

Sledování vlivu aplikace náhrad NaCl na senzoric- ké a technologické vlastnosti masných výrobků

Bc. Alena Doležalová

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Alena Doležalová**
Osobní číslo: **T13550**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Sledování vlivu aplikace náhrad NaCl na senzoričké a technologické vlastnosti masných výrobků**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Technologické vlastnosti masa.
2. Technologie výroby masných výrobků.
3. Možnosti náhrad NaCl v masných výrobcích.

II. Praktická část

1. Laboratorní příprava vzorků masných výrobků.
2. Senzoričká analýza experimentálních vzorků.
3. Interpretace výsledků, diskuze a závěr.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] STEINHAUSER, L. a kol. Hygiena a technologie masa, LAST Brno, 1995, 1. vydání. ISBN 80-9002260-4-4; s. 664.

[2] PIPEK, P. Technologie masa I, II. vydání, Praha 1991, ediční středisko VŠCHT, ISBN 80-7080-106-9, s. 172.

[3] DESMOND, E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. Meat Science, 2006, 74, 188196.

[4] NACHAY, K. Staying smart about salt. Food Technology, 62; 3; 2008, pp. 2635.

[5] SEARBY, L. Pass the salt. International Food Ingredients, 2006, February/March, 68.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Robert Gál, Ph.D.**

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **20. ledna 2015**

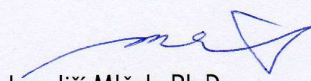
Termín odevzdání diplomové práce: **24. dubna 2015**

Ve Zlíně dne 20. ledna 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

děkan




Ing. Jiří Mlček, Ph.D.

ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Bc. Doležalová Alena

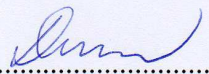
Obor: Technologie potravin

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;
- byla jsem seznámena/a 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 20. 4. 2015

.....


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 nevýdělečně 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 vzdělávacího 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 výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá parciální substitucí chloridu sodného v jemně mletých masných výrobcích – salámů, jakým způsobem jsou sensorické a technologické vlastnosti masných výrobků s určitým podílem náhrad soli ovlivňovány. Na základě výstupů sensorické analýzy a měření technologických vlastností se určí přijatelná náhrada chloridu sodného do tepelně opracovaných masných výrobků. Cílem práce je najít sensoricky a technologicky přijatelnou náhradu soli, jež by mohla vést ke snížení rizika zdravotních problémů spojených s vysokou konzumací soli.

Klíčová slova: náhrady soli, technologické vlastnosti, sensorické hodnocení, chlorid sodný, chlorid draselný, chlorid vápenatý, chlorid hořečnatý.

ABSTRACT

Apart from the application of partial substitution of sodium chloride in finely-ground meat products (salamis) that is dealt with in this thesis, the dissertation also discusses the way in which sensory and technological properties of given meat products are influenced after the sodium chloride gets replaced with a substitute. Such a substitute which is acceptable for the heat processed meat products mentioned above is determined on the basis of the results of an analysis of their sensory properties and measurement of their technological properties. The main aim of the thesis is to find a sensorily and technologically acceptable substitute that would lead to reduction of health hazards related to high consumption of sodium.

Keywords: sodium substitutes, technology of salting, technological properties, sensory evaluation, sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride, magnesium chloride.

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, poskytnutí materiálů a užitečných rad, které mi pomohly zpracovat diplomovou práci a dále za jeho ochotu a čas, věnovaný realizaci a konzultacím mé práce.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10	
I	TEORETICKÁ ČÁST	11
1	TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA	12
1.1	BARVA MASA	12
1.2	VAZNOST MASA.....	13
1.2.1	Teorie vázání vody	13
1.2.1.1	Hydratační voda - vázaná.....	13
1.2.1.2	Volná voda.....	13
1.2.2	Myofibrilární bílkoviny.....	14
1.2.2.1	Struktura a funkce myofibrilárních bílkovin.....	14
1.2.2.2	Vaznost myofibrilárních bílkovin.....	15
1.2.3	Vyjadřování vaznosti masa	16
1.2.4	Faktory ovlivňující vaznost vody	17
1.2.4.1	Vliv pH	17
1.2.4.2	Vliv solí na vaznost.....	19
1.2.4.3	Vliv vody na vaznost	24
2	TECHNOLOGIE VÝROBY MASNÝCH VÝROBKŮ	25
2.1	SOLENÍ MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ	26
2.1.1	Solení dusitanovou solící směsí	26
2.1.2	Závady při solení masa.....	27
3	MOŽNOSTI NÁHRAD NAČL V MASNÝCH VÝROBCÍCH.....	28
3.1	FUNKCE NAČL V MASNÝCH VÝROBCÍCH.....	28
3.2	RIZIKA SPOJENÁ S VYSOKOU KONZUMACÍ NAČL.....	29
3.2.1	Sodík a draslík.....	29
3.3	SNÍŽENÍ NAČL V MASNÝCH VÝROBCÍCH	30
3.3.1	Vnímání slané chuti a její intenzita.....	31
3.3.2	Vázání vody v masných výrobcích.....	32
3.3.3	Látky podporující texturu výrobku.....	34
3.3.4	Dochucovadla a maskující látky.....	35
3.4	SUŠENÉ MASNÉ VÝROBKY	36
3.4.1	Doba prosolování a aktivita vody.....	37
3.5	FERMENTOVANÉ MASNÉ VÝROBKY	37
3.5.1	Substituce KCl	38
II	PRAKTICKÁ ČÁST	39
4	CÍL PRÁCE	40
5	METODIKA PRÁCE.....	41
5.1	MATERIÁL A METODY.....	41
5.2	VÝROBA MASNÝCH VÝROBKŮ.....	42
5.2.1	Receptura jemně mělněného masného výrobku	43

5.2.2	Výpočty navážek substituentů.....	44
5.2.3	Výpočet bilance sodíku ve vzorku	45
5.2.4	Postup výroby masného výrobku	46
5.3	MĚŘENÍ TEXTURY VZORKŮ.....	48
5.4	MĚŘENÍ BARVY VZORKŮ	51
5.4.1	Měření barvy metodou CIE L*a*b*	52
5.5	MĚŘENÍ PH VZORKŮ.....	54
5.6	SENZORICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ	55
5.6.1	Hodnocení pomocí stupnic.....	55
5.6.2	Pořadový preferenční test.....	55
6	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	57
6.1	MĚŘENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ VZORKŮ	57
6.1.1	Naměřené texturní vlastnosti.....	57
6.2	MĚŘENÍ VLASTNOSTÍ BAREV VZORKŮ	62
6.2.1	Naměřené hodnoty barev.....	62
6.3	MĚŘENÍ PH VZORKŮ.....	65
6.3.1	Naměřené hodnoty pH.....	65
6.4	HODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY MASNÝCH VÝROBKŮ	66
6.4.1	Vzhled a barva v nákreji	66
6.4.2	Vůně	67
6.4.3	Konzistence	69
6.4.4	Chuť	70
6.4.5	Intenzita pachů a pachutí.....	71
6.4.6	Celkový dojem	73
6.4.7	Pořadový preferenční test.....	74
	ZÁVĚR	76
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	78
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	85
	SEZNAM OBRÁZKŮ	86
	SEZNAM TABULEK.....	87
	SEZNAM GRAFŮ	88
	SEZNAM PŘÍLOH.....	89

ÚVOD

Solení masa je složitý technologický proces, skládající se z řady fyzikálně-chemických, chemických a mikrobiálních pochodů. Účelem solení bylo původně dosažení údržnosti masa, později zvýraznění chuti. Dnes je solení významné zejména z technologického hlediska, ke zvýšení rozpustnosti myofibrilárních bílkovin, a tím vytvoření struktury masných výrobků. Většina důležitých smyslových jakostních ukazatelů masných výrobků, jako je chuť, šťavnatost, soudržnost, konzistence, intenzita a stálost vybarvení závisí ve značné míře na způsobu solení suroviny [50], [51].

Částí konzumenti masných výrobků s vysokým obsahem NaCl mohou být postiženi zdravotními problémy. V současné době existují důkazy, že vyšší příjem sodíku může mít zásadní význam pro velkou skupinu spotřebitelů s hypertenzí, a proto by měl být jejich příjem chloridu sodného omezen, aby se snížilo riziko vzniku ischemické srdeční choroby. [4]. Nicméně, příjem sodíku překračuje nutriční doporučení ve většině průmyslově vyspělých zemích (tj. 6 g/den). Proto nyní existuje snaha, a to hlavně ze zdravotního důvodu, o snížení sodíku v potravinách [6][8].

Existuje několik možností, jak snížit obsah sodíku v masných výrobcích:

1. přidá se snížené množství chloridu sodného (NaCl);
2. nahradí se celé množství NaCl nebo jeho část jinými chloridovými solemi (KCl, CaCl₂, MgCl₂);
3. nahradí se NaCl s ne-chloridovými solemi, jako jsou fosfáty
4. kombinace kteréhokoliv z výše uvedených přístupů [26][28], [29].

Mezi hlavní možné alternativy chloridu sodného patří chlorid draselný, chlorid vápenatý či chlorid hořečnatý. KCl se běžně používá k náhradě NaCl, může však způsobovat kovovou pachut' výrobku, ale určitá omezení mají také ostatní soli. Chlorid vápenatý má extrémně slanou chuť, je ale vysoce hygroskopický a při styku s vodou má exotermické vlastnosti. Tím je nevhodný pro využití do sušených výrobků. V současné době se používá v některých nápojích pro sportovce a v konzervované zelenině. Chlorid hořečnatý má slanou chuť, ale stejně jako KCl nemá čistou chuť a vnímání slané chuti je odlišné od slané chuti chloridu sodného [4].

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA

Technologické požadavky na jakost masa vycházejí ze dvou základních hledisek. Jakost masa musí umožnit dosažení ekonomických předpokladů produkce masných výrobků (výtečnost, sortiment, rentabilita, zisk) a musí umožnit dosažení výrobků takové jakosti, které jsou konkurenceschopné a co nejúspěšnější na trhu. Proto mají v technologii největší význam tyto vlastnosti masa:

- ❖ Co největší podíl svalové tkáně
- ❖ Co největší podíl bílkovin celkových a co nejvyšší podíl bílkovin plazmatických
- ❖ Co nejlepší schopnost vázat vlastní i technologicky přidanou vodu
- ❖ Normální průběh autolytických změn
- ❖ Barva typická pro daný druh masa a jeho anatomickou část
- ❖ Co nejlepší stabilita tukového podílu masa vůči oxidaci
- ❖ Typická chuť a vůně masa bez nepříjemných a cizích pachutí a pachů [51].

Vlastnosti masa jsou tedy dány jeho složením. Mezi nejvýznamnější patří chuť, textura, barva a vaznost masa [48].

1.1 Barva masa

Charakteristickou červenou barvu dodává masu hlavně svalové barvivo myoglobin a jen v malé míře krevní barvivo – hemoglobin. Tato barviva jsou komplexní sloučeniny bílkoviny globulinu a barevné složky hemu. Přirozené množství svalového barviva v koňském mase je přibližně dvojnásobné oproti hovězímu masu, osminásobné oproti vepřovému a padesátinásobné oproti masu drůbežímu. Platí, že méně namáhaný sval má nižší obsah myoglobinu než sval za života zvířete namáhaný, který obsahuje více myoglobinu. Na intenzitu vybarvení má vliv také pohlaví zvířat. Vstupní množství myoglobinu obsaženého v masité surovině má prokazatelný vliv na barvu finálního výrobku [51].

Změny barvy masa souvisejí s reakcemi atomu železa v hemové skupině. Stačí běžná koncentrace kyslíku ve vzduchu a železo váže molekulární kyslík za vzniku rumělkově červeného oxymyoglobinu. Vakuové balení masa vede k disociaci oxymyoglobinu na povrchu masa na kyslík a myoglobin a následně převládne oxidace železa a myoglobin se změní na

hnědý až šedohnědá metmyoglobin. Tento proces probíhá i při skladování masa, přičemž oxidace tuků zesiluje oxidaci hemového barviva. Pokračující oxidací metmyoglobinu vznikají zelená barviva choleglobin. Při tepelném ošetření masa dochází k denaturaci globinu, po níž zpravidla následuje oxidace železa v hemové skupině a dochází ke změně barvy na hnědou nebo šedohnědou. Významnou reakcí hemových barviv je vytvoření růžového barviva nitroxymyoglobinu. Dochází k tomu po přidání dusitanů. Když metmyoglobin, který vznikl v první fázi reakce, je převeden redukčními reakcemi thiolové skupiny za pomoci enzymů, které se v mase nacházejí, zpět na myoglobin [64].

1.2 Vaznost masa

Vaznost masa je definována jako schopnost masa udržet svoji vlastní, popřípadě i přidanou vodu při působení nějaké síly nebo jiného fyzikálního namáhání jako je například tlak či záhřev [49].

1.2.1 Teorie vázání vody

Z hlediska technologie se rozlišuje voda v mase na volnou a vázanou, a to podle toho, zda z masa volně vytéká za daných podmínek, či nikoliv [49].

1.2.1.1 Hydratační voda - vázaná

Hydratační voda se označuje jako taková, která je vázána v monomolekulární a multimolekulární vrstvě na hydrofilní skupiny bílkovin. Hydratační voda se váže elektrostaticky na disociované skupiny postranních bílkovinných řetězců a vodíkovými můstky na nedisociované hydrofilní skupiny postranních řetězců i na karboxylové skupiny a aminokyseliny v peptidové vazbě. Voda vázaná v monomolekulární vrstvě se označuje jako pravá hydratační voda. Tato voda se liší od volné vody tím, že má nižší bod tuhnutí. Molekuly vody vázané v monomolekulární vrstvě jsou vázány tak pevně na bílkoviny, že netvoří ledové krystaly ani při -50°C [49], [52], [53].

1.2.1.2 Volná voda

Hlavní podíl vody v mase je voda volná ve smyslu fyzikálně-chemickém. Avšak pouze její část je volně pohyblivá, zbylá část vody je nepohyblivá (imobilizovaná). Imobilizovaná voda je ta část vody volné ve fyzikálně-chemickém smyslu, která při naříznutí masa nevy-

téká a k jejímuž uvolnění je třeba použít zvýšeného tlaku. Imobilizace vody nastává v síti membrán a filament strukturálních bílkovin [49].

1.2.2 Myofibrilární bílkoviny

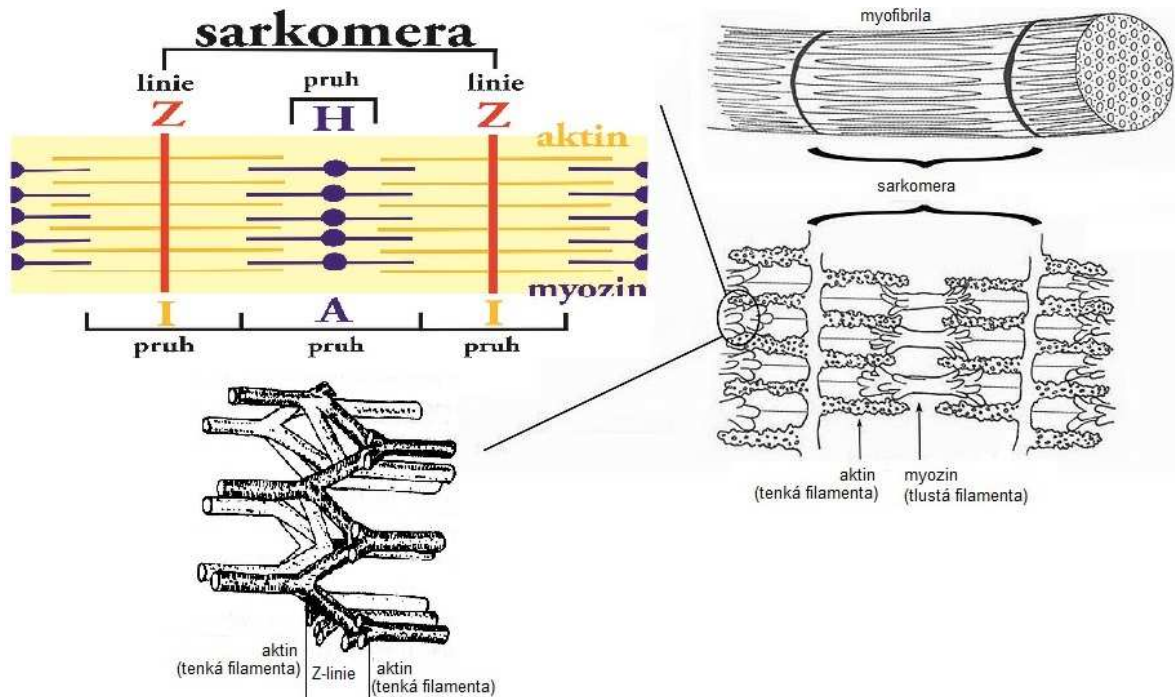
Myofibrilární bílkoviny jsou převažující frakcí bílkovin masa, určují rozhodujícím způsobem vlastnosti masa i průběh posmrtných změn ve svalu. Vážou největší podíl vody v masě, z čehož vyplývá jejich význam pro strukturu masných výrobků. Jsou zodpovědné za kontrakci svalu.

