila koncentraci mimo kalibrační rozmezí, vzorek jsem zředila a celý postup přípravy a měření jsem zopakovala [24].

3.5.2.4 Výpočet obsahu hydroxyprolinu a kolagenu

Z hodnot měření kalibračních roztoků jsem pomocí programu Microsoft Excel verze 2003 vypočítala regresní koeficienty (a, b) kalibrační přímky (závislost absorbance při 558 nm A_{558} na koncentraci 4-hydroxyprolinu v mg/l) a korelační koeficient. Používala jsem jen ty kalibrační křivky, u nichž byla hodnota korelačního koeficientu rovna nebo vyšší než 0,99.

Koncentraci 4-hydroxyprolinu v mg/l jsem vypočítala dosazením naměřené absorbance do kalibrační rovnice. Podle vzorce jsem vypočítala obsah 4-hydroxyprolinu (%).

$$\text{Obsah 4-hydroxyprolinu (\%)} = \frac{c * R}{m * 10000}$$

Kde: c je koncentrace 4-hydroxyprolinu (mg/l),

R je ředění hydrolyzátu,

m je navážka vzorku (g).

Obsah hydroxyprolinu (%) ve vzorcích jsem přepočítala na množství kolagenu (%) pomocí empirického faktoru 8,00 [24].

$$\text{Obsah kolagenu (\%)} = \text{obsah hydroxyprolinu (\%)} \times 8,00$$

3.5.3 Stanovení svalových bílkovin přes celkový kreatinin

3.5.3.1 Hydrolýza vzorků

Do 50 ml zábrusové baňky jsem navázila přibližně 3 g homogenizovaného vzorku s přesností na čtyři desetinná čísla. Poté jsem přidala 30 ml 30% kyseliny sírové, baňku jsem uzavřela zábrusovou zátkou a vložila do sušárny vyhřáté na 105°C. Hydrolýza probíhala po dobu 14 hodin. Po vyjmutí baňky ze sušárny a jejím ochlazení jsem obsah převedla

do 50 ml odměrné baňky. Objem jsem doplnila destilovanou vodou po značku, promíchala a zfiltrovala. Filtrát prostý pevných částic jsem použila pro stanovení kreatininu [24].

3.5.3.2 Kalibrace pro spektrofotometrické stanovení kreatininu

Nejprve jsem si připravila zásobní roztok kreatininu (500 µg/ml) v 5% vodném roztoku kyseliny trichloroctové (TCA). Zásobní roztok jsem skladovala v chladničce. Z tohoto zásobního standardního roztoku kreatininu jsem pro kalibraci připravila ředěním destilovanou vodou pracovní roztok o koncentraci 50 µg kreatininu v 1 ml. Z pracovního roztoku jsem do 25 ml odměrných baněk připravila kalibrační řadu roztoků o koncentracích 0, 2, 4, 6, 8, 10 µg kreatininu v 1 ml podle následující tabulky.

Tab. č. 9: Příprava kalibrační řady roztoků kreatininu.

Kreatinin (µg/ml)	Pracovní roztok (ml)	5 % TCA (ml)
0	0	5
2	1	4
4	2	3
6	3	2
8	4	1
10	5	0

Dále jsem do odměrné baňky přidala 0,5 ml 10% vodného roztoku hydroxidu sodného a 5 ml alkalického pikrátu sodného. Alkalický pikrát sodný jsem připravila smícháním 100 ml 0,5% vodného roztoku kyseliny pikrové s 10 ml 10% roztoku hydroxidu sodného. Směs v odměrné baňce jsem promíchala, doplnila destilovanou vodou po značku a nechala stát 120 minut při laboratorní teplotě za nepřístupu světla. Poté jsem změřila absorbanci při vlnové délce 495 nm. Měření kalibračních roztoků jsem prováděla dvakrát, jednou před proměřováním vzorků a podruhé na konci měření [24].

3.5.3.3 Měření vzorků

Do 25 ml odměrných baněk jsem odpipetovala 1 ml hydrolyzátu vzorku, poté jsem přidala asi 10 ml destilované vody a zneutralizovala pH na 5-8 pomocí hydroxidu sodného o koncentraci 10 mol/l (kontrolu jsem provedla indikátorovým papírkem). Poté jsem přidala tolik ml 5% TCA, aby součet objemu vzorku, hydroxidu sodného použitého na neutralizaci a 5% TCA byl 5 ml. Dále jsem postupovala stejně jako při kalibraci. Při měření vzorků jsem pracovala v duplikátu [24].

3.5.3.4 Výpočty obsahu celkového kreatininu a svalových bílkovin

Z hodnot měření kalibračních roztoků jsem pomocí programu Microsoft Excel verze 2003 vypočítala regresní koeficienty (a, b) kalibrační přímky (závislost absorbance při 495 nm A_{495}

na koncentraci kreatininu v $\mu\text{g/ml}$) a korelační koeficient. Používala jsem jen ty kalibrační křivky, u nichž byla hodnota korelačního koeficientu rovna nebo vyšší než 0,99.

Regresní tvar přímky je

$$A_{495} = a * \text{kreatinin} + b,$$

kde A_{495} je změřená absorbance příslušného kalibračního roztoku kreatininu v $\mu\text{g/ml}$.

Dosazením změřené absorbance vzorku do výše uvedené rovnice jsem vypočítala koncentraci kreatininu. Dosazením do následujícího vztahu jsem vypočítala množství kreatininu (mg) ve 100 g vzorku.

$$\text{Kreatinin (mg/100g)} = \text{kreatinin (}\mu\text{g/ml)} * 5 * R/m$$

Kde: R je ředění hydrolyzátu,

m je navážka vzorku (g) na hydrolyzu.

Obsah svalových bílkovin (%) jsem počítala podle následujícího vztahu [24]:

$$\text{Svalové bílkoviny (\%)} = \frac{\text{obsah kreatininu ve vzorku (mg/100g)}}{20}$$

3.6 Stanovení kostních úlomků

3.6.1 Alkalická tlaková hydrolyza

K 25 g vzorku jsem přidala 250 ml 20% roztoku hydroxidu sodného. Směs jsem nechala autoklávovat při 121°C po dobu 80 minut v lahvi Duran. Poté jsem hydrolyzovanou suspenzi přemístila do kádinky. Z povrchu jsem pomocí špachtle sebrala vysrážené mýdlo. Sediment s kostními úlomky a malým zbytkem neúplně hydrolyzovaného kolagenu jsem několikrát důkladně promyla destilovanou vodou. Po promytí jsem sediment umístila v malém množství destilované vody do Petriho misky. Následně jsem pořídila fotografie vodné suspenze. Vodnou suspenzi jsem pozorovala v mikroskopu. U jednotlivých vzorků jsem zaznamenávala přibližný počet kostních úlomků a pomocí měřítka jejich velikost [37].

Poté jsem stanovila sušinu kostních úlomků. Kostní úlomky jsem kvantitativně převedla do předem vysušených a zvážených hliníkových misek a umístila jsem je do sušárny vyhřáté na 105°C . Sušení jsem ukončila po dosažení konstantní hmotnosti. Podle následujícího vzorce jsem vypočítala zastoupení kostních úlomků.

$$\text{Kostní úlomky (mg/kg)} = [(m_2 - m_1) * 1000000] / m_0$$

Kde: m_0 je navážka vzorku (g),

m_1 je hmotnost prázdné hliníkové misky (g),

m_2 je hmotnost hliníkové misky s kostními úlomky po vysoušení (g).

3.6.2 Alkalická hydrolýza v termostatu

Pro pokus jsem vybrala šest vzorků strojně odděleného masa, u kterých jsem metodou alkalické tlakové hydrolýzy našla zvýšené množství kostních úlomků. Do Erlenmayerovy baňky jsem navážila 25 g vzorku a přidala jsem 250 ml 20% roztoku hydroxidu sodného. Baňku jsem zakryla alobalem a vložila do termostatu vyhřátého na 95°C. Každý ze šesti vybraných vzorků jsem navážila třikrát a hydrolyzovala po různou dobu. Celkem jsem tedy hydrolyzovala 18 Erlenmayerových baněk. První skupinu šesti vzorků jsem ponechala v termostatu po dobu 4 hodin, druhou po dobu 6 hodin a třetí skupinu jsem hydrolyzovala 8 hodin. Po vyjmutí baňky z termostatu jsem hydrolyzovanou suspenzi přemístila do kádinky. Z povrchu jsem pomocí špachtle sebrala vysrážené mýdlo. Sediment s kostními úlomky jsem několikrát důkladně promyla destilovanou vodou. Po promytí jsem sediment umístila v malém množství vody do Petriho misky. Kostní úlomky jsem pozorovala v mikroskopu a pořídila jsem digitální fotografie Petriho misky.

Výsledky pokusu jsem porovnávala s výsledky stanovení kostních úlomků pomocí alkalické tlakové hydrolýzy.

3.6.3 Opakovaná hydrolýza kostních úlomků

Vysušené kostní úlomky získané ze vzorků strojně odděleného kuřecího masa při tlakové alkalické hydrolýze jsem podrobila opakované hydrolýze v termostatu.

Do kádinky jsem přenesla vysušené kostní úlomky a zjistila jsem jejich hmotnost. Ke kostním úlomkům jsem přidala 10 ml 20% roztoku hydroxidu sodného a suspenzi jsem vyfotografovala. Kádinku jsem uzavřela alobalem a umístila po dobu 6 hodin do termostatu vyhřátého na 95°C. Po vyjmutí a ochlazení kádinky jsem suspenzi důkladně promyla destilovanou vodou a opětovně jsem pořídila fotografie kostních úlomků. Kádinku jsem umístila do sušárny až do úplného odpaření destilované vody. Poté jsem ji zvažila. Váhový rozdíl kostních úlomků před a po hydrolýze jsem přepočítala na procentuální úbytek kostních úlomků. Pomocí pořízených fotografií jsem vizuálně posoudila úbytek velikosti největších kostních úlomků. Stejný experiment jsem opakovala s kostními úlomky získanými po osmihodinové opakované hydrolýze v termostatu.

3.6.4 Důkaz kostních úlomků

Nejprve jsem vybrala vhodnou koncentraci kyseliny chlorovodíkové, která je schopna rozložit kostní úlomky v časovém horizontu jedné hodiny. Postupně jsem odzkoušela koncentrace 0,1 mol/l, 1 mol/l a 3 mol/l.

Do Petriho misky jsem umístila vysušené kostní úlomky ze vzorků strojně odděleného masa. Přidala jsem kyselinu chlorovodíkovou a pomocí digitálního fotoaparátu a mikroskopu jsem pořídila fotografie kostních úlomků v různých časových intervalech po dobu jedné hodiny.

Tento experiment jsem provedla také za použití kyseliny sírové. Postupně jsem zkoušela koncentrace 0,2 mol/l, 2 mol/l a koncentrovanou kyselinu sírovou (98%).

3.6.5 Odvození obsahu vápníku

Přibližný procentuální obsah vápníku jsem vypočetla z procentuálního obsahu kostních úlomků podle následujícího vzorce.

$$\text{Obsah vápníku (mg/kg)} = \text{obsah kostních úlomků (mg/kg)} / 4,4$$

Kde 4,4 je faktor, který byl odvozen z poznatku, že hydrolyzované kostní úlomky ze strojně odděleného kuřecího masa obsahují přibližně 22,9 % vápníku [32].

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

Měla jsem k dispozici vzorky strojně odděleného masa, které se lišily vstupní surovinou použitou při výrobě a použitou technologií strojního oddělování. V následujících kapitolách uvádím výsledky jednotlivých kvalitativních parametrů vzorků SOM.

4.1 Stanovení sušiny

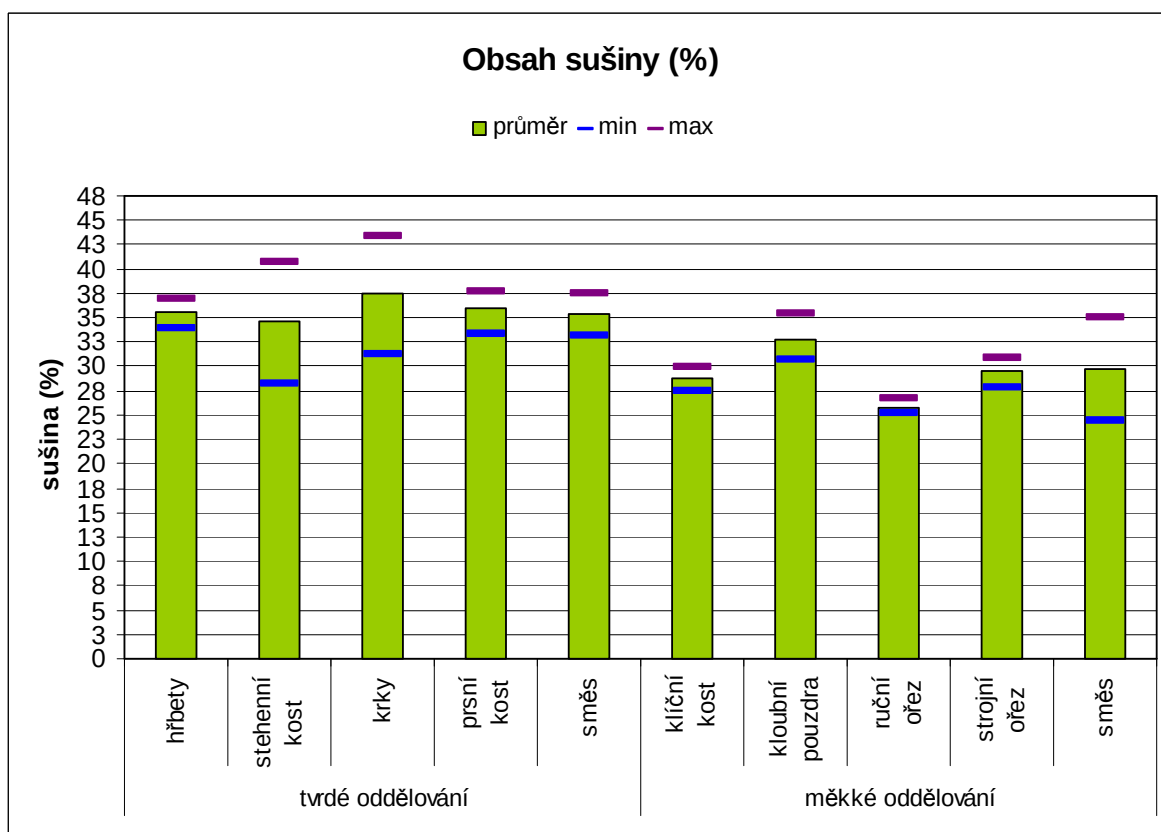
V tabulce č. 10 jsou uvedeny analytické hodnoty obsahu sušiny (%) ve vzorcích SOM. Obsah sušiny jsem u vzorků SOM stanovila v rozmezí 24,43 % - 43,25 %. Nejvyšší obsah sušiny byl u SOM z kuřecích krků u odběru č. I (43,25 %). SOM vyráběné z kuřecích krků má zároveň nejvyšší průměrný obsah sušiny (37,55 %). Nejnižší průměrný obsah sušiny jsem zaznamenala u SOM vyrobeného z ručního ořezu prsních řízků (25,67 %). Nejnižší obsah sušiny byl u směsného vzorku SOM z měkkého oddělování u odběru č. II (24,43 %).

Co do obsahu sušiny bylo nejvíce variabilní SOM vyrobené tvrdým oddělováním ze stehenních kostí (28,26 % - 40,70 %). Nejmenší variabilitu jsem zaznamenala u SOM vyrobeného měkkým oddělováním z ručního ořezu prsních řízků (25,12 % - 26,65 %).

