

Možnosti snížení obsahu sodíku v solicích směsích pro masné výrobky

Bc. Jakub Martinek

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Martinek**
Osobní číslo: **T17321**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Možnosti snížení obsahu sodíku v solicích směsích pro masné výrobky**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Student připraví literární rešerši o možnostech snížení sodíku v masných výrobcích.

II. Praktická část

1. Student laboratorně vyrobí a analyzuje modelové masné výrobky.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*. 2006, 74, 188–196.

[2] ALBARRACIN, W., SANCHEZ I. C., GRAU R., BARAT J. M. Salt in food processing; usage and reduction. *International journal of food science and technolog*. 2006, 46, 1329–1336.

[3] ANJANEYULU, A.S.R., N. SHARMA, KONDAIAH, N. Evaluation of salt, polyphosphates and their blends at different levels on physicochemical properties of buffalo meat and patties. *Meat Science*. 1989, 25(4), 293–306.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Robert Gál, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

2. února 2019

Termín odevzdání diplomové práce:

3. května 2019

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Mlček, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá možnostmi snížení obsahu chloridu sodného v masných výrobcích, v tomto případě v kuřecích játrovkách. Jako náhrada chloridu sodného je testován kvasničný extrakt s chloridem hořečnatým v různém vzájemném poměru. Vliv sníženého obsahu sodíku je testován instrumentálně pro technologické vlastnosti. Z měření a získaných hodnot texturního profilu, barvy, pH, sušiny a oxidační stability tuků se určí nejvhodnější kombinace solící směsi se sníženým obsahem chloridu sodného v jemně mletých tepelně opracovaných masných výrobcích.

Klíčová slova: chlorid sodný, játrovka, redukce, náhrada soli

ABSTRACT

This master thesis explores the possibilities of reducing the content of sodium chloride in meat products, in this case chicken liver pates. As a replacement for sodium chloride, yeast extract with magnesium chloride is tested in varying proportions. The impact of reduced sodium content is tested instrumentally for technological properties. The most suitable combination of salt mixture with reduced sodium chloride content in finely ground heat-treated meat products is determined from measurements and values of texture profile, color, pH, dry matter and oxidative fat stability.

Keywords: sodium chloride, liver paté, reduction, salt replacement

Mnohokrát se srdce děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za jeho rady, předané zkušenosti, skvělé jednání, spolupráci a nemálo času, který mi věnoval. Pan doktor ve mně před více než čtyřmi lety našel něco, co jsem ztratil a pomohl mi více, než sám tuší. Děkuji i paní Ing. Ludmile Zálešákové za pomoc a vedení při měření. Děkuji své mámě, za její lásku, péči a výchovu, kterou ji nebudu moci nikdy úplně oplatit. A že všechny moje přípravy na zkoušky přežila ve zdraví. Bez ní bych nebyl tím, kým jsem dnes. Nechci zapomenut ani na své sourozence a přátelé, kteří mi pomáhali, naslouchali, motivovali a dodávali sílu, už jen tím, že tu pro mne byli.

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

OBSAH

ÚVOD.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST.....	13
1 MASO.....	14
1.1 SLOŽENÍ MASA	14
1.1.1 Voda	15
1.1.2 Bílkoviny.....	16
1.1.3 Lipidy	17
1.1.4 Extraktivní látky.....	18
1.1.5 Minerální látky a vitaminy	18
1.2 STAVBA SVALU	18
1.2.1 Svalové vlákno	18
2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA.....	20
2.1 VAZNOST	20
2.2 TEXTURA MASA.....	21
2.3 BARVA	21
2.4 HODNOTA PH.....	21
2.5 VADY MASA	22
3 HODNOCENÍ VYBRANÝCH FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ	23
3.1 HODNOCENÍ TEXTURY	23
3.1.1 Analýza texturního profilu (TPA).....	23
3.1.2 Warner-Bratzlerův test	24
3.1.3 Penetrometrie a další metody	25
3.2 HODNOCENÍ BARVY.....	26
3.2.1 Systém Munsell.....	27
3.2.2 Systém CIEXYZ	27
3.2.3 Systém CIELAB.....	28
3.2.4 Systém LCh.....	29
3.3 HODNOCENÍ PH.....	29
3.4 HODNOCENÍ VAZNOSTI.....	30
4 SOLICÍ SMĚSI A SOLENÍ.....	31
4.1 SOLICÍ SMĚSI	31
4.1.1 Chlorid sodný	31
4.1.2 Dusitanové solící směsi.....	31
4.1.3 Fosforečnany	32
4.2 SOLENÍ	32
5 DALŠÍ SUROVINY V MASNÝCH VÝROBCÍCH.....	34

5.1	PITNÁ VODA	34
5.2	LÁTKY PROTEINOVÉ POVAHY	34
5.3	NATIVNÍ A MODIFIKOVANÉ ŠKROBY	34
5.4	KOŘENÍ	35
6	TECHNOLOGIE VÝROBY JÁTROVKY.....	36
7	FUNKCE A METABOLISMUS SODÍKU V ORGANISMU	38
7.1	METABOLISMUS	38
7.1.1	Solvatace	39
7.1.2	Vstřebávání sodíku.....	41
7.1.3	Vylučování sodíku	42
7.2	RIZIKA SPOJENÁ S EXTRÉMNÍM PŘÍJMEM SODÍKU	42
8	MOŽNOSTI NÁHRADY SODÍKU V MASNÝCH VÝROBCÍCH	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	46
9	CÍL PRÁCE	47
10	METODIKA PRÁCE.....	48
10.1	MATERIÁL A METODY	48
10.2	PŘÍPRAVA EXPERIMENTÁLNÍCH VZORKŮ	48
10.2.1	Receptura experimentálních vzorků.....	49
10.2.2	Postup výroby experimentálních vzorků.....	49
10.3	MĚŘENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ.....	50
10.4	MĚŘENÍ BARVY	51
10.5	MĚŘENÍ PH.....	52
10.6	MĚŘENÍ SUŠINY	52
10.7	MĚŘENÍ OXIDAČNÍ STABILITY TUKŮ	53
11	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	54
11.1	VYHODNOCENÍ TEXTURNÍHO PROFILU	54
11.1.1	Tvrdost	54
11.1.2	Síla gelu.....	55
11.1.3	Pružnost.....	57
11.2	VYHODNOCENÍ BARVY	58
11.2.1	Jas L*	58
11.2.2	Přechod mezi červenou a zelenou a*	59
11.2.3	Přechod mezi žlutou a modrou b*	61
11.3	VYHODNOCENÍ PH	62
11.4	VYHODNOCENÍ OBSAHU SUŠINY	63
11.5	VYHODNOCENÍ OXIDAČNÍ STABILITY TUKŮ	64
ZÁVĚR	67	
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	69	

SEZNAM OBRÁZKŮ	76
SEZNAM GRAFŮ	77
SEZNAM TABULEK.....	78
SEZNAM PŘÍLOH.....	79

ÚVOD

Sodík je pro lidské tělo velmi důležitý prvek, bez které by se jeho správné fungování neobešlo. Proto si také vypracovalo důmyslný systém, jak jej v těle co nejvíce uchovat. To ovšem v dnešní době, kdy je sůl snadno dostupná a přítomna v dostatečném množství potravin, může pro některé jedince znamenat problém, který se nejčastěji projevuje na oběhové soustavě. Nadměrný příjem chloridu sodného může přispět k různým zdravotním potížím, např. k vysokému krevnímu tlaku.

Proto se tato práce snaží najít možnosti, jak v potravinách snížit obsah sodíku, aniž by došlo ke zhoršení technologických vlastností masného výrobku.

V teoretické části práce se rozebírá stavba svalu a chemické složení masa od těch nejvíce zastoupených látek jako je voda, bílkoviny či tuky, až po minoritní jako jsou vitaminy, sacharidy a minerální látky. Každá z přítomných složek nehledě na jejich množství je důležitá a má svůj význam.

V další kapitole je věnována pozornost vlastnostem masa, které jsou důležité při dalším technologickém zpracování masa. Jedná se o vaznost, barvu, pH aj. Při výrobě určitého typu potravin masného původu je nutné vědět, co tyto vlastnosti ovlivňuje, jak je ještě více využít, nebo naopak eliminovat.

Následuje pasáž zaměřená na suroviny, které se uplatňují při výrobě masných produktů. Jde o souhrn nejběžnějších ingrediencí, kromě samotného výčtu je věnován důraz na objasnění důvodu jejího používání a vlivu na technologické zpracování masa. Zvláštní místo má samotný chlorid a solení. V samostatné kapitole je popisován význam soli při zpracování masa na další produkty, způsoby solení a solicí směsi.

Dále se v práci rozebírají současné trendy a možnosti ve snižování obsahu sodíku v potravinách, ty masné nevyjímaje. Nejčastěji se staví na jiných halogenidech, které také vzbuzují vjem slané chuti. Přičemž právě tato myšlenka snížení obsahu sodíku v solicí směsi a nalezení takové vhodné směsi je cílem praktické části práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MASO

Pro potravinářské účely hovoříme o masu jako o částech jatečně opracovaných těl zvířat, ať už v čerstvém nebo opracovaném stavu. Dalším důležitým předpokladem je to, že takové části jsou určeny k výživě člověka [1,2].

1.1 Složení masa

Maso se skládá především z vody a bílkovin. Kromě těchto dvou majoritních látek v masu najdeme i látky, jež jsou zastoupeny v mnohem menší míře. Nicméně to, že se vyskytují v masu v menší míře, nijak nesnižuje jejich význam. Zastoupení těchto složek nejde jednoduše generalizovat, odvíjí se nejen podle druhu a rodu zvířete, ale také záleží na tom, z jaké tělní partie maso pochází, věku zvířete, pohlaví, krmivu, prostředí a kvalitě chovu. Jako názorný příklad může posloužit níže uvedená tabulka, která ukazuje, jak se mění podíl jednotlivých složek v hovězím masu [1,2].

Tab. č. 1: Přibližný obsah vody, bílkovin, tuků a minerálních l. v hovězím masu [2]

maso [%]	voda [%]	bílkoviny [%]	tuky [%]	minerální l. [%]
plec	70	21,4	6,9	1,0
kýta	73	20,2	5,0	1,1
svíčková	72	19,3	7,4	1,0
roštěnec	67	20,6	10,3	1,0
krk	72	21,1	5,5	1,0
kližka	7	21,7	6,7	1,0
žebro	65	19,9	15,9	0,9
podplečí	65	18,6	16	0,9
nízký roštěnec	57	16,7	25	0,8
vysoký roštěnec	59	17,4	23	0,8
spodní šál	69	19,5	11	1,0

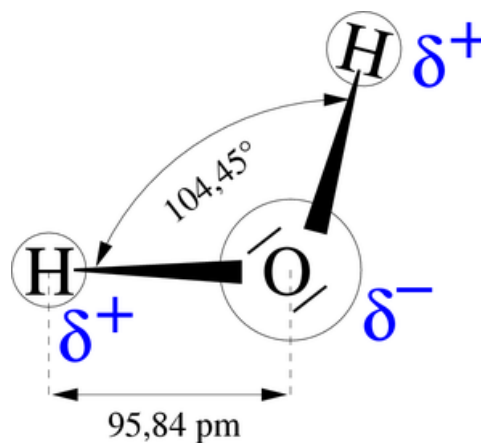
Pro zjednodušení budeme vycházet z hodnot pro libovou svalovinu, kde je voda zastoupena nejčastěji v rozmezí od 70 % do 75 %, bílkoviny od 18 % do 22 % a tuku obsahuje mezi 2 % a 3 %. Extraktivní látky dělíme podle toho, zda ve své molekule obsahují dusík či nikoliv. Dusíkatých látek je v libovém masu obsaženo přibližně 1,7 % a výskyt bezdusíkatých látek kolísá mezi 0,9 % a 1,0 % [1,2].

1.1.1 Voda

I když voda v masu z pohledu výživy člověka není nijak důležitou složkou, její význam tkví ve vlivu na organoleptické vlastnosti masa, a tedy i na jeho sensorickou kvalitu. Kromě toho je podstatným faktorem pro další technologické a kulinární zpracování [1,2].

Z pohledu technologického zpracování masa voda podléhá dělení na volnou a vázanou. Volná voda je ta, která vytéká z masa. Její molekuly nejsou nijak pevně vázány ani na jiné molekuly ani ve struktuře svalového vlákna. Právě naopak je tomu u vody vázané. Voda může být zachycena až ze 70 % v myofibrilách pomocí elektrostatických sil či nevázebných interakcí (vodíkové můstky). Příčinu je nutno hledat v jejím samotném chemickém složení [1,2].

Kyslík jsou spolu s dusíkem a fluorem tři prvky, které mají nejvyšší hodnotu elektronegativity, což je schopnost přitahovat nejen své vlastní elektrony, ale dokonce i elektrony svého vazebného partnera. Vodík má naopak velmi nízkou hodnotu elektronegativity [3,4].



Obr. č. 1: Dispozice elektrického náboje v molekule vody [5]

Proto molekula vody, ač je na první pohled elektroneutrální, obsahuje místa s vysokou elektronovou hustotou a tím pádem záporným nábojem (kyslík) a s nízkou elektronovou hustotou a kladným nábojem (vodík). Rozložení nábojů v molekule vody znázorňuje obr. č. 1. Tato místa pak interagují buď mezi sebou, nebo i s dalšími sloučeninami, které mají rovněž nerovnoměrně rozvržené elektrony [3,4].

Voda je díky schopnosti tvořit vodíkové vazby běžně v kapalně formě a poměrně snadno dokáže přejít na plynné a pevné skupenství. Pro srovnání sulfan, který místo kyslíku obsahuje síru a má tudíž vyšší molekulovou hmotnost, a tedy lepší předpoklady existovat jako kapalina, se běžně vyskytuje jako plyn [1,2].

Další podíl vody je alokován ve filamentech a mezi nimi, v sarkoplazmatickém prostoru, nebo jako tzv. kapilární (extracelulární) voda [1,2].

Při technologickém zpracování může docházet ke ztrátám vody, čemuž se snažíme zabránit přidáním jiných látek. Úkolem technologického zpracování masa není jen přítomnou vodu udržet v co největším množství, ale u řady výrobků ideálně zajistit navázání ještě další vody a spolehlivěji v díle udržet. Základním předpokladem je rozmělnění masa, jelikož myofibrilární bílkoviny jsou pak schopny imobilizovat další přísady vody [1,2].

1.1.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou druhou nejvíce zastoupenou složkou masa a z pohledu výživového patří mezi nejvýznamnější. Enzymatickým aparátem se rozkládají na jednotlivé aminokyseliny a z nich proteosyntézou vytvářejí požadované bílkoviny [1,2].

Podle rozpustnosti rozdělujeme bílkoviny na stromatické, myofibrilární a sarkoplazmatické. Rozpustnost je velmi důležitým parametrem, proto se bílkoviny masa dělí právě podle tohoto hlediska [1,2].

Stromatické bílkoviny, které najdeme především v pojivových tkáních (šlachy, chrupavky), nejsou rozpustné ani ve vodě, ani v roztocích solí. Z pohledu výživy se nejedná o příliš významnou složku masa. Jde například o kolagen nebo keratin [1,2].

Myofibrilární bílkoviny jsou podlouhlého, nitkovitého tvaru a přispívají k charakteristické vláknité struktuře svalové tkáně. Vlákna těchto bílkovin jsou rozpustná v solných roztocích. Nejvýznamnějšími a také nejčetnějšími jsou vlákna aktinu a myosinu. Tyto proteiny, které jsou uspořádány do celků (filament), umožňují svalovou práci. Po usmrčení dochází ke stádiu posmrtné ztuhlosti, kdy jsou tato filamenta zaklesnuta do sebe vlivem nedostatku

energie ve formě ATP. K uvolnění této ztuhlosti dochází vlivem souboru biochemických reakcí, tzv. zrání masa [1,2].

Sarkoplazmatické bílkoviny, jak už název napovídá, jsou proteiny vyskytující se v sarkoplazmě. Jde o globulární proteiny, které nemají ani tak strukturální funkci, jako spíše regulační (enzymy, hormony) nebo přenosovou (hemoglobin a myoglobin). Bílkoviny sarkoplazmy jsou rozpustné ve vodě nebo slabých roztocích solí. Právě směs vody, rozpuštěných iontů, globulárních bílkovin a dalších látek je samotná sarkoplazma [1,2].

Myoglobin je nejvíce odpovědný za zbarvení masa. Barevné změny, ke kterým přirozeně dochází při reakci s okolím (např. kyslík), se negativně projevují při výběru a volbě nákupu masa spotřebitelem. Jeho molekula, stejně jako hemoglobinu, je tvořena ze dvou základních částí. Jde o hem, komponentu nesoucí komplexně vázaný atom železa ve druhém oxidačním stupni. Hem má na svědomí barevnost molekuly. Globin je bílkovina nesoucí hem. Oxidací železnatého iontu vzdušným kyslíkem na železitý dochází ke vzniku metmyoglobinu a barva masa se postupně mění z červené přes hnědočervenou až na šedohnědou. Jedná se o zcela přirozenou změnu, která neovlivňuje zdravotní nezávadnost masa, nicméně spotřebiteli je vnímána negativně. Proto se při výrobě masných výrobků, především u těch, kde je žádoucí zachování původní barvy masa, používají do solicích směsí dusitanů. Dusitanové anionty reagují s myoglobinem za vzniku růžově červeného nitroxymyoglobinu. Výsledný produkt už neprochází barevnou změnou [1,2].

1.1.3 Lipidy

Majoritní zastoupení z této frakce zaujímají triacylglyceroly (tuky). Kromě zásobního (depotního) tuku, uloženého v samostatných tukových tkáních, je řeč především o vnitrosvalovém (intramuskulárním) a mezisvalovém (intermuskulárním) tuku. Zásobní tuk ze hřbetních a plstních partií se zpracovává zvláště pro průmyslové a potravinářské využití. Vnitro a mezisvalový tuk přechází do masové šťávy, na řezu vytváří tzv. mramorování masa [1,2].

Množství tuku a zastoupení vyšších mastných kyselin (palmitová, stearová, olejová, linolová, linolenová a arachidonová) v něm se odvíjí podle různých faktorů, jako je např. druh, věk, pohlaví zvířete či krmivo [1,2].

Cholesterol sice není tuk jako takový, ale jedná se o látku lipofilní povahy tvořenou jednotkami izoprenu, která vzhledem k nepolárnímu charakteru lipidy doprovází. Množství

je v živočišném těle velmi proměnlivé. Ve svalové tkáni je ho obsaženo do 100 mg/100 g masa, což je mnohem méně než například v nervových tkáních (mozek či mícha) - až 5 500 mg/100 g [1,2].

1.1.4 Extraktivní látky

V mase jsou obsaženy v minoritním podílu, ale o to větší význam mají v technologii, kvalitě a chuti masa či masného výrobku. Pojem extraktivní neoznačuje látky stejného chemického složení a vlastností, nýbrž způsob jejich možné izolace z masa [1,2].

Glykogen je zásobním polysacharidem živočichů, ve svalech je ho uloženo okolo 0,3 až 0,9 %. Slouží jako rychlý zdroj energie pro okamžitou svalovou práci [1,2].

Kromě toho je možné v mase najít celou škálu nukleotidů, aminokyselin a peptidů. Jsou to významné sensoricky aktivní látky, které stojí za typickou chutí a vůní kulinářsky upraveného masa. Z nukleotidů se jedná především o ATP a jeho metabolity ADP, AMP či IMP (inosinmonofosfát), typickou volnou aminokyselinou masa je glutamin nebo kyselina glutamová [1,2].