Myofibrilární bílkoviny jsou rozpustné v roztocích solí, v deionizované vodě jsou nerozpustné. Mají vláknité molekuly a tvoří strukturu myofibril. Vzájemné interakce mezi molekulami bílkovin jsou silnější než mezi molekulami bílkoviny a vody. Pro rozpuštění bílkovin je proto třeba vytvořit podmínky, při nichž se narušují mezi molekulární interakce bílkovin. Takové podmínky se objevují při použití roztoků solí s iontovou silou větší než 0,35 [49].

1.2.2.1 *Struktura a funkce myofibrilárních bílkovin*

V cytoplazmě svalového vlákna nacházíme jemná vlákénka zvaná myofilamenta. Podle morfologie a převažující bílkovinné složky rozeznáváme dva základní typy myofilament a to silná (tlustá) filamenta tvořená myozinem a slabá (tenká) filamenta tvořená zejména aktinem. Myofilamenta vytvářejí dohromady válcovité svazky zvané myofibrily [55].

Myofibrila, jako soubor aktinových a myozinových myofilament, je členěna na pravidelné úseky, tzv. sarkomery, které jsou základní funkční jednotkou. Tyto sarkomery obsahují charakteristické linie a zóny: Z-disky ohraničují sarkomeru. V těchto discích jsou ukotvena tenká aktinová filamenta. H-linie jsou vedeny středem sarkomery, ukotvují tlustá myozinová filamenta v jejich středu. I-proužek (izotropní) část sarkomery, kde se aktinová filamenta nepřekrývají s myozinovými. A-proužek (anizotropní) je část sarkomery, kde se nachází myozinová filamenta (včetně úseku, kde se myozin překrývá s aktinem). H-zóna je část sarkomery, kde se nachází pouze myozinová filamenta. Při kontrakci se zkracuje I-proužek a H-zóna, A-proužek zůstává zachován [54], [53]. Schéma sarkomey je demonstrován na obrázku Obrázek 1.



Obrázek 1: stavba sarkolemy [56][49], [57].

1.2.2.2 Vaznost myofibrilárních bílkovin

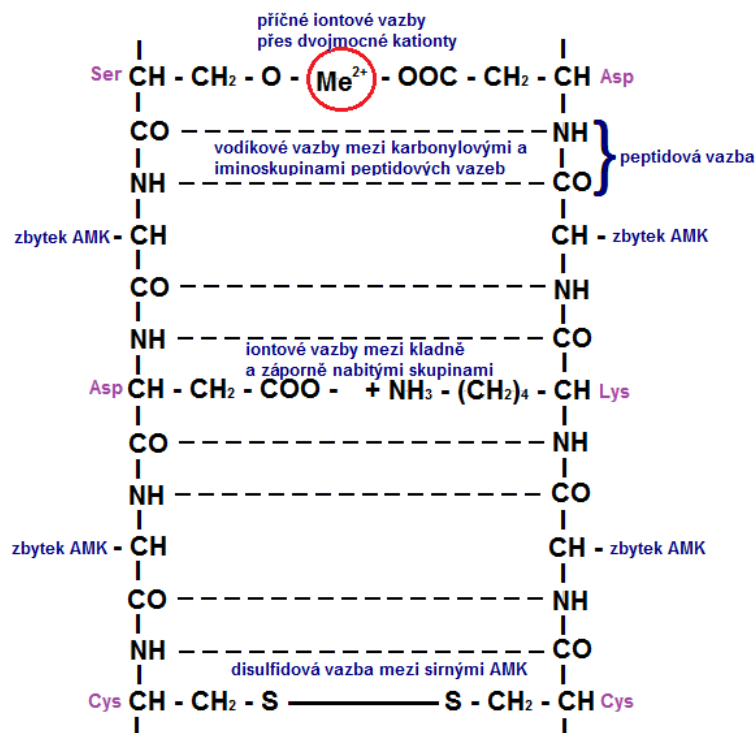
Hlavní podíl vody je v myofibrilách, uvádí se 70 %, a proto jsou za vaznost odpovědný především myofibrilární bílkoviny. Imobilizace vody v masě je závislá na nábojích v molekule bílkoviny. Význam nábojů pro imobilizaci spočívá v ovlivnění přitažlivých a odpudivých sil mezi jednotlivými peptidovými řetězci i dalšími strukturami svaloviny. Změnou poměru těchto sil se buď zvětšuje, nebo zmenšuje myofibrilární prostor, do kterého se pak může imobilizovat více nebo méně vody.

Zvýšení podílu imobilizované vody nastává, když se zvětšuje vzdálenost mezi peptidovými řetězci bílkovin elektrostatickým odpuzováním, zatímco snížení této vzdálenosti tvorbou příčných vazeb vede k úbytku podílu imobilizované vody. Hlavní měrou se na této imobilizaci podílí právě aktin a myozin, tj. tenká a tlustá filamenta.

Změny vaznosti však nelze vysvětlovat jejich podélným pohybem (zasouvání a vysouvání), ale příčným oddálením nebo přiblížením filament. Pohyby souvisí se změnami příčných vazeb mezi aktinem a myozinem. Je samozřejmé, že bobtnání a zvětšování vaznosti nenastává jen oddálením aktinových a myozinových filament, ale i odpuzováním peptidových řetězců v myozinových filamentech. Imobilizovaná voda pak není uložena jen mezi aktinovými a myozinovými filamenty, ale i uvnitř samotných filament.

Zvětšení vzdálenosti mezi aktinem a myozinem v důsledku zvýšení celkového náboje bílkoviny anebo rozpuštění příčných vazeb vede k přírůstku imobilizované vody. Naopak asociace aktomyozinu a zmenšení intermolekulárních vzdáleností uvnitř obou typů filament vede k úbytku imobilizované vody. Při těchto prostorových změnách dochází k výměně vody mezi filameny myofibril a sarkoplazmatem [49].

Imobilizaci zásadním způsobem ovlivňuje spojování a štěpení příčných vazeb mezi bílkovinnými molekulami. Vazby jsou popsány v obrázku Obrázek 2.



Obrázek 2: Příčné vazby mezi vlákny bílkovin – přepracováno podle [52].

1.2.3 Vyjadřování vaznosti masa

Podíl imobilizované vody závisí na působící síle a metodě, kterou stanovujeme přechod vody z imobilizované formy do formy volně pohyblivé. Vaznost vody se tedy vyjadřuje jako podíl vody vázané (tj. hydratační a imobilizované) ku celkovému obsahu vody v mase.

Vaznost masa je jednou z jeho nejdůležitějších technologických vlastností, neboť významně ovlivňuje jakost masných výrobků. Na vaznosti závisí i ekonomika výroby, zejména ztráty vody při výrobě, skladování a tepelném opracování. Vaznost lze ovlivnit jak způsobem zacházení s masem, tak i různými přísadami [49].

1.2.4 Faktory ovlivňující vaznost vody

Schopnost masa vázat vodu závisí na mnoha faktorech jako je pH, koncentraci solí (iontové síle), obsahu některých iontů, intravitálních vlivech, průběhu posmrtných změn, rozmělnění masa apod. [49].

Na stabilitu hotového výrobku a žádoucí vaznost má největší vliv složení použité suroviny a její ošetření po poražení. Vysokou vaznost má maso libové, hlavně hovězí. Největší vaznost má maso těsně po poražení, tzv. maso teplé. Takové maso dovede udržet až 150 % vody, tj. 100 g masa udrží během celého procesu až 150 g vody. V takovém mase je maximální množství svalových bílkovin přítomno v rozpustné formě. S postupující dobou od porážky, zhruba po 4 až 5 hodinách, se začíná projevovat posmrtné ztuhnutí, které má za následek snížení rozpustnosti svalových bílkovin. Vaznost masa (hovězího) ve stádiu maximálního ztuhnutí (rigor mortis) dosahuje často jen 10 % vaznosti masa teplého. Minimální vaznost je 24 až 48 hodin po poražení, potom opět nastává její pomalý vzestup, takže maso dosáhne opět přijatelné vaznosti po 4 až 5 dnech odvěšení [51].

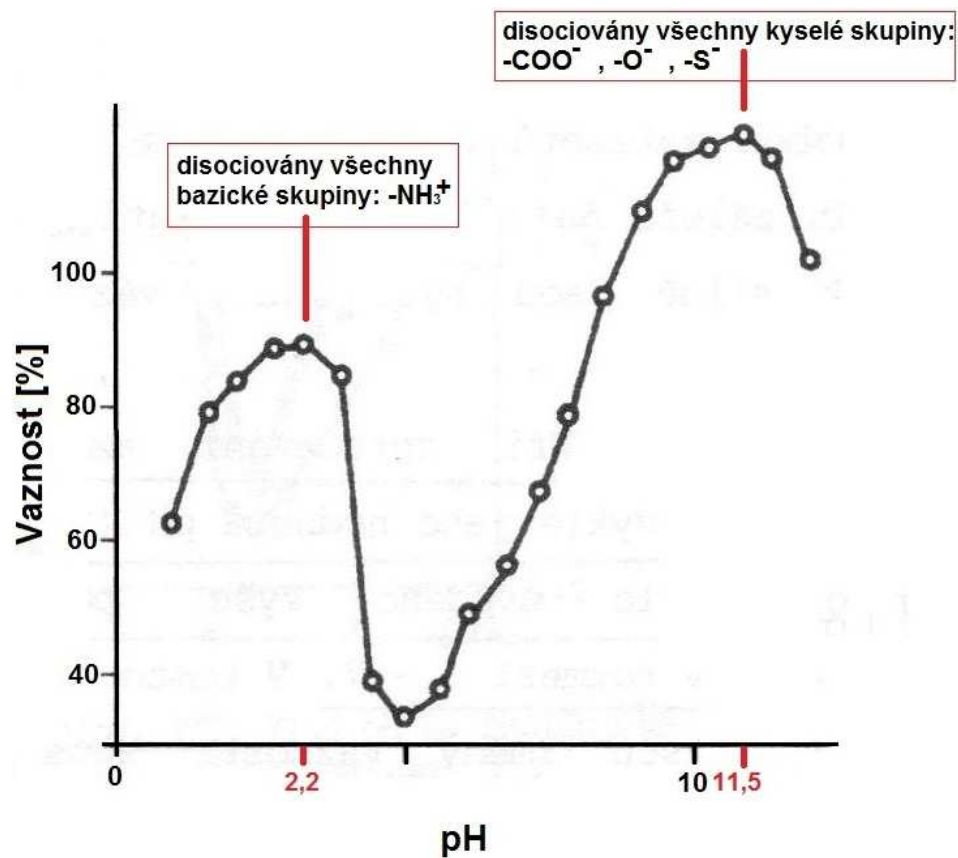
1.2.4.1 Vliv pH

Základní význam pro vaznost má náboj bílkoviny, který je hodnotou pH značně ovlivňován. Z Graf 1: Vliv pH na vaznosti – přepracováno podle [52] je patrný pokles vaznosti při pH 5, to značí izoelektrický bod (pI). Izoelektrický bod je hodnota pH, při kterém jsou v molekule bílkoviny vyrovnány kladné a záporné náboje a výsledný náboj se navenek jeví jako nulový. Při tomto pH, je bílkovina nejméně rozpustná v polárních rozpouštědlech (ve vodě). V izoelektrickém bodě nejsou bílkovinné molekuly navzájem odpuzovány elektrostatickými silami mezi souhlasnými náboji, a jsou maximálně přitahovány opačně nabitými skupinami. Je to tedy taková hodnota pH, kdy je voda vázána jen minimálně. Hodnota pI se mění vlivem solí.

Změnou pH směrem od pI dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin, viz graf Graf 1. V kyselém prostředí je dosaženo nejvyšší vaznosti při hodnotě pH 2,2, kdy jsou přítomny bazické skupiny v nejvyšší míře. Dalším okyselením pod pH 2,2 ovšem dochází ke snižování vaznosti, kdy se snižuje množství disociovaných skupin $-NH_3^+$ v důsledku stínícího efektu aniontů, které se vážou na kladně nabitě částice. Tím se snižuje odpudivá síla mezi peptidovými řetězci a vzniká menší prostor pro imobilizovanou vodu.

V zásaditém prostředí je dosaženo nejvyšší vaznosti při hodnotě pH 11,5, kdy jsou přítomny kyselé skupiny v nejvyšší míře. Dalším zvýšením pH nad 11,5 ovšem dochází ke snižování vaznosti, kdy se snižuje množství disociovaných skupin $-\text{COO}^-$, $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$ v důsledku stínícího efektu kationtů, které se vážou na záporně nabitě částice. Tím se snižuje odpudivá síla mezi peptidovými řetězci a vzniká menší prostor pro imobilizovanou vodu.

V obou případech záleží na tom, jak silně jsou tyto ionty vázány na bílkoviny, tedy o který kationt či aniont jde.



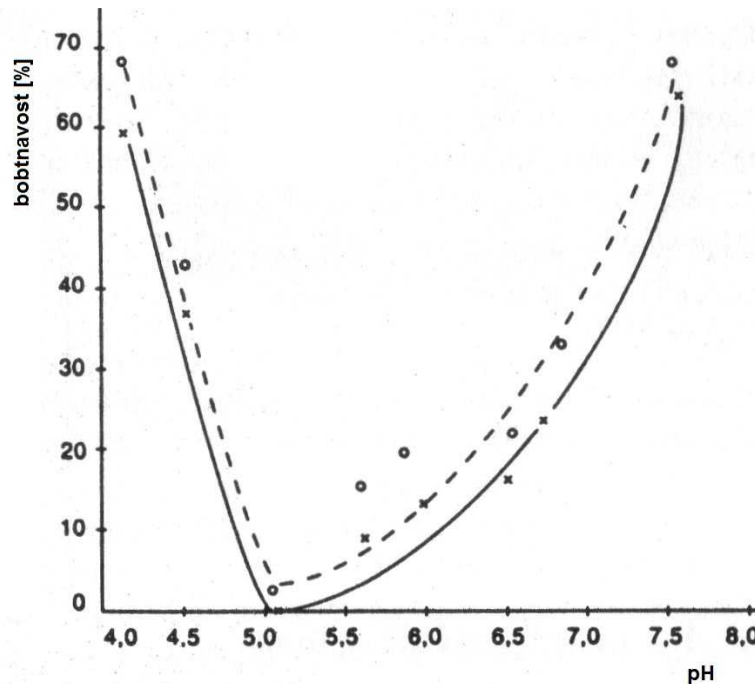
Graf 1: Vliv pH na vaznosti – přepracováno podle [52].

Kyselá oblast	Izoelektrický bod	Zásaditá oblast
$-\text{NH}_3^+$	$-\text{NH}_3^+$	$-\text{NH}_2$
$-\text{COOH}$	$-\text{COO}^-$	$-\text{COO}^-$
$-\text{OH}$	$-\text{O}^-$	$-\text{O}^-$
$-\text{SH}$	$-\text{S}^-$	$-\text{S}^-$
jsou disociovány všechny $-\text{NH}_3^+$		jsou disociovány všechny $-\text{COO}^-$, $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$

Obrázek 3: Formy funkčních skupin v oblastech od pI

Při zpracování masa se obvykle hodnota pH pohybuje v rozmezí 5,0 - 7,0. Avšak v rozmezí 4,5 - 5,3 dochází již ke kyselé denaturaci, která je způsobena rozštěpením iontových a vodíkových vazeb a následným rozvinutím peptidových řetězců. Mezi rozvinutými řetězci se pak tvoří nové iontové a vodíkové vazby, což se projeví smrštěním bílkovinných gelů [52].

Na pH závisí také bobtnavost masa znázorněné na grafu Graf 2. Bobtnavost lze charakterizovat jako hydrataci bílkovin, tedy nárůst vaznosti masa.



Graf 2: Vliv pH na bobtnání svalu [52]

1.2.4.2 Vliv solí na vaznost

Vliv solí na vaznost je komplikovaný a je třeba ho chápat jako výsledek vlivu aniontů a kationtů. Uplatňuje se zde síla vazby jednotlivých iontů a velký význam má obsah více-mocných kationtů. Hydratace (bobtnání – vaznost) masa je způsobeno vzájemnou interakcí iontů solí a iontů bílkovin.