Směsné SOM vyrobené měkkým způsobem oddělování z prsních částí kuřete má průměrně nižší obsah sušiny (29,73 %) ve srovnání se směsným SOM vyrobeným tvrdým způsobem oddělování ze hřbetů, krků a stehenních částí kuřete (35,44 %). Výsledky korespondují s výsledky Henckla, který zaznamenal u SOM vyrobeného měkkým způsobem z prsních částí kuřete obsah sušiny 29,73 % a u tvrdého oddělování zadních částí kuřete obsah sušiny 37,1 % [2].

Tab. č. 10: Obsah sušiny (%) ve vzorcích SOM.

Způsob výroby	SOM	SUŠINA (%)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	33,90	36,20	36,99	35,00	35,52	33,90	36,99
	stehenní kost	38,79	28,26	40,70	30,63	34,60	28,26	40,70
	krky	43,25	33,32	42,47	31,15	37,55	31,15	43,25
	prsí kost	37,04	35,71	37,57	33,23	35,89	33,23	37,57
	směs	37,43	33,18	37,37	33,79	35,44	33,18	37,43
měkké oddělování	klíční kost	29,94	28,22	27,45	29,74	28,84	27,45	29,94
	kloubní pouzdra	32,57	32,09	30,58	35,39	32,66	30,58	35,39
	ruční ořez	26,65	25,15	25,74	25,12	25,67	25,12	26,65
	strojní ořez	28,69	30,84	27,89	30,84	29,57	27,89	30,84
	směs	32,86	24,43	26,62	35,01	29,73	24,43	35,01



Graf č. 1: Obsah sušiny (%) ve vzorcích SOM.

4.2 Stanovení celkového tuku

V tabulce č. 11 jsou zapsány analytické hodnoty obsahu celkového tuku (%) ve vzorcích SOM. Obsah celkového tuku u vzorků SOM jsem stanovila v rozmezí 0,7 % - 29,7 %. Nejvyšší obsah celkového tuku je u SOM z kuřecích krků u odběru č. I (29,7 %). SOM vyráběné z kuřecích krků má zároveň nejvyšší průměrný obsah celkového tuku (21,7 %). Nejnížší průměrný obsah celkového tuku jsem stanovila u SOM vyrobeného z ručního ořezu prsních řízků (1,7 %), u kterého byl i nejnižší obsah celkového tuku u odběru č. IV (0,7 %). SOM z ručního ořezu, které bylo vyrobeno měkkým způsobem oddělování, se výrazně odlišovalo v obsahu celkového tuku od ostatních vzorků SOM. Je to způsobeno kvalitou suroviny – pro výrobu jsou používány ořezy z prsních řízků a jedná se o téměř čistou libovou svalovinu.

Co do obsahu celkového tuku bylo nejvíce variabilní SOM vyrobené tvrdým oddělováním z kuřecích krků (13,7 % - 29,7 %). Nejmenší variabilitu jsem zaznamenala u SOM vyrobeného měkkým oddělováním z klíčních kostí (5,6 % - 7,5 %).

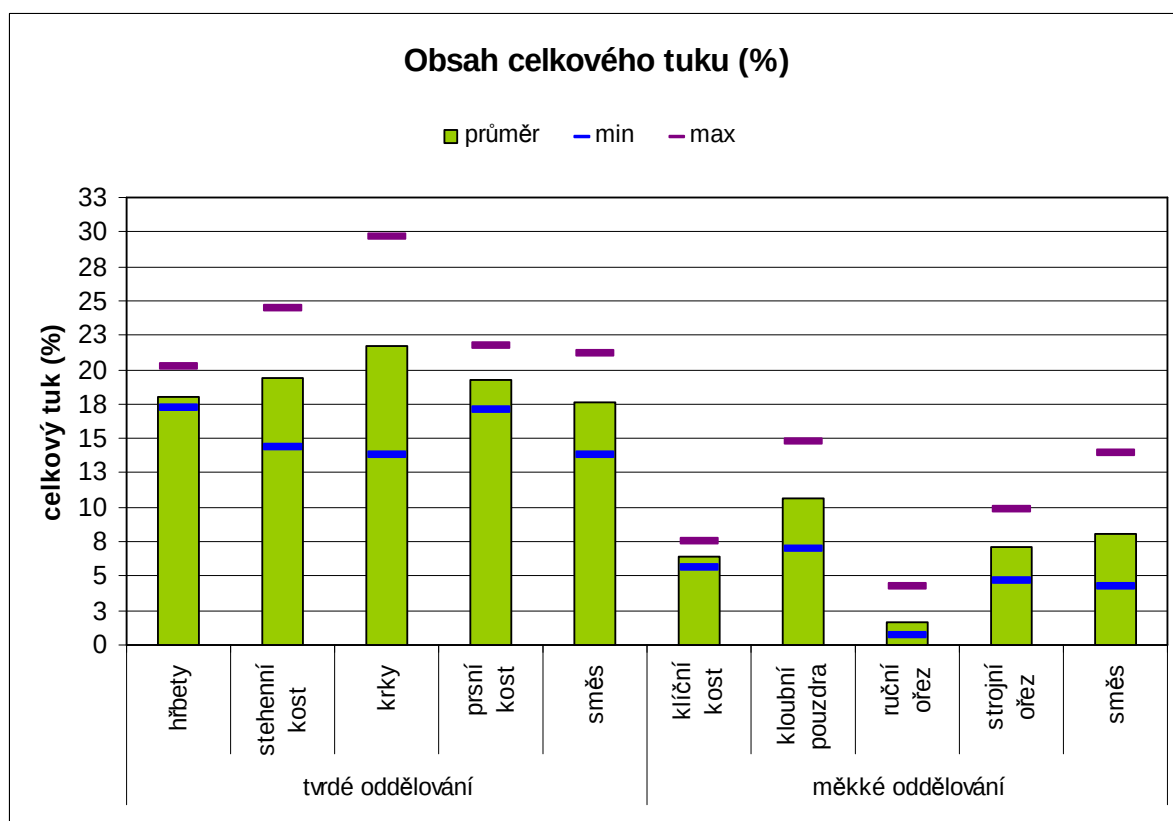
Směsné SOM vyrobené měkkým oddělováním z prsních částí kuřete má průměrně nižší obsah celkového tuku (8,0 %) ve srovnání se směsným SOM vyrobeným tvrdým způsobem ze hřbetů, krků a stehenních částí kuřete (17,6 %). Souvisí to s nižším obsahem tuku v prsních řízcích kuřete. Výsledky Henckla u stejných druhů SOM byly o něco vyšší, což mohlo být způsobeno odlišným krmením kuřat, jejich rozdílnou tučností a hmotností. U SOM vyrobeného měkkým oddělováním z prsních částí udává obsah celkového tuku 10,35 % a u tvrdého oddělování zadních částí kuřete obsah celkového tuku 21,16 % [2].

V legislativě Evropské unie není uveden limit pro maximální obsah celkového tuku v SOM [47]. Americké a brazilské standardy limit stanovují a povolují maximální obsah tuku v SOM 30 % [3, 52]. Všechny analyzované vzorky by 30 % limit splnily.

Drůbežářské podniky si většinou samy určují interní limity pro obsah celkového tuku, kterými se řídí. Drůbežářský podnik, ze kterého pocházejí vzorky SOM, vyrábí SOM tvrdým oddělováním s maximálním množstvím celkového tuku 34 % a u měkkého oddělování 13 %. Všechny analyzované vzorky SOM vyrobené tvrdým oddělováním podnikový limit splnily. U měkkého způsobu oddělování dva vzorky překročily hodnotu 13 %. Průměrné hodnoty obsahu celkového tuku u vzorků SOM vyrobených měkkým oddělováním jsou v rámci podnikového limitu.

Tab. č. 11: Obsah celkového tuku (%) ve vzorcích SOM.

Způsob výroby	SOM	CELKOVÝ TUK (%)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	17,2	17,2	20,2	17,4	18,0	17,2	20,2
	stehenní kost	22,2	14,4	24,5	16,5	19,4	14,4	24,5
	krky	29,7	15,0	28,2	13,7	21,7	13,7	29,7
	prsí kost	21,7	17,4	21,1	17,1	19,3	17,1	21,7
	směs	21,1	15,2	20,3	13,8	17,6	13,8	21,1
měkké oddělování	klíční kost	7,5	6,6	5,6	6,2	6,5	5,6	7,5
	kloubní pouzdra	7,0	10,3	10,4	14,8	10,6	7,0	14,8
	ruční ořez	4,3	0,8	0,8	0,7	1,7	0,7	4,3
	strojní ořez	4,7	9,9	5,0	9,0	7,1	4,7	9,9
	směs	9,8	4,2	4,2	13,9	8,0	4,2	13,9



Graf č. 2: Obsah celkového tuku (%) ve vzorcích SOM.

4.3 Stanovení bílkovin

4.3.1 Stanovení celkových čistých bílkovin

4.3.1.1 Výběr vhodného katalyzátoru pro Kjeldahlovu metodu

Všechny mineralizační tuby jsem nechala mineralizovat po dobu 13 hodin. Tabulka č. 12 zobrazuje použité katalyzátory v jednotlivých mineralizačních tubách a obsah celkových bílkovin (%), které jsem ve vzorcích po ukončení mineralizace stanovila. V tabulce č. 13 jsem uvedla teplotu mineralizačního bloku v závislosti na čase a v tabulce č. 14 jsem zaznamenala zabarvení vzorků v závislosti na čase mineralizace.

U slepého pokusu (samotný katalyzátor + kyselina sírová) došlo k projasnění vzorku po 4 hodinách mineralizace. Při použití katalyzátoru A a B jsem projasnění vzorků zaznamenala po 8 až 9 hodinách. Čas mineralizace vzorku č. 1 při použití katalyzátoru C byl přibližně 13 hodin. U vzorku č. 3 za použití katalyzátoru C nedošlo k projasnění vzorku a úplné mineralizaci ani po 13 hodinách. Tomu odpovídala nízká hodnota bílkovin ve vzorku.

Tab. č. 12: Obsah bílkovin (%) při použití různých katalyzátorů.

Mineralizační tuba	Katalyzátor	Vzorek	Bílkoviny (%)
1	A	1	13,13
2	A	1	14,19
3	B	1	13,31
4	B	1	13,75
5	C	1	14,31
6	C	1	13,75
7	C	3	1,31
8	B	3	12,19
9	B	--	0,00

Pozn.: vzorek SOM č. 1 jsou kuřecí hřbety, tvrdé oddělování,
vzorek SOM č. 3 jsou kuřecí krky, tvrdé oddělování.

Tab. č. 13: Teplota mineralizačního bloku v závislosti na čase.

Čas (hod)	Teplota (°C)
1	180
2	200
3	300
4	320
5	340
6-13	350

Při stanovení dusíkatých sloučenin podle Kjeldahla se používají různé katalyzátory, které se liší účinností rozkladu vzorku. Katalyzátory A a B byly v experimentu rovnocenné z hlediska časových nároků na úplnou mineralizaci. Katalyzátor A však obsahuje toxické sloučeniny rtuti. Z ekologických důvodů jsem pro své analýzy upřednostnila katalyzátor B.

Tab. č. 14: Zabarvení vzorku SOM při mineralizaci v závislosti na čase.

Tuba	Čas (hod)												
Katalyzátor	1	2, 3	4	5	6	7	8	9	10, 11	12	13	24*	
1/A	černý	černý	černý	hnědý	oranžovo-červený	žlutozelený	světle žlutozelený, projasněný						
2/A	černý	černý	černý	hnědý	oranžovo-červený	žlutozelený	světle žlutozelený, projasněný						
3/B	černý	černý	černý	hnědo-černý	červeno-hnědý	žlutozelený	světle žlutozelený, projasněný						
4/B	černý	černý	černý	hnědo-černý	červeno-hnědý	žlutozelený	světle žlutozelený, projasněný						
5/C	černý	černý	černý	černý	černý	hnědočerný	hnědý	hnědý	hnědý	červený	oranžovo-červený	žlutooranžový, projasněný	
6/C	černý	černý	černý	černý	černý	hnědočerný	hnědý	hnědý	hnědý	červený	oranžovo-červený	žlutooranžový, projasněný	
7/C	černý	černý	černý	černý	černý	hnědočerný	hnědý	hnědý	hnědý	hnědý	červený	oranžovočervený, neprojasněný	
8/B	černý	černý	černý	černý	hnědo-černý	hnědý	žluto-oranžový	světle žlutooranžový, projasněný					
9/B	tmavě zelený	zelený, černá sraženina	čirý, projasněný										

* mineralizační přístroj byl vypnut po 13 hodinách, přibližně po 24 hodinách od spuštění mineralizace jsem provedla závěrečné zhodnocení zabarvení a vzorky byly převedeny do odměrných baněk

4.3.1.2 Výběr vhodného filtru pro srážení bílkovin taninem

Celkem jsem srážela taninem 9 vzorků SOM z kuřecích hřbetů (pro každý filtr 3 vzorky). Slepý pokus jsem dělala dvojmo. Všechny použité filtry Filpap v tomto experimentu vysrážený vzorek SOM přefiltrovaly do 15 minut. V tabulce č. 15 jsou zaznamenány průměrné obsahy sušiny (%). Nejnižší průměrný obsah sušiny jsem naměřila u filtru KA 0. Tento filtr propouští část bílkovin a vyhodnotila jsem jej jako nevhodný. U filtrů KA 1 a KA 4 jsou průměrné obsahy sušiny srovnatelné se slepým pokusem a oba filtry jsou vhodné pro stanovení celkových čistých bílkovin. Já jsem si pro své analýzy zvolila filtr KA 1, protože jeho filtrační rychlost je vyšší než u filtru KA 4.

Tab. č. 15 : Průměrné obsahy sušiny při použití různých typů filtrů.

Filtr	Sušina (%)
KA 0	35,68
KA 1	38,12
KA 4	37,55
žádný (slepý pokus)	38,00

4.3.1.3 Stanovení celkových čistých bílkovin podle Kjeldahla

V tabulce č. 16 jsou uvedeny analytické hodnoty obsahu celkových čistých bílkovin (%) ve vzorcích SOM.

Obsah celkových čistých bílkovin jsem stanovila v rozmezí 9,94 % - 19,84 %. Nejvyšší obsah celkových čistých bílkovin jsem stanovila u směsného vzorku SOM vyrobeného měkkým oddělováním u odběru č. III (19,84 %), který má zároveň nejvyšší průměrný obsah celkových čistých bílkovin (17,83 %). Nejnižší průměrný obsah celkových čistých bílkovin byl u SOM vyrobeného z kuřecích krků (10,92 %), u kterého jsem také stanovila nejnižší obsah celkových čistých bílkovin u odběru č. III (9,94 %).