1.1.5 Minerální látky a vitaminy

Obecně se dá říci, že maso je bohatým zdrojem draslíku, vápníku, hořčíku či železa. Nicméně i zde jsou jistá specifika, např. maso mořských ryb obsahuje významný podíl jódu a hovězí maso zase navíc i zinek [1,2].

Z vitaminů je maso typickým a důležitým zdrojem látek ze skupiny vitaminů B. Lipofilní vitaminy můžeme najít uloženy v tukové vrstvě [1,2].

1.2 Stavba svalu

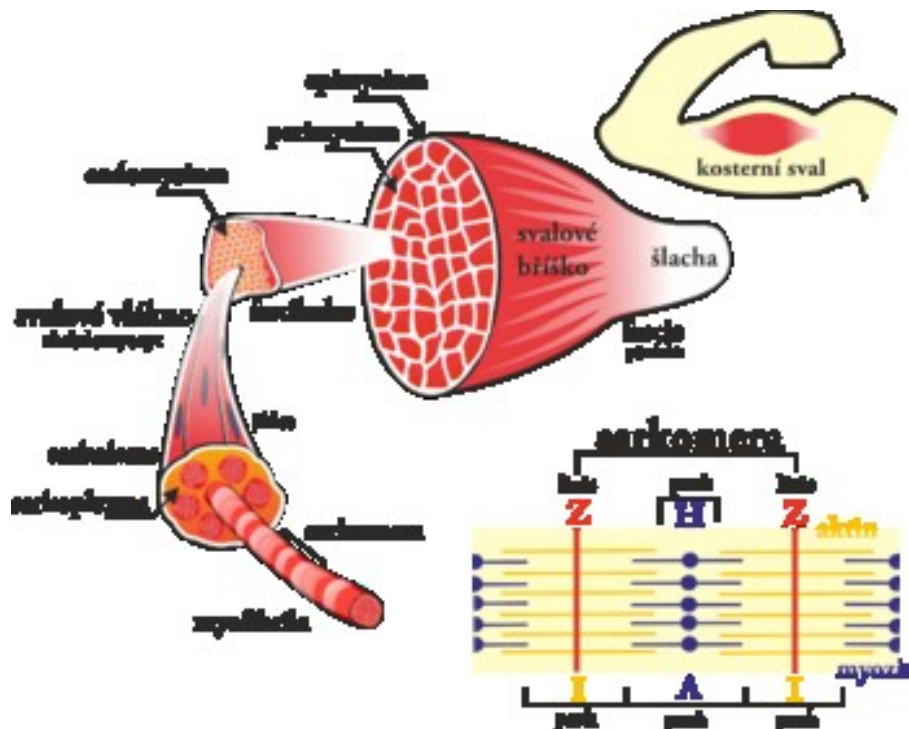
Příčně pruhovaný (kosterní) sval je sdružením tzv. svalových vláken, přičemž každé vlákno je tvořeno shlukem (soubuním) svalových buněk. Vlákna se sdružují do svalových snopců s tím, že snopce pak tvoří svalovou tkáň. Jako o svalu hovoříme o tkáni, která je inervovaná, opatřená vazivem a napojena na krevní řečiště [1],[2].

1.2.1 Svalové vlákno

Vlákna mohou být tenká (široká do 40 nm) a tlustá (široká do 100 nm). Délka vlákna je velmi různorodá, záleží vždy na konkrétním typu svalu a k čemu je určen. Nejdelší vlákna

dosahují i 30 cm. Ani průměr vlákna není konstantní, zvětšuje se od kraje ke středu. Každé vlákno je samostatně obaleno membránou, sarkolemou, která kromě samotného soubuní odděluje všechn vnitřní obsah (sarkoplazmu). Vnitřní obsah tedy není pouze shluk svalových buněk (myofibrily), ale i vodný, koloidní roztok bílkovin (myoglobin, myogen, myoalbumin) [1,2].

Myofibrila je základní funkční komponenta svalu. Zde vzniká samotný pohyb, jedná se o nejmenší základní část svalu, která je schopna kontrahovat. Filamenta aktinu (tenčí) a myosinu (širší) se do sebe zasouvají, přičemž dochází ke smršťování svalu a k pohybu. V myofibrile se zkracuje úsek mezi dvěma liniemi zlomu (Z – linie), tzv. sarkomera [1,2].



Obr. č. 2: Stavba svalu [6]

2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA

I přestože kvalita vstupní suroviny hraje zásadní roli při výrobě masného výrobku, není zdaleka jediným faktorem, který se u výrobního procesu zohledňuje. Zpracovatelé musí myslet i na ekonomickou stránku věci a položit si základní otázky, zda se jejich výrobek dokáže uplatnit na konkurenčním trhu, jaký si představují zisk a co pro něj musí udělat a v neposlední řadě musí přemýšlet nad tím, jak zajistí maximální využitelnost zakoupených surovin a minimalizují ztráty [1,2].

2.1 Vaznost

Vaznost vody (*watter holding capacity*) je nejvýznamnější technologická vlastnost. Důležitost schopnosti bílkovin masa udržet, a dokonce dodatečně přijmout vodu navíc již byla nastíněna v kapitole o chemickém složení. Z pohledu údržnosti stávajícího a navázání dalšího množství vody, a tím pádem dalšího možného technologického zpracování, je množství bílkovin a poměr sarkoplazmatických a myofibrilárních vůči stromatickým proteinům spolu s řádným průběhem postmortálních změn naprosto klíčové. Pracuje-li výrobce s tučným či šlachovitým masem, případně masem zatíženým některou z vad pramenících z nestandardního průběhu postmortálních změn, jedná se o poměrně zásadní problém [1,2].

Obsahuje-li maso málo vhodných bílkovin pro navázání vody, je možné do matrice výrobku přidat bílkoviny jiného původu. Nejčastěji to bývají proteiny mléka, pšenice nebo vaječ [1,2].

Kromě obsahu bílkovin a použití řádně vyztáhlého masa se dá zvýšit vaznost vody tím, že zajistíme lepší přístup k bílkovinám. Toho se dá docílit tím, že maso rozmělníme, zvýší se tím styčná plocha bílkovin pro kontakt s vodou. Mělněním se především uvolní více sarkoplazmatických bílkovin, které pak s myofibrilárními bílkovinami pojmu více vody [1,2].

Dalšími faktory je pH, teplota a možnosti zvýšení rozpustnosti myofibrilárních proteinů. Nejhorší vaznost má maso okolo izoelektrického bodu masných bílkovin (pH 5,2). Ovšem takových hodnot vykazuje maso ve stádiu posmrtné ztuhlosti, takže u řádně vyztáhlého masa se tohoto problému obávat nemusíme. Vyšší vaznost vykazuje maso, které je chlazené. Čím je maso chladnější, tím lépe pojímá další přidanou vodu. Proteiny myofibril lze lépe rozpustit

(solubilizovat) použitím aditiv, jako je například chlorid sodný nebo fosforečnany. Rozpuštěné proteiny jsou opět připraveny navázat další vodu [1,2].

Výhodné je nespolehat se pouze na jeden z faktorů, navíc z výše uvedeného vyplývá, že mnoho faktorů je spolu propojeno a navzájem se ovlivňují a doprovází. Je tedy účelné tyto znalosti skloubit a docílit tak co nejvyšší vaznosti, která dokáže přečkat i kulinární úpravu. Například při mělnění (kutrování) masa se zároveň přidávají aditiva spolu s šupinkovým ledem. Nože kutru, které sice maso důkladně rozmělní, část vykonané práce přemění v teplo. Jelikož ovšem s rostoucí teplotou vaznost masa klesá, šupinkovým ledem zajišťujeme stálou teplotu a současně přisun další vody, která se naváže do matrice masného díla [1,2].

2.2 Textura masa

Texturní vlastnosti masa ovlivňují finální atributy, jako je křehkost, tvrdost, měkkost, tuhost, žvýkatelnost aj. Textura masa ovlivňuje reologii výsledného výrobku a technologii zpracování masa, např. míchání, mělnění a další [1].

2.3 Barva

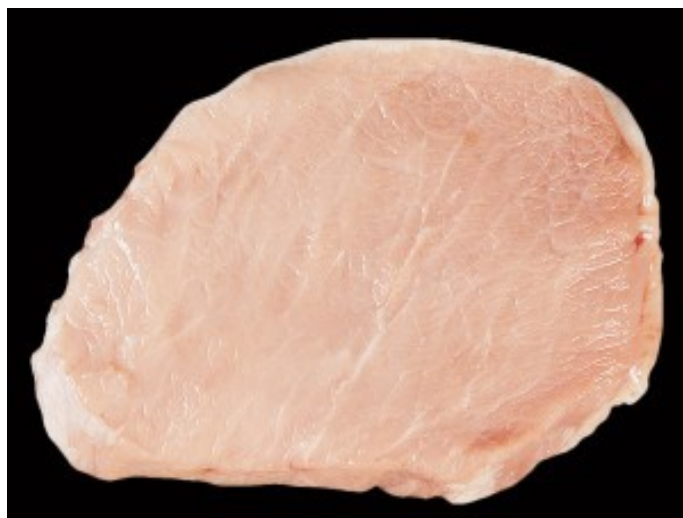
Barevné změny v mase byly popsány v úvodních kapitolách. Barva masa není stálá a podléhá změnám na úrovni oxidace myoglobinu na metmyoglobin. Čím více je myoglobin oxidován, tím více se barva přesouvá z červené do hnědošedé. U výrobků, u nichž je žádoucí zachovat původní barvu masa, se používá dusitanová solící směs [1].

2.4 Hodnota pH

Číselně je hodnota vyjádřena jako záporný dekadický logaritmus koncentrace oxoniových kationtů, resp. protonů vodíku. Změny pH v mase se odvíjí od různých faktorů ať už před porážkou (kvalita chovu), během (stres) nebo po porážce (zrání). Hodnota pH ovlivňuje vaznost masa, barvu, chuť i skladovatelnost. Nízké pH tvoří překážku pro rozvoj mikroorganismů, a tím se zvyšuje jeho údržnost. To se využívá při tvorbě fermentovaných masných výrobků, kde dochází k tvorbě kyseliny mléčné aplikací bakterií mléčného kvašení. Pokud dosahuje pH hodnot větších než šest, je to známka rozvoje hnilobných procesů [1].

2.5 Vady masa

Maso ve výrobě nebo prodejně sítě by tedy nemělo vykazovat sebemenší známky senzorických vad. Změny barvy, vzhledu, chuti a vůně mohou signalizovat kažení masa, ať už ve smyslu hnití, napadení plísněmi či rozkladné procesy tuků. Samozřejmě nejcennější složkou masa jsou bílkoviny, přičemž platí, že čím menší je podíl stromatických bílkovin, tím lépe. Z toho důvodu je preferováno maso, pokud možno s co největším podílem svalové tkáně. Dále je důležité, aby maso prošlo řádným procesem postmortálních změn, v opačném případě výrobce pracuje s masem zatíženým vadou, nejčastěji DFD (složenina počátečních písmen pro *dark - tmavé, firm - tuhé, dry - suché*) a PSE (*pale - bledé, soft - měkké, exudative - vodnaté*), viz obr. 3 a 4 [1,2].



Obr. č. 3: Vada masa – PSE [7]



Obr. č. 4: Vada masa – DFD [7]

3 HODNOCENÍ VYBRANÝCH FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ

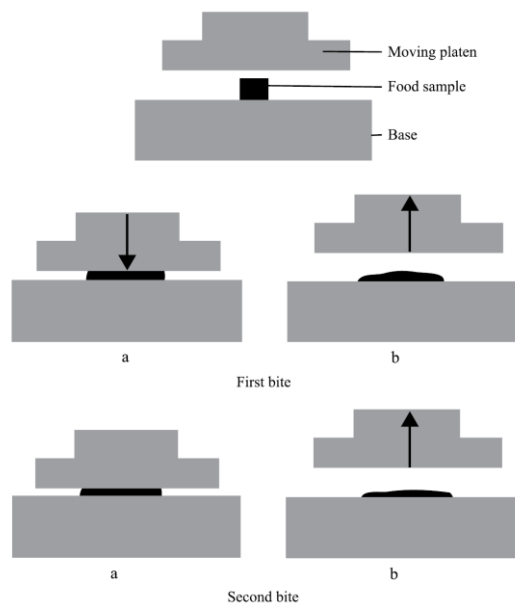
V této kapitole budou blíže popsány metody hodnocení technologických vlastností zmíněných v předešlé části práce.

3.1 Hodnocení textury

Texturní vlastnosti je souhrnný pojem pro celou řadu parametrů, například: tvrdosti (měkkosti), soudržnosti, žvýkatelnosti a dalších. Hodnotící metody lze rozdělit do tří kategorií: senzorické, instrumentální a nepřímé (např. stanovení sušiny). Instrumentální metody jsou založeny na působení vnější síly na vzorek výrobku, přičemž působení síly má nevratný deformační účinek. Vnější síla, kterou přístroj působí na vzorek, překračuje jeho pevnost. Nejběžnější metody jsou Warner-Bratzlerův test a analýza texturního profilu [8,9].

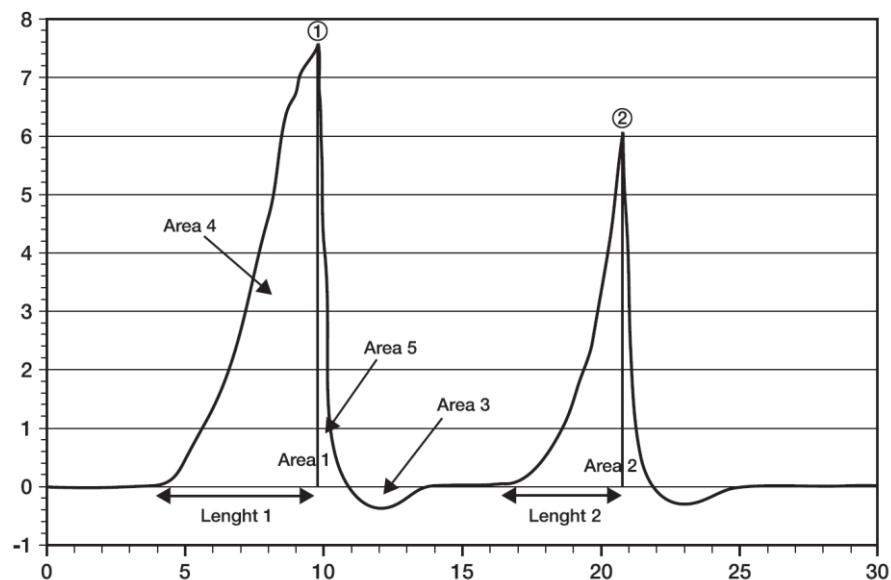
3.1.1 Analýza texturního profilu (TPA)

Metoda je založena na simulaci podmínek, které panují v ústech při namáhání potravin. Jedná se v podstatě o píst, systém dvou desek (ploch). První je stacionární, na ní je položen vzorek a druhé pohyblivé, která na vzorek působí tlakovou, deformační silou, viz obr. č. 5. U metody je nutné, aby velikost vzorku nepřekračovala plochu desky, která na ni silově působí. Měření probíhá ve dvou cyklech [8,10].



Obr. č. 5: Schéma stlačovacích cyklů [11]

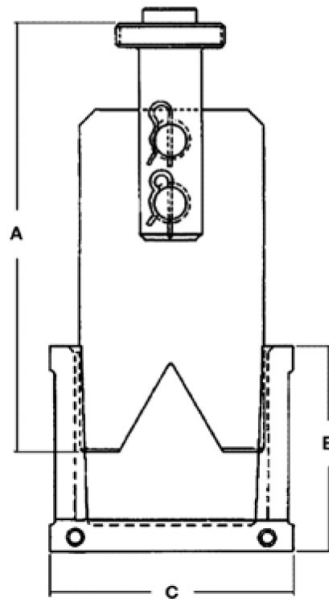
Výstupem je graf závislosti síly na deformaci vzorku, tzv. stlačovací křivka (obr. č. 6), z níž lze vyčíst hodnoty tvrdosti, přilnavosti, pružnosti, soudržnosti, žvýkatelnosti a gumovitosti. Tvrdost je definována jako maximální hodnota síly dosažená při prvním cyklu. Síla, kterou je nutné vynaložit na oddělení vzorku od pístu po prvním stlačení, se nazývá adheze neboli přilnavost. Pružnost se dá číselně vyjádřit jako podíl délky vzorku po druhém stlačení a výšky vzorku. Soudržnost je poměr energie vynaložené při prvním stlačení ku energii druhého stlačení. Gumovitost je charakteristická pro výrobky polotuhé konzistence, číselně jde o součin tvrdosti a soudržnosti. Žvýkatelnost je definována jako součin gumovitosti a pružnosti, respektive součin tvrdosti, soudržnosti a pružnosti [12,13].



Obr. č. 6: Ukázka stlačovací křivky [11]

3.1.2 Warner-Bratzlerův test

Metoda se používá pro simulaci prvního skousnutí v ústech, podstatě jde o měření tzv. stříhové síly, síly potřebné k přeříznutí vzorku, viz obr. č. 7. Způsoby provedení testu jsou rozličné. Obecně ovšem měření vypadá tak, že se vzorek se svalovými vlákny položí tak, aby nůž vzorek krájel kolmo na směr vláken. Rychlost krájení je možné libovolně nastavit, a to i během samotného experimentu s tím, že řezání probíhá do úplného rozdělení vzorku Warner-Bratzlerovým nožem. Přístroj zaznamenává sílu, kterou je nutné vynaložit pro rozdělení vzorku [14,15].



Obr. č. 7: Warner – Bratzlerův test [11]

3.1.3 Penetrometrie a další metody

V tomto případě se měření provádí speciální sondou, konkrétně dvěma cestami. Jeden způsob je založen na změření síly, jež je potřebná k proniknutí sondy, pohybující se neměnnou rychlostí, do určité hloubky vzorku. Sondy jsou k vidění na obr. č. 8. Další možnost je změření délky vpichu za pevně daný čas, nebo za konstantní síly, kterou sonda působí na vzorek [8,14].



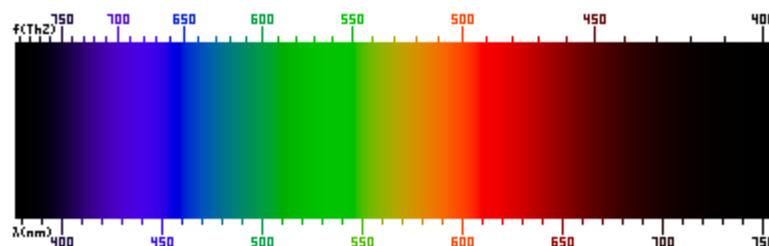
Obr. č. 8: Sondy pro penetrometrii [11]

Kromě výše uvedených nejčastějších metod existují i řezací přístroje, matikometry, které simulují žvýkání v ústech, texturometry, konzistentometry, viskozimetry a extruzní přístroje [8].

U všech z popsaných metod dochází k poškození vzorku, proto, a také z důvodu časové náročnosti a nevhodnosti pro propojení s online aplikacemi, se pracuje na vývoji rychlých, moderních, přesných a nedestruktivních metod. Slibně vypadá vývoj v oblasti NIR (Near Infrared Reflectance) spektroskopie [16].

3.2 Hodnocení barvy

Jednotlivé barvy viditelného spektra jsou v podstatě složkami bílého světla. Na světlo se můžeme dívat dvěma způsoby. Buďto jako na korpuskulární záření, jež je tvořeno proudem částic, fotonů, s nulovou klidovou hmotností, nebo jako na vlnění. Ať už mluvíme o částici nebo vlně, má v případě světla elektromagnetický charakter. Některé jevy, které provází elektromagnetické záření (např. ohyb, interference, lom nebo difrakce), se lépe vysvětlují na vlnovém charakteru. Jednotlivé složky spektra, vlny o různé frekvenci (vyznačující se jinou barvou), spolu za běžných podmínek interferují (skládají se, ovlivňují se) za vzniku bílého světla [17,18].