1.2.4.2.1 Vliv aniontů

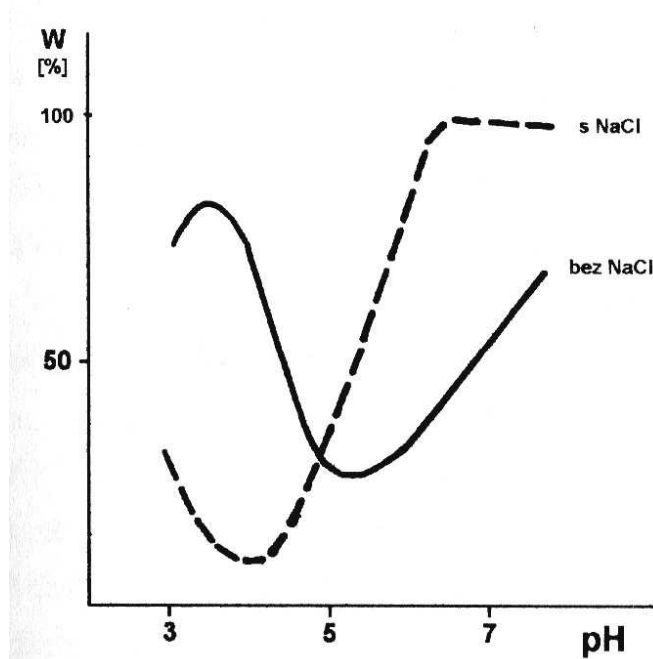
Anionty solí (nejčastěji Cl^-) jsou přitahovány kladně nabitými skupinami v molekule bílkoviny ($-\text{NH}_3^+$), čímž dochází k odstínění těchto kladných nábojů [49].

Na kyselé straně jsou kladné skupiny ($-\text{NH}_3^+$) od sebe elektrostaticky odpuzovány a tím se vytváří prostor pro imobilizovanou vodu, ale působením aniontů solí dochází k reakci mezi

skupinami ($-\text{NH}_3^+$) a anionty a tím k vytvoření neutrálních skupin. Tyto neutrální skupiny již nemají schopnost se výrazně odpuzovat, jako tomu bylo před přidáním soli, čímž se pochopitelně sníží i prostor určený pro imobilizovanou vodu. Struktura se zkoncentruje. Vaznost se tedy vlivem aniontů solí snižuje. Čím více jsou kladné náboje bílkoviny ($-\text{NH}_3^+$) odstíněny působením aniontů soli (Cl^-), tím silnější bude dehydratační účinek vody, tedy neschopnost vázat vodu, viz. Obrázek 4 [52].

Na bazické straně jsou záporné skupiny ($-\text{COO}^-$, $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$) od sebe elektrostaticky odpuzovány a tím se vytváří prostor pro imobilizovanou vodu. Existuje však malé množství ($-\text{NH}_3^+$), které se stále v bazické části vyskytuje a může interagovat s negativními skupinami ($-\text{COO}^-$, $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$) sousedního peptidického řetězce a to se projevuje přiblížením sousedních peptidických řetězců. Přídavek aniontů solí (Cl^-) zajistí reakci se zbytkovým množstvím ($-\text{NH}_3^+$) skupin, vznikne neutrální skupina a tím dochází k oddálení dvou protějších peptidických řetězců. Z celkového pohledu převládnu odpudivé síly mezi záporně nabitými skupinami a dojde k rozšíření bílkovinné struktury a tudíž k přírůstku vaznosti a bobtnání. Čím pevněji je anion vázán, tím silnější je jeho hydratační účinek. Vaznost se tedy vlivem aniontů solí zvyšuje, viz Obrázek 4 [49].

Celkově se vliv aniontů projevuje posunem izoelektrického bodu směrem do kyselé oblasti, Graf 3. Vazba aniontů (Cl^-) má vliv na pH, kdy zrušením iontové vazby mezi záporně nabitými a kladně nabitými skupinami se uvolní i karboxylové skupiny kyselin asparagové a glutamové. Tyto volné karboxyly jsou pak lepším akceptorem vodíku (H^+). Hodnota pH se proto mírně zvyšuje [52].



Graf 3: Vliv přidavku soli na vaznost masa [52].

1.2.4.2.2 Vliv kationtů

Na kyselé straně jsou kladné skupiny ($-\text{NH}_3^+$) od sebe elektrostaticky odpuzovány a tím se vytváří prostor pro imobilizovanou vodu. Velice málo se zde vyskytují i záporné skupiny ($-\text{COO}^-$, $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$), které mají tendenci se vlivem iontové síly přibližovat ke skupinám ($-\text{NH}_3^+$), což má za následek zmenšování prostoru pro imobilizovanou vodu. Přídavkem kationtů (nejčastěji Na^+) dochází k reakci s menšinou záporných skupin a tím přerušení iontové vazby mezi protějšími peptidickými řetězci a tím se zvyšuje vaznost bílkoviny. Vliv kationtů na kyselou stranu je znázorněn na obrázku Obrázek 4.

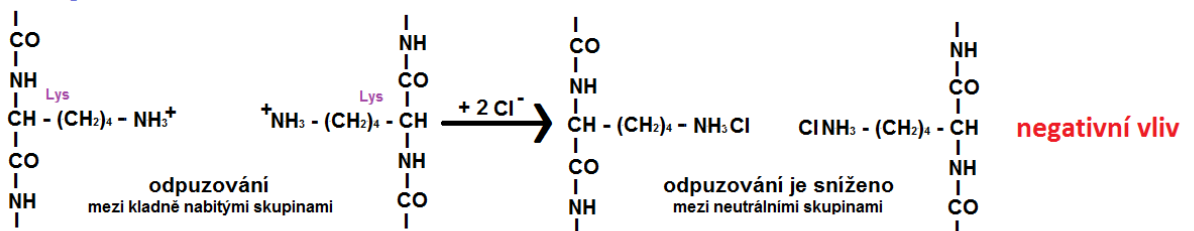
Na bazické straně jsou záporné skupiny ($-\text{COO}^-$, $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$) od sebe elektrostaticky odpuzovány a tím se vytváří prostor pro imobilizovanou vodu, ale působením kationtů solí (Na^+) dochází k reakci mezi skupinami ($-\text{COO}^-$, $-\text{O}^-$, $-\text{S}^-$) a kationty solí (Na^+) a tím k vytvoření neutrálních skupin. Tyto neutrální skupiny již nemají schopnost se výrazně odpuzovat, jako tomu bylo před přidáním kationtů, čímž se pochopitelně sníží i prostor určený pro imobilizovanou vodu. Vaznost se tedy vlivem kationtů solí snižuje. Vliv kationtů na bazickou stranu je znázorněn na obrázku Obrázek 4.

Obecně platí, že čím vyšší je hodnota pH, tím je menší vliv aniontů a vyšší vliv kationtů. Přesto však i na bazické straně od pI je vliv aniontů rozhodující, protože převládá nad rela-

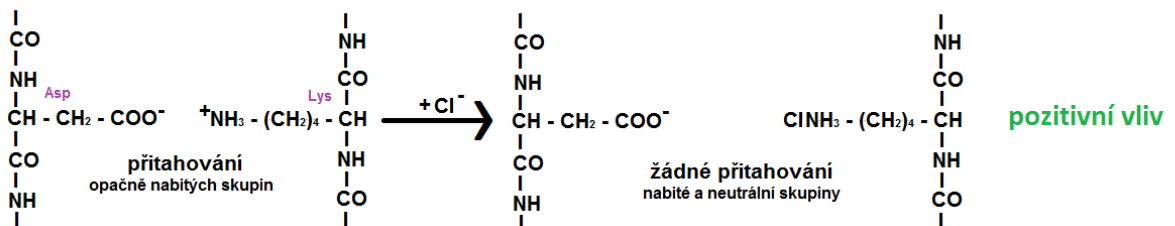
tivně slabým vlivem kationtů. To platí dokonce i pro kationty kovů alkalických zemin, které jsou svalovými bílkovinami velmi silně vázány (tvoří příčné vazby mezi peptidovými řetězci), což je znázorněno na obrázku Obrázek 2. Proto chloridy těchto kovů zvyšují vaznost na alkalické straně od pI, a izoelektrický bod svalových bílkovin tak posouvají k nižším hodnotám pH. Celkově lze říci o úloze kationtů, že jejich vliv je méně patrný, protože zpravidla převažuje vliv vazby aniontů. Vlivy aniontů a kationtů se tedy překrývají [52][49].

Vliv aniontů

1. kyselá oblast

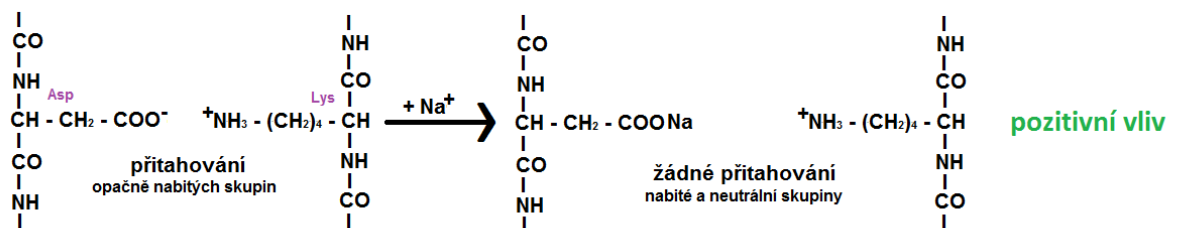


2. bazická oblast

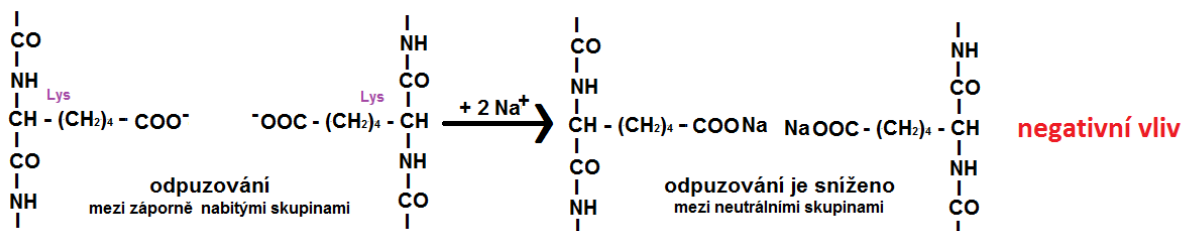


Vliv kationtů

1. kyselá oblast



2. zásaditá oblast



Obrázek 4: Vliv kationtů a aniontů na vaznost masa

1.2.4.2.3 Vliv koncentrací solí

Vaznost svaloviny stoupá s koncentrací solí, dosahuje maxima (maximum bobtnání) a poté opět klesá na původní hodnotu. Je to dáno tím, že při vyšších iontových silách ionty neutrálních solí (NaCl) si přitahují molekuly vody a tím odebírají bílkovině vodu, dehydratují ji. Může dojít až k denaturaci, způsobené štěpením vodíkových vazeb v molekule bílkoviny.

Maximum vaznosti nastává při koncentraci 5 % soli v mase bez současného přídatku vody. Je však třeba vzít v úvahu i obsah vody a tuku. Přidáním vody do systému je možno přídatek soli zvýšit, u tučných výrobků je tomu naopak. Je proto vhodnější hodnotit přídatek soli podle dosažené iontové síly ve vodné fázi, přičemž nutno vzít úvahu i zvýšení iontové síly z dalších přísad jako jsou dusitaný či fosfáty. Z tohoto pohledu je maximum vaznosti při iontové síle 0,8 - 1,0, což odpovídá molární koncentraci NaCl přibližně $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ [49]. Rovnice 2 demonstruje výpočet iontové síly daného roztoku.

Rovnice 1: Obecný vzorec pro výpočet iontové síly roztoku

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n c_i \cdot z_i^2$$

Rovnice 2: Výpočet iontové síly roztoku NaCl o koncentraci $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ [66].

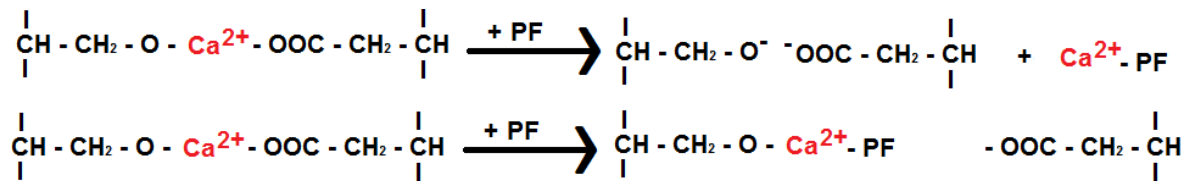
$$I = \frac{1}{2} (c_{Na} \cdot z_{Na}^2 + c_{Cl} \cdot z_{Cl}^2) = \frac{1}{2} (1 \cdot 1^2 + 1 \cdot (-1)^2) = 1,0$$

Na alkalické straně od pI může docházet také ke zvýšení vaznosti tím, že dehydratační účinek kovů alkalických zemin je zrušen iontovou výměnou za ionty alkalických kovů. To může vést při pH vyšším než 6,0 k silným hydratačním efektům [52].

1.2.4.2.4 Vliv solí slabých kyselin

Soli slabých kyselin ovlivňují vaznost třemi způsoby, a to zvýšením iontové síly, zvýšením pH a specifickým účinkem některých aniontů. Nejúčinnější jsou soli, jejichž anion má více negativních nábojů (např. citrát nebo polyfosfát). Tento vliv spočívá v eliminaci vlivu kovů alkalických zemin tvorbou komplexů a jejich iontovou výměnou za ionty alkalických kovů. Taková eliminace vede k růstu vaznosti. Anionty mohou také ale uvolnit ionty kovů alka-

lických zemin z jejich vazby na bílkoviny jen částečně, to je znázorněno na obrázku Obrázek 5.



Obrázek 5: Reakce polyfosfátů s kovy alkalických zemin – upraveno podle [49]

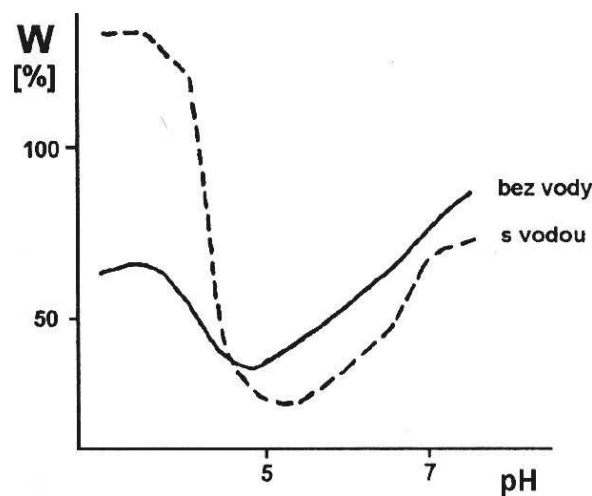
Tímto způsobem je porušen zesítující účinek vícemocných kationtů. Dochází k uvolnění bílkovinné struktury, a tím ke zvýšení podílu imobilizované vody. Vliv fosfátu roste výrazně až do přidavku 0,3 %, poté je efekt již méně významný [49].

1.2.4.3 Vliv vody na vaznost

S rostoucím přidavkem vody ke svalovému homogenátu ustupuje vliv aniontů (Cl^-) a zvyšuje se vliv kationtů (Na^+).

Na kyselé straně se snižuje vliv aniontů a tím se oslabuje stínící účinek aniontů (Cl^-) na ($-\text{NH}_3^+$). Zvyšuje se odpuzování mezi peptidickými řetězci a tím se zvyšuje množství imobilizované vody ve struktuře. V bazické oblasti v důsledku ředění ustupuje hydratační účinek aniontů a projevuje se dehydratační účinek kationtů (hlavně Ca^{2+} a Mg^{2+}). S přidavkem vody ke svalovému homogenátu se tedy vaznost snižuje.

Zředění má opačný vliv než přidavek soli a pI je proto posunut, viz Graf 4, k vyšším hodnotám pH [49].



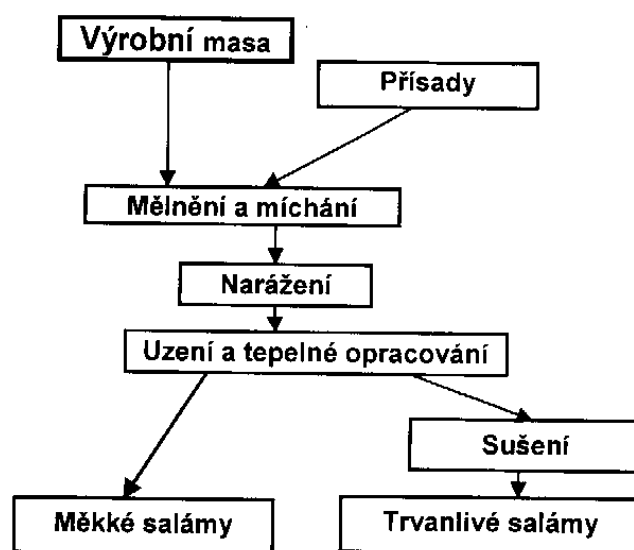
Graf 4: Vliv přidavku vody na vaznost při různém pH [52]

2 TECHNOLOGIE VÝROBY MASNÝCH VÝROBKŮ

V této diplomové práci se v experiment soustředuje na výrobu jemně mělněných salámů s parciální substitucí chloridu sodného, proto bude text kapitoly soustředěn právě na výrobu jemně mletých salámů a zvláště pak technologii solení masných výrobků.