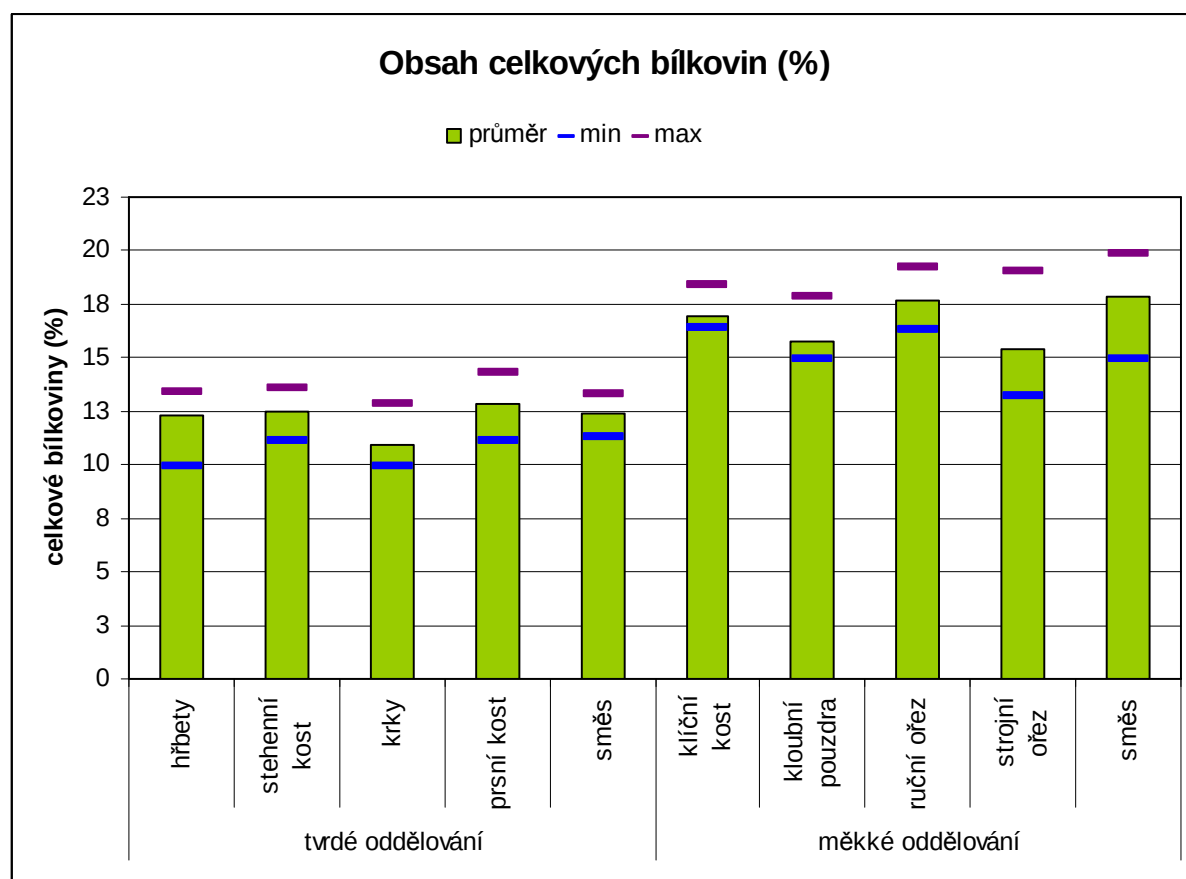
Co do obsahu celkových čistých bílkovin bylo nejvíce variabilní SOM vyrobené měkkým oddělováním ze strojního ořezu (13,23 % - 19,01 %). Nejnižší variabilitu jsem zaznamenala u směsného SOM, které bylo vyrobené tvrdým oddělováním (11,29 % - 13,32 %).

Směsné SOM vyrobené měkkým oddělováním z prsních částí kuřete má průměrně vyšší obsah celkových čistých bílkovin (17,83 %) ve srovnání se směsným SOM, které pochází z tvrdého oddělování hřbetů, krků a stehenních částí kuřete (12,35 %). Souvisí to s vyšším obsahem bílkovin v prsních řízcích. Výsledky přibližně odpovídají výsledkům Henckla, který uvádí u SOM vyrobeného měkkým způsobem z prsních částí 18,78 % celkových bílkovin a u tvrdého oddělování zadních částí kuřete 14,27 % celkových bílkovin [2].

V legislativě Evropské unie není uveden limit pro minimální obsah celkových bílkovin ve SOM [47]. Legislativa USA a Brazílie vyžaduje minimálně 12 % bílkovin v SOM [3, 52]. Ze 40 analyzovaných vzorků by 12 % limit nesplnilo 7 vzorků SOM. Pokud bych s tímto limitem porovnávala pouze průměrné hodnoty celkových čistých bílkovin, tak by obsah bílkovin pod 12 % byl pouze u SOM z kuřecích krků.

Tab. č. 16: Obsah celkových čistých bílkovin (%) ve vzorcích SOM.

Způsob výroby	SOM	CELKOVÉ ČISTÉ BÍLKOVINY (%)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	13,40	12,58	13,35	9,97	12,33	9,97	13,40
	stehenní kost	12,88	13,53	11,13	12,24	12,44	11,13	13,53
	krky	10,19	10,73	9,94	12,83	10,92	9,94	12,83
	prsňí kost	12,42	14,28	13,53	11,12	12,84	11,12	14,28
	směs	12,50	12,28	13,32	11,29	12,35	11,29	13,32
měkké oddělování	klíční kost	18,39	16,37	16,54	16,37	16,92	16,37	18,39
	kloubní pouzdra	17,86	14,90	15,30	15,07	15,78	14,90	17,86
	ruční ořez	16,31	19,23	17,39	17,75	17,67	16,31	19,23
	strojní ořez	19,01	15,46	13,81	13,23	15,37	13,23	19,01
	směs	18,27	18,25	19,84	14,96	17,83	14,96	19,84



Graf č. 3: Obsah celkových bílkovin (%) ve vzorcích SOM.

V tabulce č. 17 je uveden obsah celkových bílkovin bez předchozího srážení taninem a po vysrážení taninem. U 8 vzorků byl stanovený obsah bílkovin (%) bez předchozího vysrážení vyšší než u vzorků vysrážených. U 4 vzorků byl stanovený obsah bílkovin (%) bez předchozího vysrážení nižší než u vzorků vysrážených.

Tab. č. 17: Obsah celkových bílkovin (%) ve vzorcích SOM po vysrážení taninem a bez vysrážení.

Způsob výroby	SOM (odběr)	Celk. bílkoviny (%) bez vysrážení	Celk. bílkoviny (%) po vysrážení	Rozdíl (%)
tvrdé oddělování	stehenní kost (I.)	12,35	12,88	-0,53
	krky (I.)	10,49	10,19	0,30
	prsňí kost (I.)	12,97	12,42	0,55
	směs (I.)	13,00	12,50	0,51
měkké oddělování	klíční kost (I.)	19,24	18,39	0,85
	kloubní pouzdra (I.)	17,82	17,86	-0,04
	ruční ořez (I.)	15,63	16,31	-0,69
	strojní ořez (I.)	20,30	19,01	1,29
	směs (I.)	18,77	18,27	0,50
	směs (II.)	18,97	18,25	0,72
	směs (III.)	19,72	19,84	-0,12
	směs (IV.)	15,04	14,96	0,08

Podle výsledků šetření Státního veterinárního ústavu v dnešní době stále přetrvávají problémy týkající se špatného značení potravin a záměrné náhrady dražších surovin za levnější [74]. Stanovíme-li obsah celkových bílkovin v mase a masných výrobcích Kjeldahlovou metodou, kterou popisuje norma ČSN ISO 937, dostaneme obsah tzv. hrubé bílkoviny [65]. Hodnoty hrubé bílkoviny v sobě zahrnují i dusíkaté látky nebílkovinné povahy. Norma tudíž neumožňuje detekovat dusíkaté látky nebílkovinné povahy v potravině a nechrání před potenciální falzifikací potravin. Falzifikace potravin vede nejen ke klamání spotřebitele, ale může dojít i k ohrožení jeho zdraví.

Proto je vhodnější v potravinách stanovovat pouze čisté bílkoviny. Nejprve musíme eliminovat potenciální přítomnost nebílkovinných dusíkatých látek ze vzorku a až poté stanovit celkový dusík Kjeldahlovou metodou. Právě proto jsem v diplomové práci vyzkoušela bílkoviny ve vzorku SOM vysrážet taninem.

4.3.2 Stanovení kolagenu

V tabulce č. 18 jsou zapsány analytické hodnoty obsahu kolagenu (%) ve vzorcích SOM. Obsah kolagenu u vzorků SOM jsem stanovila v rozmezí 0,25 % - 2,76 %, nejvyšší obsah byl shodně u SOM vyrobeného ze stehenních kostí u odběru č. II a u SOM vyrobeného z prsních kostí u odběru č. I (2,76 %). Nejvyšší průměrný obsah kolagenu jsem stanovila u SOM vyrobeného z prsních kostí (2,01 %) a nejnižší byl u SOM z ručního ořezu z prsních řízků u odběru č. I (0,25 %) s nejnižším průměrným obsahem kolagenu (0,28 %).

Nejvíce variabilní v obsahu kolagenu bylo SOM vyrobené tvrdým oddělováním z prsních kostí (1,03 % - 2,76 %). U všech vzorků SOM pocházejících z měkkého oddělování jsem zaznamenala poměrně malou variabilitu v obsahu kolagenu. Nejmenší variabilitu jsem

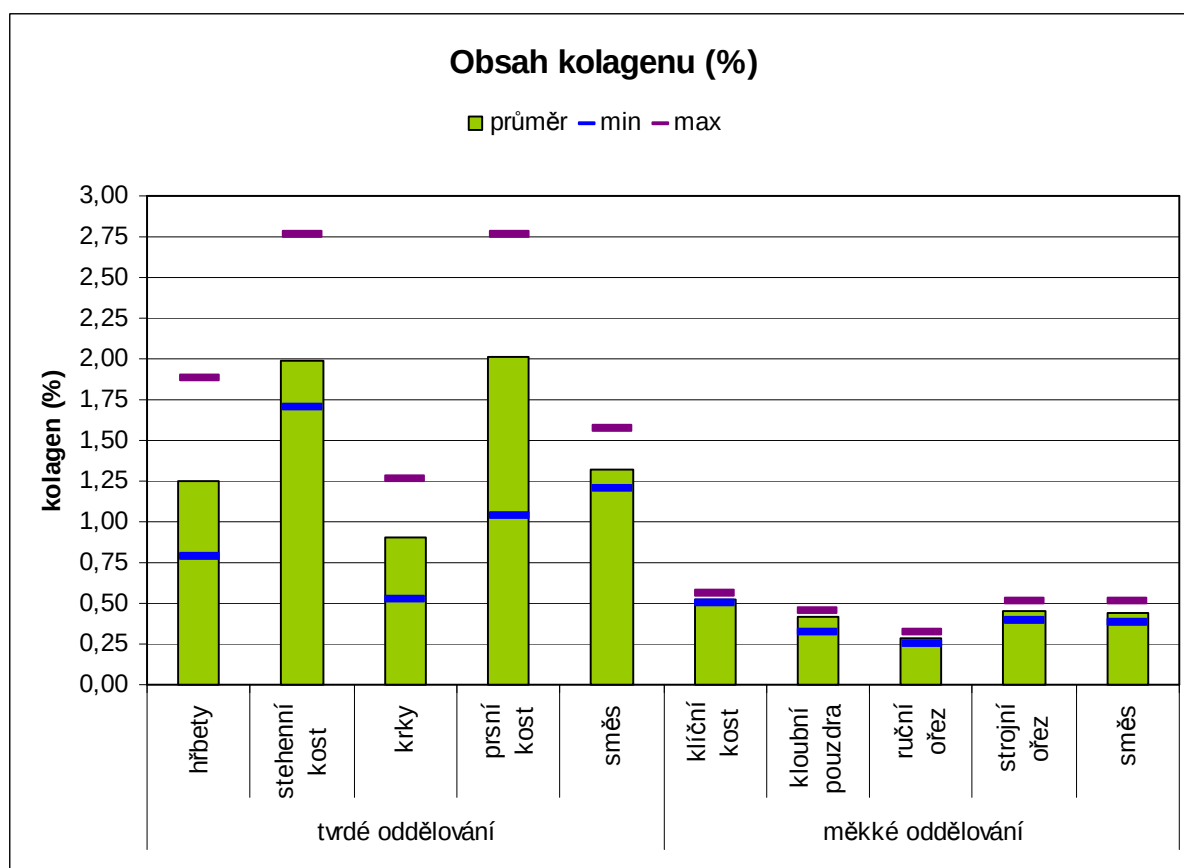
zaznamenala u SOM vyrobeného měkkým oddělováním z ručního ořezu prsních řízků (0,25 % - 0,32 %).

Směsné SOM vyrobené měkkým oddělováním z prsních částí kuřete má průměrně nižší obsah kolagenu (0,44 %) ve srovnání se směsným SOM, které bylo vyrobené ze hřbetů, krků a stehenních částí kuřete (1,33 %). Výsledky u SOM vyrobeného ze zadních částí kuřete korespondují s výsledky Henckla, který udává obsah kolagenu 1,36 %.

Obsah kolagenu ovlivňuje technologické a nutriční vlastnosti SOM [34, 55]. Vyšší podíl kolagenu v SOM je z technologického hlediska spíše výhodou. Kolagen se při vaření přemění na želatinu, která se do díla při výrobě masných výrobků stejně přidává formou kožové emulze [36]. Z nutričního hlediska má však kolagen ve srovnání s ostatními proteiny nižší výživovou hodnotu, protože obsahuje z hlediska lidské výživy nevyvážený poměr aminokyselin [22, 34].

Tab. č. 18: Obsahu kolagenu (%) ve vzorcích SOM.

Způsob výroby	SOM	KOLAGEN (%)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	0,78	1,36	0,96	1,88	1,25	0,78	1,88
	stehenní kost	1,70	2,76	1,74	1,77	1,99	1,70	2,76
	krky	0,53	1,26	0,87	0,98	0,91	0,53	1,26
	prsní kost	2,76	2,09	1,03	2,16	2,01	1,03	2,76
	směs	1,57	1,28	1,25	1,20	1,33	1,20	1,57
měkké oddělování	klíční kost	0,56	0,50	0,52	0,51	0,52	0,50	0,56
	kloubní pouzdra	0,44	0,45	0,32	0,45	0,42	0,32	0,45
	ruční ořez	0,25	0,32	0,27	0,29	0,28	0,25	0,32
	strojní ořez	0,39	0,51	0,46	0,47	0,46	0,39	0,51
	směs	0,38	0,41	0,51	0,45	0,44	0,38	0,51



Graf č. 4: Obsah kolagenu (%) ve vzorcích SOM.

4.3.3 Stanovení svalových bílkovin nepřímou metodou

Obsah svalových bílkovin se získá odečtením obsahu bílkovin pojivové tkáně (kolagenu) od obsahu celkových čistých bílkovin stanovených metodou podle Kjeldahla [24].