Obr. č. 9: Barevné spektrum [19]

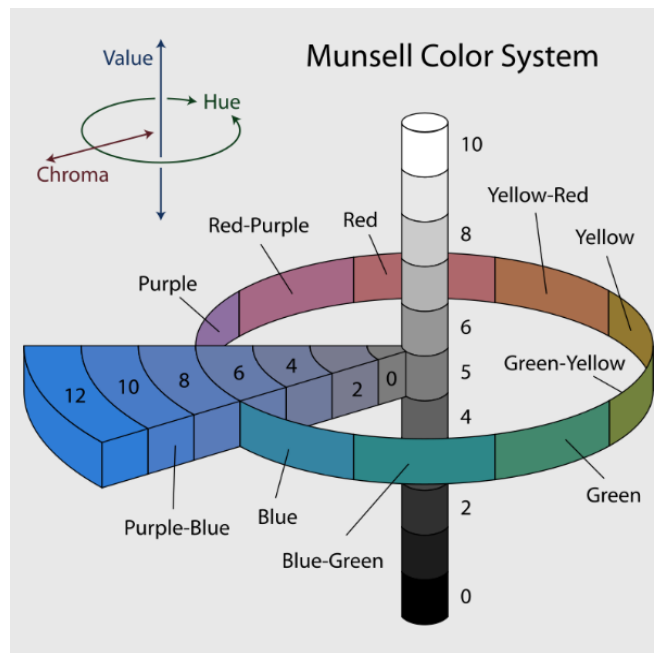
Každý objekt má schopnost pohltit určitou část barevného spektra o určité vlnové délce, naopak zase záření jiné vlnové délky se od něj odrazí. Právě toto odražené záření má na svědomí barevný vjem, protože záření dopadá na oko, kde následně složitými biochemickými pochody dojde ke zpracování vlnové délky záření na samotnou barvu. Vnímání barvy ovlivňují i další podmínky, jako je okolní světlo (při nedostatku okolního světla se barevné vidění přesouvá směrem k černobílému), úhel dopadajícího světla, ostrost vidění pozorovatele či schopnost čočky přizpůsobit se okolním světelným podmínkám (akomodace čočky) aj. [17,18].

Barvu lze popsat třemi základními charakteristikami: odstínem, jasnem a sytostí. Odstínem je myšlena samotná barva, které lze přiřadit určitou vlnovou délku spektra. Jas popisuje vlastnost barvy na stupnici od světlé po tmavou. Sytost vyjadřuje přechod na stupnici od neutrální šedé barvy do čistého odstínu barvy [11,18,20].

Pro popis barev byly zavedeny barevné systémy, kolorimetrické modely, za které je zodpovědná Mezinárodní komise pro osvětlování (CIE, Commission internationale de l'éclairage) [21].

3.2.1 Systém Munsell

Nejstarší model, který identifikuje barvu vzorku v trojrozměrném prostoru, vydaný na počátku 20. století ještě před ustanovením CIE. Barva je popsána odstínem (H), hodnotou (V) a čistotou barvy (C). Model definuje 5 základních barev: červená (R), žlutá (Y), zelená (G), modrá (B) a fialová (P), jež jsou uspořádány do kruhu a proloženy jejich kombinacemi. Sytost barvy se zvyšuje směrem od středu k okraji. Na svislé ose se mění hodnot jasu [18].

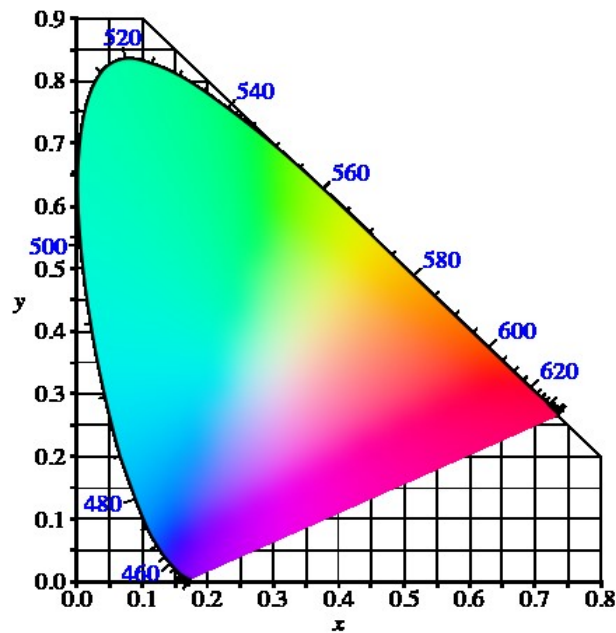


Obr. č. 10: Systém Munsell [22]

3.2.2 Systém CIEXYZ

Systém byl vydán roku 1931 samotnou CIE (odtud možnost označení CIE 1931) jako interpretace barevného trojrozměrného prostoru. Místo základních barev je prostor

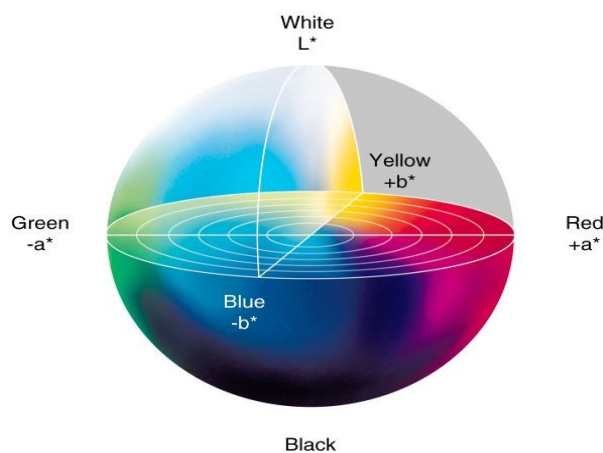
ohrazen parametry X, Y, Z. Parametr Y vyjadřuje jas, to znamená, že barvu lze vyjádřit pomocí hodnoty jasu a chromatických souřadnic x, y na jedinečném místě v prostoru [20,21].



Obr. č. 11: Model CIEXYZ [11]

3.2.3 Systém CIELAB

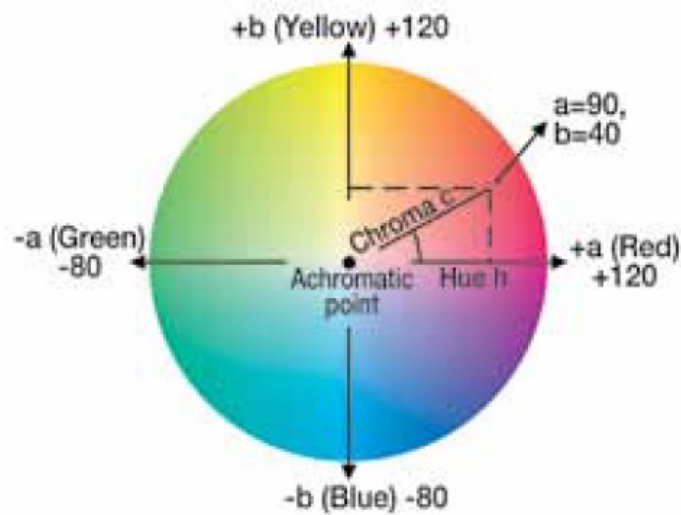
Jeden z nejpoužívanějších modelů funguje již od roku 1976. Barva je definována jako bod v trojrozměrném prostoru ve vztahu k souřadnicím L^* , a^* a b^* . L^* značí světlost barvy a nabývá hodnot na škále od 0 (černá barva) do 100 (bílá barva) a na digramu je znázorněn svislou osou. Na horizontálních osách jsou parametry a^* a b^* , které umožňují určit odstín a sytost barvy. Parametr a^* udává škálu barev od zelené ($-a^*$) po červenou ($+a^*$), kdežto na ose s parametrem b^* leží barvy od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$) [23,24].



Obr. č. 12: Model CIELAB [11]

3.2.4 Systém LCh

Tento systém využívá cylindrické souřadnice. L^* je hodnota jasu, C^* je míra sytosti (ve středu je sytost nulová a čím je barva vzdálenější od středu, tím se sytost zvyšuje) a h° je úhel odstínu vyjádřený ve stupních a najdeme jej na ose a^* [21].



Obr. č. 13: Model LCh [11]

3.3 Hodnocení pH

K měření pH masného výrobku se používají pH metry, které pracují na principu elektrod, viz obr. č. 14 [25,26].



Obr. č. 14: pH metr [27]

Pokud v mase panuje kyselé či zásadité pH, projeví se to tím, že se ve vzorku nachází více elektricky nabitých částic (iontů), které jsou schopny vést elektrický proud, vystavíme-li je zdroji elektrického napětí. Měření se odvíjí od stanovení elektromotorického napětí mezi dvěma elektrodami, referenční a skleněnou elektrodou. Dnes se setkáváme s přístroji, které mají kombinovanou skleněnou elektrodu, která obsahuje i srovnávací elektrodu. pH metr je nutné samotným měřením kalibrovat, jelikož je elektromotorické napětí závislé na teplotě. Za tímto účelem se používá ústojných roztoků, pufrů, které mají neměnné pH [25,26].

3.4 Hodnocení vaznosti

Míra vaznosti masa či masného výrobku se dá zjistit několika způsoby. Základní dělení metod spočívá v tom, zda při zjišťování vaznosti zapojíme kromě síly tíhové další vnější sílu či jiný podnět. Pokud vzorek necháme volně bez dalšího zásahu, pak měříme množství vody, které samovolně odkape ze vzorku [28,29].

Častější, efektivnější, spolehlivější a v neposlední řadě více uznávané metody jsou ovšem ty, při nichž je vzorek vystaven dalšímu vnějšímu podnětu. Vzorek může být vystaven tlakové síle (lisování), odstředivé síle (centrifugace) nebo tepelnému záhřevu ve vodě (vaření). Základní lisovací metoda (Grau a Hamm z roku 1960) porovnává plochu vzorku a plochu vylisované tekutiny zachycené na chromatografickém papíru. Další možností (kapilární volumetrie) je, že se vylisovaná kapalina vsákne do sádrové destičky. Voda, která se do sádry vsákne, z ní vytlačí vzduch a objem tohoto vzduchu je pak změřen a odpovídá objemu uvolněné vody ze vzorku. Nejběžněji se používá gravimetrické vyjádření vaznosti, tedy že se vzorek zváží před a po experimentu, případně v jeho průběhu po dohodnutých časových intervalech [28,29].

4 SOLICÍ SMĚSI A SOLENÍ

Úprava masa solením se využívala například i v kombinaci s jeho sušením už od pravěku. Tehdy se tak nedělo úmyslně z technologických důvodů, ale zkrátka protože nasolené a vysušené maso vydrželo po delší dobu nezkažené. Šlo tedy spíše o konzervační zákrok [1,2].

4.1 Solicí směsi

Jedná se o směs minerálních látek od nejběžnější a nejznámější kuchyňské soli, přes dusitanové solicí směsi po fosforečnany. Při výrobě se nepřidávají jednotlivé anorganické soli, ale jsou součástí předem připravených solicích směsí, u nichž jejich výrobce deklaruje použití pro určitý typ masného výrobku na základě jejich složení a poměrného zastoupení jednotlivých složek. Základními složkami je chlorid sodný, dusitany, látky sacharidické povahy (jednodušší cukry nebo škrobové sirupy) či jodičnan draselný [1,2,28].

4.1.1 Chlorid sodný

Nejstarší a nejznámější látkou je chlorid sodný - kuchyňská sůl. Kromě toho, že výrobku dodává typickou slanou chuť, podporuje a umocňuje technologické vlastnosti masa. Pomáhá rozpouštět myofibrilární bílkoviny, které tím pádem naváží více pitné vody. Tím příznivě ovlivňuje šťavnatost, soudržnost, konzistenci a barvu, čímž je myšlena stálost jejího zbarvení a intenzita [1,2].

4.1.2 Dusitanové solicí směsi

Dusitanové solicí směsi (omezeně i dusičnanové solicí směsi – sanytr) používají producenti masných výrobků v případech, kdy potřebují zachovat původní barvu masa. V úvodu teoretické části této práce byly zmíněny přirozené barevné změny, které se odehrávají v mase působením kyslíku na myoglobin, barvivo přítomné v mase. Dusitany stabilizují růžové zbarvení masa ve formě nitromyoglobinu. Jelikož je dusitan sodný vysoce nebezpečný pro svou toxickou povahu, podléhá výroba směsí s obsahem této látky velmi přísným kontrolám. V zahraničí lze najít směsi s obsahem NaNO_2 až do výše 0,9 %, ale standardně se obsah pohybuje okolo 0,5 % [1,2,28].



Obr. č. 15: Dusitanová solící směs [30]

4.1.3 Fosforečnany

Fosforečnany se používají pro částečnou náhradu chloridu sodného, protože mají stejný, ne-li lepší vliv na zlepšení technologických vlastností masa. V masě panuje mírně kyselé pH, naopak fosforečnany (myšleno i difosforečnany či celkově polyfosforečnany) jsou bazické povahy. Po přidání fosforečnanů do díla se změní pH z kyselého spektra do zásaditého, tím dojde k překročení hodnoty izoelektrického bodu myofibrilárních bílkovin a rozvolnění jejich struktury. Takové bílkoviny se vyznačují vyšší vazností vody [31,32].

To ale není jediný směr, kterým fosforečnany ovlivňují vaznost. Kromě zvyšování pH reagují s ionty kovů přítomnými v masě, uzavírají je do komplexů. Ionty (především vápenaté a hořečnaté) by jinak interagovaly s vlákny aktinu a myozinu a upevňovaly jejich strukturu. Rozvolněním těchto vazeb vzniká další prostor pro molekuly vody [33,34].

Kromě pozitivního vlivu na vaznost masa mají fosforečnany dobré emulgační a mikrobistatické vlastnosti [33,34].

Použití fosforečnanů je ale diskutabilní ze zdravotního hlediska, nadměrné užívání může vést ke kalcifikacím měkkých tkání, řídnutí kostí a dalším komplikacím [37,38].

4.2 Solení

Masný výrobek lze solit několika cestami, odvíjí se to od typu masného výrobku, a tedy i stupně dezintegrace (rozmělnění). U výrobků zachovávajících kusovitost, tedy u výrobků, u nichž je stupeň rozmělnění minimální či spíše žádný (zůstává vláknitá struktura svalové

tkáně) se nejčastěji využívá solení na sucho nebo nakládání do láku. Suchou cestou se maso solí prosypáváním nebo vtíráním, kde difuzi napomáhá ještě mechanický pohyb, kdy jsou vtíráním krystalky soli namáhány a rozpouštěny, přičemž sůl posléze postupně difunduje směrem od povrchu ke středu masa. Ještě rychlejší difuze lze docílit mechanickou aktivací proteinů (MAP). Jedná se buďto o velmi jemné strojové promíchávání, mačkání, masírování či přepadávání (princip tumblování u výroby šunek), nebo prořezávání (propichování) systémem nožů (jehel), tzv. tenderizace. Dalším způsobem je použití solného roztoku, láku. Maso se do láku může buďto ponořit, nebo se solení provede nástřikem na povrch masa [1].

U jemně mělněných masných výrobků se může použít předsolování, nebo přídavek soli do díla při míchání. Předsolování spočívá v tom, že se nahrubo rozmělněné maso nasolí na sucho či lákem z dusitanové solící směsi, promíchá se a po dobu jednoho až dvou dnů se maso nechá upěchované v nádobě odležet. Případně se přidává sůl do kutru při samotném mělnění, lze tak provést buďto opět na sucho nebo solným lákem [1].

Diplomová práce se zabývá možnostmi snížení obsahu sodíku v drůbežích játrovkách. Z pohledu struktury masa se jedná o zcela dezintegrovaný výrobek, který nezachovává vzhled původní svalové tkáně. Veškeré přísady jsou velmi jemně rozmělněny a dispergovány v celém objemu díla. Dílo tak vykazuje homogenní strukturu [1,35].

Solení mělněných výrobků probíhá přímo v kutru, protože je tím tak zajištěno optimální promíchání solící směsi se zbytkem díla. Sůl se tak lépe rozpustí, disociuje na jednotlivé kationty a anionty. Tyto následně lépe pronikají do svaloviny. Chloridové a sodné ionty se navážou na aminokyseliny a působením odpudivých elektrostatických sil mezi kladnými sodnými nebo zápornými chloridovými ionty se řetězce kyselin od sebe oddálí. Tím vznikne prostor pro integraci molekul vody. Vše záleží na množství soli a také na kombinaci stupně rozmělnění, protože čím větší rozmělnění, tím jsou větší styčné plochy a tím lépe proniká sůl k aminokyselinám. Už při použití 2 % soli vůči množství masa se dostávají znatelné posuny od původních hodnot vaznosti masa [1,35].

Kromě zvýšení vaznosti a zajištění typické slané chuti přispívá sůl k zajištění delší údržnosti výrobku z pohledu mikrobiálního. Přídavkem soli totiž dochází ke snížení vodní aktivity (poměr tlaku par nad výrobkem vůči tlaku par na volnou vodní hladinou), což je jedním z fyzikálních faktorů růstu mikroorganismů. Na pokles vodní aktivity jsou více citlivé gramnegativní bakterie než grampozitivní [1,36].

5 DALŠÍ SUROVINY V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Do masného výrobku se kromě masa dodávají i další látky, aby došlo ke zlepšení jeho vlastností, např. dosažení či zlepšení textury, barvy, chuti a vůně pro daný výrobek nebo jeho údržnosti. Nejběžněji přidávanými ingrediencemi jsou voda, koření, solící směsi (sůl, fosforečnany, dusitany), bílkovinné preparáty, koření přípravky, mléko a výrobky z něj, mouka a škrob [1,2].

5.1 Pitná voda

Voda se k masnému dílu přidává ideálně vychlazená, nebo ve formě šupinkového ledu. Voda samozřejmě musí být čistá, bez jakékoliv chemické, fyzikální či mikrobiologické kontaminace. Voda vytváří vhodné prostředí nejen pro jednodušší rozpuštění solí, ale i pro smísení a rozptýlení dalších ve vodě nerozpustných látek (koření) v celém objemu hmoty. Přídavek vody usnadňuje i samotné promíchání díla. Výrobek je díky přidané vodě šťavnatější [1,2].

5.2 Látky proteinové povahy

Celou řadu látek na bázi bílkovin lze vyrobit velmi levným způsobem, čehož využívají producenti masných výrobků ve svých provozech. Kromě ekonomické stránky věci, kdy levně získaná bílkovina slouží jako dobrá částečná náhrada masných bílkovin, se tyto látky do díla přidávají za účelem dalšího zlepšení technologických vlastností masa, především vaznosti vody. Bílkoviny mají tu vlastnost, že ve vodném prostředí bobtnají, váží vodu. Své uplatnění v masném průmyslu našly proteiny z vajec, krve, mléka, syrovátky či z rostlinných zdrojů. Nejčastěji jde o sójové bílkoviny [1,2].

5.3 Nativní a modifikované škroby

Škroby nacházejí své uplatnění i v masné výrobě. Při styku s vodou bobtnají, čímž zvyšují vaznost vody díla. To má pozitivní vliv na rovnoměrné rozmístění tukové fáze ve výsledném výrobku [1,2].

Škrob, nejdostupnější a nejvíce využívaný v Evropě je bramborový, pšeničného a kukuřičný, svou bobtnavostí napomáhá udržení vody i po tepelném opracování masného výrobku [1,2].