Již v minulosti se vedle různě upravených celých kousků masa sušením či uzením objevily i rekonstituované výrobky: salámy, klobásy, párky aj. Jsou připravovány z rozmělněného masa smíchaného s přísadami, hlavně solí a kořením, a vytvarované do symetrického tvaru. Původ salámů je ve starověku, nejstarší údaje o salámech sahají do roku přibližně 500 př. n. l. Původní výrobci požívali na jejich ochucení různých travin a koření, která se většinou užívají dodnes [50].

Mělněné masné výrobky jako jsou salámy, párky, klobásy apod. se vyrábějí tak, že se vazné maso rozmělní a nasolí. Příprava díla spočívá především v míchání různých druhů mas, tukové tkáně, ledu a přísad jako jsou sůl, koření, bílkoviny, škrob apod. Mělněním se uvolní myofibrilární bílkoviny, působením soli jsou převedeny na rozpustnou formu a podílejí se na vytvoření struktury. Dílo se plní do obalů přirozených jako je například střevo nebo do obalů umělých. Jemně mělněný salám se řadí mezi tepelně opracované masné výrobky, u kterých bylo ve všech částech dosaženo tepelného účinku odpovídajícímu působení teploty 70 °C po dobu minimálně 10 minut. Schéma výroby salámů je znázorněno na obrázku Obrázek 1 [50][64].



Obrázek 6: Schéma výroby salámů

2.1 Solení masa a masných výrobků

Solení masa je složitý technologický proces, skládající se z řady fyzikálně-chemických, chemických a mikrobiálních pochodů. Účelem solení bylo původně dosažení údržnosti masa, později zvýraznění chuti; dnes je solení významné zejména z technologického hlediska, ke zvýšení rozpustnosti myofibrilárních bílkovin, a tím vytvoření struktury masných výrobků. Většina důležitých smyslových jakostních ukazatelů masných výrobků, jako je chuť, šťavnatost, soudržnost, konzistence, intenzita a stálost vybarvení závisí ve značné míře na způsobu solení suroviny. Chlorid sodný se přidává do většiny masných výrobků ve formě dusitanové solící směsi, která kromě NaCl obsahuje dusitan sodný, jodičnan draselný, cukr, škrobový sirup a dextrózu. Při výrobě drobných masných výrobků typu párků a měkkých salámů z čerstvé suroviny, se maso solí až v průběhu míchání a mělnění na kutru nebo při míchání v míchačce dávkovacím zařízením solící směsí [50], [51].

Pro pevnost a kompaktnost nákroje je důležité, aby přídatkem soli bylo na kontaktních plochách zrněného díla aktivováno určité množství bílkovin. Bílkoviny extrahovatelné přídatkem soli a působením iontových sil z povrchových vrstev svaloviny vytvoří v dosud ne příliš kyselém díle gelový roztok. V průběhu zrání se mění gelový roztok vlivem poklesu pH a ztráty vody v tužší gel, který fixuje a pojí jednotlivá zrna v soudržný celek. Je proto důležité, aby na začátku výrobního procesu bylo pH asi 6,0 až 5,8. Pokud by počáteční hodnota pH díla byla příliš nízká, blízká izoelektrickému bodu bílkovin, nestačila by přípustná koncentrace soli extrahovat potřebná množství fibrilárních bílkovin a převést je v roztok. V dalším průběhu zrání procesů je důležité rychlé a dostatečně hluboké okyselení na hodnoty pH blízké 5,0, aby roztok bílkovin přešel v pevný gel [1].

2.1.1 Solení dusitanovou solící směsí

Vytvoření charakteristického červenorůžového vybarvení nakládaného masa a masných výrobků spočívá na reakci svalového barviva myoglobinu s dusitanem, konkrétně s oxidem dusnatým (NO) za vzniku nitroxymyoglobinu (MbNO). Tato vazba v redukcujícím prostředí slabých kyselin je stabilní a stabilita se ještě zvýší v průběhu tepelného opracování za vzniku růžového zdenaturovaného nitroxyhemochromu. U tepelně opracovaných masných výrobků je červenorůžová barva nejlépe stabilizována teplotou nad 55°C a při pH 5,7. Posun pH k alkalické oblasti v salámovém díle sice zvyšuje vaznost, ale současně zvyšuje nebezpečí ztráty stability červeného vybarvení např. posunem pH párkového díla z 5,8 na

6,3. Naštěstí samotné maso má výraznou pufrovací schopnost a nedovolí výrazné posuny pH při přidavku různých technologicky funkčních aditivních látek, jsou-li aplikovány v promyšlených a experimentálně ověřených kombinacích [51].

2.1.2 Závady při solení masa

Nejčastěji jsou výrobky přesoleny. K přesolování dochází většinou z obavy, že by se mohl polotovar mikrobiálně kazit dříve, než bude tepelně zpracován. Opakem bývá nedostatečné solení, kdy výrobek může chutnat mdle a bude snížena vaznost masného díla. K nedostatečnému vybarvení dochází při nízké dávce dusitanu nebo jeho absence v masném díle [51], [64].

3 MOŽNOSTI NÁHRAD NaCl V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Chlorid sodný má nezastupitelné funkce v masných výrobcích, avšak jeho nadměrný přísun zvyšuje obsah sodíku v těle a tím může způsobovat zdravotní problémy. Vzhledem k vysokému příjmu chloridu sodného v potravinách je snaha výrobců chlorid sodný ve výrobcích snižovat. Mezi potraviny s vysokým obsahem soli patří zvláště uzeniny a další masné výrobky. Obsah soli je možné snížit, ale mohou se projevit technologické problémy, proto se doporučuje parciální substituce chloridu sodného jinými netoxickými chemikáliemi slané chuti.

3.1 Funkce NaCl v masných výrobcích

Vedle vlivu na chuť má sůl význačný podíl i na zvýšení bobtnavosti masa, na vazbě vody a na soudržnosti nákroje. Sůl zvyšuje efekt mechanického rozmělnění, neboť jejím působením svalové bílkoviny do jisté míry chemicky dezintegrují a značně se tak zvyšuje podíl bílkovin, které se aktivně podílejí na pojivosti. Upravuje také iontové poměry v mase tak, že reakční schopnost bílkovin se zřetelně zvyšuje. Doba působení soli a její koncentrace musí být v optimálním poměru vzhledem k danému výrobku. Nejvhodnější koncentrace soli je od 2,5 % do 4 % a doba působení od několika desítek minut do 48 hodin. Sůl má i určitý konzervační účinek, a to především tím, že snižuje hodnotu aktivity vody, podporuje rozvoj žádoucí glykolytické mikroflóry a potlačuje rozvoj mikroflóry hnilobné. Tento účinek je zvláště významný na začátku zracích procesů [1].

Pro solení trvanlivých výrobků, které mají zrát déle než 5 dní, se v praxi častěji používá dusitanová směs, tzv. rychlost. Samotná sůl se používá jen u malé části výrobků, které jsou již tradičně šedé (např. tlačěnka, jitrnice, bílé klobásy). Většinou se přidává ve směsi s dusitanem sodným jako solící dusitanová směs. Dusitan se používá v případech, kdy je solené maso zpracováno v krátké době, nejvýše několik dnů po zasolení. Přispívá ke zvýšení údržnosti výrobku, podílí se na vytvoření chuti a vůně masných výrobků, chrání tuky, přítomné v mase a masných výrobcích, před oxidací a zajišťuje vznik typického růžového zbarvení nakládaných masných výrobků. Bez něj by maso při tepelném opracování získalo šedohnědé zbarvení, jako je tomu např. při běžném vaření masa [1].

3.2 Rizika spojená s vysokou konzumací NaCl

Hypertenze je jedním z nejvýznamnějších rizikových faktorů kardiovaskulárních onemocnění. Vzniká, jestliže se cévy zužují nebo tuhnou. Za vysoký krevní tlak jsou považovány hodnoty od 140 mm Hg (milimetry rtuťového sloupce) u systolického tlaku a od 90 mm Hg u diastolického tlaku. V rozvinutých zemích je výskyt hypertenze u celé dospělé populace asi 20–25 %, přičemž s věkem riziko stoupá. Mezi rizikové faktory pro vznik hypertenze se řadí i vysoký příjem kuchyňské soli [4].

Vysoký krevní tlak, především vysoký systolický tlak, může způsobovat komplikace. Dlouhodobě zvýšený tlak krve na vnitřní stěnu tepen narušuje jejich výstelku, ztlušťuje stěnu a snižuje jejich poddajnost. Dochází k rychlejšímu kornatění tepen, ateroskleróze. Toto poškození cév může vyústit např. do infarktu myokardu nebo cévní mozkové příhody. Z orgánů hypertenze nejvíce zatěžuje srdce, které nejprve zbytní a následně může i selhávat. Dalším ohroženým orgánem jsou ledviny, které také mohou nakonec selhat, a oči. Pacienti s hypertenzí mají 2,5x vyšší riziko rozvoje cukrovky (diabetes mellitus). Současný výskyt hypertenze a diabetu zvyšuje úmrtnost až 6x. Přímo nebo nepřímo je hypertenze zodpovědná asi za pětinu všech úmrtí v České republice [4].

3.2.1 Sodík a draslík

Celkový obsah sodíku v lidském těle je asi 70 až 100 gramů a obsah draslíku je asi 140 až 180 gramů. Sodík se vyskytuje převážně v extracelulárním prostoru, zatímco draslík je lokalizován hlavně uvnitř buněk. Hlavní funkcí sodíku a draslíku v organismu je udržovat s chloridem jako protiontem osmotický tlak tekutin vně i uvnitř buněk a acidobazickou rovnováhu. Kromě toho jsou tyto prvky potřebné i pro aktivaci některých enzymů, např. sodík pro aktivaci α -amylázy a draslík pro aktivaci glykolytických enzymů a enzymů dýchacího řetězce. Draslík významně ovlivňuje svalovou aktivitu, zejména aktivitu srdečního svalu [3].

Obsah sodíku se v potravinách může až několikanásobně zvýšit solením potravin, ať už z důvodu jejich ochucování či konzervace. Ve skutečnosti nemusí jít o vědomé dosolování potravin, ale převážně může jít o nadměrnou konzumaci uzenin, masových konzerv, fast food a z potravin rostlinného původu může jít také o solené oříšky, bramborové lupínky

apod. Nicméně přebytek sodíku v organismu vede těžkým poruchám. Dlouhodobý nadměrný příjem sodíku může mít za následek hypertenzi [3].

Pro dospělého člověka jsou minimální potřebné denní dávky sodíku 500 mg a draslíku 2000 mg. Skutečné dávky sodíku přijímané potravou jsou často podstatně vyšší. Přitom cca 75 % sodíku přijímaného potravou pochází z chloridu sodného přidávaného při výrobě potravin a jejich kuchyňském zpracování. S výjimkou těžce pracujících osob by dávka sodíku neměla být větší než 2,4 g na den, respektive 6 g NaCl na den [3].

3.3 Snížení NaCl v masných výrobcích

Částí konzumenti masných výrobků s vysokým obsahem NaCl mohou být postiženi zdravotními problémy. V současné době existují důkazy, že vyšší příjem sodíku může mít zásadní význam pro velkou skupinu spotřebitelů s hypertenzí, a proto by měl být jejich příjem chloridu sodného omezen, aby se snížilo riziko vzniku ischemické srdeční choroby [6]. Nicméně, příjem sodíku překračuje nutriční doporučení ve většině průmyslově vyspělých zemích (tj. 6 g/den). Proto je nyní snaha, a to hlavně ze zdravotního důvodu, o snížení sodíku v potravinách [7], [8], [9]. Jeden z hlavních zdrojů sodíku jsou právě masné výrobky [11]. Zároveň je cílem udržet požadované technologické a sensorické vlastnosti výrobku, na které jsou konzumenti zvyklí u běžných masných výrobků s chloridem sodným. NaCl totiž v masných výrobcích zastává mnoho funkcí. Přispívá ke kapacitě zadržování závazné vody, tuku, zlepšení barvy, chuti a textury [9].

Existuje několik možností, jak snížit obsah sodíku v masných výrobcích:

1. přidá se snížené množství chloridu sodného (NaCl);
2. nahradí se celé množství NaCl nebo jeho část jinými chloridovými solemi (KCl, CaCl₂, MgCl₂);
3. nahradí se NaCl s ne-chloridovými solemi, jako jsou fosfáty; nebo pomocí nové techniky zpracování nebo procesní modifikace;
4. kombinace kteréhokoliv z výše uvedených přístupů [26], [28], [29].

Mezi hlavní možné alternativy chloridu sodného patří chlorid draselný, chlorid vápenatý či chlorid hořečnatý. KCl se běžně používá k náhradě NaCl, způsobuje však kovovou pachutí výrobku, ale určitá omezení mají také ostatní soli. Chlorid vápenatý má extrémně slanou

chuť, je ale vysoce hygroskopický a při styku s vodou má exotermické vlastnosti. Tím je nevhodný pro využití do sušených výrobků. V současné době se používá v některých nápojích pro sportovce a v konzervované zelenině. Chlorid hořečnatý má slanou chuť, ale stejně jako KCl nemá čistou chuť a vnímání slané chuti je odlišné od slané chuti běžné soli [4].

Výzkumy ukazují, že s náhradou NaCl v rozmezí 25 až 40 % se neprojevuje patrný dopad na chuť výrobku. Desmond (2006) uvádí se, že s použitím 70 % NaCl / 30 % KCl nebo 70% NaCl / 30 % MgCl₂ směsi se šunky s náhradou neliší, pokud jde o chuť, měkkost a celkové přijatelnosti ve srovnání s šunky vyrobené se 100% soli [7].

Ve fermentovaných salámech s 30% náhradou soli pomocí KCl nebyly zjištěny žádné závažné změny ve struktuře produktů, chuť byla mírně nahořklá; hořká chuť byla zjištěna v úrovni náhrady 40 %. Také bylo zjištěno, že v sušených šunkách by mohl KCl a laktát draselný nahradit 40 % NaCl bez žádného nepříznivého vlivu na chuť [12].

Jednoduchá redukce soli ve fermentovaných produktech nemůže být z důvodu požadované nízké aktivity vody, které má být dosaženo, aby bylo možné kontrolovat mikrobiální flóru [12]. Byla stanovena minimální hodnota soli, díky které mohou být udrženy technologické a sensorické vlastnosti a zároveň dodržena mikrobiální bezpečnost. Byl vyvinut patent na náhrady NaCl v masných produktech. Forma solení je vstříkování nasyceného roztoku do masa, který vedle NaCl obsahuje KCl v kombinaci s citrátem vápenatým, laktátem vápenatým, laktózou, dextrózou, fosforečnanem draselným, kyselinou askorbovou a dusitanem sodným [11].

3.3.1 Vnímání slané chuti a její intenzita

Vnímaná slanost NaCl je způsobena v masných výrobcích zejména v důsledku přítomnosti kationtu Na⁺ a aniontu Cl⁻. Chlorid sodný je také látka zvýrazňující chuť, čímž se zvyšuje charakteristická chuť masných výrobků [30][31][32][33]. Vnímaná slanost a intenzita chuti závisí na obsahu soli v masných výrobcích [34], [34][33]. Malé množství chloridu sodného může chutnat sladce [36], což není vhodné v masných výrobcích. Sladká chuť se projevuje pravděpodobně v důsledku dřívější stimulace receptorů, které zprostředkovávají vnímání sladké chuti, než receptorů zprostředkovávajících vnímání slané chuti, chloridu sodného [37].

Citlivost může být definována jako schopnost detekovat nebo rozpoznat chuťové podněty. Detekce a rozpoznávání prahů jsou široce používané opatření pro atribut této chuti. Nicméně všechny prahové hodnoty jsou formy rozdílné vzhledem k pozadí prostředí. To znamená, že podmínky, za kterých je stanovena prahová hodnota může výrazně ovlivnit výslednou hodnotu. Kromě toho, citlivost jednotlivců se liší vlivem četných endogenních a exogenních proměnných. S ohledem na slanou chuť je jedním z nejdůležitějších faktorů koncentrace sodíku ve slinách. Chuťové receptory se máčí ve slinách a přizpůsobují se úrovni sodíku této tekutiny. Pro vyvolání slaného pocitu, musí být tato úroveň překročena daným množstvím u jedince. Vnímání mnoha chuťových vlastností výrazně závisí na povaze potravinové matrice, která hraje důležitou roli při uvolňování aroma. [38]

Chlorid sodný působí příjemným pocitem slanosti a je velmi dobře akceptován z důvodu tradičních stravovacích návyků. Lidé užívající dietu s nízkým obsahem NaCl, kteří podstoupili postupnou redukci NaCl v potravinách po dobu několika měsíců, si zvykli na jemnou chuť masných výrobků se sníženým obsahem soli [39][40].

Diety s různým obsahem soli mění vnímání soli díky změně sodíku ve slinách. Jednotlivci zvyklí na určitou slanost si mohou zvyknout na snížení NaCl poměrně nesnadno, protože na redukci NaCl nejsou zvyklí a není to ve výrobcích preferováno. Lidé si daleko lépe dokáží zvyknout na slanější výrobky než na ty se sníženým obsahem NaCl [41].