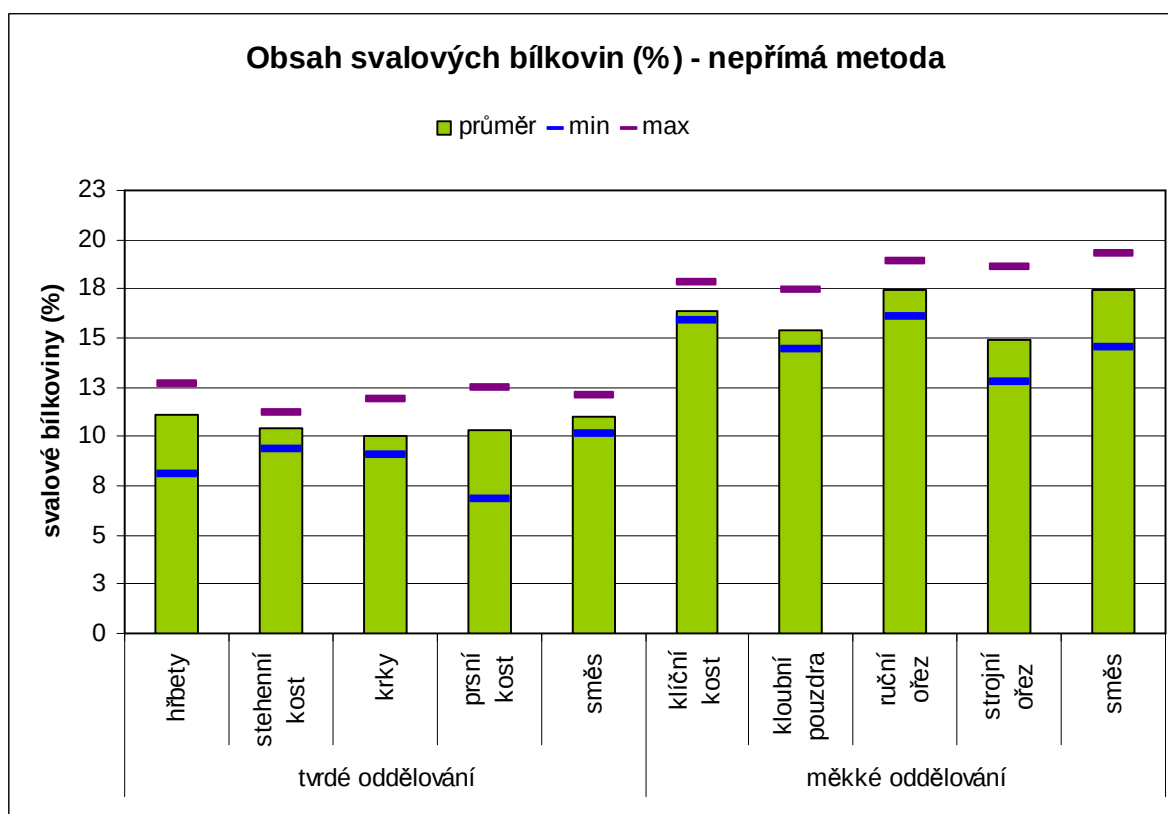
V tabulce č. 19 jsou uvedeny analytické hodnoty obsahu svalových bílkovin (%) ve vzorcích SOM. Obsah svalových bílkovin u vzorků SOM jsem stanovila v rozmezí 6,8 % - 19,3 %. Nejvyšší obsah svalových bílkovin byl u směsného vzorku SOM vyrobeného měkkým oddělováním u odběru č. III (19,3 %). Směsné SOM a SOM z ručního ořezu prsních řízků, které byly vyrobeny měkkým způsobem oddělování, mají nejvyšší průměrný obsah svalových bílkovin (17,4 %). Nejnižší průměrný obsah svalových bílkovin jsem stanovila u SOM vyrobeného z kuřecích krků (10,0 %). Nejnižší obsah svalových bílkovin byl u SOM z prsních kostí u odběru č. IV (6,8 %).

Co do obsahu svalových bílkovin bylo nejvíce variabilní SOM vyrobené měkkým oddělováním ze strojního ořezu (12,8 % - 18,6 %). Nejnižší variabilitu jsem zaznamenala u SOM vyrobeného ze stehenních kostí (9,4 % - 11,2 %).

Směsné SOM vyrobené měkkým oddělováním z prsních částí kuřete má průměrně vyšší obsah svalových bílkovin (17,83 %) ve srovnání se směsným SOM vyrobeným ze hřbetů, krků a stehenních částí kuřete (12,35 %). Souvisí to s vyšším obsahem bílkovin a nižším obsahem kolagenu v prsních řízcích.

Tab. č. 19: Obsah svalových bílkovin (%) ve vzorcích SOM – nepřímá metoda.

Způsob výroby	SOM	SVALOVÉ BÍLKOVINY (%)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	12,6	11,2	12,4	8,1	11,1	8,1	12,6
	stehenní kost	11,2	10,8	9,4	10,5	10,5	9,4	11,2
	krky	9,7	9,5	9,1	11,9	10,0	9,1	11,9
	prsni kost	9,7	12,2	12,5	6,8	10,3	6,8	12,5
	směs	10,9	11,0	12,1	10,1	11,0	10,1	12,1
měkké oddělování	klíční kost	17,8	15,9	16,0	15,9	16,4	15,9	17,8
	kloubní pouzdra	17,4	14,5	15,0	14,6	15,4	14,5	17,4
	ruční ořez	16,1	18,9	17,1	17,5	17,4	16,1	18,9
	strojní ořez	18,6	15,0	13,4	12,8	14,9	12,8	18,6
	směs	17,9	17,8	19,3	14,5	17,4	14,5	19,3



Graf č. 5: Obsah svalových bílkovin (%) ve vzorcích SOM – nepřímá metoda.

4.3.4 Stanovení svalových bílkovin přes celkový kreatinin

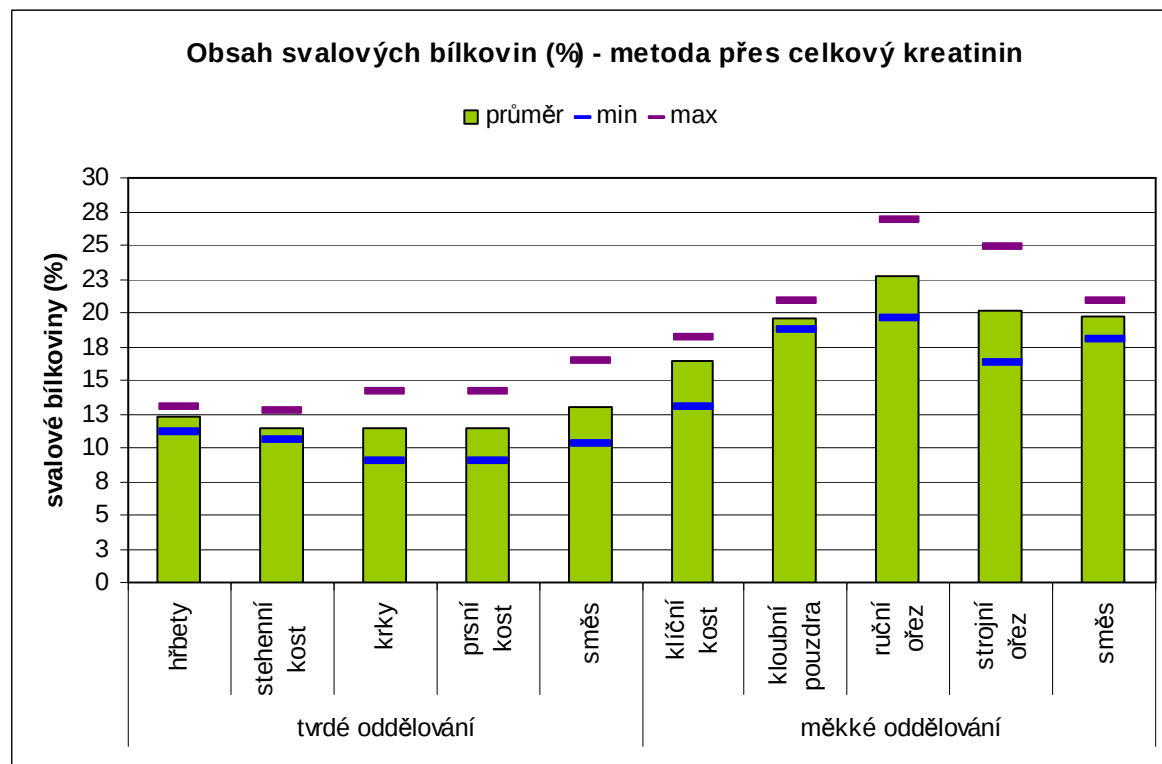
V tabulce č. 20 jsou zapsány analytické hodnoty obsahu svalových bílkovin (%) ve vzorcích SOM. Obsah svalových bílkovin u vzorků SOM stanovený přes celkový kreatinin jsem stanovila v rozmezí 8,9 % - 26,8 %. Nejvyšší obsah svalových bílkovin byl u SOM vyrobeného z ručního ořezu prsních řízků u odběru č. II (26,8 %), u SOM z této suroviny jsem stanovila také nejvyšší průměrný obsah svalových bílkovin (22,7 %). Nejnižší průměrný

obsah svalových bílkovin byl u SOM vyrobeného z prsních kostí (11,4 %). Nejnížší obsah svalových bílkovin byl u SOM z kuřecích krků u odběru č. III (8,9 %).

Co do obsahu svalových bílkovin bylo nejvíce variabilní SOM vyrobené měkkým oddělováním ze strojního ořezu (16,2 % - 24,9 %). Nejnížší variabilitu jsem zaznamenala u SOM vyrobeného z kuřecích hřbetů (11,1 % - 13,0 %). Směsné SOM vyrobené měkkým oddělováním prsních částí kuřete má průměrně vyšší obsah svalových bílkovin (19,7 %) ve srovnání se směsným SOM vyrobeným tvrdým oddělováním ze hřbetů, krků a stehenních částí kuřete (13,0 %).

Tab. č. 20: Obsah svalových bílkovin (%) ve vzorcích SOM – metoda přes celkový kreatinin.

Způsob výroby	SOM	SVALOVÉ BÍLKOVINY (%)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	12,4	13,0	11,1	12,9	12,4	11,1	13,0
	stehenní kost	12,7	11,9	10,5	10,8	11,5	10,5	12,7
	krky	9,6	14,1	8,9	13,3	11,5	8,9	14,1
	prsní kost	9,1	14,1	9,1	13,3	11,4	9,1	14,1
	směs	11,1	16,5	10,3	14,1	13,0	10,3	16,5
měkké oddělování	klíční kost	18,2	12,9	17,3	17,1	16,4	12,9	18,2
	kloubní pouzdra	19,0	20,8	18,7	19,6	19,5	18,7	20,8
	ruční ořez	19,6	26,8	22,2	22,1	22,7	19,6	26,8
	strojní ořez	19,9	24,9	19,3	16,2	20,1	16,2	24,9
	směs	18,0	20,9	19,7	20,1	19,7	18,0	20,9



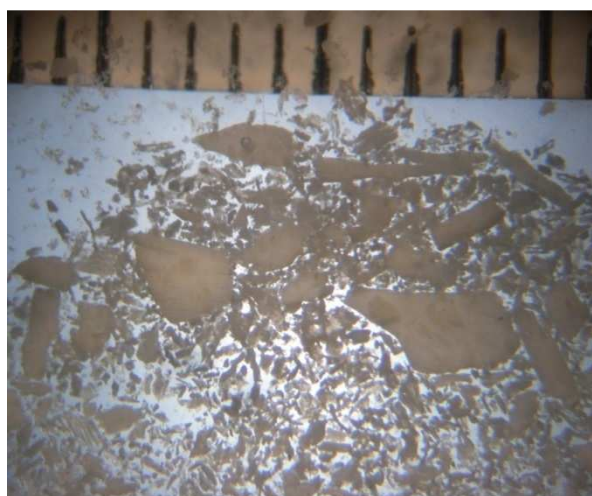
Graf č. 6: Obsah svalových bílkovin (%) ve vzorcích SOM – metoda přes celkový kreatinin.

4.4 Stanovení kostních úlomků

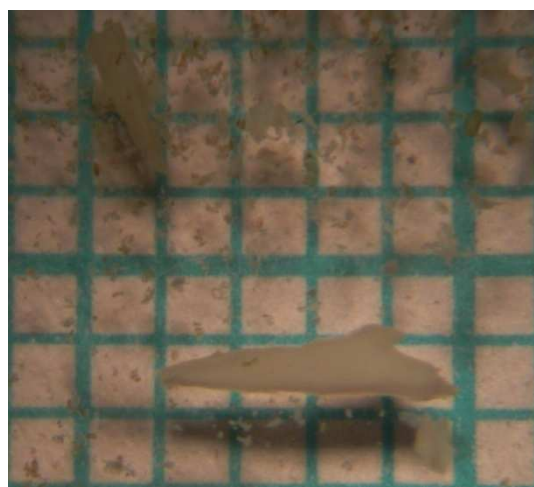
4.4.1 Alkalická tlaková hydrolýza

4.4.1.1 Mikroskopické posouzení kostních úlomků

Kostní úlomky získané ze vzorků SOM jsem fotografovala na různých podkladech vždy spolu s měřítkem (1 dílek = 1 mm). Na tmavém podkladě byly kostní úlomky dobře viditelné. Výhoda focení na milimetrovém papíře spočívala v tom, že jsem snadno zaznamenala velikost největších kostních úlomků. Na obrázcích č. 7 – 10 jsou ukázky pořízených fotografií.



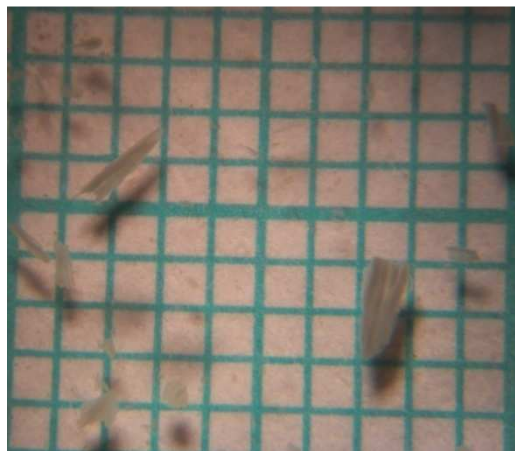
Obr. č. 7: Fotografie kostních úlomků na světlém podkladě (vzorek pochází z kuřecích krků, tvrdé oddělování).



Obr. č. 8: Fotografie kostních úlomků na milimetrovém papíře (vzorek pochází z kuřecích hřbetů, tvrdé oddělování).



Obr. č. 9: Fotografie kostních úlomků na tmavém podkladě (vzorek pochází ze stehenních kostí, tvrdé oddělování).



Obr. č. 10: Fotografie kostních úlomků na milimetrovém papíře (vzorek pochází z kloubních pouzder, měkké oddělování).

Pro semikvantitativní vyhodnocení množství kostních úlomků ve vzorcích SOM jsem pořídila fotografie celých Petriho misek na černém podkladě. Množství kostních úlomků jsem posuzovala vizuálně a pro hodnocení jsem využila následující 4 snímky kostních úlomků na Petriho miskách se slovním ohodnocením.



Obr. 11: Žádné až ojedinělé kostní úlomky (1), měřítko v cm.



Obr. 12: Malé množství kostních úlomků (2), měřítko v cm.



Obr. 13: Střední množství kostních úlomků (3), měřítko v cm.



Obr. 14: Velké množství kostních úlomků (4), měřítko v cm.

Při vizuálním posouzení SOM jsem zjistila množství a velikost kostních úlomků u jednotlivých vzorků. V tabulce č. 21 je slovně popsáno množství kostních úlomků u vzorků SOM. U SOM vyrobeného měkkým oddělováním bylo u většiny vzorků pouze malé množství kostních úlomků. U 2 vzorků vyrobených z ručního ořezu prsních řízků se dokonce nevyskytovaly žádné kostní úlomky. Teoreticky se dalo předvídat, že při použití této suroviny bude v SOM minimální množství kostních úlomků, protože se jedná o téměř čisté maso. Ve 3 případech jsem u měkkého způsobu oddělování našla střední obsah kostních úlomků. U vzorků vyrobených tvrdým způsobem oddělování se u většiny vzorků (u 15 vzorků SOM) vyskytovalo velké množství kostních úlomků a u 5 vzorků SOM střední množství kostních úlomků. Počet kostních úlomků ve vzorcích SOM vyrobených měkkým oddělováním byl v řádech jednotek až desítek. Tvrdý způsob oddělování produkuje vzorky s počtem kostních úlomků v řádu desítek až stovek. Údaje odpovídají výsledkům studie Výzkumného ústavu potravinářského v Praze [37].

Tab. č. 21: Množství kostních úlomků ve vzorcích SOM.