5.4 Koření

Koření dodává masnému výrobku typickou vůni a aroma, v některých případech i barvu (paprika). K ochucení se používají nejčastěji usušené a nejmenno rozdrčené části rostlin. Z neznámějších, nepoužívanějších a nejvýznamnějších lze uvést pepř, kmín, majoránka, hřebíček, z exotičtějších to může být zázvor, kardamon, tymián či koriandr. Na trhu jsou k dostání i vyrobené extrakty z koření. Použití samotného koření je sice spotřebiteli kladně vnímáno z pohledu sensorické kvality (nejen chuťově a čichově, ale i vizuálně), nevýhodou je ovšem rizikovitost z pohledu mikrobiologické nezávadnosti. Koření jsou většinou dovážena z exotických oblastí (Asie), kde nejsou tak důsledně stanoveny či kontrolovány požadavky na jejich nezávadnost [1,2].



Obr. č. 16: Koření [39]

6 TECHNOLOGIE VÝROBY JÁTROVKY

Jedná se o sérii po sobě jdoucích navazujících kroků od vyhodnocení kvality vstupních surovin, přes mělnění, míchání a plnění do obalů, až po tepelné ošetření. Základní výchozí suroviny, v případě kuřecí játrovky jsou kuřecí stehenní svalovina, játra a kůže. Všechny musí být bez jakékoliv kontaminace a zdravotně nezávadné [2].

Nejprve je nutné předvařit kůži. V kůži je totiž přítomen kolagen, který vařením přechází v želatinu, která konečné dílo pomáhá stabilizovat ve formě gelu. Mělnění surovin probíhá pomocí kutru. Pro jemnou konzistenci játrovky, a tedy i důkladnou dezintegraci, je vhodné použít vakuový kutr, který během mělnění odvádí přebytečný vzduch z díla. Odváděním vzduchu se zamezuje oxidaci tuků, která by se ve finálním produktu mohla projevit především po senzorycké stránce, a rozvoji aerobních mikroorganismů [40].



Obr. č. 17: Vakuový kutr [41]

K promísení přísad mezi sebou může dojít buďto v samotném kutru nebo v samostatných vakuových míchačkách. Právě míchání je krok, v němž se do směsi přidávají další ingredience, jako je koření, solící směsi, emulgátory, konzervanty, antioxidanty nebo látky upravující texturu, jako jsou škroby, karagenany, přírodní gummy aj. [2,42].

Plnění do obalů probíhá za teploty okolo 35 °C, protože se tak eliminuje riziko oddělení tuku od zbývajícího díla. Běžně používanými typy obalů jsou sklo, kov a plast. Následně dochází k tepelnému ošetření, které se provádí za účelem prodloužení trvanlivosti výrobku. Může se jednat buďto o pasterační nebo sterilační zákrok [2,42].

V případě pasterace, záhřevu do 100 °C, dochází k inaktivaci vegetativních mikroorganismů, což ovšem neplatí pro bakteriální spory, které jsou schopny této teplotě odolat a ve vhodných podmínkách vyklíčit. Tyto výrobky je vhodné uchovávat při chladírenských teplotách nejvýše do 5 °C, doba jejich trvanlivosti se pak pohybuje mezi třemi a šesti měsíci. Právě nízká teplota tvoří překážku pro vyklíčení spor. Pasterace se nejčastěji provádějí ve sterilačních vanách, kde pro přenos tepla mezi zdrojem a výrobkem slouží voda, nebo ve skříňových sterilátorech, v nichž lze kromě vody využít horký vzduch nebo vodní páru. V obou zmíněných případech jde o diskontinuální technologii. Kontinuální pastéry naopak dokážou efektivněji pracovat s nově připravenými výrobky, jejich pohyb mezi jednotlivými sekcemi je zajišťován prostřednictvím dopravníků. Každá sekce je temperována na určitou potřebnou teplotu dle jejího účelu. Mediátorem pro přenos tepla je opět horký vzduch, vodní pára nebo voda [40].

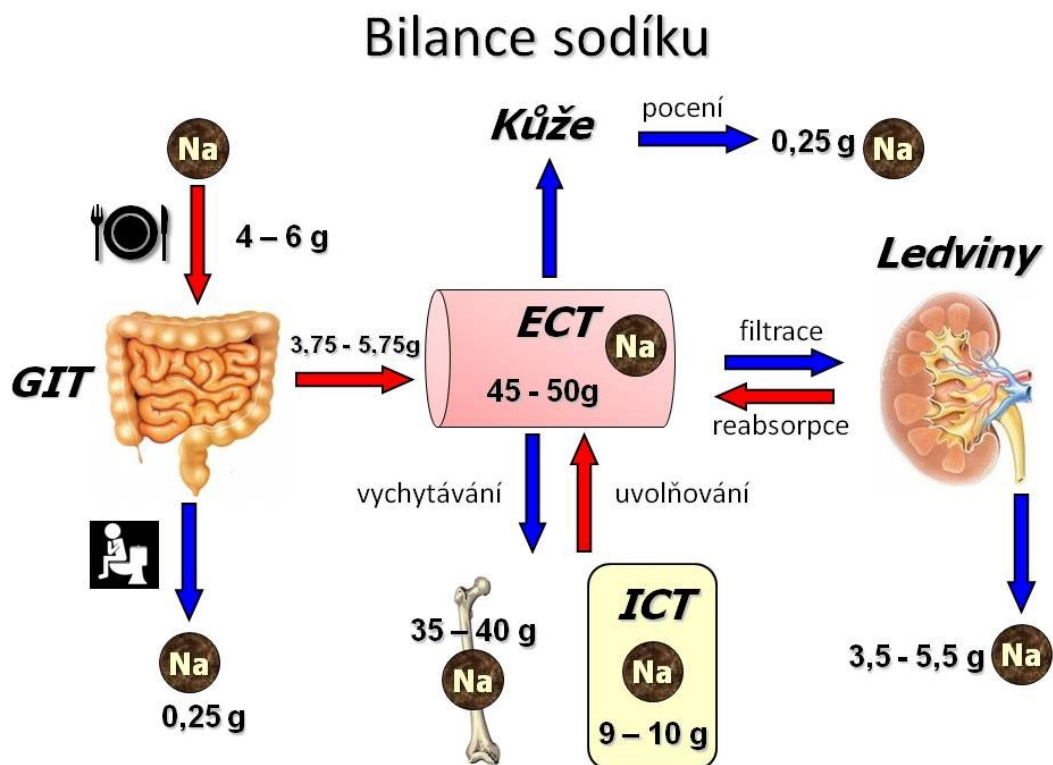
Při sterilaci dochází, na rozdíl od pasterace, i ke znehodnocení spor. V nejhůře prohřívané části výrobku (v jádře) musí po dobu deseti minut působit teplota 121 °C nebo jiná kombinace teploty času s ekvivalentním účinkem. Sterilované výrobky není nutné skladovat při chladírenských teplotách a jejich trvanlivost může být i 4 roky. Sterilace se provádí v autoklávech, v nichž je možno regulovat tlak, který z vnějšku působí na stěny obalu. Při sterilaci totiž dochází uvnitř konzervy k vývinu vodní páry, která v hermeticky uzavřeném obalu působí zevnitř tlakovou silou na jeho stěny. Vnější tlaková síla, kterou je autokláv schopen vyvinout, tento účinek eliminuje, a proto nedojde k deformaci výrobku vyboulením obalu [40].

7 FUNKCE A METABOLISMUS SODÍKU V ORGANISMU

Sodík ve formě kladně nabitých iontů (sodný kation) je jedním z biogenních prvků. Jeho význam nespočívá ve stavební funkci, jak je tomu například u uhlíku, ale zapojuje se do regulačních a signálních procesů a je úzce spjat s hydratačními pochody v těle. Tělo dospělého člověka obsahuje 70 až 90 g sodíku a chceme-li mluvit o koloběhu sodíku v organismu, je nutné si představit, jak je to s jeho lokalizací [43,44].

7.1 Metabolismus

Desetina uvedeného množství se nachází uvnitř buněk, tzv. intracelulární prostor, 50 % je v extracelulárním prostoru, jde o tu část sodíku, která podstatným způsobem ovlivňuje homeostázu (stálost vnitřního prostředí), osmotické jevy a podmínky pro ostatní metabolické děje a dráhy. Hladina sodných iontů v plazmě se nazývá natremie. Zbytek sodných iontů je vázán v tvrdých tkáních (kosti, zuby). Sodík je zde pevně vázán, proto o této frakci je možné říci, že se na změnách bilance sodíku významnější měrou nepodílí [43,44].



Obr. č. 18: Bilance sodíku v organismu [45]

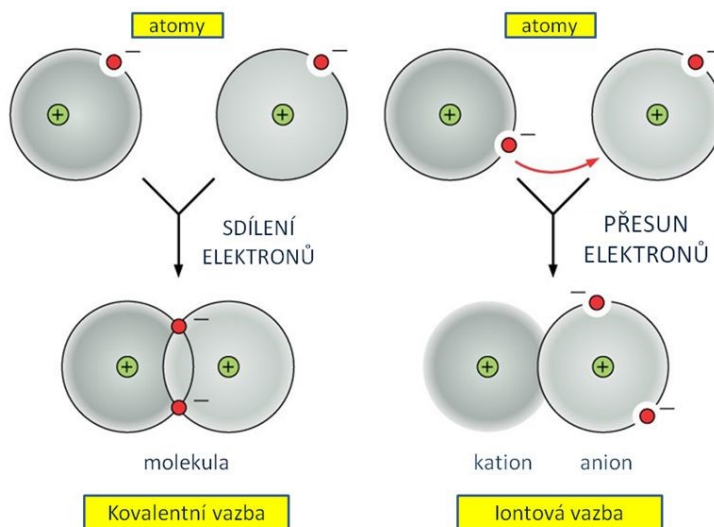
Množství sodíku v těle není stabilní, dochází k jeho částečnému vylučování močí a potem. Proto je nutné hladinu sodíku doplňovat na denní bázi. Pro zajištění homeostázy sodných iontů je potřeba denně přijmout do 1,25 do 3,75 g NaCl, což odpovídá množství sodíku ve výši 0,5 až 1,5 g. V případě populace České republiky je doporučená denní dávka mnohonásobně překračována. Hovoří se o průměrném denním příjmu 10 až 15 g soli [43,44].

Sůl se do jídelníčku nedostává pouze tím, že si konzument jídlo před konzumací osolí (z tohoto směru přichází do těla pouze cca 20 % denního příjmu soli), ale především z průmyslově zpracovaných potravin, na které připadá zbývajících 80 % nadměrné konzumace soli [43,44].

7.1.1 Solvatace

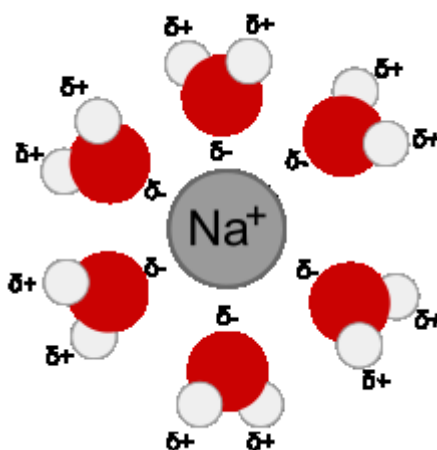
Pro správné pochopení funkce sodíku a toho, proč sodík významně ovlivňuje metabolismus vody, je nutné objasnit termín solvatace iontů. Sodík je kovem I. hlavní skupiny periodické tabulky prvků. Do skupiny alkalických kovů jsou sdruženy kovové prvky (vyjma vodíku) s velmi podobnými vlastnostmi, jednou z nich je velmi nízká hodnota elektronegativity. Jde o míru schopnosti přitahovat elektrony své vazebné, valenční vrstvy [3,4].

Nízká hodnota elektronegativity předurčuje sodík k tvorbě polárních až iontových sloučenin. Sodík má ve valenční vrstvě svého elektronového obalu pouze jediný elektron a tento je, jak je uvedeno výše, velmi slabě vázán k atomovému jádru, viz obr. č. 19. Proto se u molekuly chloridu sodného stane to, že chlor, jenž má nesrovnatelně větší hodnotu elektronegativity, přetáhne slabě vázaný elektron sodíku za vzniku sodného kationtu a chloridového aniontu. Rozdíl elektronegativit vazebných partnerů je tak velký, že se zde už nejedná o chemickou vazbu založenou na vzájemném sdílení elektronů valenční vrstvy, nýbrž vazbu realizovanou elektrostatickými silami mezi sodnými kationty a chloridovými anionty. Chlorid sodný ve vodě disociuje na samostatné ionty [3,4].



Obr. č. 19: Chemická vazba [46]

U molekuly vody, ač navenek elektroneutrální, se také projevují rozdíly mezi hodnotou elektronegativity vodíku a kyslíku, třebaže nejsou tak extrémní jako v předešlém případě. Chemická vazba je sice realizována v podobě vzájemného sdílení valenčních elektronů vodíku a kyslíku, ale vzhledem k tomu, že kyslík má hodnotu elektronegativity vyšší, než je tomu u vodíku, vytváří molekula vody elektrický dipól [3,4].



Obr. č. 20: Solvatace iontů [47]

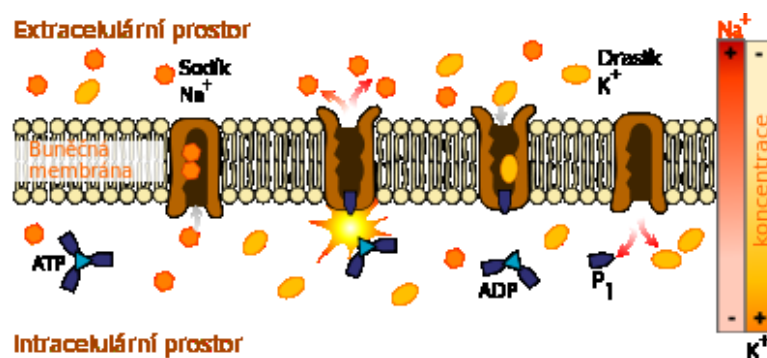
U kyslíku, který si přitahuje i elektrony vodíku, se tvoří záporný parciální náboj, naopak u atomu vodíku je parciální náboj kladný. Poté, co dojde k disociaci NaCl ve vodě, se

záporné dipóly vody vlivem elektrostatických sil natočí ke kladně nabitému sodnému iontu. Sodík se obalí molekulami vody, hovoříme o tzv. hydratovaném (solvatovaném) iontu, viz obr. č. 20. Toto je podstata silného spojení mezi pohybem sodíku a vody [3,4].

7.1.2 Vstřebávání sodíku

Sodné ionty jsou absorbovány v tenkém a tlustém střevě. Kromě samotné potravy se opětovně vstřebává i sodík, jenž tvoří trávicí šťávy. Celý mechanismus je řízen hormonem aldosteronem za současného vylučování draselných iontů. Pohyb sodíku mezi extracelulárním (mezibuněčným) a intracelulárním (vnitrobuněčným) prostorem je samovolný ve směru do nitra buňky, jde o pohyb po koncentračním spádu. Vzhledem k tomu, že ionty sodíku, které pronikají polopropustnou membránou do buněčného prostoru, jsou vysoce hydratovány, došlo by ke zvyšování vnitrobuněčného tlaku na orgány a cytoplazmatickou membránu, přičemž by mohlo dojít až k lýzi buňky. Pro správné fungování organismu je proto nutné zajistit udržování vysokého koncentračního gradientu mezi extra a intracelulárním prostorem [43,44].

K tomuto účelu slouží tzv. sodno-draselná pumpa neboli Na^+/K^+ ATPáza. Chemickým složením se jedná o protein umístěný na membráně, viz obr. č. 21. V aktivním místě proteinu je umístěn hořečnatý ion. Jelikož pumpa pracuje proti koncentračnímu spádu, je nutné pro udržení nadbytku sodných iontů v extracelulárním prostoru dodat energii. Jejím zdrojem jsou molekuly adenosintrifosfátu (ATP). ATP obsahuje ve své molekule dvě makroenergetické vazby. Ty jsou lokalizované mezi první a druhou fosfátovou skupinou a také mezi druhou a třetí fosfátovou skupinou. Hydrolýzou a uvolněním fosfátové skupiny získaná energie zajistí chod pumpy. Princip pumpy je tedy takový, že membránový protein realizuje přechod sodného iontu z intracelulárního prostoru do extracelulárního, výměnou za draselné kationty [43,44].



Obr. č. 21: Sodno-draselná pumpa [48]

7.1.3 Vylučování sodíku

Vylučování sodíku se odehrává především v ledvinách, sodné ionty tedy opouštějí organismus společně s močí. V glomerulech dochází k prvotní filtraci krve, spolu s vodou přecházejí do ledvin i sodné ionty, v tubulech (proximální a distální) je ovšem valná většina (až 99 %) sodíku resorbována a ponechána v organismu. Mezi proximálním a distálním tubulem je Henleova klička, v níž se pouze upravují poměry vody [44].

Hospodaření se sodnými ionty je regulováno nejen hormonálně, nervově ale i enzymaticky. Hormon aldosteron je kortikoidní povahy a vytváří se v kůře nadledvinek. Jeho sekrece je řízena hyperkalémií (nadbytkem draslíku) nebo enzymem angiotenzinem. Angiotenzin má v tomto ohledu dvě funkce, kromě toho, že stimuluje tvorbu aldosteronu, tak nám napomáhá resorbci sodných iontů, stejný účinek má i aldosteron. Resorbce je řízena i sympatickými nervovými vlákny [44].

Naopak vylučování sodíku řídí antagonisté pro výše uvedené mechanismy, což jsou parasimpatikální nervy, atriální natriuretický faktor, urodilatin, dopamin, guanylin, nebo uroguanylin [44].

7.2 Rizika spojená s extrémním příjmem sodíku

Přísun sodíku může být buďto nadměrně vysoký (častější případ), nebo naopak příliš nízký. Hyponatremický stav může nastat v případě dlouhodobého sníženého příjmu sodných iontů (např. nízkosodíková dieta) nebo většího vylučování sodných iontů v případě hormonální poruchy. Nedostatek sodíku se může projevit v inzulínové rezistenci, což vede k vysoké hladině inzulínu a glukózy v krvi. Toto, ale i fakt, že nedostatek sodíku může způsobit vyšší hladinu cholesterolu (LDL), přispívá k rozvoji kardiovaskulárních onemocnění. Jde o paradoxní jev, protože nízkosodíková dieta se nasazuje právě pro případy vysokého krevního tlaku [49].

Dlouhodobá zvýšená konzumace velmi slaných jídel může stát za zvýšením krevního tlaku. Je to způsobeno právě solvatací iontů, které v řečišti zadržují větší množství vody, tím roste objem krve, která pak více tlačí na stěny cév. Vysoký krevní tlak je pak předstupněm dalších kardiovaskulárních onemocnění, jako jsou infarkt myokardu, ischemie, mozková mrtvice, cévní příhody aj. Zvýšený příjem sodíku je i jeden z faktorů případného rozvoje rakoviny žaludku [50].

8 MOŽNOSTI NÁHRADY SODÍKU V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Nadměrným příjmem chloridu sodného se vystavujeme zdravotním komplikacím, protože sodné ionty mají tu vlastnost, že se velmi ochotně hydratují. Tělo tedy zadržuje větší množství vody, zvyšuje se krevní tlak, což má za následek větší zátěž na celý kardiovaskulární systém [50].

Proto je potřeba získat takovou solicí směs, která bude obsahovat nižší množství chloridu sodného. Zdravotní hledisko není jediný parametr, který je nutno zvážit. Nová receptura směsi si musí uchovat stejné vlivy na technologické a sensorické vlastnosti výrobku, jako směs s obsahem kuchyňské soli. A zároveň by ani směs nového složení neměla vnášet do výrobku nová, potenciální zdravotní rizika pro konzumenta [51].