Způsob, jakým je do masných výrobků přidáván, mění vnímavost finálních masných výrobků. Chuť NaCl je koncentrovanější, pokud byla NaCl přidána do vařeného masa místo do masa syrového před vařením. Pokud byl roztok NaCl přidán do vařeného masa, bylo zapotřebí poloviční množství NaCl k dosažení stejné úrovně vnímavosti slané chuti [42].

3.3.2 Vázání vody v masných výrobcích

Účinek chloridu sodného v bílkovinách masa je nejpravděpodobněji způsobený tím, že chloridové ionty jsou silněji vázány na proteiny než ionty sodné. To způsobuje zvýšení záporného náboje proteinů [43] a vede k odpuzování mezi myofibrilárními proteiny (myofilamenty), což má za následek bobtnání myofibril (vláken) nebo dokonce částečného rozpouštění vláken, je to v důsledku odpuzování jednotlivých molekul [43]. Příčné můstky mezi vlákny zabraňují neomezenému bobtnání myofibrilů. Polární skupiny postranních řetězců aminokyselin proteinů (cca 76 – 80 %) vážou molekuly vody na jejich povrchu pomocí Van der Waalsových sil [43].

Molekuly vody jsou polární molekuly a orientují se tak, že kladná část molekuly vody bude směřována k negativní části iontové skupiny proteinu a záporná část molekuly vody je v kontaktu s roztokem, a naopak je to s pozitivními skupinami. Vrstva přidaných molekul vody bude vytvořena na této takzvané monomolekulární vrstvě s podobnou orientací. Tedy, všechny molekuly vody jsou více či méně ovlivněny přitažlivými silami způsobenými polárními skupinami proteinů. Naopak nepolární postranní řetězce aminokyselin vytlačí polární molekuly vody a to způsobuje obloukovou strukturu kolem nepolární skupiny [43].

Molekuly vody jsou přitahovány (polárními skupinami) a vytlačeny (nepolárními skupinami) mezi vlákna vytvářející pnutí a to nutí molekuly vody ve formě ledu v proteinové síti vláken a příčných prvků jako jsou příčné můstky a Z-linie se otevřít. Faktory bránící neomezenému bobtnání jsou aktinomyozinové příčné můstky mezi filamenty a Z-liniami. Množství vázané vody určuje náboj proteinů, který způsobuje odpuzování a tím se zvýší vaznost, a zároveň počet a síla příčných můstků omezuje vaznost [43].

Vzdálenosti mezi povrchy vláken jsou asi 20 nm (aktin k myosinu a aktin k aktinu) a 30 nm (myosin k myosinu). To znamená, že tloušťka vrstvy je asi 60 až 90 molekul vody. Hypotéza popisuje účinky obsahu solí a pH, stejně jako roli příčných můstků a následně, jak je voda zachycená v mase. Nicméně hypotéza nebere v úvahu vliv protiontů, např. na ionty sodíku. Offer a Knight (1988) také tvrdí, že vzdálenosti mezi vlákny jsou příliš dlouhé k vytvoření odpudivé síly, která by byla dostatečně silná k vytvoření vaznosti vody [44].

Offer a Knight (1988) navrhli alternativní hypotézu rovněž založenou na selektivní vazbě chloridových iontů k myofibrilárním proteinům. Podle nich to nezpůsobuje výrazné odpuzování mezi vlákny, ale mezi molekulami vláken myosinu dojde k protrhnutí konstrukce vlákna. To způsobí uvolnění myofibrilární mřížky. Pokud není použit fosfát, jednotky S1 těžkého meromyosinu jsou stále připojeny k aktinovým filamentům. Offer a Knight (1988) předpokládají, že bobtnáním dochází k entropickému mechanismu poháněného volnými lehkými částmi meromyosinu vázaných na aktinová vlákna [44].

Offer a Knight (1988) předložili další aspekt, který se blíží k hypotéze, Hamm (1972). Začínají se stejnou selektivní vazbou chloridových iontů jako Hamm, ale protože strukturální proteiny jsou pevné v mase a nelze je přesunout, elektrické síly vytáhnou protiionty (ionty sodíku) do těsné blízkosti povrchu vlákna čímž by došlo k nerovnoměrnému rozložení iontů ve vodné fázi. To vytváří síly podobné osmóze uvnitř vlákna mřížky, což začlení mole-

kuly vody do systému. To by způsobilo neomezené bobtnání, ale příčné můstky způsobují opačnou sílu, která vyvolá elastický tlak. V každém případě osmotický tlak vytvořený nerovnoměrným rozložením iontů a elastický tlak jsou stejné v každém okamžiku. To vysvětluje účinky obsahu soli, příčné můstky, pH a efekty denaturace a také výsledné zkrácení S1-S2 myosinového komplexu [44].

Účinky NaCl na různých proteinech v mase jsou velmi složité a komplexnost vzrůstá s různými kombinacemi koncentrací přidaných NaCl, KCl a fosfátů působí současně. Stručně řečeno, rozpustnost myosinu je zvyšována stejně jako se zvyšuje koncentrace chloridu sodného 0,04 - 0,5M. Po počáteční agregaci a tvorbě vláken struktury začne disociace při obsahu soli vyšší než 0,25M. Bobtnání myofibril začíná v 0,5M bez přidaných fosfátů a na 0,4 M s přidanými fosfáty, kde bude také probíhat rozsáhlá extrakce myosinu [44][43].

Bobtnání závisí na pH [43][44]. Bez soli je zde maximum bobtnání při pH 3,0, minimum (průměr izoelektrický bod masných proteinů) při pH 5,0 a odtud stálý nárůst v rozmezí fyziologických hodnot pH. Vzhledem k selektivnímu vázání iontů soli zapříčiňují přesun izoelektrického bodu. NaCl přesune izoelektrický bod o 2 % a minimální bobtnání je při pH 4,0 [43]. Wilding, Hedges, a Lillford (1986) zjistili, že hypertonické roztoky solí (KCl a KI) vyvolávají vláknité smrštění při pH pod izoelektrickým bodem myofibrilárních proteinů (pH 5,0), což ve skutečnosti znamená, že izoelektrický bod se přesune na nižší hodnoty. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** S NaCl je maximum bobtnání, jakož i v ohřátém pevném gelu při pH 6,0 [43][45], nebo při pH 6,2 [47]. Zdá se to být v důsledku zvýšené vazby sodných iontů k záporně nabitým vláknům, a současným oslabením vazby chloridových iontů.

3.3.3 Látky podporující texturu výrobku

Výzkum rovněž prokázal, že fosforečnany mohou být velmi užitečné při snižování obsahu NaCl ve vařených masných výrobcích [14][15][16][17]. Fosfáty se obvykle používají v masných výrobcích ve snaze zvýšit schopnost zadržování vody a tím i zvýšení výnosu z výroby. Přídavkem fosfátů se zvýší iontová síla díla a proteiny mohou vázat více vody. Funkčnost fosforečnanů je značně ovlivněna přidáním soli a obě tyto složky působí synergicky. Pokud jde o snížení sodíku, je potřeba vzít v úvahu, že některé polyfosfáty se přidávají jako sodné soli, a však míra využití je podstatně nižší než NaCl. Polyfosfát sodíku obsahuje 31,24 % ve srovnání se 39,34 % v NaCl, a je obvykle používán v 0,5% ve srovnání

s mírou použití 2 – 4 % pro sůl. Draselné soli fosfátu jsou také komerčně dostupné a jsou stejně účinné, pokud jde o vázání vody, gelovatění nebo iontovou sílu jako sodné soli [18].

Bylo zjištěno, že je možné produkovat masné výrobky typu Bolognas a vařené šunky se sníženým obsahem soli (1,0 až 1,4 %) za předpokladu, že jsou přidány fosforečnany. Další snížení obsahu sodíku je možná tím, že nahradí fosforečnan sodný za fosforečnan draselný. Rozsah snížení sodného fosforečnanu závisí na použitých fosfátů a jejich obsah sodíku, je ekvivalentní s obsahem sodíku ve výši 0,2 % NaCl, nebo více [18].

Další alternativa jsou rozpustné proteiny. Rozpustné proteiny zvyšují vazbu kusů masa a zvyšují schopnost vázat vodu do konečného produktu. K dispozici je široká škála složek, které mohou být použity pro tento účel, a zahrnují funkční bílkoviny, vlákna, hydrokoloidy a škroby. Gelová matrice je tvořena těmito alternativními přísadami poskytující vazbu prostřednictvím kombinace koagulace proteinu a tvorbou gelu. Jedná se o přímé interakce se svalovými bílkovinami [11].

3.3.4 Dochucovadla a maskující látky

Kvůli nepříjemné kovové chuti byly vyvinuty směsi potlačující tuto chuť. Patří mezi ně kvasnicové extrakty, laktát, glutamát sodný a nukleotid (AMP – adenosinmonofosfát). Mají za úkol aktivovat receptory v ústech a krku, a následně pomáhají kompenzovat omezení soli [19].

AMP blokuje aktivaci gustducinu receptorů chuťových buněk a tím předchází chuťové nervové simulaci [21]. Tento hořký blokátor, prodáváný pod názvem Betra, může být použit pro zlepšení chuti NaCl / KCl směsí.

Další kombinace, jako je lysin a kyselina jantarová se používají jako náhražky soli. Tato sloučenina má slanou chuť a také některé antimikrobiální a antioxidační vlastnosti a mohou být použity jako náhrada až 75 % NaCl z hlediska chuti. Nicméně, ve směsi jsou vhodné použít další přídatné látky, jako jsou fosfáty, škroby a gummy, které mají být použity pro udržení vazebné funkce vody, která by se ztratila v důsledku snížení soli [11].

Použití sodného nebo draselného laktátu s odpovídajícím snížením NaCl má tendenci udržovat určitou slanost a zároveň snižuje obsah sodíku ve výrobcích do určité míry. Gou a kol. (1996) studovali vliv glycinu a laktátu draselného jako potenciální náhražky soli. Ve fermentovaných uzeninách bylo možné nahradit 40 % NaCl buď laktátem draselným nebo

glycinem, nad tuto úroveň byla detekována u laktátu draselného mírně nepříjemná sladká chuť. V suchých ošetřených sušených šunkách výsledky ukázaly, že KCl a laktát draselný by mohly nahradit 40 % NaCl bez žádného nepříznivého vlivu na chuť. Kde byla maximální hladina 30 % glycin náhradou za NaCl [12], [11].

Kvasnicové autolyzáty se také běžně používají ve výrobcích se sníženým množstvím soli, zejména pro maskování kovové chuti chloridu draselného. Patentovaná kombinace chloridu draselného s autolyzáty kvasinek má nižší hořkost než-li samostatně použitý KCl. Podle Díky kvasnicovým extraktům je možno produkovat chutné výrobky s nízkým obsahem soli, ale i ty mají svá omezení. Mohou totiž předat masitou chuť vývaru, která je ovšem v některých produktech nežádoucí. Výrobek tohoto typu dodává skutečnou umami chuť do potravin, dává příjemný pocit v ústech a dodávající chuť vylepšuje a maskuje nežádoucí chutě. Jiné přípravky s kvasinkovými extrakty podporují neutrální chuť a jsou určeny k optimalizaci vlivu umami chuti na zpracované potraviny [11].

3.4 Sušené masné výrobky

Ve studii Armenterose a kol. (2012) byly vyhodnoceny závěry plynoucí z náhrad soli u sušených šunek. Bylo provedeno porovnání u třech šunek s jinými náhradami solí [22].

- masný výrobek I: výrobek pouze s NaCl
- masný výrobek II: výrobek obsahující 50 % NaCl a 50 % KCl z celkové hmotnosti soli
- masný výrobek III: výrobek obsahující 55 % NaCl, 25 % KCl, 15 % CaCl_2 a 5 % MgCl_2

Výrobky II a III byly srovnávány s výrobkem I, se standardem.

Senzorické vlastnosti byly pozměněné ve výrobku obsahujícím CaCl_2 a MgCl_2 , zatímco výrobky, které obsahují 50 % KCl a NaCl (výrobek II) měly lepší sensorické vlastnosti, s výjimkou atributu hořké chuti kvůli přidavku KCl. Chlorid draselný pravděpodobně kvůli jeho rychlejší difúzi do masného výrobku pak působí výraznější (hořkou) chutí.

3.4.1 Doba prosolování a aktivita vody

Použití směsí solí s nízkým obsahem sodíku může způsobit podstatné změny v procesu solení, doby nasolení a v procesu suchého zrání u některých výrobků. Několik autorů pozorovali změny v pronikání substitučních solí (KCl, CaCl₂ a MgCl₂) [22].

Snížení aktivity vody je stěžejní bod pro zachování vlastností sušených masných výrobků. Za standardních podmínek se na snížení vodní aktivity výrobku synergicky podílí sušení a solení (pomocí NaCl). Bylo zjištěno, že aby byla dosažena vhodná vodní aktivita i u výrobků s náhradami NaCl, je nutné upravit dobu prosolování. U sušených šunek, kdy byla použita směs NaCl a KCl, tato změna činila ze standardních 50 dnů na 76 dnů. U týchž sušených šunek, kdy byla použita směs s přídavkem CaCl₂ a MgCl₂, tato změna činila ze standardních 50 dnů na 86 dnů [23].

3.5 Fermentované masné výrobky

Byla navržena redukce přidávaného NaCl ve fermentovaných masných výrobcích za cílem snížení množství sodíku ve stravě. Byly hodnoceny sensorické, mikrobiologické a fyzikálně-chemické vlastnosti masných výrobků, ve kterých byla provedena substituce NaCl za substituenty KCl, laktát draselný (K-laktát) nebo glycin (0 – 40 %). Částečné nahrazení NaCl pomocí KCl, K-laktátu a glycinu měl malý vliv na mikrobiologickou stabilitu, ale byly detekovány chuťové i texturní vady pomocí sensorické analýzy s úrovní nahrazení 40 % KCl, 30 % s K-laktátu a 20 % s glycinem. Částečné nahrazení (nad 40 %), NaCl s různými směsmi KCl / glycinu a K-laktát / glycin ukázalo významné chuťové a texturní vady, které nedovolují zvýšení míry substituce ve srovnání s údaji získanými u jednotlivých složek [25].

3-1: Procentuální podíl molární substituce NaCl za směsi glycin s KCl nebo K-laktátu [25].

Úprava substitucí										
	koncentrace	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NaCl	100	50	60	40	30	50	50	40	50	60
KCl		20	20	30	40	30	-	-	-	-
K-laktát		-	-	-	-	-	20	30	30	20
glycin		30	20	30	30	20	30	30	20	20

3.5.1 Substituce KCl

Hořkost je jedním z chuťových deskriptorů KCl, které by mohly omezit jeho použití jako náhražku chloridu sodného. Hořká chuť je detekována při substituci 30 % NaCl, při substituci na úrovni 40 % NaCl se zdá být náhrada stále přijatelná avšak maximální vzhledem k hořké chuti. Ve fermentovaných salámech a sušeném mase je považována náhrada 40 % jako maximální, při které je hořkost ještě přijatelná. Uvádí se, že náhrada NaCl pomocí KCl ze 33,3 % nemá vliv na senzorické vlastnosti za sucha nakládané šunky. [25]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem experimentu bylo za laboratorních podmínek vyrobit jemně mělněné masné výrobky – jemné salámy s různými náhradami NaCl, respektive dusitanové solící směsi, a výrobku standardního. Standardní výrobek sloužil pro porovnávání technologických vlastností salámů s výrobky, ve kterých byl substituován chlorid sodný.

U vyrobených vzorků bylo cílem měření technologických a sensorických vlastností technologické vlastnosti, mezi které patřily texturní vlastnosti, pH a barva výrobků. U texturních vlastností byla měřena tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost masných výrobků. Barva byla popsána parametry jasu a barevných přechodů R/G a Y/B. Dále bylo u salámů měřeno pH vpichovou elektrodou.

Masné výrobky byly sensoricky zhodnoceny, kdy nejdůležitějším výstupem sensorické analýzy bylo posouzení přijatelnosti možné substituce soli, která by nebyla posuzovateli vnímána. Výstupem experimentu jsou graficky zpracované naměřené hodnoty u jemně mělněných salámů, jejich popis, odůvodnění a závěr vycházející z přijatelnosti či nepřijatelnosti salámů s parciální substitucí NaCl.

5 METODIKA PRÁCE

V metodice práce jsou vypsány suroviny a přístroje pro laboratorní výrobu masných výrobků a dále přístroje pro hodnocení technologických vlastností vyrobených jemně mletých salámů. V této části je popsán také princip a postup jednotlivých prací.