Způsob výroby	SOM	Množství kostních úlomků				
		I.	II.	III.	IV.	průměr hodnot
tvrdé oddělování	hřbety	velké (4)	střední (3)	střední (3)	velké (4)	3,5
	stehenní kost	velké (4)	velké (4)	střední (3)	velké (4)	3,75
	krky	velké (4)	velké (4)	střední (3)	velké (4)	3,75
	prsní kost	velké (4)	velké (4)	velké (4)	velké (4)	4
	směs	velké (4)	velké (4)	velké (4)	střední (3)	3,75
měkké oddělování	klíční kost	malé (2)	střední (3)	střední (3)	malé (2)	2,5
	kloubní pouzdra	malé (2)	malé (2)	malé (2)	malé (2)	2
	ruční ořez	malé (2)	žádné (1)	malé (2)	žádné (1)	1,5
	strojní ořez	malé (2)	střední (3)	malé (2)	malé (2)	2,25
	směs	malé (2)	malé (2)	malé (2)	malé (2)	2

Při hodnocení kostních úlomků v SOM je důležité posoudit nejen jejich celkové množství, ale také velikost jednotlivých kostních úlomků. U tvrdého způsobu oddělování se vyskytovaly ve vzorcích SOM poměrně velké kostní úlomky Tabulky č. 22 a č. 23 zobrazují počet kostních úlomků větších než 1 mm, které jsem našla ve 25 g SOM. Kostní úlomky větší než 4 mm jsem našla u SOM vyrobeného tvrdým způsobem oddělování pouze ojediněle. Ve vzorcích, které byly vyrobeny měkkým způsobem oddělování, se nevyskytovaly žádné kostní úlomky větší než 3 mm a pouze výjimečně jsem zaznamenala kostní úlomek větší než 2 mm.

Nejdůležitější je velikost kostních úlomků u směsných vzorků SOM, protože tyto vzorky jsou surovinou pro masnou výrobu. U směsných vzorků SOM vyrobených měkkým způsobem oddělování byly kostní úlomky větší než 1 mm pouze ojediněle a kostní úlomky nad 2 mm se nevyskytovaly vůbec. Ve většině vzorků SOM pocházejícího z tvrdého oddělování se nevyskytovaly kostní úlomky větší než 3 mm.

V legislativě Evropské unie není stanoven limit pro množství či velikost kostních úlomků v SOM. Jinak je tomu v USA či v Brazílii. Americké ministerstvo zemědělství (USDA) a Brazílské ministerstvo zemědělství stanovuje, že 98 % úlomků kostí musí být menší než 0,5 mm a maximální šířka nesmí přesahovat 0,85 mm. Těmto kritériím by většina analyzovaných vzorků SOM nevyhověla. USDA kritérium je poměrně přísné a analyzované vzorky SOM jinými autory by USDA kritérium také nesplnily. Castillo zaznamenal přibližně 90 % kostních úlomků v SOM menších než 0,5 mm, 7 % bylo o velikosti 0,5-0,85 mm a necelé 3% byly větší než 0,85 mm [3]. Koolmees analyzoval množství a velikost kostních úlomků u vzorků SOM vyrobených měkkým způsobem (stroj Protecon) a tvrdým způsobem oddělování (stroj Paoli, Beehive). I když našel poměrně malé množství kostních úlomků ve vzorcích SOM, tak jednotlivé kostní úlomky často přesahovaly velikost 0,85 mm [57].

Tab. č. 22: Velikost a počet kostních úlomků obsažených ve 25 g vzorků SOM.

Způsob výroby	SOM	Počet kostních úlomků 1 - 1,9 mm					Počet kostních úlomků 2 - 2,9 mm				
		I.	II.	III.	IV.	průměr	I.	II.	III.	IV.	průměr
tvrdé oddělování	hřbety	16	0	3	20	10	10	2	4	10	7
	stehenní kost	12	20	1	16	12	10	10	3	5	7
	krky	19	11	5	15	13	10	7	4	3	6
	prsňí kost	20	13	15	16	16	2	5	9	5	5
	směs	15	10	16	4	11	0	10	5	5	5
měkké oddělování	klíční kost	7	0	2	0	2	0	0	0	0	0
	kloubní pouzdra	2	5	1	3	3	0	1	0	0	0
	ruční ořez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	strojní ořez	8	12	0	3	6	0	0	0	1	0
	směs	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0

Tab. č. 23: Velikost a počet kostních úlomků obsažených ve 25 g vzorků SOM.

Způsob výroby	SOM	Počet kostních úlomků 3 - 3,9 mm					Počet kostních úlomků ≥ 4 mm				
		I.	II.	III.	IV.	průměr	I.	II.	III.	IV.	průměr
tvrdé oddělování	hřbety	0	4	0	1	1	2	0	0	1	1
	stehenní kost	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0
	krky	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0
	prsňí kost	0	1	3	2	2	0	1	0	0	0
	směs	6	1	0	0	2	0	0	0	0	0

4.4.1.2 Vážkové stanovení kostních úlomků

V tabulce č. 24 je zaznamenáno množství kostních úlomků (mg/kg) stanovené vážkově. Množství kostních úlomků ve vzorcích SOM se pohybovalo v rozmezí 0 - 1446 mg/kg. Nejvyšší naměřené množství kostních úlomků bylo v SOM z prsních kostí u I. odběru (1446 mg/kg), u SOM vyrobeného z této suroviny jsem také zjistila nejvyšší průměrné množství kostních úlomků (965 mg/kg). U SOM vyrobeného z ručního ořezu prsních řízků byly nejnižší průměrné hodnoty množství kostních úlomků (42 mg/kg).

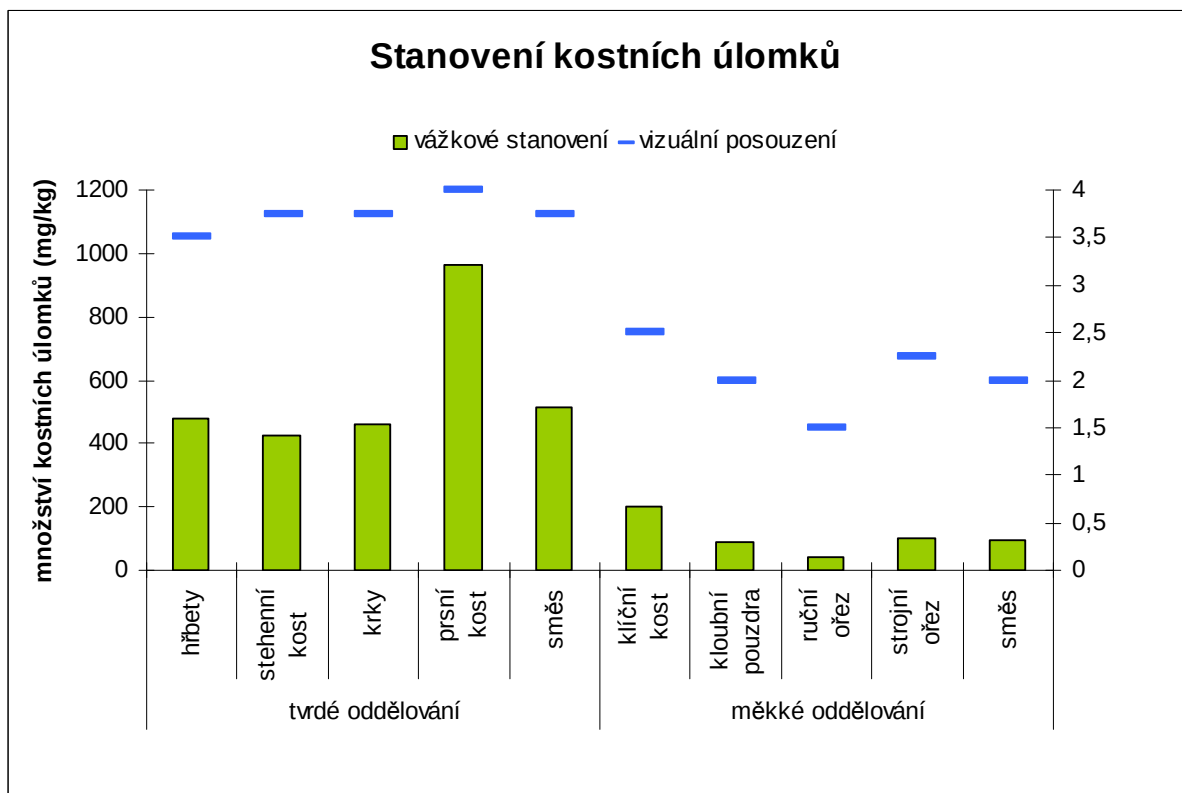
V legislativě Evropské unie není uveden limit pro maximální obsah kostních úlomků v SOM [47]. Legislativa USA povoluje maximálně 3 % kostních úlomků v SOM [52], v Holandsku nesmí obsah kostních úlomků překračovat 1 % [34]. Obsah kostních úlomků ve všech vzorcích SOM je hluboko pod USA i holandským limitem.

Tab. č. 24: Obsah kostních úlomků (mg/kg) ve vzorcích SOM.

Způsob výroby	SOM	KOSTNÍ ÚLOMKY (mg/kg)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	666	262	302	694	481	262	694
	stehenní kost	429	600	189	496	429	189	600
	krky	407	428	261	737	458	261	737
	prsňí kost	1446	871	1044	501	965	501	1446
	směs	496	571	621	376	516	376	621
měkké oddělování	klíční kost	135	241	251	166	198	135	251
	kloubní pouzdra	89	100	73	97	90	73	100
	ruční ořez	20	12	136	0	42	0	136
	strojní ořez	138	121	65	84	102	65	138
	směs	143	77	110	40	93	40	143

Graf č. 7 zobrazuje průměrné hodnoty vážkového stanovení (zelené sloupce) a průměrné hodnoty vizuálního posouzení množství kostních úlomků (modré čárky).

Hodnocení kostních úlomků vizuálně je pouze semikvantitativní a není tak přesné jak vážkové kvantitativní stanovení. Z grafu č. 7 je však vidět, že semikvantitativní i kvantitativní hodnocení spolu souhlasí.



Graf č. 7: Vizuální a vázkové stanovení kostních úlomků ve vzorcích SOM.

4.4.2 Alkalická hydrolýza v termostatu

Pro stanovení kostních úlomků ve vzorcích SOM jsem používala metodu alkalické tlakové hydrolýzy v autoklávu [37]. V experimentu jsem zkoušela, zda lze alkalickou hydrolýzu v autoklávu nahradit alkalickou hydrolýzou při atmosférickém tlaku a jaká je nejvhodnější doba hydrolýzy. Každou dobu hydrolýzy jsem testovala na šesti vzorcích SOM.

Hydrolýza po dobu 4 hodin při 95°C

Žádný ze šesti vzorků SOM nebyl plně hydrolyzovaný, v baňkách byly viditelné kousky měkké tkáně. Hydrolýza po dobu 4 hodin byla nedostatečná a nemohla jsem stanovit množství a velikost kostních úlomků.

Hydrolýza po dobu 6 hodin při 95°C

Vzorky SOM byly poměrně dobře hydrolyzované. V mikroskopu jsem však u většiny vzorků zaznamenala kostní úlomky potažené tenkou vrstvou měkké tkáně. Vzorky z termostatu obsahují poměrně velké množství nezhydrolyzovaného kolagenu ve srovnání se stejnými vzorky, které jsem nechala hydrolyzovat v autoklávu.

Hydrolýza po dobu 8 hodin při 95°C

Vzorky SOM byly plně hydrolyzované. V mikroskopu jsem kostní úlomky viděla jasně, pouze u jednoho vzorku byly obalené tenkou vrstvou měkké tkáně.

Tab. č. 25: Srovnání počtu kostních úlomků ≥ 2 mm ve 25 g SOM u různých metod hydrolýzy.

Vzorek (číslo odběru)	Počet kostních úlomků ≥ 2 mm		
	termostat (6 hod)	termostat (8 hod)	autokláv
hřbety (I)	14	16	12
stehenní kost (I)	8	7	11
prsni kost (I)	nešlo stanovit	nešlo stanovit	2
směs (I)	14	13	6
krky (II)	0	8	8
směs (II)	6	8	11

Experiment ukázal, že hydrolýza vzorku SOM při atmosférickém tlaku po dobu 4 hodin je pro stanovení kostních úlomků nedostatečná. Hydrolýza po dobu 6 hodin, by mohla sloužit k orientačnímu hodnocení vzorků. Kostní úlomky byly obalené tenkou vrstvou nezhydrolyzované měkké tkáně a větším množstvím kolagenu. To znesnadňuje detekci kostních úlomků, hlavně pokud jsou menší než 1 mm. Hydrolýza po dobu 8 hodin byla nejvíce srovnatelná s hydrolýzou v autoklávu. Ve většině vzorků nebyly zbytky kolagen ani měkké tkáně a velikost i počet kostních úlomků jsem mohla snadno zaznamenat. V tabulce č. 25 je zaznamenaný počet kostních úlomků větších než 2 mm ve vzorcích SOM při použití různých metod hydrolýzy. Na základě výsledků se domnívám, že metodu alkalické tlakové hydrolýzy lze nahradit hydrolýzou vzorku v termostatu po dobu 8 hodin.

4.4.3 Opakovaná hydrolýza v termostatu

Vysušené kostní úlomky získané ze vzorků strojně odděleného kuřecího masa při tlakové alkalické hydrolýze jsem podrobila opakované hydrolýze v termostatu. Cílem bylo zjistit, zda působení 20% hydroxidu sodného může významně snižovat velikost a počet kostních úlomků ve vzorcích SOM. Směs vysušených kostních úlomků získaných ze všech vzorků SOM při metodě alkalické tlakové hydrolýzy jsem rozdělila na 2 části. Jednu část jsem hydrolyzovala po dobu 6 hodin a druhou po dobu 8 hodin.

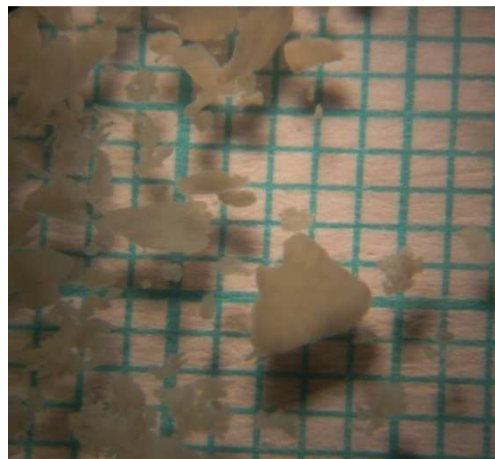
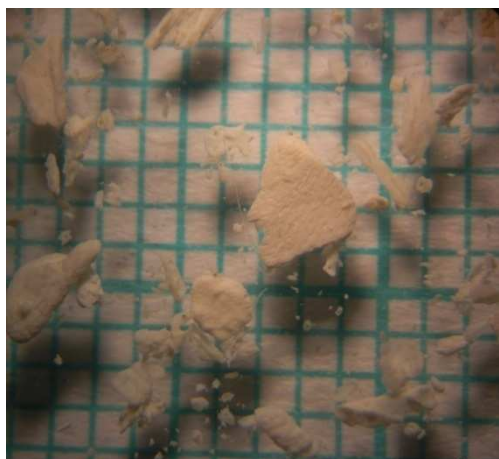
Sušárna, 95°C, 6 hodin

Váhová kontrola úbytku kostních úlomků po hydrolýze:

- váha kostních úlomků před hydrolýzou: 0,0408 g
- váha kostních úlomků po hydrolýze: 0,0346 g
- orientační úbytek po hydrolýze: 15,2 %

Vizuální kontrola úbytku kostních úlomků po hydrolýze:

- ztráty nebyly v mikroskopu viditelné (pomocí fotografií jsem porovnávala velikost největších kostních úlomků před a po hydrolýze v sušárně)
- na obrázcích č. 15 a č. 16 jsou vyfotografovány kostní úlomky před opakovanou hydrolýzou a po ní



Obr. č. 15: Kostní úlomky před hydrolýzou. Obr. č. 16: Kostní úlomky po hydrolýze (6hod).