Obsah sodných iontů lze snížit tím, že chloridu sodného přidáme do díla menší množství, čímž ovšem vstavujeme výrobek riziku zhoršení vaznosti, textury, chuti aj. Proto se do výrobku mohou přidat fosforečnany, které napomáhají zlepšit vaznost v případě nižšího množství soli. Pro zlepšení textury se ještě přidávají škroby či rostlinné gummy [52].

Jako nejjednodušší se nabízí náhrada jinými chloridovými solemi. Hlavní úskalí v použití jiných kationtů je to, že za typickou slanou chuť nemůže chloridový iont jako takový, ale sodný kation, přesněji jejich kombinace. I kdybychom použili prvky podobných atributů jako má sodík (draslík, hořčík, vápník), chuť nebude především při větších náhradách NaCl totožná se slanou. Chlorid draselný při vyšších koncentracích výrobku dodává nepříjemnou kovovou až hořkou pachut' [53].

Nicméně i tak jsou na trhu k dostání solicí směsi se sníženým obsahem sodíku na bázi chloridu draselného pro domácí použití. S podobným problémem musíme počítat i v případě chloridu hořečnatého. U chloridu vápenatého sice problém z hořkosti není, naopak se vyznačuje mnohem vyšší slaností než NaCl, úskalí jeho omezeného použití tkví v silné hygroscopicitě. Chlorid vápenatý je schopný odjímat vlhkost za současného vyvíjení velkého množství tepla, proto je jeho použití omezeno na konzervovanou zeleninu nebo tekuté doplňky pro aktivní sportovce [53].

Do směsi s chloridy draslíku nebo hořčíku se přidávají speciální látky maskující nebo naopak zvýrazňující chuť. Například látky na bázi proteinových hydrolyzátů (glutamáty, kvasničné extrakty) chuť zvýrazňují, nebo solí organických kyselin (např. laktáty) nebo nukleotidů (adenosinmonofosfát, AMP), které mohou maskovat nežádoucí chuť. Výrobce si

tak může dovolit nahradit sodné ionty těmi draselnými ve větším množství. Maskující látky jsou ovšem velmi často látky podléhající obchodnímu a výrobnímu tajemství, a to se projevuje na zvýšené ceně výrobku [52].

Tyto maskovače mají za úkol aktivně pracovat s receptory v ústech a krku, buďto je stimulovat nebo naopak jejich činnost utlumit. Například AMP inhibuje nervová zakončení pro vnímání hořké chuti, tím se signál o hořkosti výrobku, v němž je solící směs se sníženým obsahem sodíku, nedostane do mozku ke zpracování. Kvasnicové hydrolyzáty zvýrazňují chuť masa a slanost na úkor hořké chuti [54].



Obr. č. 22: Sůl se sníženým obsahem sodíku [55]

Na látky maskující nežádoucí příchutě je kladen důraz nejen pro výše uvedenou schopnost, ale zároveň je nutné, aby si tuto vlastnost udržely i při změně podmínek, například při tepelném záhřevu. Rovněž je nutné, aby maskující látka nebyla antagonistou či inhibítorem jiných žádoucích procesů při výrobě daného typu potraviny (např. negativní vliv na fermentaci) [56].

Takový výrobek je například SaltTrim™ od firmy Wild Flavors Inc., který maskuje cizí příchutě chloridů a povzbuzuje vnímání slané chuti v ústech. Látka je stálá i při vyšších

teplotách, je tedy vhodná nejen pro studenou kuchyni, ale i pro vaření, pečení či smažení [56].

Společnost Jungbunzlauer AG dodává na trh směs, která se nazývá Sub4salt®. Směs v případě polévek umožňuje díky účinnému maskování kovové chuti snížení obsahu sodných iontů o 40 %, v případě výroby pečiva je to 35 % [56].



Obr. č. 23: Sůl se sníženým obsahem NaCl [57]

Na podobném principu jsou založeny výrobky Magnifique od Wixonu, nebo SaltWise™ společnosti Cargill Inc. Složení, postup výroby maskovačů je předmětem obchodního tajemství každé firmy, může ale např. o extrakty bylin, koření či kvasničného původu [56].

Použití kvasničného extraktu zkoumá firma ze Spojených států amerických Savoury Systems International. Solící směsi obsahující kvasničný extrakt své využití našly zejména v pekárenství [58].

Absenci slané chuti lze kompenzovat použitím aromatických bylin a koření. Z těch nejběžnějších to může být česnek, kopr, bobkový list, cibule, oregano, případně majoránka, rozmarýn, nebo natě celeru a petržele [59].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je najít takovou solicí směs do masných výrobků, která bude mít nižší obsah sodíku. Zároveň u masných výrobků, při jejichž přípravě byla tato směs použita, musí zůstat zachovány minimálně stejné technologické a organoleptické vlastnosti.

Experiment byl proveden na kuřecích játrovkách, při jejichž výrobě byla použita různá množství chloridu sodného, v některých případech doplněného o chlorid hořečnatý. V každém testovacím vzorku, byl přidán i kvasničný extrakt. Tyto testovací vzorky byly poté porovnány s referenčním vzorkem o standardním obsahu soli 2 % hm.

U výrobků byly ověřeny technologické vlastnosti. Došlo ke stanovení obsahu sušiny, texturního profilu, barvy, pH a oxidační stability tuků.

10 METODIKA PRÁCE

10.1 Materiál a metody

kuřecí játra (Raciola Uherský Brod, s.r.o.)

kuřecí stehenní svalovina (Raciola Uherský Brod, s.r.o.)

kuřecí kůže (Raciola Uherský Brod, s.r.o.)

kukuřičný škrob (Amylon a.s.)

koření Leberkäse (RAPS GmdH Co.KG)

chlorid sodný (Lach-Ner, s.r.o.)

chlorid hořečnatý (Lach-Ner, s.r.o.)

kvasničný extrakt (J. K. FOOD, s.r.o.)

váhy KERN (Kern Sohn GmbH)

kuřecí mixer Vorwerk Thermomix TM 31

konvektomat Racional SCC WE 61

texturometr TA-XT Plus (Stable Micro Systems)

spektrofotometr Ultrascan PRO (HunterLab)

pH metr Hanna HI 99161

skleněné dózy a víčka

další laboratorní pomůcky

10.2 Příprava experimentálních vzorků

Bylo připraveno celkem sedm vzorků o různém obsahu chloridu sodného. Výchozím množstvím soli bylo 2 % hm., tzv. standardní (referenční vzorek). V ostatních vzorcích byl obsah NaCl snižován za současné náhrady kvasničným extraktem a chloridem hořečnatým. Kompletní receptura je uvedena v Tab. č. 2.

10.2.1 Receptura experimentálních vzorků

Tab. č. 2: Suroviny na výrobu kuřecích játrovek v gramech

vzorek č.	kuřecí játra	kuřecí stehna	kuřecí kůže	kuřecí vývar	škrob	koření	NaCl	MgCl ₂	kvasničný extrakt
1*	300	250	250	150	25	5	20	0	0
2	300	250	250	150	25	5	15	0	2
3	300	250	250	150	25	5	10	0	2
4	300	250	250	150	25	5	12	3	2
5	300	250	250	150	25	5	9	6	2
6	300	250	250	150	25	5	6	9	2
7	300	250	250	150	25	5	3	12	2

* referenční vzorek

10.2.2 Postup výroby experimentálních vzorků

Nejprve bylo nutné ztužit kůže varem ve vodě. Takto ztužené kůže a vývar byly použity při další výrobě vzorků. Na každý vzorek byly ingredience naváženy s přesností na dvě desetinná místa na váhách KERN. V kutru nejprve došlo k rozmělnění jater za současného promísení solící směsí (buďto NaCl samotný v případě standardu, nebo ve směsi s kvasničným extraktem, případně ještě s MgCl₂).

Zvlášť se rozmělnila stehenní svalovina s kůžemi za postupného přidavku vývaru a koření. Obě rozmělněné směsi se smíchaly a za dalšího kutrování. Před koncem mělnění a míchání se do masného díla přidal škrob.

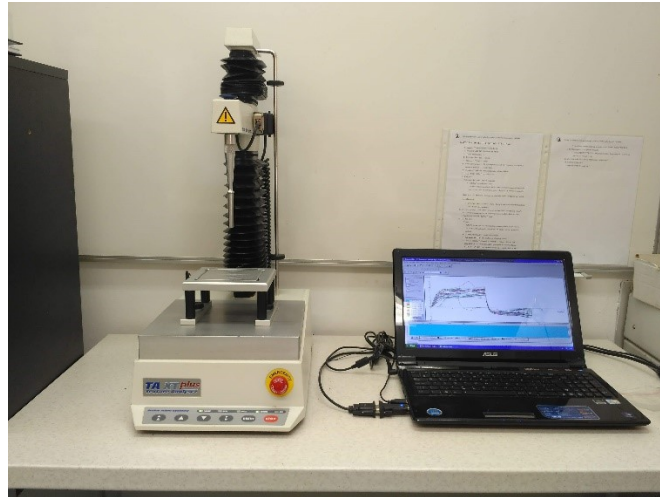
Mělnění probíhalo při maximální rychlosti 9000 otáček/min, na počátku se volila rychlost nižší a postupně se zvyšovala. Teplota, byla kontrolována tak, aby nepřekročila 45 °C. Vyrobené játrovky naplněné do sklenic o objemu 270 ml se umístily do vakuového zařízení, aby došlo k odstranění vzduchových kavern. Následně byly naplněné sklenice naskládány do konvektomatu, aby mohly projít tepelným ošetřením, přičemž parametry ohřevu byly nastaveny na 75 °C po dobu 20 minut v jádře výrobku. Po ošetření byly naplněné sklenice ihned zchlazeny vodou spolu s šupinkovým ledem a následně uloženy do lednice a skladovány při teplotě 5±2 °C.



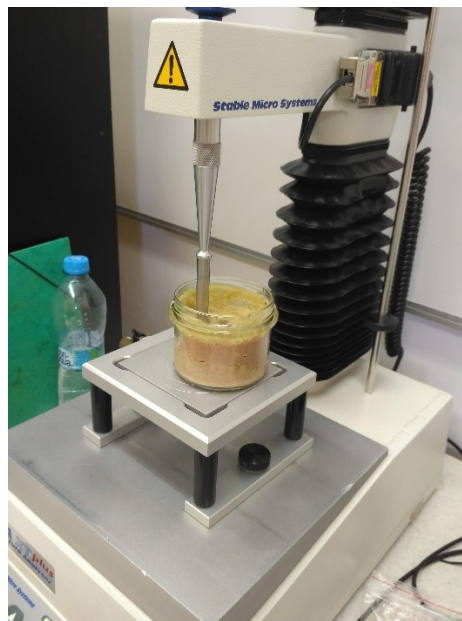
Obr. č. 24: Vyrobené vzorky

10.3 Měření texturních vlastností

Měření texturních vlastností probíhalo na přístroji TA-XT Plus od společnosti Stable Micro systém po 140 dnech od výroby. Před samotným měřením byl přístroj kalibrován závažím o hmotnosti 5 000 g. Ke zjištění texturního profilu byla použita sonda o průměru 10 mm, hloubka penetrace byla zvolena na 20 mm, rychlost penetrace sondy byla stanovena na 0,8 mm/s a rychlost návratu na 1,0 mm/s. Každý vzorek byl podroben šesti měřením. Získaná data byla vyhodnocena v programu Exponent Lite, ver. 4.0.13.0. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 1 až 3), průměrné hodnoty a směrodatné odchylky za každý vzorek jsou uvedeny v tabulce a zpracovány formou grafu v kapitole Výsledky a diskuze.



Obr. č. 25: Texturometr TA-XT Plus



Obr. č. 26: Měření textury vzorku

10.4 Měření barvy

Barva byla měřena v trojrozměrném prostoru CIE $L^*a^*b^*$. Experimentální vzorky byly analyzovány v přístroji Ultrascan PRO od výrobce HunterLab po 140 dnech od výroby. Samotnému měření předcházela kalibrace na bílé a černé pozadí. Následně byl každý vzorek proměřen šestkrát. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 4 až 6), průměrné hodnoty a směrodatné odchylky za každý vzorek jsou uvedeny v tabulce a zpracovány formou grafu v kapitole Výsledky a diskuze.

10.5 Měření pH

Měření bylo prováděno za použití digitálního vpichového pH metru Hanna HI 99161 po 140 dnech od výroby. Každý vzorek byl proměřen šestkrát v různých místech a hloubkách vzorku. Mezi každým měřením byl pH metr důkladně očištěn a opláchnut deionizovanou vodou. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 7). Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky za každý vzorek jsou uvedeny v tabulce a zpracovány formou grafu v kapitole Výsledky a diskuze.



Obr. č. 27: pH metr Hanna HI 99161

10.6 Měření sušiny

Sušina byla stanovena gravimetrickou metodou po 150 dnech od výroby. Z každého vzorku bylo naváženo přibližně stejné množství, okolo 3 g jádrovky do kovových misek s jemným pískem. Pomocí skleněných tyčinek se vzorek důkladně rozetřel a promísil s pískem. Následně byly vzorky vloženy do sušárny a sušeny po dobu pěti hodin do konstantního úbytku hmotnosti. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha

č. 8). Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky za každý vzorek jsou uvedeny v tabulce a zpracovány formou grafu v kapitole Výsledky a diskuze.



Obr. č. 28: Vzorky připravené na stanovení sušiny

10.7 Měření oxidační stability tuků

Stanovení oxidační stability tuků se provádí určením thiobarbiturového čísla, které uvádí obsah malondialdehydu, jakožto produktu sekundární oxidace lipidů. Tato látka reaguje v kyselém prostředí s kyselinou 2-thiobarbiturovou za vzniku růžového zbarvení. Intenzita zbarvení se měří spektrofotometricky při vlnové délce 450 nm a podle kalibrační křivky se určí množství oxidačních produktů pocházejících z lipidů v jednotlivých vzorcích. Měření bylo provedeno kvůli srovnání oxidace lipidů v den vyrobení vzorků a následně po 150 dnech. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 9 a 10), průměrné hodnoty za každý vzorek jsou uvedeny v tabulce a zpracovány formou grafu v kapitole Výsledky a diskuze.

11 VÝSLEDKY A DISKUZE

V této kapitole jsou prezentovány a diskutovány získané výsledky z analýzy texturního profilu, barvy, pH, sušiny a oxidační stability tuků.

11.1 Vyhodnocení texturního profilu

Měření texturních vlastností probíhalo na přístroji TA-XT Plus od společnosti Stable Micro systém. Každý vzorek byly podroben šesti měřením. Z každé šestice měření byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. V rámci analýzy byla určována tvrdost, síla gelu (adheze) a pružnost. Každá vlastnost a číselné vyjádření její velikosti je porovnána nejen v tabulce, ale i graficky. Kompletní přehled zjištěných hodnot je uveden v Příloze č. 1 až 3.

11.1.1 Tvrdost

Tab. č. 3: Hodnoty tvrdosti naměřené u vzorků v N

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměrná tvrdost	4,426	5,784	6,510	5,433	4,452	5,186	4,013
směrodatná odchylka	0,234	0,483	0,807	0,436	0,357	0,182	0,350

Graf č. 1: Graf závislosti tvrdosti na složení solící směsi



U vzorků 2 a 3, kde došlo oproti standardu (vzorek 1) ke snížení obsahu chloridu sodného na 1,5 % a 1,0 % a přidavku 0,2 % kvasničného extraktu, byla zjištěna vzrůstající tendence v tvrdosti ve srovnání se standardem. U vzorků 4 až 7 byla patrný klesající trend v tvrdosti, kromě vzorku 6, který měl mírně vyšší hodnotu.

Vzorky s obsahem 1,2 % NaCl a 0,3 % MgCl₂ (vzorek 4) nebo 0,6 % NaCl a 0,9 % MgCl₂ (vzorek 6) byly tvrdší než standard, kdežto vzorky 5 a 7 vykazaly tvrdost srovnatelnou s referenčním vzorkem i nižší. Vzorky, u nichž byl snižováno množství soli bez přidavku chloridu hořečnatého tedy vykazovaly růst tvrdosti v závislosti na snižování množství chloridu sodného, u směsí s chloridem hořečnatým tvrdost klesala se snižováním obsahu chloridu sodného a zvyšováním obsahu chloridu hořečnatého. Nejvyšší tvrdost byla naměřena u vzorku 3, naopak nejnižší tvrdost měl vzorek 7.

Výsledky, ke kterým dospěli Steen et al. [59] leží v jiných hodnotách, a s výsledky naměřenými v této diplomové práci se neshodují. Nicméně to může být způsobeno jinou surovinovou skladbou. Maximální tvrdost u Steena et al. dosáhla 1,02 N.

Na rozdíl od Steen et al. [59] Zajac et al. [61] sice ve své práci publikovali výsledky, které jsou zde předloženým zjištěním bližší, ale také s nimi zcela nekorespondují. Hodnoty leží v intervalu od 3 do 5 N. Do tohoto intervalu by se umístily pouze tři experimentální vzorky, a to konkrétně číslo 1, 5 a 7. U zbylých byla tvrdost nad hodní hranicí intervalu.

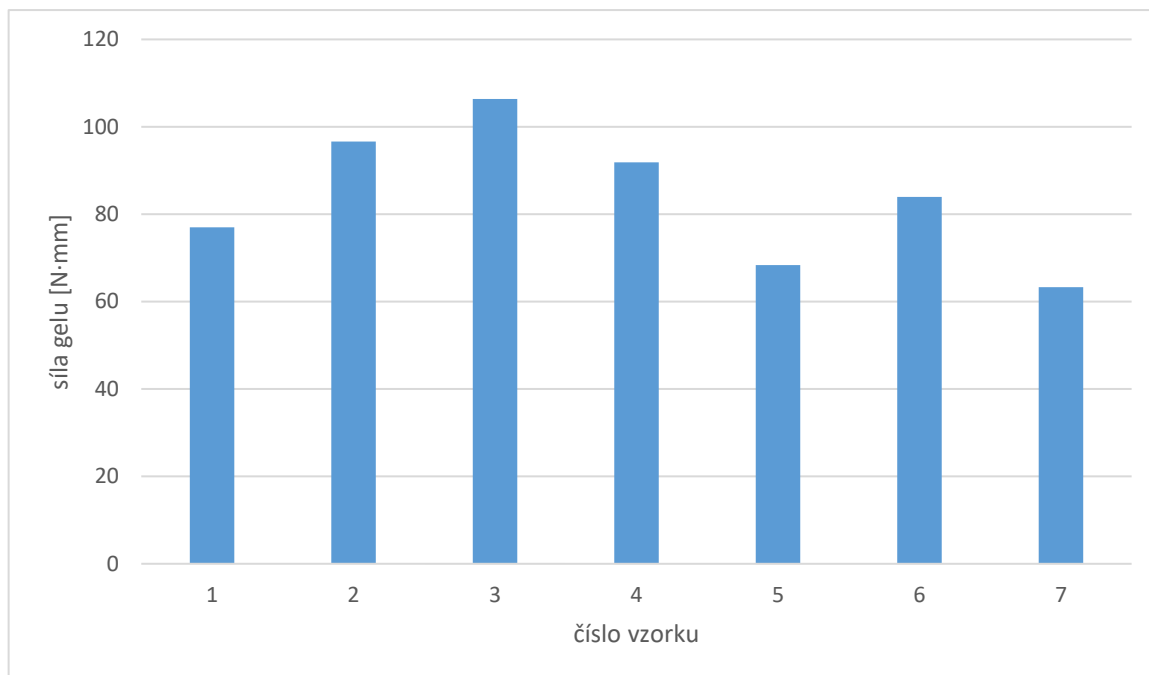
Metodika a postup texturní analýzy u výše zmíněných autorů jsou velmi podobné s parametry měření v této diplomové práci. Jako vysvětlení se nabízí vliv rozdílné surovinové skladby, která je ve všech třech případech od sebe navzájem liší.