5.1 Materiál a metody

Suroviny pro přípravu masného díla

- vepřová kýta (Řeznictví uzenářství Zbořil)
- strojně oddělené maso (Raciola Uherský Brod, s.r.o.)
- vepřové hřbetní sádlo (Řeznictví uzenářství Zbořil)
- kořenící směs Wiener (RAPS GmdH & Co.KG) – bez soli a bez polyfosfátů
- proteinový stabilizátor (RAPS GmdH & Co.KG)
- jemný bramborový škrob Solamyl (Natura, a.s.)
- dusitanová solící směs Praganda (Solné mlýny Olomouc, a.s.) – jedlá kamenná sůl 98,01 %, dusitan sodný 0,54 %, cukr 0,03 %, jodičnan draselný 0,18 %, dextróza 0,01 %, škrobový sirup 0,01 %
- chlorid draselný (Lach-Ner, s.r.o.)
- chlorid hořečnatý (Lach-Ner, s.r.o.)
- chlorid vápenatý (Lach-Ner, s.r.o.)
- šupinkový led

Přístroje a pomůcky

- předvážky Kern 440-49N (Kern & Sohn GmbH)
- univerzální kuchyňský robot SPAR (Spar)
- kutr Vorwerk Thermomix TM 31 s příslušenstvím (Vorwerk)
- konvektomat Rational SCC WE 61 (Rational)
- texturometr TA.XT Plus s kruhovou sondou 100 mm Platen (Stable Micro Systems)

- multiparametrový pH metr Hanna HI2020
- profesionální spektrofotometr Ultrascan PRO (HunterLab)
- vakuovací zařízení Mini Jumbo (Henkelman vacuum systems)
- jednorázové plastové dózy o objemu 200ml s uzávěrem
- běžné laboratorní a kuchyňské vybavení

5.2 Výroba masných výrobků

Bylo vyrobeno 9 vzorků masných výrobků, kdy jeden sloužil jako standard a v ostatních vzorcích masných výrobků byly použity náhrady v určitém procentu. Vzorky byly očíslovány 1 – 9.

1. Standard – 100 % DSS
2. 80 % DSS a 20 % KCl
3. 60 % DSS a 40 % KCl
4. 40 % DSS a 60 % KCl
5. 82 % DSS, 10 % KCl, 6 % $MgCl_2$ a 2 % $CaCl_2$
6. 64 % DSS, 20 % KCl, 12 % $MgCl_2$ a 4 % $CaCl_2$
7. 46 % DSS, 30 % KCl, 18 % $MgCl_2$ a 6 % $CaCl_2$
8. 100 % komerční náhrada soli Lo Salt 66,6 % Less (33,3 % NaCl, 66,6 % KCl, 0,1 % protihrudkující látky)
9. 100 % komerční náhrada soli Saxa So Low (48% NaCl, 51% KCl, 1 % protihrudkující látky)



Obrázek 7: náhrada soli Lo Salt [58].



Obrázek 8: náhrada soli Saxa So-Low [59].

5.2.1 Receptura jemně mělněného masného výrobku

Na výrobu standardu bylo použito:

- 400 g vepřové kýty
- 400 g strojně odděleného kuřecího masa
- 600 g vepřového hřbetního sádla
- 600 g šupinkového ledu
- 8,2 g koření směsi
- 40 g bramborového škrobu
- 10 g proteinového stabilizátoru
- 31,34 g dusitanové solící směsi

Masné dílo bylo soleno na slanost 1,5 % ve výrobku. Při použití náhrad byly vypočítány adekvátní navážky náhrad vzhledem k jeho procentuálnímu zastoupení ve vzorku.

5.2.2 Výpočty navážek substituentů

Výpočty navážek DSS a substituentů byly počítány v programu Excel a výsledky jsou shrnuty v tabulce 5-1.

5-1: Navážky DSS a substituentů

Vzorek		DSS [g]	KCl [g]	MgCl ₂ ·6H ₂ O [g]	CaCl ₂ [g]	Redukce Na %
1	100% DSS	31,34	-	-	-	0
2	80% DSS + 20% KCl	25,08	7,98	-	-	20
3	60% DSS + 40% KCl	18,81	15,97	-	-	40
4	40% DSS + 60% KCl	12,54	23,95	-	-	60
5	82% DSS + 10% KCl + 6%MgCl ₂ + 2% CaCl ₂	25,70	3,99	6,53	1,19	18
6	64% DSS + 20% KCl + 12%MgCl ₂ + 4% CaCl ₂	20,06	7,98	13,06	2,37	36
7	46% DSS + 30% KCl + 18%MgCl ₂ + 6% CaCl ₂	14,42	11,97	19,59	3,56	54
8	Lo Salt (33,3%NaCl a 66,6% KCl)	31,34	-	-	-	66,6
9	Saxa So Low (48% NaCl a 51% KCl)	31,34	-	-	-	51

V receptuře standardního výrobku je slanost stanovena na 1,5 % v zastoupení dusitanové solíci směsi. Při výpočtu navážek je však nutné brát na zřetel i molekulovou hmotnost náhrad, z toho vyplývá, že zastoupení substituentů v procentech se nerovná náhradě hmotnostní.

Pro názornost je uveden výpočet náhrady u vzorku 2 (80 % DSS a 20 % KCl). Vychází se z předpokladu, že na masné dílo o hmotnosti 2 089, 54 g je zapotřebí 31,34 g dusitanové solíci směsi. 20 % DSS je zaměněno za KCl.

Výpočet molekulové hmotnosti DSS se provede ze znalosti obsahu 0,6 % NaNO₂ v DSS a známých molekulových hmotností NaNO₂ a NaCl v DSS.

$$M.h. = \frac{0,6 \cdot 85,10 + 99,4 \cdot 58,44}{100}$$

Molekulová hmotnost DSS je 58,60 g/mol.

Ve vzorku 2 se použije 80 % DSS z původních 31,34 g DSS a zbytek bude zaměněn za KCl

31,34 g DSS odpovídá 100 %

x g DSS je zapotřebí na 80%

x = 25,07 g DSS

6,27 g DSS s M.h. 58,60 g/mol se zamění za

x g KCl s M.h. 74,55 g/mol

x = 7,97 g KCl

5.2.3 Výpočet bilance sodíku ve vzorku

Na přípravu masného výrobku byla použita dusitanová solící směs, která obsahuje 0,6% dusitanu sodného. Dále jako zdroj sodíku by mohlo být koření a polyfosfáty, které se běžně přidávají do mělněných masných výrobků. Bylo však vybráno takové koření, které neobsahovalo chlorid sodný ani polyfosfáty. Polyfosfáty nebyly v receptuře použity vůbec vzhledem k problematickému zjištění zastoupení sodíku v komerčně prodávaných polyfosfátech. Vychází se tedy z jediného zdroje sodíku a to dusitanové solící směsi. Pro názornost je přepočítána bilance sodíku u vzorku 2.

Vzorek 2 obsahuje 80 % DSS.

1. Výpočet Na z NaCl

80 % odpovídá 25,07g DSS

25,07 g DSS odpovídá zastoupení 100 % DSS

x g NaCl odpovídá zastoupení 99,4 % NaCl

x = 25,02 g NaCl

25,02 g NaCl má M.h. 58,44 g/mol

x g Na má M.h. 22,99 g/mol

x = 9,84 g Na

Ve vzorku 2 je 9,84 g sodíku pocházejícího z NaCl.

2. Výpočet Na z NaNO_2

80 % odpovídá 25,07g DSS

25,07 g DSS odpovídá zastoupení 100 % DSS

x g NaCl odpovídá zastoupení 0,6 % NaNO_2

$x = 0,1504$ g NaNO_2

0,1504 g NaNO_2 má M.h. 85,10 g/mol

x g Na má M.h. 22,99 g/mol

$x = 0,0406$ g Na

Ve vzorku 2 je 0,04 g sodíku pocházejícího z NaNO_2 .

3. Celková bilance Na ve vzorku 2:

Ve vzorku je celkově 9,88 g Na. Ve výrobku o hmotnosti 2089,54 g je 0,47 % Na.

Obsah Na ve vzorku činí cca 80 % oproti standardu, redukce tedy činí 20 %.

5.2.4 Postup výroby masného výrobku

Pro výrobu masného výrobku se vždy vycházelo z rozmražených masných surovin. Strojně oddělené kuřecí maso, vepřová kýta a vepřové hřbetní sádlo bylo pomocí řezačky Spar rozmělněno. Suroviny pro výrobu byly odváženy na laboratorních vahách Kern s přesností na dvě desetinná místa.

Suroviny byly mělněny v kutru v přesném pořadí. Nejdříve bylo vloženo libové maso (vepřová kýta a strojně oddělené drůbeží maso) s dusitanovou solící směsí nebo v její kombinaci s náhradami a byla mělněna libová spojka, následně bylo přidáno koření. Poté byla přidána třetina ledu. Po dalším kutrování byl do spojky přidán proteinový stabilizátor. Následně byla přidána další třetina ledu spolu s vepřovým hřbetním sádlem. Při dalším kutrování byla přidána poslední třetina ledu. K závěru kutrování byl přidán bramborový škrob a to při teplotě 8°C, dílo bylo mícháno do teploty 10°C. Při vyšších teplotách by již mohlo docházet ke zkrácení bílkovinných řetězců. Počáteční kutrování vždy probíhalo za nižších otáček, při 2000 ot/min, následně byly otáčky zvýšeny až k 9000 ot/min.

Masné dílo bylo plněno do jednorázových plastových obalů a objemu 200 ml do výšky 4/5. Plastové dózy s masným výrobkem byly vakuově ošetřeny a poté tepelně opracovány spolu s uzením v konvektomatu. V první fázi červení, které trvalo 20 minut, byl masný výrobek při 100 % vlhkosti tepelně opracován při 55°C za působení vyvíjecího kouře při otevřeném plastovém obalu. V druhé fázi byla teplota zvýšena na 85°C se 100% vlhkostí vzduchu při současném působení udícího kouře. Dózy byly stále otevřeny kvůli efektu uzení. Ve třetí fázi byly plastové obaly uzavřeny víčkem a dílo bylo opracováno na teplotu 70 °C působící minimálně 10 minut v jádře. K detekci tepoty v jádře byla použita vpichová teplotní sonda.

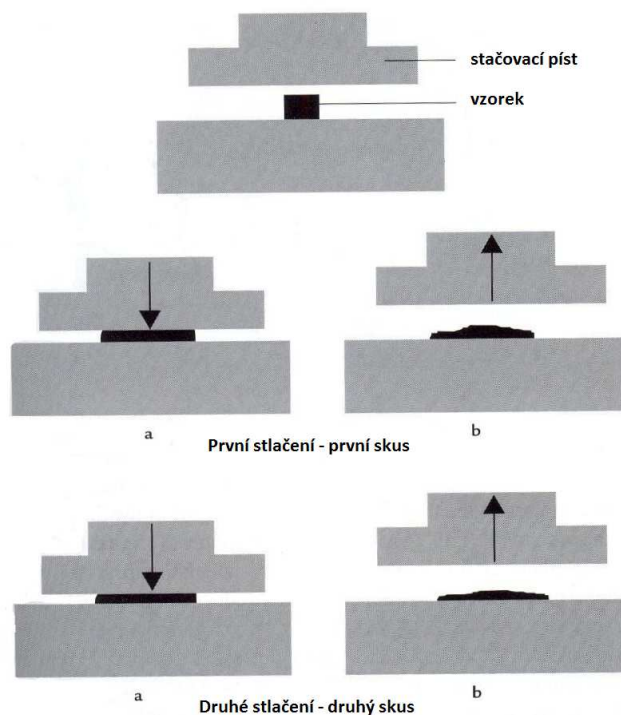
Výrobky byly z konvektomatu vyjmuty a chlazeny. Po zchlazení byly uzavřené výrobky uchovány v lednici 7 dnů, do stanovení textury, barvy, pH a byla provedena senzorická analýza.

Fotodokumentace z přípravy masného výrobku je přiložena v příloze

Příloha 1.

5.3 Měření textury vzorků

Analýza texturního profilu (TPA) je objektivní metoda instrumentální analýzy. Zkouška se skládá ze stlačování vzorku potravin ve dvou cyklech. Z měření se hodnotí zatěžovací křivka, tj. závislost síly na deformaci vzorku. Ze závislosti síly na deformaci vzorku jsou určovány jednotlivé texturní parametry, mezi které patří tuhost, křehkost, přilnavost, pružnost, žvýkatelnost, gumovitost a soudržnost [60].



Obrázek 9: Průběh komprese ve dvou cyklech [60].

a – popisuje pohyb plochy směrem dolů

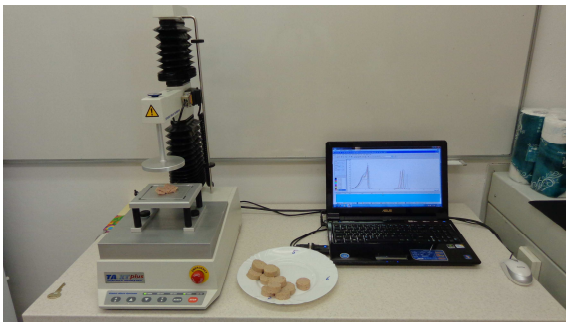
b – popisuje pohyb plochy směrem nahoru

Před samotným měřením textury, byl standardizován tvar vzorků. Z masného výrobku byly vyřezány válce o průměru 35 mm a výšce 10 mm.

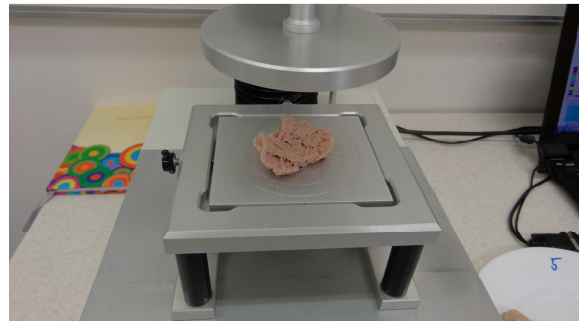


Obrázek 10: Vzorky k měření textury

Pro měření textury výrobku byl použit přístroj TA.XT plus od společnosti Stable Micro system. Po kalibraci přístroje 5000 g závažím byla nasazena kruhová sonda s průměrem 100 mm a podstavec. Sonda se pohybovala směrem k vzorku rychlostí 2 mm/s. Byla využita dvojitá komprese vzorku, která nejlépe simuluje žvýkání potraviny, kdy proběhlo stlačení vzorků na 80 %. Od každého vzorku bylo prováděno 6 měření. Data byla zpracována v programu Exponent Lite v.4.0.13.0.

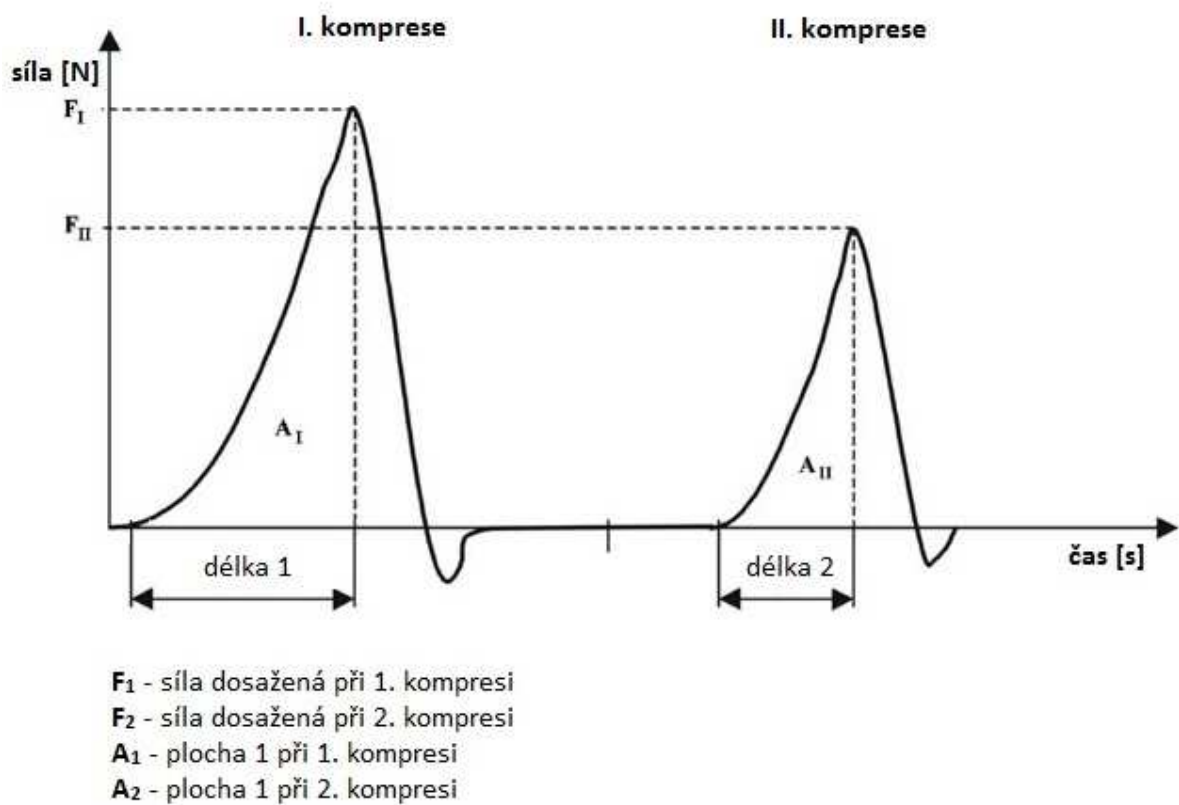


Obrázek 11: Texturometr TA.XT plus



Obrázek 12: Stlačený vzorek

Výsledky byly využity k měření tvrdosti, tuhosti, kohezivnosti a gumovitosti. Tvrdost představuje maximální sílu, které bylo dosaženo při prvním stlačovacím cyklu. Tuhost neboli elasticita popisuje deformační délku v milimetrech u druhého stlačení vztaženou k výšce vorku. Kohezivnost neboli soudržnost vyjadřuje poměr ploch energie druhého cyklu k energii prvního cyklu. Gumovitost je charakteristická pro polotuhé potraviny se sníženým stupněm tvrdosti a vyšším stupněm soudržnosti [60].