Sušárna, 95°C, 8 hodin

Váhová kontrola úbytku kostních úlomků po hydrolýze:

- váha kostních úlomků před hydrolýzou: 0,0457 g
- váha kostních úlomků po hydrolýze: 0,0371 g
- orientační úbytek po hydrolýze: 18,8 %

Vizuální kontrola úbytku kostních úlomků po hydrolýze:

- ztráty nejsou v mikroskopu viditelné (pomocí fotografií byla porovnávána velikost největších kostních úlomků před a po hydrolýze v sušárně)
- na obrázcích č. 17 a č. 18 jsou vyfotografovány kostní úlomky před opakovanou hydrolýzou a po ní



Obr. č. 17: Kostní úlomky před hydrolýzou. Obr. č. 18: Kostní úlomky po hydrolýze (8 hod).

Při vizuální kontrole jsem nezaznamenala žádné významné ztráty kostních úlomků. Na základě výsledků experimentu se domnívám, že 20% hydroxid sodný odstraňuje ze vzorku strojně odděleného masa pouze měkké části tkáně. Váhová ztráta mohla být částečně způsobena nechtěným vymytím drobných částíček kostí při závěrečném důkladném promývání suspenze destilovanou vodou.

4.4.4 Důkaz kostních úlomků

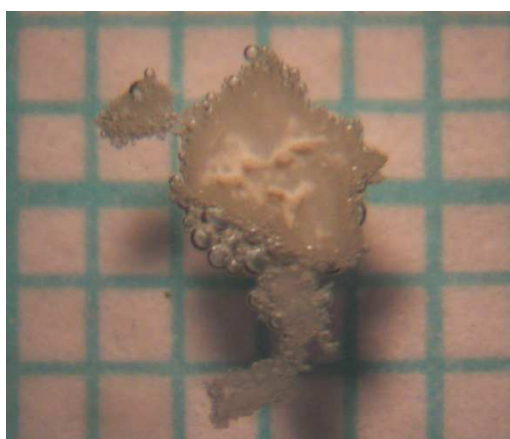
V experimentu jsem odzkoušela koncentrace kyseliny chlorovodíkové 0,1 mol/l, 1 mol/l a 3 mol/l bez míchání roztoků. Kyselina chlorovodíková o koncentracích 0,1 mol/l, 1 mol/l nerozložila kostní úlomky ani po 6 hodinovém působení. Časové kritérium jedné hodiny pro rozložení kostních úlomků splnila kyselina chlorovodíková o koncentraci 3 mol/l. Po přidání kyseliny se začaly u kostních úlomků tvořit bublinky. To je známka počínajícího rozkladu této tkáně. Postupně jsem viděla zmenšování úlomků až do jejich úplného zmizení. Na obrázcích č. 19 až č. 22 jsou fotografie kostních úlomků před a po přidání kyseliny chlorovodíkové. Tímto experimentem jsem dokázala, že se opravdu jednalo o kostní úlomky.

Kyselina chlorovodíková se nachází i v lidském žaludku, kde napomáhá trávení potravy. V žaludku koncentrace kyseliny chlorovodíkové dosahují 0,1 mol/l, ale dochází zde k promíchávání žaludečního obsahu [28].

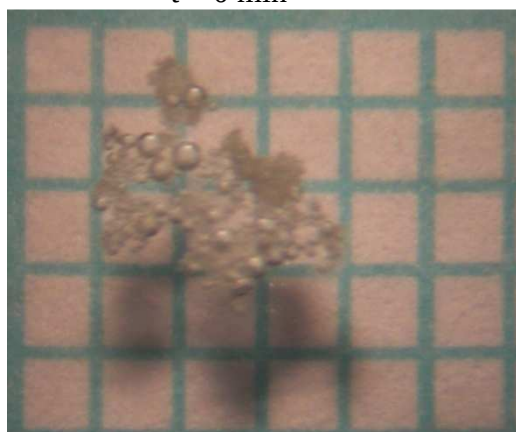
Tato problematika by mohla být předmětem další studie týkající se vlivu kyseliny chlorovodíkové obsažené v lidském žaludku na větší kostní úlomky, které mohou být přijaty spolu s potravou do trávicího traktu.



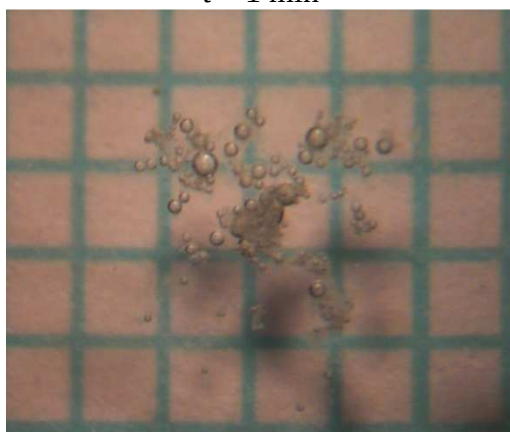
t = 0 min



t = 1 min



t = 20 min



t = 50 min

Obrázky č. 19-22.: Kostní úlomky před a po přidání HCl (3 mol/l).

Obdobný experiment jsem zkoušela s kyselinou sírovou. Kostní úlomky do jedné hodiny rozložila pouze koncentrovaná (98%) kyselina sírová. Nutnost použití vyšší koncentrace kyseliny sírové ve srovnání s kyselinou chlorovodíkovou je logickým důsledkem tvorby

nerozpuštěného síranu vápenatého (chlorid vápenatý je rozpustný). Na obrázcích č. 23 až č. 26 jsou fotografie kostních úlomků před a po přidání kyseliny sírové.



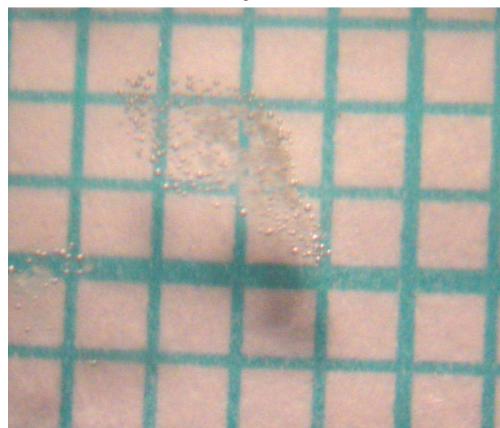
t = 0 min



t = 1 min



t = 20 min



t = 50 min

Obrázky č. 23-26.: Kostní úlomky před a po přidání koncentrované H_2SO_4 .

4.4.5 Odvození obsahu vápníku

V tabulce č. 26 je uvedeno orientační množství vápníku (mg/kg) ve vzorcích SOM odvozené z obsahu kostních úlomků. Obsah vápníku ve vzorcích SOM se pohyboval v rozmezí 0 – 329 mg/kg. Nejvyšší průměrné množství vápníku bylo v SOM z prsních kostí (219 mg/kg).

Nejvyšší povolené množství vápníku v SOM je podle nařízení (ES) 0,1 %, což odpovídá 1000 mg/kg. U žádného analyzovaného vzorku SOM nebyla tato hodnota překročena. Celba také ve své studii uvádí, že žádný z analyzovaných vzorků SOM tento limit nepřekročil [37]. Výsledky poukazují na skutečnost, že obsah vápníku nevypovídá o množství a velikosti kostních úlomků.

Směsné SOM vyrobené měkkým oddělováním z prsních částí kuřete má průměrně nižší obsah vápníku (21 mg/kg) ve srovnání se směsným SOM vyrobeným ze hřbetů, krků a stehenních částí kuřete (117 mg/kg). Hodnoty obsahu vápníku jsou nižší než u studie Henckla, který našel u SOM vyrobeným z prsních částí obsah vápníku 336 mg/kg a u tvrdého oddělování zadních částí kuřete obsah vápníku 355 mg/kg [2]. Mnou uvedené hodnoty obsahu vápníku však byly odvozeny pouze z obsahu kostních úlomků. Odvození

vychází z poznatku, že hydrolyzované kostní úlomky ze strojně odděleného kuřecího masa obsahují přibližně 22,9 % vápníku [32]. Udávají tedy orientačně minimální množství vápníku v SOM. Je zřejmé, že při stanovení vápníku ve SOM atomovou absorpční spektrometrií, by byly hodnoty obsahu vápníku vyšší o vápník obsažený ve svalovině, kde je zastoupen v 0,008 % [32]. Pravděpodobně by ani v tomto případě nepřekročily nejvyšší povolené množství vápníků v SOM.

Vápník je pro lidský organismus esenciální prvek, a proto ho musíme přijímat z potravy. Nedostatečný příjem vápníku může vést k nízké mineralizaci a následkem toho onemocnění kostí a zubů a k osteoporóze. Vápník obsažený ve SOM může být prospěšný jedincům ohrožených nedostatečným příjmem vápníku. Vápník ve SOM také pomáhá vyrovnat optimální poměr vápníku:fosforu v masité stravě. Za optimální poměr pro růst kostní tkáně se považuje poměr Ca:P = 1,3:1 [34, 41].

Tab. č. 26: Orientační obsah vápníku kostního původu (mg/kg) ve vzorcích SOM odvozený z obsahu kostních úlomků.

Způsob výroby	SOM	VÁPŇÍK (mg/kg)						
		I.	II.	III.	IV.	průměr	min	max
tvrdé oddělování	hřbety	151	60	69	158	109	60	158
	stehenní kost	97	136	43	113	97	43	136
	krky	92	97	59	168	104	59	168
	prsnní kost	329	198	237	114	219	114	329
	směs	113	130	141	85	117	85	141
měkké oddělování	klíční kost	31	55	57	38	45	31	57
	kloubní pouzdra	20	23	17	22	20	17	23
	ruční ořez	4	3	31	0	10	0	31
	strojní ořez	31	27	15	19	23	15	31
	směs	32	17	25	9	21	9	32

4.5 Srovnání odlišných způsobů strojního oddělování

V tabulce č. 27 jsou uvedeny výsledky vybraných charakteristik SOM vyrobeného měkkým a tvrdým způsobem oddělování z rozdílných vstupních surovin.

Vzorky SOM, které byly vyrobeny tvrdým oddělováním, mají vyšší průměrný obsah sušiny (35,80 %) ve srovnání se vzorky SOM, které byly vyrobeny měkkým způsobem oddělování (29,29 %). Pravděpodobně je to důsledek vyšší výtěžnosti tvrdého způsobu oddělování, při kterém se do SOM dostává více tuhých částí jatečného těla kuřete (kloubních pouzder, svalových úponů, atd.). Podobné výsledky obsahu sušiny zaznamenal Celba, který také porovnával vzorky získané odlišným způsobem oddělování a z odlišných vstupních surovin. U SOM vyrobeného tvrdým způsobem oddělování uvádí průměrný obsah sušiny 35,15 %, u měkkého způsobu oddělování 30,54 % [36].

Obsah kolagenu v SOM byl významně vyšší u tvrdého způsobu oddělování (1,50 %) než u měkkého způsobu oddělování (0,42 %). Podobnou variabilitu uvádí Celba, který

stanovil v SOM vyrobeném tvrdým oddělováním 1,18 % kolagenu a v SOM vyrobeném měkkým oddělováním 0,61 % kolagenu [36]. Henckel porovnával obsah kolagenu u vzorků SOM, vyrobených odlišným způsobem, avšak ze stejné vstupní suroviny (zadní část kuřete). On také uvádí rozdíl v obsahu – pro SOM vyrobené tvrdým oddělováním 1,36 % kolagenu a pro SOM vyrobené měkkým oddělováním 0,65 % kolagenu [2].

SOM vyrobené na stroji Lima (tvrdé oddělování) obsahuje významně vyšší obsah celkového tuku (19,2 %) než obsahuje SOM získané měkkým způsobem (6,8 %). Celba zaznamenal rozdíl v průměrném obsahu celkového tuku u vzorků SOM vyrobených různými způsoby. Pro tvrdé oddělování SOM uvádí průměrný obsah tuku 18,69 %, u měkkého 11,18 % [36].

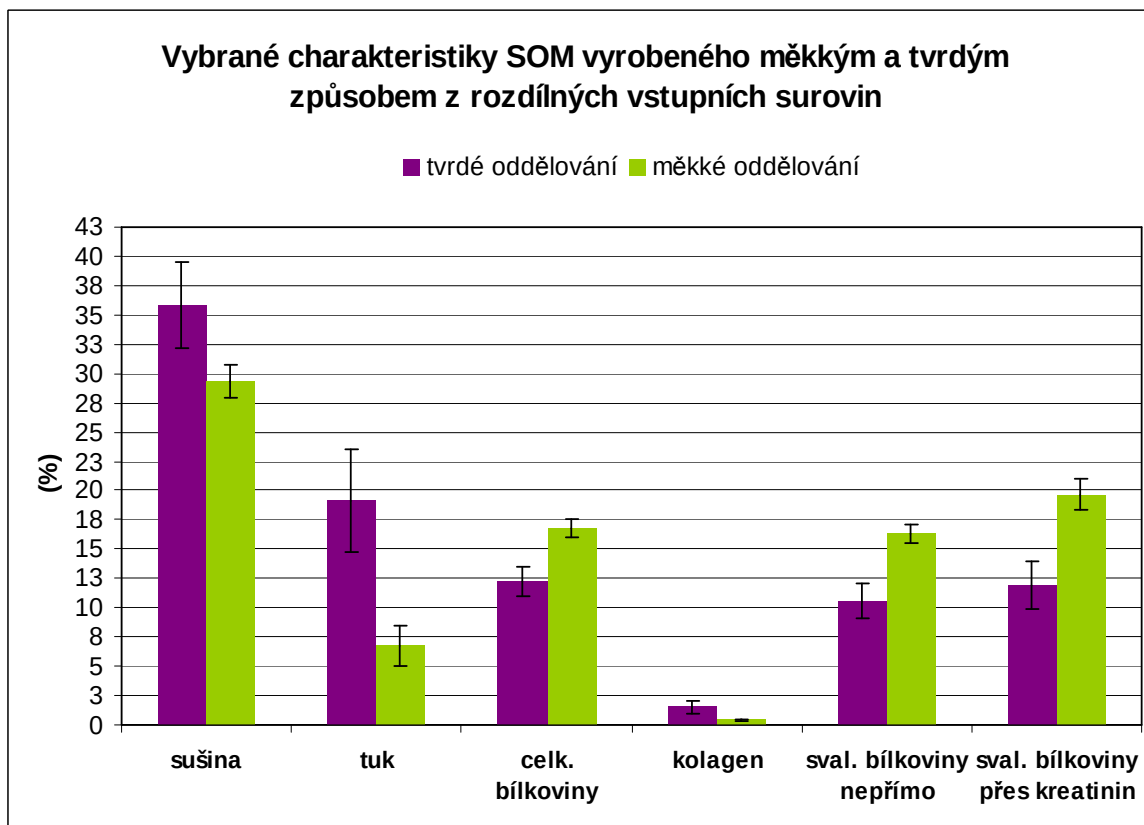
Obsah celkových a také svalových bílkovin byl významně vyšší u měkkého způsobu oddělování (celkové bílkoviny – 16,71 %) než u tvrdého způsobu (celkové bílkoviny – 12,18 %).