11.1.2 Síla gelu

Tab. č. 4: Hodnoty síly gelu naměřené na vzorcích v N·mm

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměrná síla gelu	77,002	96,636	106,404	91,849	68,372	83,951	63,275
směrodatná odchylka	4,321	7,041	4,922	8,386	8,012	8,119	5,374

Graf č. 2: Graf závislosti síly gelu na složení solící směsi



Síla gelu u vzorků 2 a 3, stejně jako tomu bylo u tvrdosti, rostla společně s přidavkem kvasničného extraktu a úbytkem chloridu sodného. Vzorky s přibývajícím množstvím dvojmocného chloridu měly sestupný trend síly gelu, kromě vzorku 6. Stejně jako v předešlém případě vzorky 4 a 6 měly sílu gelu větší než standard, naopak vzorky 5 a 7 měly sílu nejnižší z celé série.

Největší sílu gelu vykázal vzorek s obsahem soli 1 % soli, nejnižší byla naměřena u vzorku, při jehož výrobě byla použita směs 0,3 % chloridu sodného, 1,2 % chloridu hořečnatého a 0,2 % kvasničného extraktu.

V porovnání s jinými studii jsou zde získané hodnoty mnohonásobně vyšší, například výsledky v práci Delgado-Pando et al. nenabývaly hodnoty vyšší než 5 N·mm [62]. Zjištění Gómez-Estaca et al. nepřekročila 9 N·mm [66] a opět u další studie Delgado-Pando et al., publikované v roce 2012, byla maximální hodnota síly do 2,5 N·mm, ale běžně se pohybovaly spíše do 2 N·mm [63].

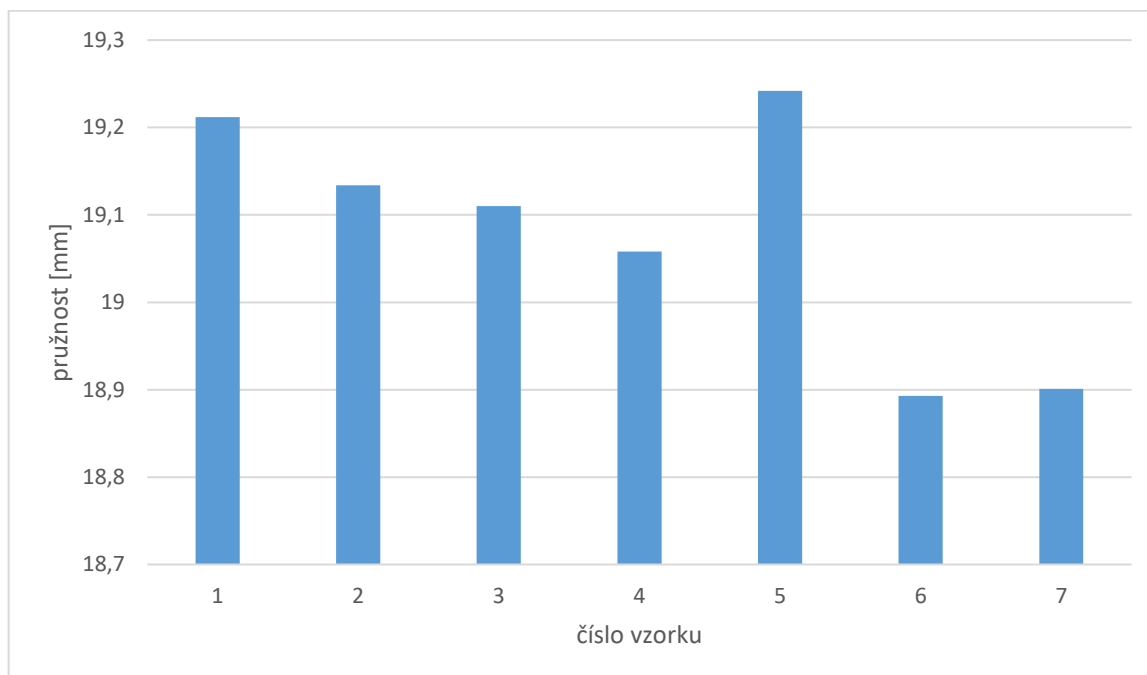
Je pravdou, že surovinová skladba a množství se ve všech případech lišily. Dále také s přihlédnutím k tomu, že uvedené hodnoty byly ve všech případech získány velmi podobnou metodou a na podobných přístrojích, se to jeví jako zřejmě jediné vysvětlení k tak diametrálně odlišným hodnotám.

11.1.3 Pružnost

Tab. č. 5: Hodnoty pružnosti naměřené na vzorcích v mm

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměrná pružnost	19,212	19,134	19,110	19,058	19,242	18,893	18,901
směrodatná odchylka	0,026	0,045	0,071	0,036	0,070	0,111	0,166

Graf č. 3: Graf závislosti pružnosti na použité solící směsi



Pružnost, v případě snižování obsahu chloridu sodného bez náhrady dvoumocným chloridem, klesala o to více, čím bylo množství NaCl ve vzorku nižší. Vzorky, kde se při výrobě uplatňoval i chlorid hořečnatý měly klesající trend, kromě vzorku 5. Vzorek měl mírně vyšší hodnoty, než jaké byly zjištěny u standardu, kdežto vzorky 6 a 7 dosahovaly pouze zhruba méně než poloviční hodnoty pružnosti v porovnání se standardem.

Hodnoty pružnosti zjištěné u vzorků korespondují s výsledky měření, které se pro porovnání podařilo dohledat ve studiích od Steen et al. [59]. Publikovaná data se pohybují okolo 18 mm, konkrétně v rozmezí od 17,9 do 18,9 mm. Nicméně na druhou stranu u Martín-Sáncheze et al. jsou hodnoty mnohem nižší, pružnost nepřekračuje 3,9 mm [64].

Vzhledem k tomu, že princip měřicí metody a zvolené parametry průběhu měření jsou podobné, je možné, že se v tomto případě projevil vliv rozdílné surovinové skladby.

11.2 Vyhodnocení barvy

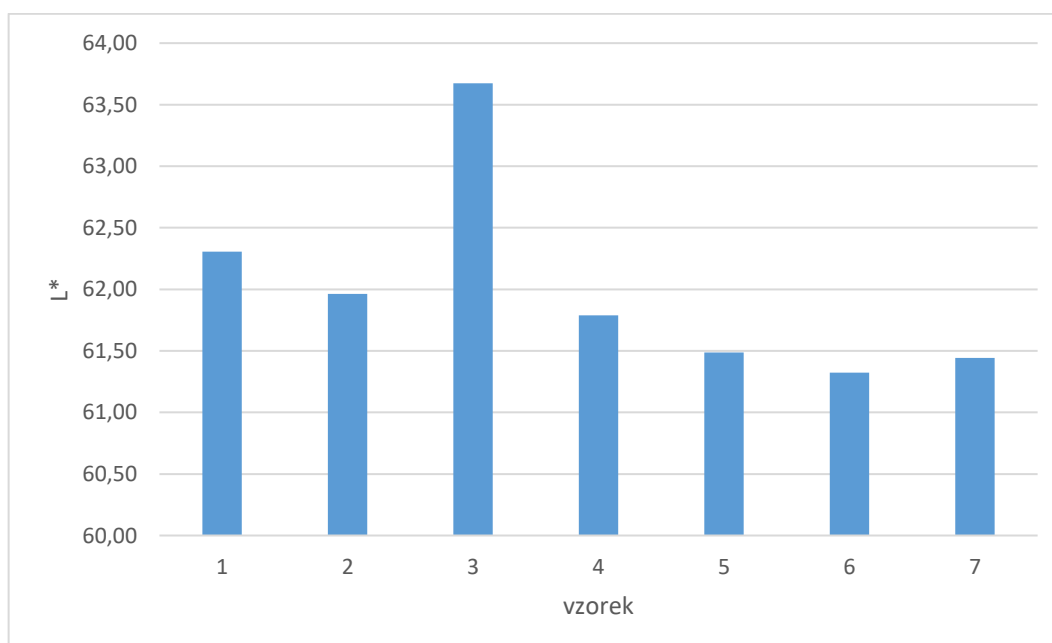
Měření parametrů L^* (jas), a^* (přechod mezi červenou a zelenou) a b^* (přechod mezi žlutou a modrou) bylo provedeno na přístroji Ultrascan PRO od společnosti HunterLab. Každý experimentální vzorek byl změřen celkem šestkrát. Z každé šestice měření byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. Jas a oba přechody jsou srovnány nejen v tabulce, ale i graficky, kompletní výsledky jsou uvedeny v Příloze č. 4 až 6. Barevnost masného výrobku závisí na míře oxidace barviv nacházejících se v mase (myoglobin a hemoglobin). Tepelným záhřevem se denaturuje bílkovinná složka barviva (globin) a následně dochází k samotným oxidačním změnám v barevné (hemové) složce. Do výrobku nebyla přidávána dusitanová solící směs, takže je očekáváno především v povrchových vrstvách nahnědlé zbarvení po metmyoglobinu. Uvnitř je barva narůžovělá, jelikož bylo zamezeno přístupu kyslíku k barvivům.

11.2.1 Jas L^*

Tab. č. 6: Hodnoty jasu L^* naměřené na vzorcích

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměr jasu L^*	62,31	61,96	63,67	61,79	61,49	61,32	61,44
směrodatná odchylka	0,55	0,39	0,21	0,28	0,25	0,07	0,41

Graf č. 4: Graf závislosti jasu na použité solící směsi



Hodnoty jasu jsou velmi vyrovnané, pohybují se v intervalu mezi 61,0 a 62,5. Jediný vzorek 3 vyčnívá s hodnotou 63,7. Na stupnici od 0 (černá) do 100 (bílá) se jedná vzorky spadající spíše do světlejší části škály. Nejvyšší jas vykázal právě vzorek 3, nejnižší jas měl vzorek 6 (0,6 % NaCl, 0,9 % MgCl₂ a 2 % kvasničného extraktu). Z naměřených hodnot je patrný trend, kdy se se snížením obsahu chloridu sodného snížil jas. Z grafického srovnání je sice patrná jistá klesající tendence, nicméně u vzorku 7 se jas opět mírně zvýšil.

Na rozdíl od jatek testovaných v práci Zajáce et al. [61] (maximální hodnota jasu je 56,9) jsou zde uváděné hodnoty jasu vyšší. Způsobeno to může být rozdílným složením a recepturou jatek, např. tím, že při výrobě jatek zde bylo použito světlejší kuřecí maso a kůže, než tomu bylo v práci Zajáce et al..

I v případě Martín-Sáncheze et al. [65] hodnoty jasu nepřesáhly hranici 58, jas byl tedy nižší než v případě vzorků zkoumaných v diplomové práci. Na druhou stranu v práci Delgado-Pando et al. [62] se získané hodnoty shodovaly výsledky této práce, třebaže surovinová skladba nebyla úplně totožná.

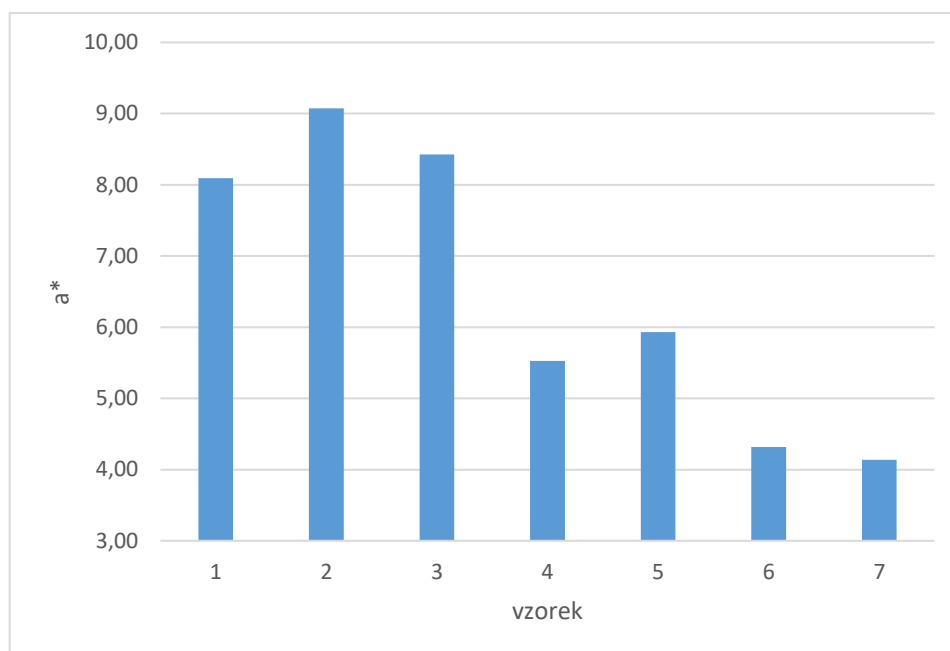
Jas tedy je přiměřený použitým surovinám a jejich množství.

11.2.2 Přejít mezi červenou a zelenou a*

Tab. č. 7: Hodnoty přechodu červená/zelená (R/G) a*

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměr a*	8,09	9,07	8,43	5,53	5,93	4,32	4,14
směrodatná odchylka	0,30	0,46	0,10	0,43	0,26	0,54	0,48

Graf č. 5: Graf závislosti přechodu R/G na použité solící směsi



Parametr a^* ve všech případech nabývala kladných čísel, takže spíše ve spektru červené barvy, což koresponduje s tím, že se jedná o masný výrobek. V porovnání se vzorky, kde nebyl přidáván chlorid hořečnatý, měly vzorky 4 až 7 parametr a^* o mnohem vyšších hodnotách. Tyto vzorky vykazovaly určitý klesající trend, s výjimkou vzorku 5. Vzorky 1 až 3 nevykázaly hodnoty nižší než 8, naopak ve zbylé části vzorků nepřekročila velikost parametru a^* hranici hodnoty 6. Ze získaných hodnot nelze vyvodit, že by změna parametru a^* byla závislá na použité solící směsi.

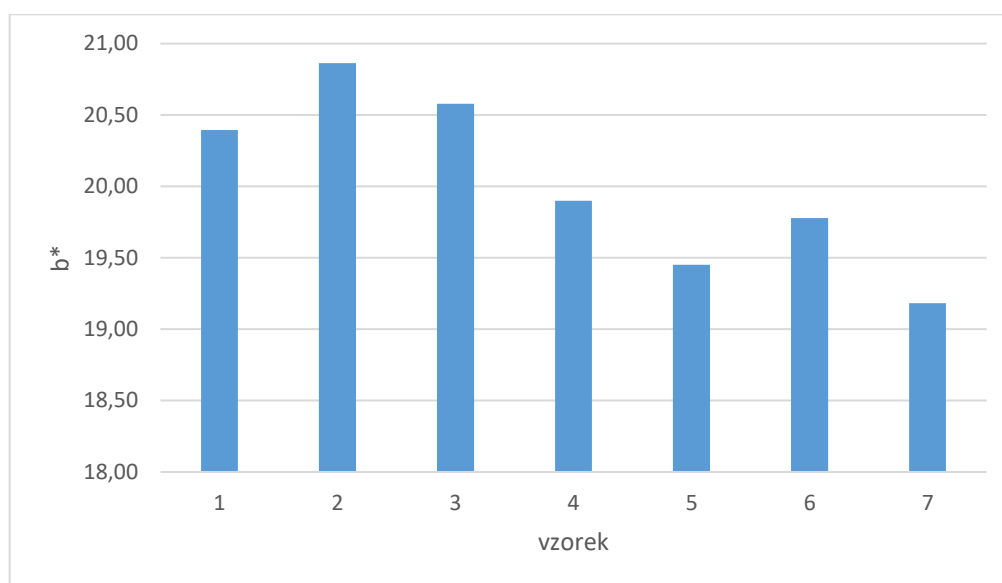
V porovnání s měřeními podle Zajáce et al. [61] jsou hodnoty v diplomové práci více v oblasti červené barvy, kdežto jeho publikované studii uvedené hodnoty jsou znatelně blíže k zelené oblasti. Příčinu tohoto rozdílu lze opět hledat v surovinové skladbě a množství jednotlivých přísad. Při výrobě testovaných vzorků bylo na 1 kg receptury použito 300 g jater, kdežto u Zajáce et al. to bylo 100 g.

V případě Martín-Sáncheze et al. [65] byly hodnoty přechodu bližší výsledkům k hodnotám vzorků měřených v této práci. Výsledky Martín-Sáncheze et al. kolísaly mezi 6 až deseti, stále se tedy pohybovaly na červené straně poloosy. Tedy až na vzorky 4 až 7, které mají znatelný odstup. Ve srovnání s výsledky Delgado-Panda et al. [62] byly změřené hodnoty celkově nižší.

11.2.3 Přechod mezi žlutou a modrou b^* Tab. č. 8: Hodnoty přechodu žlutá/modrá (Y/B) b^*

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměr b^*	20,40	20,86	20,58	19,90	19,45	19,78	19,18
směrodatná odchylka	0,17	0,19	0,24	0,19	0,10	0,19	0,16

Graf č. 6: Graf závislosti přechodu Y/B na použité solící směsi



Na ose b^* (žlutá-modrá) padly všechny změřené hodnoty do kladné části spektra, tedy do žluté oblasti, což odpovídá typu vyrobeného produktu. V případě záporných hodnot, by parametr b^* spadl do oblasti s modrou barvou, to by ovšem neodpovídalo typu vyrobené potraviny, ani zvoleným surovinám. Vzorky obsahující pouze chlorid sodný (případně s kvasničným extraktem) mají hodnotu parametru b^* vyšší než vzorky, v nichž se vyskytuje chlorid hořečnatý. V naměřených hodnotách u vzorku 2 a 3 není patrný setrvalý trend či posloupnost. Mezi vzorky 4 až 7 je pozorovatelná klesající tendence, s výjimkou vzorku 6. Z výsledků tedy nevyplývá, že by složení solící směsi mělo vliv na parametr b^* analýzy barvy.

Uvedené hodnoty jsou i v tomto případě znatelně vyšší, než je tomu v případě Zajáce et al. [61]. V obou případech se neměřená data pohybují ve žlutém spektru žlutomodré osy, nicméně výsledky Zajáce et al. nepřesahují hodnotu 16, zatímco v této práci provedená měření poskytla hodnoty kolidující mezi 19 a 21. Rozdíly opět mohou pramenit z rozdílné surovinové skladby.

U Martín-Sánchez et al. [65], třebaže se stále jednalo o výsledky spadající do žluté části osy, spadaly hodnoty do nižších čísel, nejvyšší se blížila 14. Podobně tomu bylo i u práce Delgado-Panda et al. [62], kde výsledky nebyly vyšší než 15.