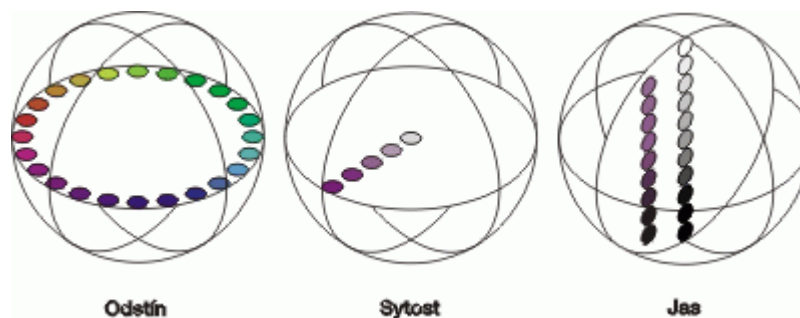
Graf 5: Analýza texturního profilu (TPA) – upraveno dle [61].

Tabulka měřených texturních vlastností je přiložena v příloze Příloha 2 a výsledky měření textury jsou prodiskutovány ve výsledcích a diskuzi (6.1).

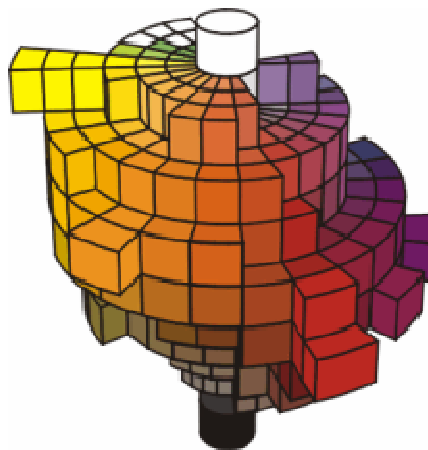
5.4 Měření barvy vzorků

Barva je zásadní parametr při vybírání masných výrobků ke koupi. Z fyzikálního hlediska je barva směsí záření o různých vlnových délkách. Od předmětu se odráží část záření viditelného spektra v rozmezí 390 až 790 nm a na základě tohoto odraženého elektromagnetického záření pozorovatel zrakem registruje určitou barvu.

Barvu popisují tři základní vlastnosti, odstín, jas a sytost. Pomocí odstínu lze rozlišit jednu barvu od druhé. Barvy se v sousedním spektru mohou mísit a získat tak plynulý přechod. Například červená a modrá vytvoří spektrum barev od červené přes fialovou k modré. Jas charakterizuje vzorek v měřítku „tmavý – světlý“, kdy ve stupnici přechází bílá přes šedou až do černé a označují se jako neutrální barvy. Sytost popisuje vlastnosti barvy ve smyslu přechodu od neutrální šedé k čistému odstínu při stálé hodnotě jasu. Tyto základní parametry jsou znázorněny na obrázcích Obrázek 13 a Obrázek 14 [60].



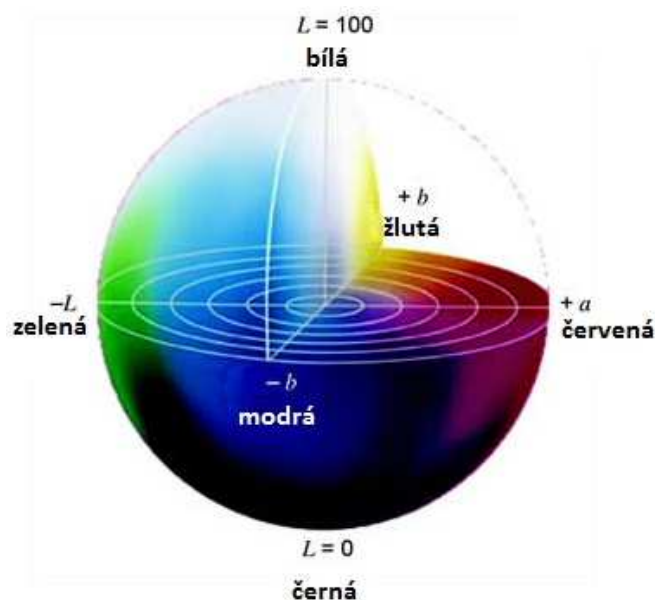
Obrázek 13: Odstín, sytost, jas [61].



Obrázek 14: Munsellův systém [61].

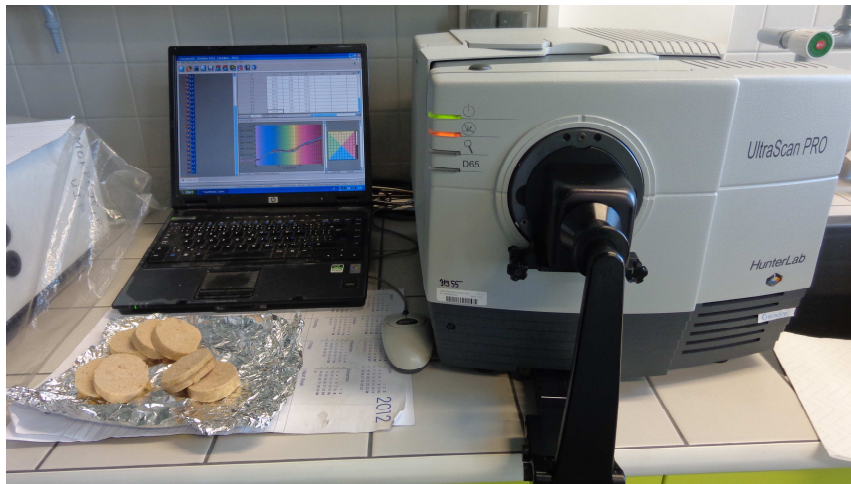
5.4.1 Měření barvy metodou CIE $L^*a^*b^*$

Barevný prostor CIE $L^*a^*b^*$ je velmi často používán k měření barvy vzorku. Barva je zde definována jako bod v trojrozměrném prostoru, který je popsán souřadnicemi L^* , a^* , b^* . Kde L^* je světlost barvy, vyskytuje se ve vertikální rovině. L^* nabývá hodnot 0 až 100, nulou je chápána černá barva a 100 je chápána barva bílá. Parametry a^* a b^* jsou umístěny v horizontální rovině, kde a^* určuje rozsah barev od zelené „ $-a^*$ “ až po červenou „ $+a^*$ “. Parametr b^* naopak určuje rozsah barev od modré „ $-b^*$ “ až po žlutou „ $+b^*$ “ (warris 2000). Středová oblast kruhového diagramu je oblast neutrální a dle hodnoty L^* jsou horizontální parametry buď to tmavší či světlejší. Barevný prostor CIE $L^*a^*b^*$ je znázorněn obrázkem Obrázek 15 [60].



Obrázek 15: Barevný prostor CIE $L^*a^*b^*$ [62].

V našem experimentu bylo provedeno měření parametrů L^* , a^* a b^* pomocí profesionálního spektrofotometru určeného na měření barev Ultrascan PRO od společnosti HunterLab. Hodnoty souřadnic byly získány na základě změny intenzity procházejícího paprsku vzorkem, po kalibraci na souřadnice černé ($L=0$) a bílé ($L=100$) v barevném spektru.



Obrázek 16: Měření barvy metodu CIE L*a*b*



Obrázek 17: Příprava vzorku k měření barvy

Výsledky měření jsou přiloženy v příloze Příloha 3: Tabulka měření barvy vzorků a diskutovány ve výsledcích (6.2.1).

5.5 Měření pH vzorků

pH je definováno jako záporný dekadický logaritmus aktivity H_3O^+ iontů. Ve zředěných roztocích můžeme aktivitu aproximovat koncentrací roztoků.

Měřením pH se koriguje nejen údržnost masných výrobků, ale také ovlivňuje vaznost vody v masném výrobku. Základní význam pro vaznost má náboj bílkoviny, který je hodnotou pH značně ovlivňován. Značný pokles vaznosti nastává v izoelektrickém bodě (pI), který je definován jako hodnota pH, při kterém jsou v molekula bílkoviny vyrovnány kladné a záporné náboje a výsledný náboj se navenek jeví jako nulový. V izoelektrickém bodě jsou bílkovinné molekuly od sebe odpuzovány elektrostatickými silami mezi souhalsnými náboji, a jsou maximálně přitahovány opačně nabitými skupinami. Je to tedy taková hodnota pH, kdy je voda vázána jen minimálně [51].

Měření pH bylo prováděno na multiparametrovém pH metru Hanna HI2020.



Obrázek 18: pH metr Hanna HI2020 [63].

Výsledky měření jsou diskutovány ve výsledcích (6.3.1) a hodnoty měření jsou uvedeny v příloze Příloha 4: Tabulka měření pH.

5.6 Senzorické hodnocení vzorků

Senzorické faktory náleží k nejdůležitějším, protože nej přesněji a nejkompaktněji určují vjem chuti masného výrobku. Jsou významné při smyslové analýze vzorků masných výrobků chemoreceptory (čich a chuť), mechanoreceptory (somestický hmat na prstech a v ústech), termoreceptorů a fotoreceptorů (zraku) při hodnocení znaků a charakteristik vzorků, jako je vnější vzhled spolu s barvou a na řezu výrobku, vůně, chuť, šťavnatost, křehkost na skusu, konzistence a struktura [64].

Senzorické hodnocení provádělo 23 proškolených hodnotitelů, muži i ženy ve věku od 20 do 25 let. Byly posuzovány vzorky jemného salámu s náhradami a standardní vzorek se 100% DSS. Veškeré vzorky byly kódovány 4ciferným číslem včetně vzorku standardního.

5.6.1 Hodnocení pomocí stupnic

Metoda hodnocení potravin s použitím stupnic patří k nejčastěji využívaným metodám sensorické analýzy, se kterými lze efektivně kvantifikovat rozdíly daných sensorických znaků mezi posuzovanými vzorky. Stupnicí rozumíme kontinuum, rozdělené do po sobě jdoucích hodnot (bodů, kategorií nebo stupňů), které vyjadřují úroveň vlastností. Principiálně dělíme stupnice na intenzitní (slanost, hořkost, cizí chutě apod.) a hédonické (stupně oblíbenosti nebo neoblíbenosti). Jsou-li při hodnocení přiřazována čísla, pak se jedná o bodovou (číselnou) ordinální stupnici. Ordinální stupnice mívají obvykle lichý počet stupňů, proto aby prostřední stupeň odpovídal průměrné intenzitě zkoumaného znaku [65].

Zvolenou metodou pro sensorické hodnocení připraveného jemného salámu bylo hodnocení pomocí stupnic a byly vybrány deskriptory: vzhled a barva v nákreji, vůně, konzistence, chuť, intenzita pachů a pachutí, celkový dojem. K deskriptorům bylo zhotoveno hodnotitelské schéma. Hodnotitelské schéma je přiloženo v příloze Příloha 6: Hodnotitelské schéma pro posuzovatele. Dotazník pro sensorické hodnocení je vložen do přílohy Příloha 5: Sensorické hodnocení – dotazník pro sensorické hodnotitele.

5.6.2 Pořadový preferenční test

Uspořádání a průběh pořadové zkoušky se řídí českou technickou normou ČSN ISO 8587. Norma popisuje metodu sensorického hodnocení zkoušených vzorků s cílem uspořádání série zkoušených vzorků do pořadí. Metoda je použitelná k provádění více vzorkového

rozdílového zkoušení s použitím kritéria intenzity jednotlivých vlastností, složek vlastností nebo celkového dojmu. Metoda umožňuje stanovit vlivy různých surovin, technologické vlivy apod. Posuzovatelé obdrží sérii R vzorků, předložených v náhodném pořadí a umístí je do určitého uspořádání (posloupnosti) podle určeného kritéria. Podle instrukcí organizátora zkoušky posuzovatel přiřadí pořadí „1“ vzorku s nejsilnější nebo nejslabší intenzitou vlastnosti. I když posuzovatelé nejsou schopni najít rozdíl mezi vzorky, měli by zvolit odlišná pořadí (technika nucené volby) [65].

V druhé části sensorického hodnocení byly vzorky seřazeny hodnotiteli podle jejich preference od nejlepšího po nejhorší. Nejlepší vzorek byl označen jako 1 a nejhorší jako číslo 9.



Obrázek 19: Talíře se vzorky přichystané pro sensorické hodnotitele

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Ve výsledcích jsou diskutovány závěry k měření textury, barvy a také závěry senzorického hodnocení masných výrobků.

6.1 Měření texturních vlastností vzorků

Texturní vlastnosti masných výrobků byly hodnoceny na přístroji textuometru TA.XT plus a data byly zpracovány v programu Exponent Lite v4.0.13.0. Každý vzorek byl měřen celkem šestkrát, byla vypočtena průměrná hodnota a k měření byla stanovena odchylka. Výsledky celého měření jsou uvedeny v příloze Příloha 2: Tabulka měření textury vzorků. Na základě výsledků byly vyhotoveny grafy závislostí texturních vlastností na koncentraci náhrad soli v masných výrobcích.

6.1.1 Naměřené texturní vlastnosti

Naměřené texturní vlastnosti jsou shrnuty v tabulkách, každá texturní vlastnost je zobrazena graficky a výsledky měření texturních vlastností jsou prodiskutovány.

6-1: Naměřené hodnoty tvrdosti vzorků

	Tvrdost								
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEAN	104,425	90,72555	90,54537	101,1536	106,9502	91,17433	98,02383	99,34256	98,3875
STDEV	9,638	27,4412	21,49871	3,96219	8,394269	10,83215	6,085528	9,076905	11,69061

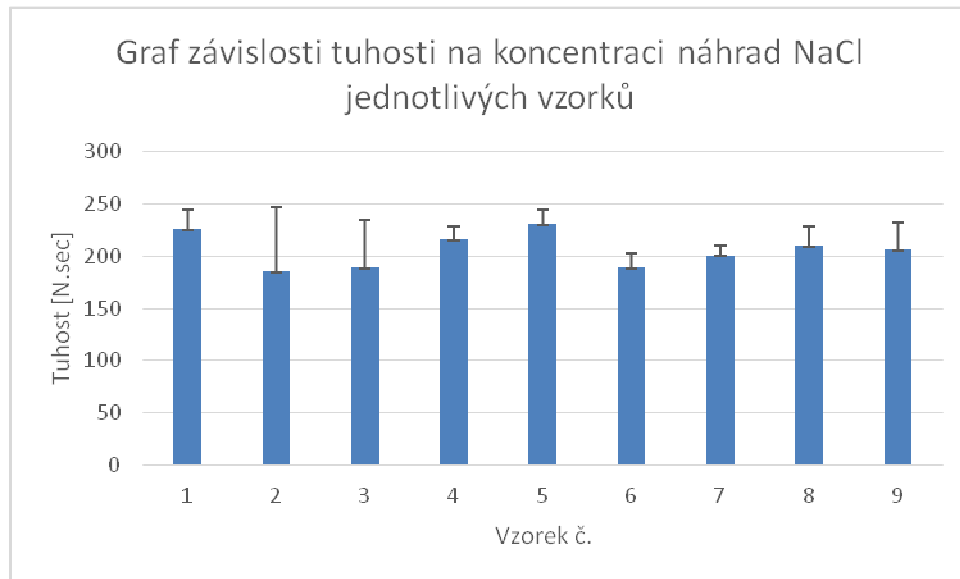


Graf 6: Graf závislosti tvrdosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

U série vzorků 2, 3, 4, kde byla substituce 20 %, 40 %, a 60 % KCl, bylo pozorováno mírné zvýšení tvrdosti masných výrobků. U série vzorků 5, 6, 7, kde byly aplikovány ve vzrůstajícím poměru jako náhrady KCl a dvouvalné kationty chloridů, nebyla pozorována závislost vypovídající o změně tvrdosti v těchto masných výrobcích. U série vzorků 8 a 9, kde byly aplikovány komerční směsi NaCl a KCl nebyla taktéž pozorována závislost k texturní vlastnosti. Nejnižší tvrdost měl vzorek číslo 3 a naopak nejtvrďší byl vzorek číslo 5. Všeobecně lze říci, že u texturního parametru tvrdosti nebyla nalezena závislost na základě substituce dusitanové solící směsi ve vzorku.