Z porovnání vzorků SOM tvrdého a měkkého strojního oddělování je patrné, že produkty získané měkkým oddělováním obsahují méně kostních úlomků a i obsah vápníku je nižší. U měkkého způsobu oddělování obsah vápníku nepřekračuje 100 mg/kg. Obdobnou variabilitu zaznamenal Celba, který stanovil vápník ve vzorcích SOM pomocí atomové absorpční spektrometrie (AAS) a udává rozmezí obsahu vápníku od 89 mg/kg (průměrná hodnota pro SOM vyrobené měkkým oddělováním) do 318,52 mg/kg (průměrná hodnota pro SOM vyrobené tvrdým oddělováním) [36]. Obsah vápníku v SOM udávaný Celbou je vyšší než mnou stanovené hodnoty, protože zahrnuje i vápník ze svaloviny.

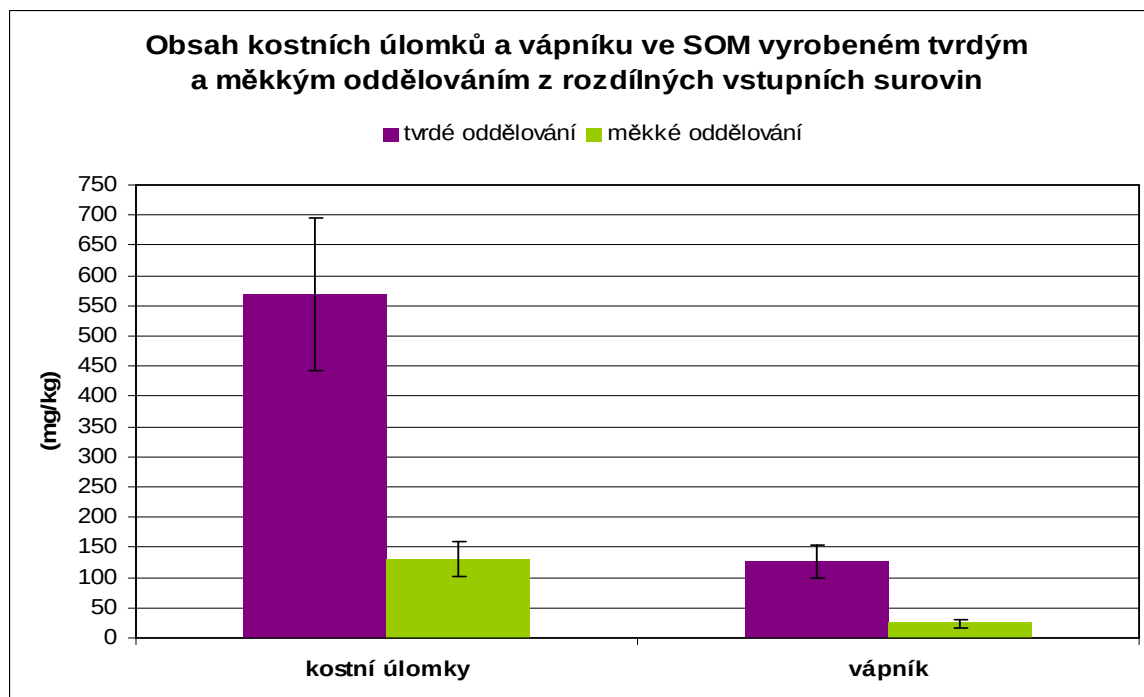
Uvedené rozdíly v jednotlivých kvalitativních parametrech jsou také způsobeny tím, že měkkým způsobem oddělování byly zpracovávány suroviny s větším podílem svaloviny (ořezy z prsních řízků), u tvrdého způsobu naopak vstupní suroviny obsahovaly větší podíl tuku, kostí a kolagenních vaziv (hřbety, krky).

Tab. č. 27: Vybrané charakteristiky SOM vyrobeného měkkým a tvrdým způsobem oddělování z rozdílných vstupních surovin.

	Sušina (%)	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Kolagen (%)	Sval. bílkoviny nepřímo (%)	Sval. bílkoviny přes kreatinin (%)	Kostní úlomky (mg/kg)	Vápník (mg/kg)
Tvrdé oddělování (n = 20)								
průměr	35,80	19,2	12,18	1,50	10,6	11,9	570	130
medián	35,95	17,4	12,46	1,32	10,8	12,2	499	113
min	28,26	13,7	9,94	0,53	6,8	8,9	189	43
max	43,25	29,7	14,28	2,76	12,6	16,5	1446	329
Sx	3,72	4,4	1,27	0,60	1,5	2,0	289	66
Měkké oddělování (n = 20)								
průměr	29,29	6,8	16,71	0,42	16,3	19,7	105	24
medián	29,22	6,4	16,45	0,45	16,0	19,6	98	22
min	24,43	0,7	13,23	0,25	12,8	12,9	0	0
max	35,39	14,8	19,84	0,56	19,3	26,8	251	57
Sx	3,16	3,9	1,81	0,09	1,8	2,9	65	15



Graf č. 8: Vybrané charakteristiky SOM vyrobeného měkkým a tvrdým způsobem oddělování z rozdílných vstupních surovin (v grafech je zobrazen interval spolehlivosti ve formě chybových úseček, $\alpha = 0,05$).



Graf č. 9: Obsah kostních úlomků a vápníku (mg/kg) ve SOM vyrobeném měkkým a tvrdým způsobem oddělování z rozdílných vstupních surovin (v grafech je zobrazen interval spolehlivosti ve formě chybových úseček, $\alpha = 0,05$).

5. ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala strojně odděleným kuřecím masem, které bylo dodáno drůbežářským podnikem. Strojní oddělování masa umožňuje drůbežářskému průmyslu využít dostupnou surovinu, která zbývá na jatečně opracovaných tělech drůbeže a uplatnit ji ve výrobcích [37].

V teoretické části byla zpracována rešerše o mase a jeho složení a o strojně odděleném mase. Byl vysvětlen pojem SOM a byla popsána historie, výroba, složení a legislativa týkající se SOM.

Experimentální část práce byla zaměřena na stanovení obsahu sušiny, celkového tuku, celkové bílkoviny, svalové bílkoviny a kolagenu ve 40 vzorcích SOM, které se lišily způsobem výroby a vstupní surovinou použitou při výrobě. Ve vzorcích byly vážkově a vizuálně stanoveny kostní úlomky po alkalické hydrolýze vzorků při zvýšeném, resp. atmosférickém tlaku. Z množství kostních úlomků bylo odvozeno minimální množství vápníku (kostní frakce), které je obsaženo v SOM.

Z analytických hodnot vyplývá značná variabilita jednotlivých vzorků SOM. Variabilita je způsobena různým složením vstupní suroviny, vliv má také způsob strojního oddělování. Vzorky SOM byly variabilní také v rámci jedné vstupní suroviny (jedné části jatečně opracovaného těla). Rozdíly byly pravděpodobně způsobeny odlišnou hmotností a tučností kuřat z jednotlivých chovů.

SOM vyrobené měkkým způsobem oddělování z ručního ořezu prsních řízků má ze všech druhů SOM nejnižší průměrný obsah sušiny (25,67 %), celkového tuku (1,7 %), kolagenu (0,28 %) a kostních úlomků (42 mg/kg). Zároveň má nejvyšší průměrný obsah svalových bílkovin (22,7 %). SOM vyrobené tvrdým způsobem oddělování z kuřecích krků průměrně obsahuje nejvíce sušiny (37,55 %), celkového tuku (21,7 %) a nejméně celkových bílkovin (10,92 %). S klesajícím obsahem tuku a vyšším obsahem bílkovin se zvyšuje kvalita drůbežího strojně odděleného masa [54]. Nej kvalitnější surovinou pro strojní oddělování je ruční ořez z prsních řízků, nejhorší kvalita byla zaznamenána u kuřecích krků.

SOM produkované na přístroji Baader měkkým způsobem oddělování má průměrně nižší obsah sušiny, celkového tuku, kolagenu a kostních úlomků než obsahuje SOM vyrobené tvrdým způsobem oddělování technologií Lima. SOM vyrobené měkkým způsobem oddělování obsahuje více celkových čistých i svalových bílkovin ve srovnání se SOM pocházejícím z tvrdého strojního oddělování. Měkké strojní oddělování produkuje kvalitnější SOM, také díky použité vstupní surovině.

Legislativa Evropské unie klade na SOM požadavek týkající se nejvyššího přípustného množství vápníku. Toto hledisko by všechny vzorky SOM splnily. Dle americké a brazilské legislativy SOM musí splňovat požadavky nejen na obsah vápníku, ale také na velikost a obsah kostních úlomků, bílkovin a tuku. Analyzované vzorky SOM splnily americký a brazilský limit pro obsah kostních úlomků, vápníku a celkového tuku. Průměrné hodnoty obsahu celkových bílkovin byly nižší než limit u SOM z kuřecích krků. Většina analyzovaných vzorků SOM překročila velikostní limit pro kostní úlomky.

Kostní úlomky větší než 1 mm snižují senzorickou hodnotu finálních masných výrobků a mohou poškodit zuby konzumenta. Většina autorů zabývajících se kostními úlomky v SOM se domnívá, že menší kostní úlomky se rozpustí v kyselině chlorovodíkové obsažené

v lidském žaludku [34, 41, 75]. Je potřebné ověřit tuto informaci i u kostních úlomků, které přesahují 1 mm. Bylo by vhodné v následující studii stanovit kostní úlomky ve finálních masných produktech vyrobených ze SOM a provést organoleptickou senzoricou analýzu těchto produktů.

Kostní úlomky představují další zdroj vápníku ve SOM [3, 34, 38, 56, 57, 58], což je z nutričního hlediska výhodné. V dnešní době je v populaci mnoho rizikových skupin (děti, těhotné a kojící ženy, starší lidé), které jsou ohroženy nedostatečným příjmem vápníku.

SOM je používáno jako standardní surovina do masných výrobků, spotřebitelé ji však spojují s nízkou kvalitou. Vedle domněnky o použití podřadné vstupní suroviny pro výrobu SOM je dalším důvodem možný obsah kostních úlomků a vzhled SOM. Moderní stroje na oddělování masa však dokážou vyprodukovat strojně oddělené maso, které se kvalitou blíží ručně oddělenému masu [2]. Proto je nutné deklarovat nutriční a hygienické parametry všech masných výrobků, do kterých je strojně oddělené maso přidáváno a také samotného strojně odděleného masa.

Z technologického hlediska je SOM vhodnou a výhodnou náhražkou určitého podílu čistého masa při výrobě masných výrobků a produktů, protože SOM má lepší vlastnosti v masném díle než rostlinné bílkoviny a polysacharidy (agary, karagenany) [36, 22].

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Evropská komise: *Sdělení komise Evropskému parlamentu a radě o budoucí potřebě a používání strojně odděleného masa v Evropské unii, včetně informační politiky vůči spotřebitelům*. Brusel, 2010, 15 s. [online]. 2010 [cit. 30. 3. 2011]. Dostupné na [www: http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/docs/msm_report_20101202_cs.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/docs/msm_report_20101202_cs.pdf).
- [2] Henckel, P. et al.: Assessing the quality of mechanically and manually recovered chicken meat. *LWT - Food Science and Technology*, 2004, vol. 37, no. 6, pp. 593-601.
- [3] Contreras-Castillo, C., J., Trindade, M., A., Felício, P., E.: Physical and chemical characterisation of spent hens mechanically separated meat (MSHM) from the Brazilian production. *Acta Alimentaria*, 2008, vol. 37, no. 2, pp. 283-291.
- [4] ČSN 57 6010: 1985. Maso a masné výrobky. Termíny a definice. Praha: Český normalizační institut, 1985. 16 s.
- [5] Směrnice Rady 64/433/EHS ze dne 26. června 1964 o hygienických otázkách obchodu s čerstvým masem uvnitř Společenství v platném znění.
- [6] Hegarty, P., V., J.: Nutrition and health factors in meat consumption, *Journal of Animal Science*, 1979, vol. 48, no. 2, pp. 408-414.
- [7] Pipek, P.: *Technologie masa I*. 3. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1995. 334 s. ISBN 8070801743.
- [8] Roubalová, M.: *Situační a výhledová zpráva drůbež a vejce*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2009. 36 s. ISBN 9788070848968.
- [9] Souček, M. a kol.: *Vnitřní lékařství pro stomatology*. 1.vyd. Praha: Grada, 2006. 380 s. ISBN 8024713675.
- [10] Staruch, L., Pipek, P.: Nutriční postavení masa ve výživě IV. *Maso*, 2009, č. 4, s. 30-35.
- [11] Mates, F.: Situace v drůbežářském průmyslu. *Maso*, 2008, č. 6, s. 11-12.
- [12] Mead, G., C.: *Poultry meat processing and quality*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. 415 p. ISBN 9781855737273.
- [13] Kadlec, P. a kol.: *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2007. 300 s. ISBN 8070805099.
- [14] Toldra, F.: Meat: Chemistry and biochemistry. In *Handbook of food science, technology, and engineering*. Volume 1. Ed. Y. H. Hue et al. USA: CRC Press, 2006. ISBN 1574445510.
- [15] Dvořák, Z.: *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1987. 270s. ISBN 0482987.
- [16] Drdák, M. a kol.: *Základy potravinářských technologií*. 3. vyd. Bratislava: Malé centrum, 1996. 512 s. ISBN 8096706411.
- [17] Fennema, O., R.: *Food chemistry*. 3rd ed. New York: Marcel Dekker, 1996, 1069 p. ISBN 0824796918.
- [18] Alvarado, Ch., Z., Owens, C., M.: Meat: Poultry: Chemistry and biochemistry. In *Handbook of food science, technology, and engineering*. Volume 1. Ed. Y. H. Hue et al. USA: CRC Press, 2006. ISBN 1574445510.
- [19] Singhal, R., S., Kulkarni, P., R., Rege, D., V.: *Handbook of indices of food quality and authenticity*. Cambridge: Woodhead Publishing, 1997. 563 p. ISBN 1855732998.