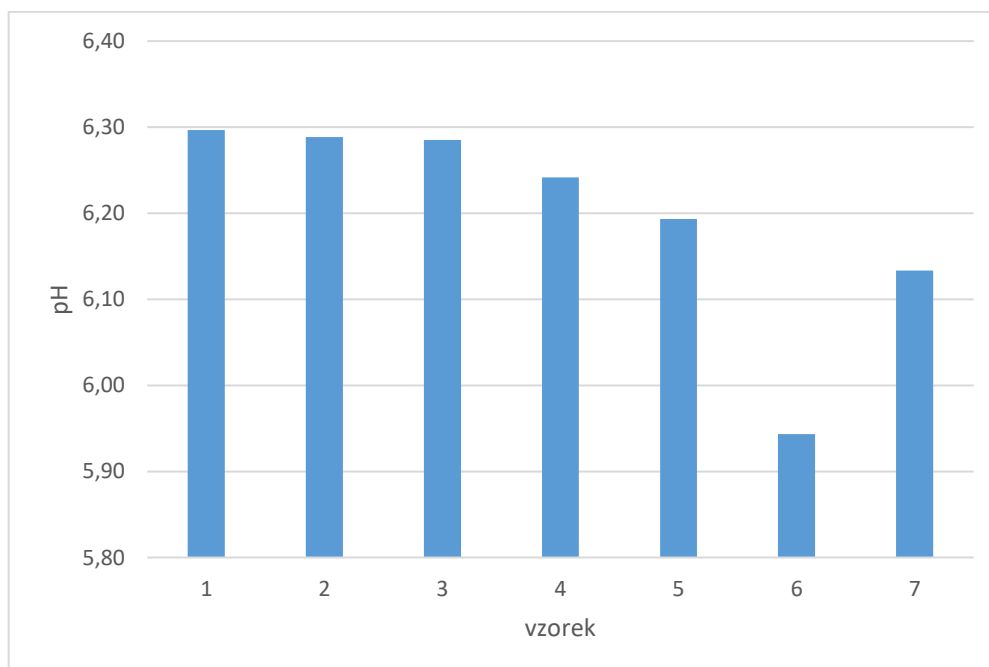
11.3 Vyhodnocení pH

Měření bylo prováděno za použití digitálního vpichového pH metru Hanna HI 99161. Každý vzorek byl proměřen šestkrát, a to v různých místech a hloubkách vzorku. Z každé šestice měření byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 7).

Tab. č. 9: Hodnoty pH

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměr pH	6,30	6,29	6,29	6,24	6,19	5,94	6,13
směrodatná odchylka	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02

Graf č. 7: Graf závislosti pH na použité solící směsi



Vzorky obsahující pouze chlorid sodný (ať už s obsahem 2,0 %, 1,5 %, 1,0 %) vykázaly vyšší hodnoty pH (takřka vyrovnané), než tomu bylo u substituce chloridu sodného chloridem hořečnatým. Vzorky s chloridem hořečnatým v receptuře měly pozvolný klesající trend, s výjimkou vzorku 6. Nejnižší pH měl vzorek se složením směsi 0,6 % NaCl; 0,9 %

MgCl₂ a 2 % kvasničného extraktu. Nicméně pH u vzorku 7 s kombinací 0,3 % chloridu sodného a 1,2 % chloridu hořečnatého s kvasničným extraktem pH opět vzrostlo nad hodnotu 6.

Zjištěné výsledky částečně (především pro vzorky 1 až 3) korespondují se zjištěním Gómez-Estaca et al. [66], kde se hodnoty pohybovaly okolo pH 6,5. Odchytky mohou být způsobeny rozdílnou surovinovou skladbou vyrobených játrovek.

I u jiných autorů se pH pohybovalo okolo hodnoty 6,5, ať už se jednalo o dvě různé práce od týmu Martín-Sáncheze et al. [64,65], nebo u Delgado-Pando et al. [62].

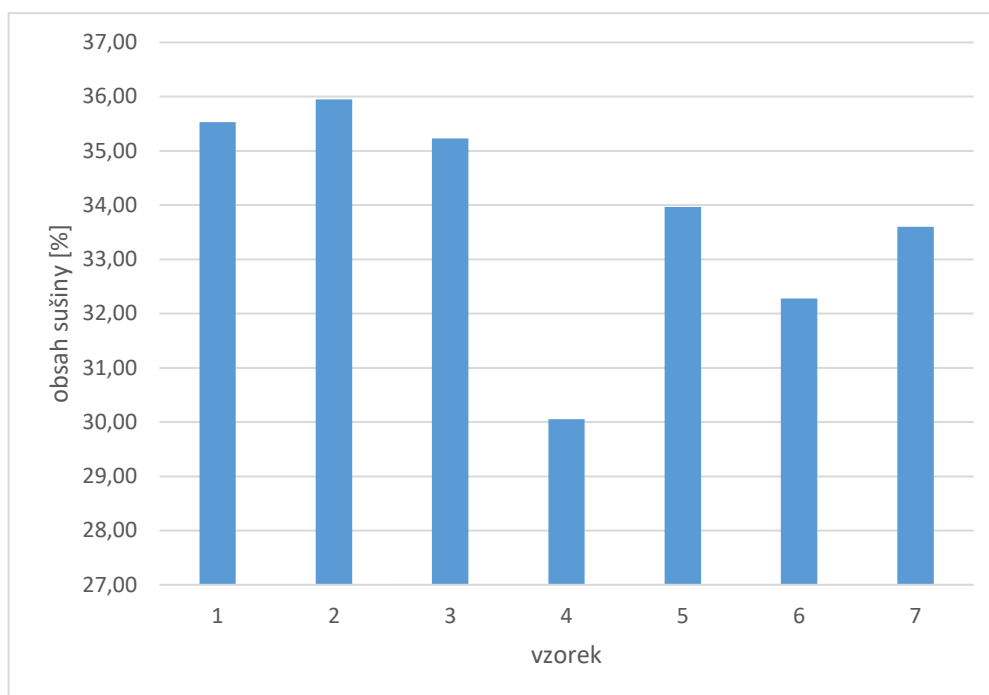
11.4 Vyhodnocení obsahu sušiny

Měření bylo prováděno gravimetrickou metodou. Každý vzorek byl podroben experimentu třikrát. Z každé trojce měření byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 8).

Tab. č. 10: Obsah sušiny

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměrný obsah sušiny [%]	35,53	35,95	35,23	30,06	33,96	32,28	33,60
směrodatná odchylka	0,26	0,18	0,20	0,87	0,40	0,52	0,20

Graf č. 8: Graf závislosti obsahu sušiny na použité solící směsi



Vzorky s kvasničným extraktem a sníženým obsahem chloridu sodného mají podle provedeného měření podobný obsah sušiny mezi 35 a 36 %. U vzorků při jejichž výrobě byl použit i chlorid hořečnatý v porovnání se standardním vzorek obsah sušiny nižší, přičemž je zde patrný trend růstu obsahu sušiny se zvyšujícím se obsahem chloridu hořečnatého. Tedy kromě vzorku 5, který z tohoto trendu vybočuje. Nejnižší obsah sušiny byl zjištěn u vzorku s 1,2 % NaCl a 0,3 % MgCl₂, naopak nejvíce sušiny měl vzorek s 1,5 % NaCl. Je zajímavé, že podstatě jediný rozdíl mezi těmito dvě vzorky je ten, že 0,3 % NaCl je substituováno MgCl₂, přitom rozdíl v obsahu sušiny je téměř 6 %.

Většina zjištěných hodnot koresponduje i s daty publikovaným v pracích jiných autorů, např. u Delgado-Pando et al. [62] se obsah sušiny pohybuje v rozmezí od 34 do 37 % u další práce stejného autora [63] byl zjištěný obsah taktéž velmi podobný od 34 do 36 %. U Gómez-Estaca et al. [66] se obsah sušiny pohyboval v okolí 35 %

11.5 Vyhodnocení oxidační stability tuků

Měření bylo prováděno za použití stanovení thiobarbiturového čísla. U každého vzorku byla na spektrofotometru změřena absorbance třikrát. Jelikož absorbance v každé trojici vyšla totožně, jde zároveň i o průměrnou hodnotu. Vzhledem k tomu, že se změřené hodnoty

od průměrné hodnoty neliší, nebyla ani počítána směrodatná odchylka. Kompletní hodnoty každého měření jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 9 a 10).

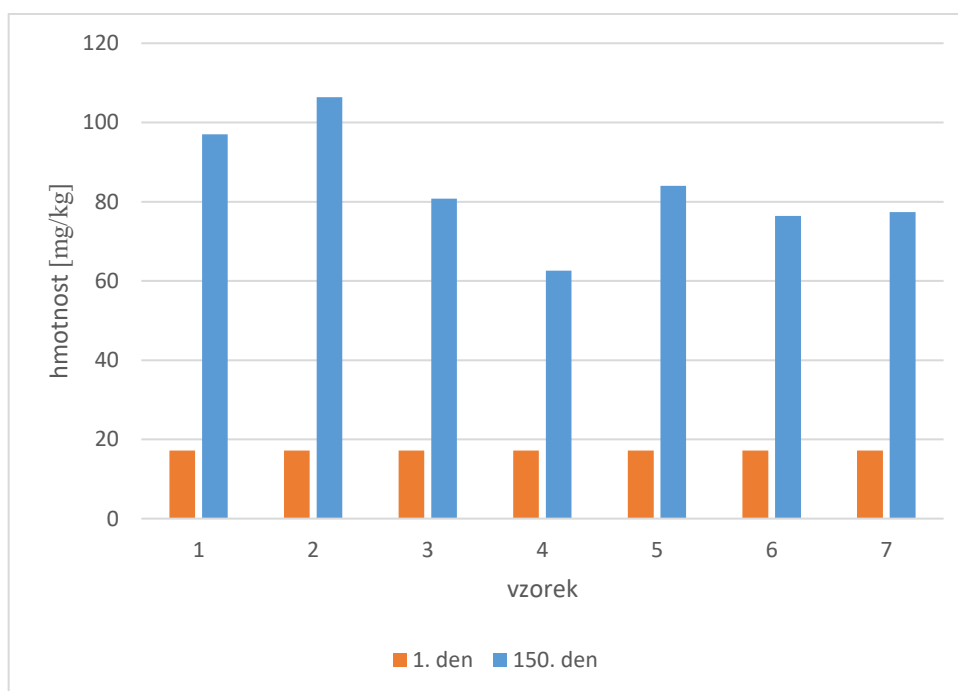
Tab. č. 11: Množství oxidačních produktů v den výroby

vzorek	1. den
průměrná absorbance [1]	0,257
množství oxidačních produktů [mg]	17,2

Tab. č. 12: Množství oxidačních produktů v den výroby po 150 dnech

vzorek	1	2	3	4	5	6	7
průměrná absorbance [1]	0,545	0,566	0,429	0,333	0,424	0,412	0,411
množství oxidačních produktů [mg]	97,0	106,4	80,8	62,6	84,0	76,4	77,4

Graf č. 9: Graf závislosti oxidační stability tuků na použité solici směsi



V den přípravy vzorků byl stanoven obsah malondialdehydu na 17,2 mg/ kg. Po 150 dnech byla zjištěna koncentrace malondialdehydu vyšší. Nejméně podléhaly tuky oxidaci ve vzorku 4, nejvíce naopak vzorku 2. Srovnáme-li standard se vzorky 2 a 3, není patrný žádný specifický trend. Vzorek 2 měl podíl oxidačních produktů vyšší než standard, naopak vzorek 3 zase nižší.

U vzorků s chloridem hořečnatým je patrná rostoucí tendence thiobarbiturového čísla, hodnoty jsou ovšem ve všech případech nižší v porovnání se standardem. Růst však není lineárně závislý, jelikož vzorek 5 v radě vzorků 4 až 7 mírně vyčnívá.

V porovnání s jinými studii jsou hodnoty obsahu malondialdehydu v této práci mnohem vyšší. Například Martín-Sánchez et al. [64] uvádí hodnoty ke dni výroby do 0,6 mg/kg. Sice zde není takové rozpětí, jako bylo prováděno v této diplomové práci, ale při stanovení ke 4. dni od vyrobení dosahovaly hodnoty nejvýše 1,83 mg/kg.

Dle Gómez-Estaca et al. [66] se hodnoty pohybovaly v podobných číslech jako v předešlé studii, po 60 dnech skladování se hodnoty dostaly nejvýše na 2,5 mg/kg. Takové markantní rozdíly mohou být způsobeny tím, že v uvedených studiích bylo na výrobu jatrovky použité vepřové maso. Tuk obsahuje menší podíl nenasycených mastných kyselin, tedy kyselin náchylných k oxidaci, než je tomu v případě kuřecího masa, jež bylo pro přípravu vzorků použito v této práci.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo najít vhodnou náhradu soli, solicí směs se sníženým obsahem sodíku. Za tímto účelem byly testovány vzorky se sníženým obsahem sodíku, případně jeho částečným nahrazením chloridem hořečnatým za současného přidání kvasničného extraktu.

V praktické části práce došlo k samotnému ověřování použitelnosti kvasničného extraktu jakožto látky zvýrazňující slanou chuť, aby mohlo být nahrazení sodíku ještě větší do solicí směsi se přidával chlorid hořečnatý v různém poměru oproti chloridu sodnému. Vyrobené modelové vzorky - játrovky se instrumentálně testovaly pro texturní profil, barvu, pH a obsah sušiny. Experimentálně byla ověřena i oxidační stabilita lipidů stanovením thiobarbiturového čísla.

U texturního profilu ze získaných hodnot nevyplývá, že alternativy ke klasické soli znatelně ovlivňují tvrdost, sílu gelu či jeho pružnost. Při porovnání výsledů u jiných autorů bylo zjištěno, že hodnoty sledovaných parametrů leží jinde než data prezentovaná v této práci. Vzhledem k tomu, že způsob, jakým byla měření prováděna, byl velmi podobný s metodami jiných autorů, je pravděpodobné, že za jinými hodnotami stojí jiná surovinová skladba testovaného výrobku. Vzorky, u nichž byl snižováno množství soli bez přídavku dalšího chloridu vykazovaly růst tvrdosti v závislosti na snižování množství chloridu sodného, u směsí s chloridem hořečnatým je podobný předpoklad, s tím že se snížením obsahu chloridu sodného a zvýšením obsahu chloridu hořečnatého se tvrdost snižovala. Stejný trend byl zjištěn i u síly gelu. V případě pružnosti se její hodnoty snižovaly s ubývajícím množstvím chloridu sodného.

Z analýzy barvy vyplývá, že vzorky připravené pro tuto práci měly v porovnání s hodnotami z jiných prací vyšší jas. Důvodem může být rozdílná surovinová skladba. Z naměřených hodnot je patrný trend, kdy se se snížením obsahu chloridu sodného snížil jas. Parametry a^* a b^* . Hodnoty vzorků bez chloridu hořečnatého a s chloridem hořečnatým měly viditelné rozdíly. Všechny se pohybovaly na červené poloose, ale druhé jmenované měly hodnoty nižší, a tedy blíže k zelené barvě, než tomu bylo u vzorků pouze s chloridem sodným. Parametr b^* vyšel u vzorků testovaných v této práci vyšší než v citovaných studiích, tedy na žluté poloose.

Hodnoty pH a obsahu sušiny prezentované v této práci vyšly velmi obdobně v porovnání jinými citovanými pracemi. Na druhou stranu oxidační stabilita naopak vyšla mnohem nižší, než tomu bylo u citovaných prací zahraničních autorů.

Na základě provedených měření a získaných hodnot lze konstatovat, že testované kombinace chloridu sodného s kvasničným extraktem, či kombinace chloridu sodného a hořečnatého a kvasničného extraktu jsou z pohledu vlivu na technologické vlastnosti vhodnou alternativou k běžnému solení kuchyňskou solí.

Dalšími možnostmi pro rozšíření výzkumu této práce jsou například test stability emulze, či senzorické hodnocení vzorků z testovanými poměry NaCl, MgCl₂ a kvasničného extraktu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] INGR I. *Produkce a zpracování masa*. 2. nezměněné vyd. Brno: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-510-2.
- [2] STEINHAUSER L. *Hygiena a technologie masa*. Brno: LAST, 1995. ISBN 80-900260-4-4.
- [3] KAMENÍČEK J. *Anorganická chemie*. 4. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2387-6.
- [4] KLIKORKA J., B. HÁJEK a J. VOTINSKÝ. *Obecná a anorganická chemie*. 2. nezměněné vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1985.
- [5] Přispěvatelé WikiSkript, *Voda jako rozpouštědlo, voda v organismu* [online], 2017, Datum poslední revize 25. 10. 2017, 17:23 UTC, [citováno 18. 02. 2019] <https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Voda_jako_rozpou%C5%A1t%C4%9Bdlo,_voda_v_organizmu&oldid=390451>.
- [6] Přispěvatelé WikiSkript, *Stavba kosterního svalstva* [online], 2016, Datum poslední revize 12. 12. 2016, 14:18 UTC, [citováno 19. 02. 2019] <https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Stavba_kostern%C3%ADho_svalstva&oldid=364380>.
- [7] Atypické zrání masa. Agropress.cz [online]. Praha: FARMCZSYSTEM, 2016 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <http://www.agropress.cz/2647-2/>.
- [8] KRKOŠKOVÁ B. *Textúra potravin*. 1. vyd., Bratislava: Alfa, 1986.
- [9] CAVITT L.C., YOUM G.W., MEULLENET J.F., OWENS C.M., XIONG R. *Prediction of poultry meat tenderness using Razor blade shear, Allo-Kramer shear, and sarcomere length*. Journal Food Science. 2004, 69, p. 11-15.
- [10] XIONG R., CAVITT L.C., MEULLENET J.F., OWENS C.M. *Comparison of Allo-Kramer, Warner-Bratzler and razor blade shears for predicting sensory tenderness of broiler breast meat*. J Tex Stud, 2006, 37, p. 179-199.
- [11] SALÁKOVÁ A. *Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků*. Instrumental measurement of texture and colour of meat and meat products. Ma-so. 2012, vol. 23, issue. 5.

- [12] HOUŠKA M., PAULÍČKOVÁ I., POKORNÝ J. *Korelace hodnocení sensorické a přístrojové tvrdosti*. Potravinářské vědy. 1994, 12.
- [13] CAINE W.R., AALHUS J.L., BEST D.R., DUGAN M.E.R., JEREMIAH L.E. *Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks*. Meat Sci. 2003, 64.
- [14] Proceedings. *Kurz reometrie potravin*. Praha: VÚPP, 1999.
- [15] LISTRAT A., RAKADJIYSKI N., JURIE C., PICARD B., TOURAILLE C., GEAY Y. *Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls*. Meat Sci. 1999, 53.
- [16] LIU Y., LYON B.G., WINDHAM W.R., REALINI C.E., PRINGLE T.D.D., DUCKETT S. *Prediction of color, texture, and sensory characteristics of beef steaks by visible and near infrared reflectance spectroscopy. A facility study*. Meat Sci. 2003, 65.
- [17] LEPIL O. *Fyzika pro gymnázia. Optika*. 3. vydání. Praha: Prometheus, 2009. ISBN 978-80-7196-237-3.
- [18] TŘEŠŇÁK K. *Barvy a barevné modely*. Svět tisku. 1999, 6.
- [19] Elektromagnetické spektrum [online]. 2018 [citováno 24. 02. 2019]. Dostupný z WWW:
https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=Elektromagnetick%C3%A9_spektrum&oldid=407321.
- [20] MACDOUGHALL D.B. *Colour in food, improving quality*. England: Woodhead publishing: Limited, 2002.
- [21] TŘEŠŇÁK K. *Barvy a barevné prostory*. Svět tisku. 1999,10.
- [22] In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-02-25]. Dostupné z:
https://en.wikipedia.org/wiki/Munsell_color_system#/media/File:Munsell-system.svg.
- [23] Konica Minolta. *Přesná komunikace o barvě*. Konica Minolta - firemní literatura, 2006.