- [20] Steinhäuser, L.: *Hygiēna a technologie masa*. 1. vyd. Brno: Last, 1995. 664 s. ISBN 8090026044.
- [21] Lee, S., H., Joo, S., T., Ryu, Y., C.: Skeletal muscle fiber type and myofibrillar proteins in relation to meat quality. *Meat Science*, 2010, vol. 86, no. 1, pp. 166-170.
- [22] Velíšek, J.: *Chemie potravin I*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 331 s. ISBN 8086659003.
- [23] Kvasničková, A.: *Metody pro posuzování shody a detekci falšování potravin* [online]. 2004 [cit. 30. března 2011]. Dostupné na [www: http://www.agroporadenstvi.cz/default.asp?ids=0&ch=207&typ=1&val=31549](http://www.agroporadenstvi.cz/default.asp?ids=0&ch=207&typ=1&val=31549).
- [24] Kvasnička, F.: *Sborník metodik vypracovaný v rámci řešení projektu č. EP9179 Metody pro posuzování shody a detekci falšování potravin*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2003. 18 s.
- [25] Poulter, N., H., Lawrie, R., A.: The practical application of 3-methylhistidine in determining the lean meat content of food products. *Meat Science*, 1980, vol. 4, no. 1, pp. 21-31.
- [26] Lesiów, T.: Chemical composition of poultry meat. In *Handbook of food science, technology, and engineering*. Volume 1. Ed. Y. H. Hue et al. USA: CRC Press, 2006. ISBN 1574445510.
- [27] Makovický, P., Levkut, M., Chrenková, M.: Tukové bunky a interstícium ako aktívna zložka kostrových svalov hydiny. *Maso*, 2007, č. 6, s. 56-58.
- [28] Ledvina, M., Stoklasová, A., Cerman, J.: *Biochemie pro studijící medicíny*. II.díl. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2004. 562 s. ISBN 8024608502.
- [29] Wood, J., D. et al.: Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 2008, vol. 78, no. 4, pp. 343-358.
- [30] Velíšek, J.: *Chemie potravin III*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 342 s. ISBN 8090239153.
- [31] Velíšek, J.: *Chemie potravin II*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 303 s. ISBN 8086659011.
- [32] Field, R., A.: Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. *Meat Science*, 2000, vol. 55, no. 3, pp. 255-264.
- [33] Field, R., A.: Bone composition in cattle, pigs, sheep and poultry. *Journal of Animal Science*, 1974, vol. 39, pp. 493-499.
- [34] Trindade, M., A., Felício, P., E.: Mechanically separated meat of broiler breeder and white layer spent hens. *Scientia Agricola*, 2004, vol. 61, no. 2, pp. 234-239.
- [35] Blincoe, C., Lesperance, A., L., Bohman, V., R.: Bone magnesium, calcium and strontium concentrations in range cattle. *Journal of Animal Science*, 1973, vol. 36, pp. 971-975.
- [36] Celba, J.: Zbytečný despekt k „drůbežímu separátu“. *Výživa a potraviny*, 2009, roč. 64, č. 4, s. 96-98.
- [37] Celba, J.: Mýtus rozemletých kostí. *Výživa a potraviny*, 2009, roč. 64, č. 3.
- [38] Crosland, A., R., Patterson, R., L., S., Higman, R., C.: Investigation of methods to detect mechanically recovered meat in meat products – I: Chemical composition. *Meat Science*, 1995, vol. 40, no. 3, pp. 289-302.
- [39] Ingr, I.: *Technologie masa*. Brno: Mendelova univerzita, 1996. 290 s. ISBN 8071571938.

- [40] Froning, G., W.: Mechanical deboning of poultry and fish. In Chichester, C., O: *Advances in food research*. New York: Academic press, 1981, vol. 27, 366 p. ISBN 120164272.
- [41] Hrynets, Y., V.: *Protein Isolation from Mechanically Separated Turkey Meat (MSTM)*. Edmonton, Alberta, 2010, 180 p. A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Food Science and Technology, Department of Agricultural, Food and Nutritional Science.
- [42] Bykowski, P., Dutkiewicz, D.: Freshwater fish processing and equipment in small plants. *FAO Fisheries Circular*. Rome: FAO. 1996. No. 905, 59 p. [online]. 1996 [cit. 23. 4. 2011]. Dostupné na [www: http://www.fao.org/docrep/w0495e/w0495E00.htm](http://www.fao.org/docrep/w0495e/w0495E00.htm).
- [43] Firma Baader <http://www.baader-johnson.com/>
- [44] Firma Protecon http://www.townsendeng.com/userdocs/productDetails/en_MRS-600_1000_2500_Flyer_0109E_tpl.pdf
- [45] Josefowitz, P.: *Histologische, mikrobiologische und chemische Qualitätsmerkmale von Putenseparatorenfleisch*. Berlin: Freien Universität, 2008, 214 p. ISBN 3866643802.
- [46] Firma Lima <http://www.lima-france.com/>
- [47] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu v platném znění (konsolidovaná verze z 15. 7. 2010).
- [48] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin v platném znění (konsolidovaná verze z 20. 4. 2009).
- [49] Nařízení komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny v platném znění (konsolidovaná verze z 19. 5. 2010).
- [50] Nařízení komise (ES) č. 2074/2005 ze dne 5. prosince 2005, kterým se stanoví prováděcí opatření pro některé výrobky podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 a pro organizaci úředních kontrol podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 854/2004 a (ES) č. 882/2004, kterým se stanoví odchylka od nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 a kterým se mění nařízení (ES) č. 853/2004 a (ES) č. 854/2004 v platném znění (konsolidovaná verze z 1. 1. 2009).
- [51] Vyhláška č. 169/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 326/2001 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, ve znění vyhlášky č. 264/2003 Sb.
- [52] Food Safety and Inspection Service, USDA: Mechanically Separated (Species). Office of the Federal Register, MD, 2003, Title 9, Section 319.5, pp. 295-296.
- [53] Food Safety and Inspection Service, USDA: Limitations with respect to use of Mechanically Separated (Species). Office of the Federal Register, MD, 2003, Title 9, Section 319.6, p. 297.

- [54] Field, R., A., Kruggel, W., G., Riley, M., L.: Characteristics of mechanically deboned meat, hand separated meat and bone residue from bones destined for rendering. *Journal of Animal Science*, 1976, vol. 43, no. 4, pp. 755-761.
- [55] Rivera, A., J. et al.: Composition and protein fractions of different meat by-products used for petfood compared with mechanically separated chicken (MSC). *Meat Science*, 2000, vol. 55, no. 1, pp. 53-59.
- [56] Al-Najdawi, R., Abdullah, B.: Proximate composition, selected minerals, cholesterol content and lipid oxidation of mechanically and hand-deboned Dickens from the Jordanian market. *Meat Science*, 2002, vol. 61, pp. 243-247.
- [57] Koolmees, P., A. et al.: Histometrical and chemical analysis of mechanically deboned pork, poultry and veal. *Journal of Animal Science*, 1986, vol. 63, pp. 1830-1837.
- [58] Branscheid, W., Judas, M., Hoereth, R.: The morphological detection of bone and cartilage particles in mechanically separated meat. *Meat Science*, 2009, vol. 81, no. 1, pp. 46-50.
- [59] Mielnik, M., B. et al.: Quality of comminuted sausages formulated from mechanically deboned poultry meat. *Meat Science*, 2002, vol. 61, no. 1, pp. 73-84.
- [60] Nielsen, S., S.: Food analysis: Basic. In *Handbook of food science, technology, and engineering*. Volume 1. Ed. Y. H. Hue et al. USA: CRC Press, 2006. ISBN 1574445510.
- [61] Háľková, J., Rumíšková, M., Rieglová, J.: *Analýza potravin*. 2. vyd. Újezd u Brna: Ivan Straka, 2001. 94 s. ISBN 8086494020.
- [62] Li-Chan, E., C., Y.: Food analysis: Basic. In *Handbook of food science, technology, and engineering*. Volume 1. Ed. Y. H. Hue et al. USA: CRC Press, 2006. ISBN 1574445510.
- [63] Hrstka, M., Vespalcová, M.: *Praktikum z analytické chemie potravin*. Brno: Vysoké učení technické, FCH, 2006. 59 s.
- [64] ČSN ISO 1443: 1994. Maso a masné výrobky. Stanovení celkového obsahu tuku. Praha: Český normalizační institut, 1994. 8 s.
- [65] ČSN ISO 937: 2002. Maso a masné výrobky. Stanovení obsahu dusíku (Referenční metoda). Praha: Český normalizační institut, 2002. 8 s.
- [66] ČSN ISO 1871: 2010. Potraviny a krmiva – Obecné pokyny pro stanovení dusíku metodou podle Kjeldahla. Praha: Český normalizační institut, 2010. 12 s.
- [67] Davídek, J. a kol.: *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 2. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981. 720 s. ISBN 8070801638.
- [68] Negatu, Z., McNitt, J., I., Mcmillin, K., W.: Determination of small bone fragments in mechanically separated rabbit meat. *Journal of Muscle Foods*, 2006, vol. 17, no. 2, p. 185-197.
- [69] Tremlová, B., Štarha, P.: Histometric evaluation of meat products – Determination of size and number of objects. *Czech J. Food Science*, 2002, vol. 20, no. 5, pp. 175-180.
- [70] Pinotti, L.: Image analysis and microscopy: a useful combination. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2009, no. 13, pp. 21-24.
- [71] Tremlová, B. a kol.: Histological analysis of different kinds of mechanically recovered meat. *Lebensmittelhygiene*, 2006, vol. 57, no. 5, pp. 85-91.

- [72] Pospiech, M. a kol.: Mikroskopické metody v analýze potravin – Stanovení kompozitních složek. *Maso*, 2010, č. 4, s. 29-31.
- [73] Vitrum <http://www.vitrum.cz/index.php?action=produkty&cat=311#top>
- [74] Brychta, J., Bulawová, H., Klímová, E.: Kontrola klamání spotřebitele a falšování potravin – výsledky laboratorního vyšetření. *Veterinářství*, 2008, č. 5., s. 327-330.
- [75] Pipek, P.: *Technologie masa II*. 1. vyd., Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998. 360 s. ISBN 8071922838.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AAS	Atomová absorpční spektrometrie
ADP	Adenosindifosfát
ATP	Adenosintrifosfát
ČSB	Čisté svalové bílkoviny
BEFFE	Bindegewebebeiweissfreies Fleischeiweiss
JOT	Jatečně opracované tělo
LMC	Lean meat content
MDM	Mechanically deboned meat
MRM	Mechanically recovered meat
MSM	Mechanically separated meat
SOM	Strojně oddělené maso
TCA	Kyselina trichloroctová
USDA	U.S. Department of Agriculture

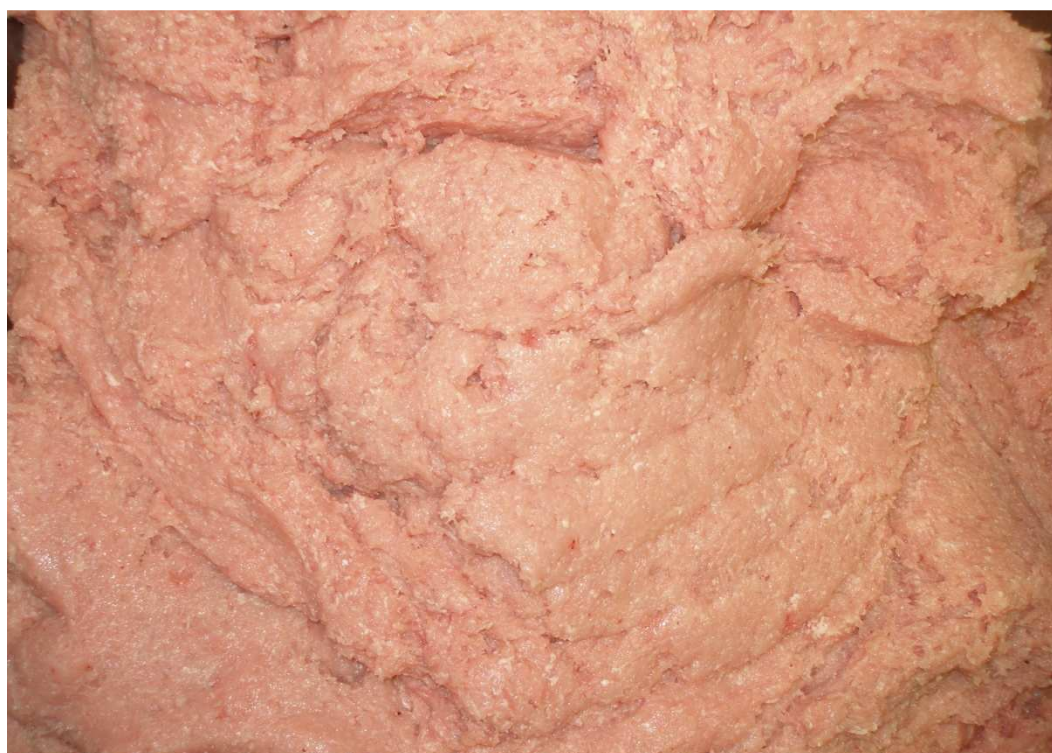
8. SEZNAM PŘÍLOH

Obrázek č. 1	Surovina pro měkké oddělování na stoji Baader – klíční kosti.
Obrázek č. 2	Strojně oddělené kuřecí maso vyrobené měkkým oddělováním.
Obrázek č. 3	Oddělené kosti a chrupavky (odpad) po měkkém způsobu strojního oddělování.
Obrázek č. 4	Surovina pro tvrdé oddělování na stoji Lima – směs.
Obrázek č. 5	Strojně oddělené kuřecí maso vyrobené tvrdým oddělováním.
Obrázek č. 6	Oddělené kosti a chrupavky (odpad) po tvrdém způsobu strojního oddělování.
Obrázek č. 7	Bubnový separační stroj Baader 605 na měkké oddělování.
Obrázek č. 8	Pístový separační stroj Protecon na měkké oddělování.

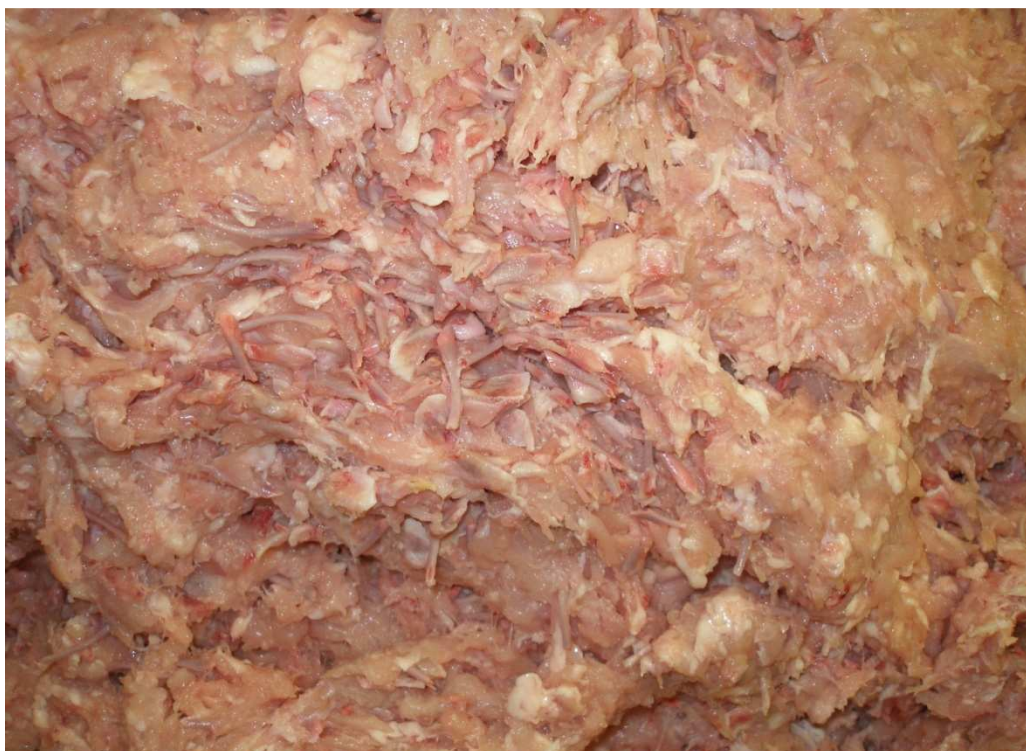
9. PŘÍLOHY



Obr. č. 1: Surovina pro měkké oddělování na stoju Baader – klíční kosti.



Obr. č. 2: Strojně oddělené kuřecí maso vyrobené měkkým oddělováním.



Obr. č. 3: Oddělené kosti a chrupavky (odpad) po měkkém způsobu strojního oddělování.



Obr. č. 4: Surovina pro tvrdé oddělování na stoju Lima – směs.



Obr. č. 5: Strojně oddělené kuřecí maso vyrobené tvrdým oddělováním.



Obr. č. 6: Oddělené kosti a chrupavky (odpad) po tvrdém způsobu strojního oddělování.



Obr. č. 7: Bubnový separační stroj Baader 605 na měkké oddělování [43].



Obr. č. 8: Pístový separační stroj Protecon na měkké oddělování [44].