- [24] WARRISS P.D. *Meat Science*. An Introductory Text 1st edition, Wallingford: CABI 2000, 2000.
- [25] *Průvodce teorií měření pH* [online]. Schwerzenbach, Švýcarsko: Mettler-Toledo AG, Analytica, 2007 [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3749778-Pruvodce-teorii-mereni-ph.html>.
- [26] STRAKA I., MALOTA L. Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody). Tábor: OSSIS, 2006. ISBN 80-86659-09-7.
- [27] *Měření pH* [online]. c2016 [citováno 26. 02. 2019]. Dostupný z WWW: https://www.wikiskripta.eu/index.php?title=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD_pH&oldid=341621.
- [28] PIPEK Petr. *Technologie masa II*. Vyd. 1. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998, ISBN 80-719-2283-8.
- [29] PIPEK P. a M. POUR. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 1998. ISBN 80-213-0442-1.
- [30] Praganda - Dusitanová solicí směs 1 kg. In: Nejlepší koření [online]. Kolín, 2019 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: http://www.nejlepsikoreni.cz/index.php?route=product/product&product_id=245.
- [31] ANJANEYULU A.S.R., N. SHARMA a N. KONDAIAH. Evaluation of salt, polyphosphates and their blends at different levels on physicochemical properties of buffalo meat and patties. *Meat Science*. 1989, 25(4), 293-306. DOI: 10.1016/0309-1740(89)90047-8. ISSN 03091740.
- [32] LAMPILA L. E. a J. P. GODBER. *Food Phosphates*. In A. L. Branen, P. M. Davidson, S. Salminen & J. H. T. III (Eds.), *Food Additives - 2nd edition*. New York: Marcel Dekker, Inc. 2002, s. 809-896.
- [33] YOUNG O. A., S. X. ZHANG, M. M. FAROUK a C. PODMORE. *Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef*. *Meat Science*. 2005, 70(1), p. 133-139.
- [34] MOLINS R. A. *Phosphates in Food*. Boca Raton: CRC Press, Inc. 1991.
- [35] TOLDRA F. *Handbook of Fermented Meat and Poultry 2nd Edition. Handbook of fermented meat and poultry*, 2nd edition [online], ISBN 978-1-118-52265-3.

- [36] ALBARRACIN W., SANCHEZ I. C., GRAU R., BARAT J. M. BEUCHAT (2011): *Salt in food processing; usage and reduction. International journal of food science and technolog*, 46, p. 1329-1336 [cit. 2017-04-10]. ISSN 0950-5423.
- [37] VOET D. a J. G. VOET. *Biochemie*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1995, xiv, 1325, xxiii s. ISBN 80-85605-44-9.
- [38] BROULÍK P. *Poruchy kalciofosfátového metabolismu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003, 192 p. Malá monografie (Grada). ISBN 80-247-0245-2.
- [39] In: Abeceda koření - COOP Club [online]. Plzeň: Delex, 2019 [cit. 2019-04-19]. Dostupné z: http://www.coopclub.cz/tipy_a_rady/abeceda-koreni/.
- [40] KADLEC P., MELZOCH, K., VOLDŘICH. M. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2013. ISBN 978-80-7418-163-4.
- [41] CUTTERS K 204. VACUUM-MIXERS. EMULSIFIERS. [online]. [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <http://www.seydelmann.com/en/produkte/>.
- [42] PIPEK P. *Technologie masa*. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998. ISBN 80-719-2283-8.
- [43] SCHNEIDERKA P. a kol. *Vybrané kapitoly z klinické biochemie: učební text pro posluchače 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-505-1.
- [44] VESELÝ O., 2013. *Patofyziologie a klinická fyziologie vnitřního prostředí: Homeostáza iontů sodíku* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci [cit. 2018-02-07]. ISBN 978-80-244-3792-7. Dostupné z: <http://pfyziolklin.upol.cz/ebooks/19/flipviewerxpress.html>.
- [45] Sodný ion, hyponatremické a hypernatremické stavy [online]. Olomouc: LF a FZV Univerzity Palackého v Olomouci, 2012 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <http://pfyziolklin.upol.cz/?p=3695>.
- [46] Chemická vazba. In: Slideshare [online]. Liberec: Katedra chemie, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická, Technická univerzita Liberec, 2009, 7.10.2009 [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/kchtul/chemick-vazba>.

- [47] Na+H₂O.svg. In: Wikimedia Commons [online]. 2018 [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Na%2BH2O.svg>.
- [48] Sodno-draselná pumpa. In: Wikipedie Otevřená encyklopedie [online]. 2018, 5. 12. 2018 [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sodno-draseln%C3%A1_pumpa.
- [49] VILÍMOVSKÝ M., *6 rizik přílišného snížení konzumace sodíku, o kterých se moc ne-mluví*. In: *Medlicker* [online]. 2016 [cit. 2019-02-27]. Česká verze. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/1083-prilis-malo-sodiku>.
- [50] CABALLERO B., ALLEN L., PRENTICE A., 2013: *Encyclopedia of human nutrition.*: Volume 1. 3. vyd. Amsterdam: Academic Press. ISBN 978-0-12-375083-9.
- [51] LORIA C. M., OBARZANEK, E. a ERNST, N. D. Choose and prepare foods with less salt: dietary advice for all Americans. *The Journal of nutrition: JN*. 2001, vol. 131, issue 2S-1, p. 536-551. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11160584>.
- [52] DESMOND E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*. 2006, vol. 74, issue 1, p. 188-196. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.04.014. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174006001161>.
- [53] MEDONET PHARMA. Kardiovaskulární riziko [online]. [cit. 2019-01-20]. Dostupné z: <http://www.medonet.cz/pro-pacienty/kardiovaskularni-riziko>.
- [54] MCGREGOR R. *Taste modification in the biotech era*. *Food Technology*. 2004, vol. 58, issue 5, p. 24–30.
- [55] Saxa Sůl s nízkým obsahem sodíku 1x350g. Makro [online]. Praha: MAKRO Cash&Carry ČR, 2016 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <https://sortiment.makro.cz/cs/saxa-sul-s-nizkym-obssodiku-350g/122169p/>.
- [56] NACHAY K. *Staying smart about salt*, *Food Technology magazine* 62, 2008, č. 3.
- [57] In: GESUND & LEBEN [online]. Stockach: GESUND & LEBEN [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.gesundundleben-wellness.de/index.html>.

- [58] *Yeast extract cuts salt but keeps flavour* [online]. [cit. 9.2.2019]. Dostupný z WWW: < <http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/Yeast-extract-cutssalt-but-keeps-flavour> > .
- [59] DIEHL H., LUDONGTONOVÁ A.: *Dynamický život*, 1.vyd., Praha: 1999, 284 p., ISBN 80-7172-312-6 .
- [60] STEEN L., I. FRAEYE, O. GOEMAERE, L. SIFRE, B. GODERIS, H. PAELINCK a I. FOUBERT. Effect of Salt and Liver/Fat Ratio on Microstructure, Emulsion Stability, Texture and Sensory Mouth Feel of Liver Paste. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 2014, 7(10), p. 2855-2864 [cit. 2019-04-07]. DOI: 10.1007/s11947-013-1247-9. ISSN 1935-5130. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11947-013-1247-9>.
- [61] ZAJĄC M. a R. ŚWIĄTEK. The effect of hemp seed and linseed addition on the quality of liver pâtés [pdf]. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* [online]. 2015, 17(2), p. 169-176 [cit. 2019-04-07]. DOI: 10.17306/J.AFS.2018.0566. ISSN 16440730. Dostupné z: https://www.food.actapol.net/volume17/issue2/8_2_2018.pdf.
- [62] DELGADO-PANDO G., S. COFRADES, L. RODRÍGUEZ-SALAS a F. JIMÉNEZ-COLMENERO. A healthier oil combination and konjac gel as functional ingredients in low-fat pork liver pâté. *Meat Science* [online]. 2011, 88(2), p. 241-248 [cit. 2019-04-16]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.12.028. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174010004584>.
- [63] DELGADO-PANDO G., S. COFRADES, C. RUIZ-CAPILLAS, M. TRIKI a F. JIMÉNEZ-COLMENERO. Low-fat pork liver pâtés enriched with n-3 PUFA/konjac gel: Dynamic rheological properties and technological behaviour during chill storage. *Meat Science* [online]. 2012, 92(1), p. 44-52 [cit. 2019-04-16]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.04.002. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174012001143>.
- [64] MARTÍN-SÁNCHEZ A. M., G. CIRO-GÓMEZ, E. SAYAS, J. VILELLA-ESPLÁ, J. BEN-ABDA aj. J. Á. PÉREZ-ÁLVAREZ. Date palm by-products as a new ingredient for the meat industry: Application to pork liver pâté. *Meat Science* [online]. 2013, 93(4), 880-887 [cit. 2019-04-16]. DOI:

10.1016/j.meatsci.2012.11.049. ISSN 03091740. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174012004172>.

- [65] MARTÍN-SÁNCHEZ, A. M., G. CIRO-GÓMEZ, J. VILELLA-ESPLÁ, J. Á. PÉREZ-ÁLVAREZ a E. SAYAS-BARBERÁ. Physicochemical and Sensory Characteristics of Spreadable Liver Pâtés with Annatto Extract (*Bixa orellana* L.) and Date Palm Co-Products (*Phoenix dactylifera* L.). *Foods* [online]. 2017, 6(11) [cit. 2019-04-16]. DOI: 10.3390/foods6110094. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2304-8158/6/11/94>.
- [66] GÓMEZ-ESTACA, J., A. M. HERRERO, B. HERRANZ, M. D. ÁLVAREZ, F. JIMÉNEZ-COLMENERO a S. COFRADES. Characterization of ethyl cellulose and beeswax oleogels and their suitability as fat replacers in healthier lipid pâtés development. *Food Hydrocolloids* [online]. 2019, 87, 960-969 [cit. 2019-04-07]. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.09.029. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X18315121>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Dispozice elektrického náboje v molekule vody	15
Obr. č. 2: Stavba svalu	19
Obr. č. 3: Vada masa – PSE.....	22
Obr. č. 4: Vada masa – DFD.....	22
Obr. č. 5: Schéma stlačovacích cyklů	23
Obr. č. 6: Ukázka stlačovací křivky.....	24
Obr. č. 7: Warner – Bratzlerův test.....	25
Obr. č. 8: Sondy pro penetrometrii	25
Obr. č. 9: Barevné spektrum	26
Obr. č. 10: Systém Munsel.....	27
Obr. č. 11: Model CIEXYZ	28
Obr. č. 12: Model CIELAB	28
Obr. č. 13: Model LCh.....	29
Obr. č. 14: pH metr	29
Obr. č. 15: Dusitanová solící směs	32
Obr. č. 16: Koření	35
Obr. č. 17: Vakuový kutr	36
Obr. č. 18: Bilance sodíku v organismu.....	38
Obr. č. 19: Chemická vazba.....	40
Obr. č. 20: Solvatace iontů.....	40
Obr. č. 21: Sodno-draselná pumpa.....	41
Obr. č. 22: Sůl se sníženým obsahem sodíku	44
Obr. č. 23: Sůl se sníženým obsahem NaCl.....	45
Obr. č. 24: Vyrobené vzorky	50
Obr. č. 25: Texturometr TA-XT Plus	51
Obr. č. 26: Měření textury vzorku	51
Obr. č. 27: pH metr Hanna HI 99161	52
Obr. č. 28: Vzorky připravené na stanovení sušiny	53

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Graf závislosti tvrdosti na složení solicí směsi.....	54
Graf č. 2: Graf závislosti síly gelu na složení solicí směsi	56
Graf č. 3: Graf závislosti pružnosti na použité solicí směsi.....	57
Graf č. 4: Graf závislosti jasů na použité solicí směsi	58
Graf č. 5: Graf závislosti přechodu R/G na použité solicí směsi	60
Graf č. 6: Graf závislosti přechodu Y/B na použité solicí směsi	61
Graf č. 7: Graf závislosti pH na použité solicí směsi.....	62
Graf č. 8: Graf závislosti obsahu sušiny na použité solicí směsi.....	64
Graf č. 9: Graf závislosti oxidační stability tuků na použité solicí směsi.....	65

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Přibližný obsah vody, bílkovin, tuků a minerálních l. v hovězím mase.....	14
Tab. č. 2: Suroviny na výrobu kuřecích játrovek v gramech	49
Tab. č. 3: Hodnoty tvrdosti naměřené u vzorků v N.....	54
Tab. č. 4: Hodnoty síly gelu naměřené na vzorcích v N·mm	55
Tab. č. 5: Hodnoty pružnosti naměřené na vzorcích v mm	57
Tab. č. 6: Hodnoty jasů L* naměřené na vzorcích	58
Tab. č. 7: Hodnoty přechodu červená/zelená (R/G) a*	59
Tab. č. 8: Hodnoty přechodu žlutá/modrá (Y/B) b*	61
Tab. č. 9: Hodnoty pH	62
Tab. č. 10: Obsah sušiny	63
Tab. č. 11: Množství oxidačních produktů v den výroby	65
Tab. č. 12: Množství oxidačních produktů v den výroby po 150 dnech.....	65

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Hodnoty tvrdosti vzorků pro jednotlivá měření v N

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
1	4,018	5,915	5,878	5,490	4,514	5,570	3,816
2	4,816	5,588	6,130	5,841	4,586	5,049	4,256
3	4,511	6,604	5,883	6,060	3,946	5,176	4,489
4	4,392	5,639	8,228	5,370	4,069	5,024	3,379
5	4,395	5,963	6,383	4,768	4,572	5,195	4,030
6	4,427	4,998	6,555	5,067	5,023	5,104	4,107
průměrná tvrdost	4,426	5,784	6,510	5,433	4,452	5,186	4,013
směrodatná odchylka	0,234	0,483	0,807	0,436	0,357	0,182	0,350

Příloha č. 2: Hodnoty síly gelu vzorků pro jednotlivá měření v N·mm

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
1	70,211	101,797	100,456	90,545	59,591	98,083	57,561
2	84,068	94,656	102,768	103,101	73,113	85,643	68,479
3	76,706	105,380	102,423	101,640	62,841	79,558	70,382
4	74,080	92,712	114,273	91,678	62,233	71,344	60,299
5	77,248	101,095	108,074	80,295	69,377	81,896	66,344
6	79,698	84,178	110,431	83,834	83,080	87,182	56,584
průměrná síla gelu	77,002	96,636	106,404	91,849	68,372	83,951	63,275
směrodatná odchylka	4,321	7,041	4,922	8,386	8,012	8,119	5,374

Příloha č. 3: Hodnoty pružnosti vzorků pro jednotlivá měření v mm

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
1	19,207	19,157	19,152	19,092	19,122	18,852	18,882
2	19,192	19,192	19,187	19,012	19,352	18,932	18,937
3	19,187	19,092	19,167	19,007	19,277	18,972	18,907
4	19,207	19,182	19,112	19,097	19,267	18,662	19,152
5	19,267	19,077	18,977	19,072	19,212	18,967	18,942
6	19,212	19,102	19,067	19,067	19,222	18,972	18,587
průměrná pružnost	19,212	19,134	19,110	19,058	19,242	18,893	18,901
směrodatná odchylka	0,026	0,045	0,071	0,036	0,070	0,111	0,166

Příloha č. 4: Hodnoty jasu L* vzorků pro jednotlivá měření

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
1	63,05	62,44	63,34	61,59	61,60	61,32	62,27
2	62,02	62,23	63,97	61,97	61,73	61,42	61,22
3	61,44	61,66	63,57	61,93	61,40	61,25	61,49
4	62,53	61,34	63,75	62,17	61,29	61,22	61,06
5	61,98	62,31	63,55	61,31	61,81	61,40	61,12
6	62,81	61,79	63,86	61,76	61,09	61,33	61,49
průměrný jas	62,31	61,96	63,67	61,79	61,49	61,32	61,44
směrodatná odchylka	0,55	0,39	0,21	0,28	0,25	0,07	0,41

Příloha č. 5: Hodnoty R/G přechodu a* vzorků pro jednotlivá měření

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
1	8,59	9,97	8,54	5,17	5,82	3,52	4,91
2	7,78	9,21	8,39	5,84	5,76	3,88	3,83
3	7,77	9,04	8,55	5,52	5,92	5,03	4,54
4	7,92	8,97	8,44	6,30	5,80	4,58	3,50
5	8,13	8,51	8,38	5,06	6,51	4,05	3,81
6	8,37	8,74	8,25	5,27	5,78	4,84	4,22
průměr	8,09	9,07	8,43	5,53	5,93	4,32	4,14
směrodatná odchylka	0,30	0,46	0,10	0,43	0,26	0,54	0,48

Příloha č. 6: Hodnoty Y/B přechodu b* vzorků pro jednotlivá měření

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
1	20,64	21,18	20,90	19,83	19,47	19,82	19,51
2	20,56	21,05	20,75	19,96	19,36	19,83	19,22
3	20,13	20,66	20,61	19,77	19,57	20,00	19,06
4	20,26	20,81	20,68	20,29	19,32	19,64	19,07
5	20,37	20,79	20,25	19,73	19,59	19,43	19,12
6	20,41	20,69	20,28	19,81	19,39	19,95	19,11
průměr	20,40	20,86	20,58	19,90	19,45	19,78	19,18
směrodatná odchylka	0,17	0,19	0,24	0,19	0,1	0,219	0,16

Příloha č. 7: Hodnoty pH vzorků pro jednotlivá měření

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
1	6,34	6,27	6,27	6,23	6,23	5,95	6,08
2	6,32	6,28	6,29	6,25	6,21	5,96	6,15
3	6,29	6,30	6,30	6,24	6,20	6,00	6,15
4	6,30	6,27	6,31	6,24	6,19	5,94	6,14
5	6,27	6,31	6,26	6,25	6,16	5,91	6,13
6	6,26	6,30	6,28	6,24	6,17	5,90	6,15
průměr pH	6,30	6,29	6,29	6,24	6,19	5,94	6,13
směrodatná odchylka	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02

Příloha č. 8: Hodnoty pro stanovení obsahu sušiny

vzorek	hmotnost misky	navážka vzorku	hmotnost po sušení	obsah sušiny	průměrný obsah sušiny	směrodatná odchylka
1	39,3624	3,7266	40,6770	35,2761	35,53	0,26
	41,2011	3,5881	42,4886	35,8825		
	46,6525	3,2522	47,8046	35,4252		
2	47,7844	4,3281	49,3328	35,7755	35,95	0,18
	44,4353	4,2069	45,9445	35,8744		
	54,9154	3,5979	56,2175	36,1905		
3	47,482	4,9582	49,2345	35,3454	35,23	0,20
	45,712	3,2577	46,8505	34,9479		
	42,6901	3,6892	43,9960	35,3979		
4	43,2348	4,7559	44,6060	28,8315	30,06	0,87
	52,2033	3,1750	53,1731	30,5448		
	34,5075	3,2656	35,513	30,7906		
5	37,3454	3,5019	38,5189	33,5103	33,96	0,40
	47,868	3,2105	48,9561	33,8919		
	38,0866	3,1375	39,1688	34,4924		
6	48,0608	3,4847	49,2058	32,8579	32,28	0,52
	49,3195	3,3065	50,3640	31,5892		
	46,4307	3,1667	47,4566	32,3965		
7	40,4103	3,0731	41,4449	33,6663	33,60	0,20
	42,4703	3,0882	43,5142	33,8028		
	46,2599	3,3090	47,3627	33,3272		

Příloha č. 9: Hodnoty absorbance a z nich odvozené thiobarbiturové číslo v mg v 1. den

měření/vzorek	
absorbance	0,257
absorbance	0,257
absorbance	0,257
množství	97,00

Příloha č. 10: Hodnoty absorbance a z nich odvozené thiobarbiturové číslo v mg ve 150. den

měření/vzorek	1	2	3	4	5	6	7
absorbance	0,545	0,566	0,429	0,333	0,424	0,412	0,411
absorbance	0,545	0,566	0,429	0,333	0,424	0,412	0,411
absorbance	0,545	0,566	0,429	0,333	0,424	0,412	0,411
množství	97,00	106,40	80,80	62,60	84,00	76,40	77,40