6-2: Naměřené hodnoty tuhosti vzorků

	Tuhost								
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEAN	226,405	185,7228	189,508	216,5259	230,9993	189,7025	201,0423	209,8654	206,5452
STDEV	18,606	60,78173	45,82571	12,02526	14,12167	12,70407	9,644452	19,01765	26,13573

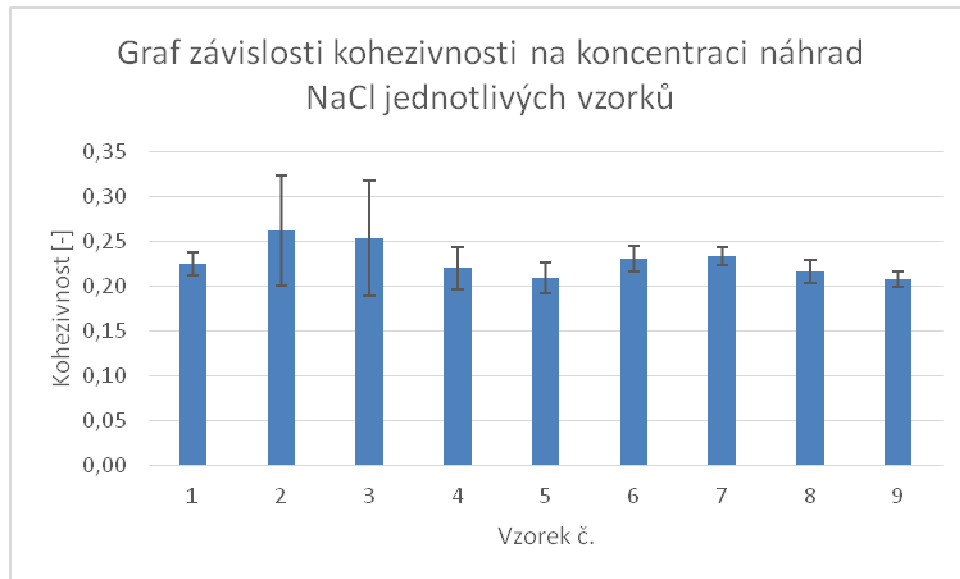


Graf 7: Graf závislosti tuhosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

U série vzorků 2, 3, 4, kde byla DSS nahrazována KCl, byla pozorována změna tuhosti salámů. Tuhost u této série masných výrobků mírně rostla. U vzorků 8 a 9 s komerčně prodávanými solemi byla tuhost vzorků téměř stejná. Série vzorků 5, 6, 7, kde byly použity kromě KCl i dvouvalné kationty chloridů, nebyl zpozorován trend ve změně tuhosti vzorků vzhledem k obsahu náhrad ve vzorcích. Nejnížší tuhost vykazoval vzorek číslo 2 a naopak nejvyšší tuhost byla naměřena u vzorku číslo 5. Druhý nejtužší vzorek byl standardní výrobek s číslem 1. Všeobecně lze říci, že u texturního parametru tuhosti nebyla nalezena závislost na základě substituce dusitanové solící směsi ve vzorku.

6-3: Naměřené hodnoty kohezivnosti vzorků

	Kohezivnost								
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEAN	0,225	0,26272	0,254498	0,220712	0,209571	0,230972	0,233824	0,216731	0,208185
STDEV	0,012	0,061014	0,064281	0,023288	0,017306	0,01397	0,010034	0,013063	0,009243

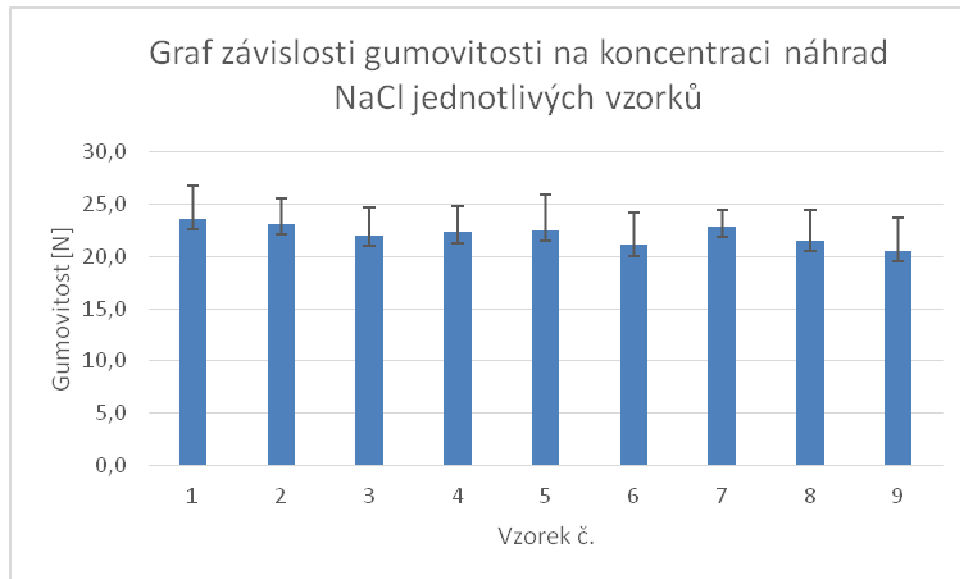


Graf 8: Graf závislosti kohezivnosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

U série vzorků 2, 3, 4, kde substituovanou solí je chlorid draselný ve zvyšujícím se poměru, byl pozorován menší pokles kohezivnosti masných výrobků. U vzorků 8 a 9, kde byly použity komerční soli s náhradou KCl, byl však trend změny opačný, kdy se zvyšující se redukcí kohezivnost nepatrně rostla. U série 4, 5, 6, která obsahovala jako náhrady KCl a dvouvalné kationty chloridů, nebyla vyhodnocena jakákoli závislost na kohezivnost. Nejmenší kohezivnost vykazoval vzorek číslo 9 a nejvyšší vzorek číslo 2. Všeobecně lze říci, že u texturního parametru kohezivnosti nebyla nalezena závislost na základě substituce dusitanové solící směsi ve vzorku.

6-4: Naměřené hodnoty gumovitosti

	Gumovitost								
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEAN	23,577	23,10452	21,97788	22,32643	22,516	21,10241	22,91182	21,5796	20,5482
STDEV	3,244	2,449381	2,706035	2,446616	3,465141	3,119082	1,608925	2,882984	3,188659



Graf 9: Graf závislosti gumovitosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

U série vzorků 2, 3, 4, kde byla provedena substituce pomocí KCl se vzrůstajícím zastoupením, nebyla pozorována závislost změny gumovitosti masných výrobků. Taktéž u série 5, 6, 7, kde bylo použito více druhů chloridů, jako draselný, vápenatý a hořečnatý, nebyl pozorován trend změny gumovitosti salámů. U výrobků s komerčně prodávanými solemi s označením vzorků 8 a 9 nebyly vyhodnoceny změny v gumovitosti salámů. Ze všech měřených texturních vlastností měla gumovitost nejvyrovnanější výsledky. Lze tedy říci, že se změnou chloridových kationtů se gumovitost nemění.

6.2 Měření vlastností barev vzorků

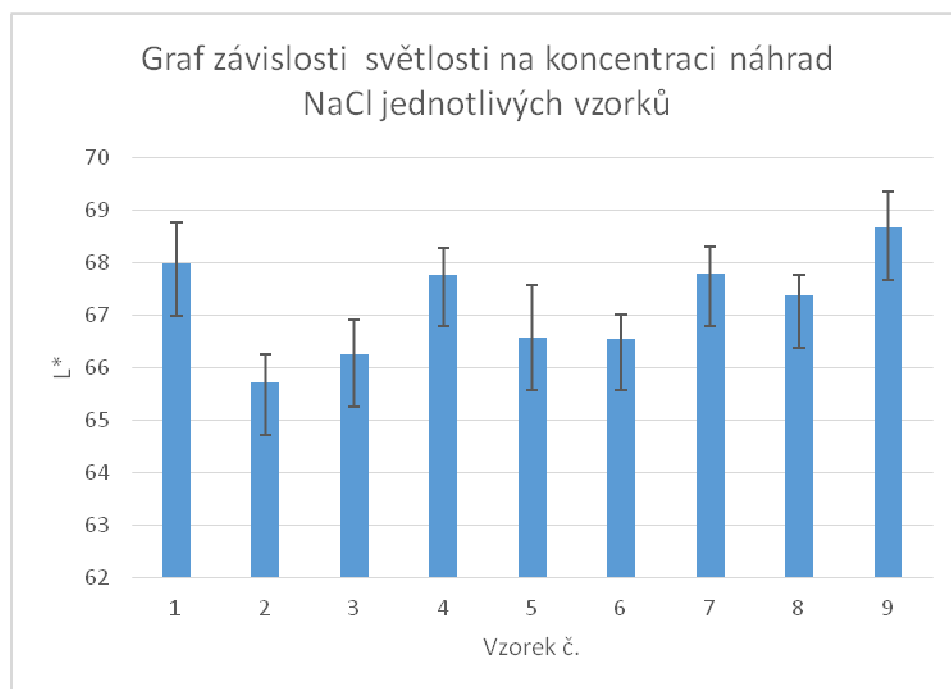
Barva masných výrobků souvisí zejména s obsahem hemových barviv, myoglobinu a hemoglobinu. Při tepelném ošetření masa dochází k denuraci globinu, po níž zpravidla následuje oxidace železa v hemové skupině a dochází ke změně barvy na hnědou nebo šedo-hnědou. Významnou reakcí hemových barviv je vytvoření nitroxyhemochromu (nitroxy-myoglobinu), růžového barviva salámů. Dochází k tomu po přidání dusitanů, kdy metmyoglobin, který vznikl v první fázi reakce, je převeden redukčními reakcemi thiolové skupiny za pomoci enzymů, které se v mase nachází, zpět na myoglobin [64].

6.2.1 Naměřené hodnoty barev

Bylo provedeno měření parametrů L^* , a^* a b^* pomocí profesionálního spektrofotometru určeného na měření barev Ultrascan PRO od společnosti HunterLab.

6-5: Naměřené hodnoty L^* - jasu

	L^*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEAN	68,0025	65,73125	66,2675	67,785	66,58375	66,56375	67,78875	67,38375	68,67625
STDEV	0,774044	0,518952	0,646698	0,490867	1,000899	0,441926	0,517553	0,398495	0,696095



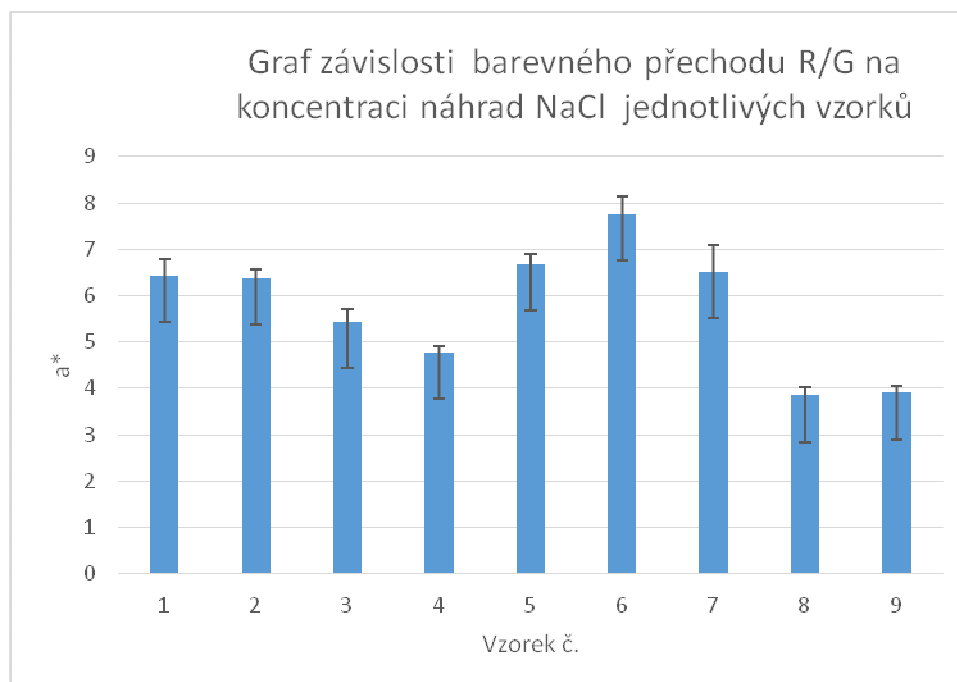
Graf 10: Graf závislosti světlosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

Co se týče jasů, jsou vzorky všeobecně světlejší, to dokazují hodnoty v rozmezí 65 – 69.

U série vzorků 2, 3, 4, kde je jako náhrada DSS použit KCl, lze pozorovat se zvyšujícím se obsahem KCl také vyšší světlost vzorků. U vzorků 5, 6, 7, kde byla použita kombinace chloridů KCl, CaCl₂ a MgCl₂, nebyla nalezena žádná spojitost. Mezi nejsvětlejší vzorky patřily vzorky s číslem 8 a 9, kde nebyl použit žádný podíl DSS, ale byla použita komerčně prodáváná směs NaCl a KCl. Vzhledem k zastoupení náhrad nelze logicky vyvodit spojitost mezi koncentrací náhrad DSS a L*.

6-6: Naměřené hodnoty a* - barevného přechodu R/G

	a*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEAN	6,44	6,36625	5,445	4,78125	6,69	7,76625	6,515	3,8475	3,90375
STDEV	0,350428	0,212834	0,272305	0,137789	0,20347	0,383892	0,564159	0,170862	0,136101



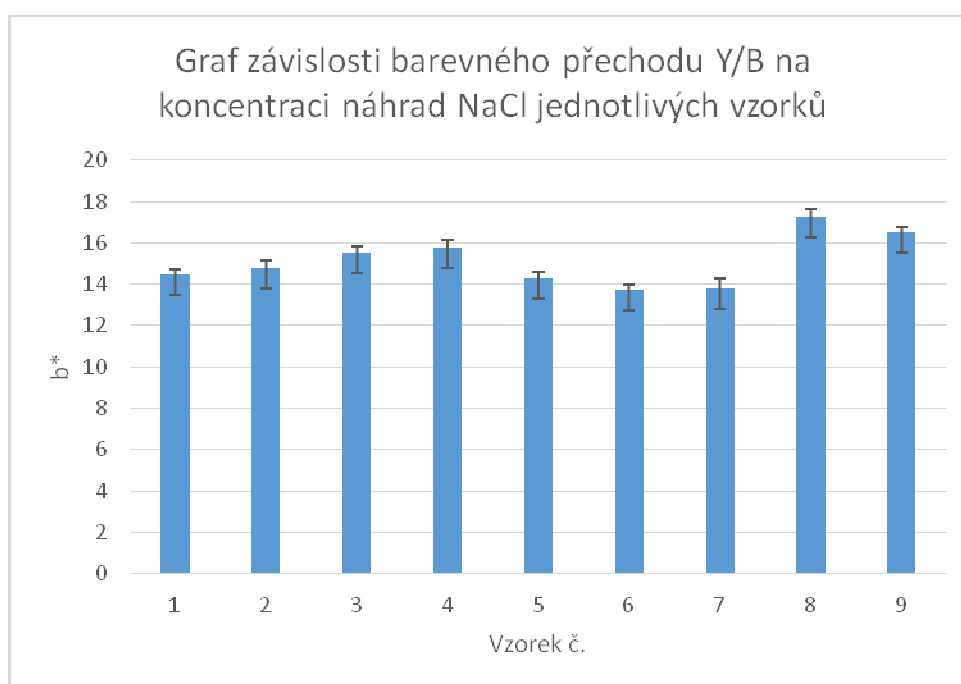
Graf 11: Graf závislosti barevného přechodu R/G na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

V barevném přechodu R/G byly vzorky měřeny v +a* hodnotách, jednalo se tedy o barvu červenou, která je typická pro masné výrobky. U vzorků 8 a 9, kde nebyla vůbec použita DSS, ale pouze směs NaCl a KCl, jsou si hodnoty a* velmi podobné. U vzorků 2, 3, 4, kde

byla použita část DSS a KCl, bylo snížením DSS zaregistrováno i snížení a^* , ztrácely červenou barvu. Důvodem je, že DSS podporuje červenou barvu masných výrobků a jejím snížením obsahu klesá i a^* .

6-7: Naměřené hodnoty b^* - barevného přechodu Y/B

	b^*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MEAN	14,495	14,8	15,51875	15,775	14,2725	13,71625	13,8175	17,27	16,55
STDEV	0,246475	0,384968	0,34469	0,393319	0,315188	0,271152	0,461079	0,337491	0,21616



Graf 12: Graf závislosti barevného přechodu Y/B na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

V barevném přechodu Y/B byly vzorky měřeny v $+b^*$ měřítku a jednalo se o žlutou barvu. U vzorků 2,3,4 a zároveň 8,9, kde byla využita jako náhrada pouze KCl a se s jejím zvyšujícím zastoupením se zvyšovala i hodnota b^* . U vzorků 8,9 byl faktor b^* intenzivnější, protože ve složení nedisponovala žádná DSS.

Vzorky 5,6,7 sice vykazují výraznější hodnotu a^* , zato nižší hodnotu b^* , avšak nebyl pozorován trend klesání či růstu.

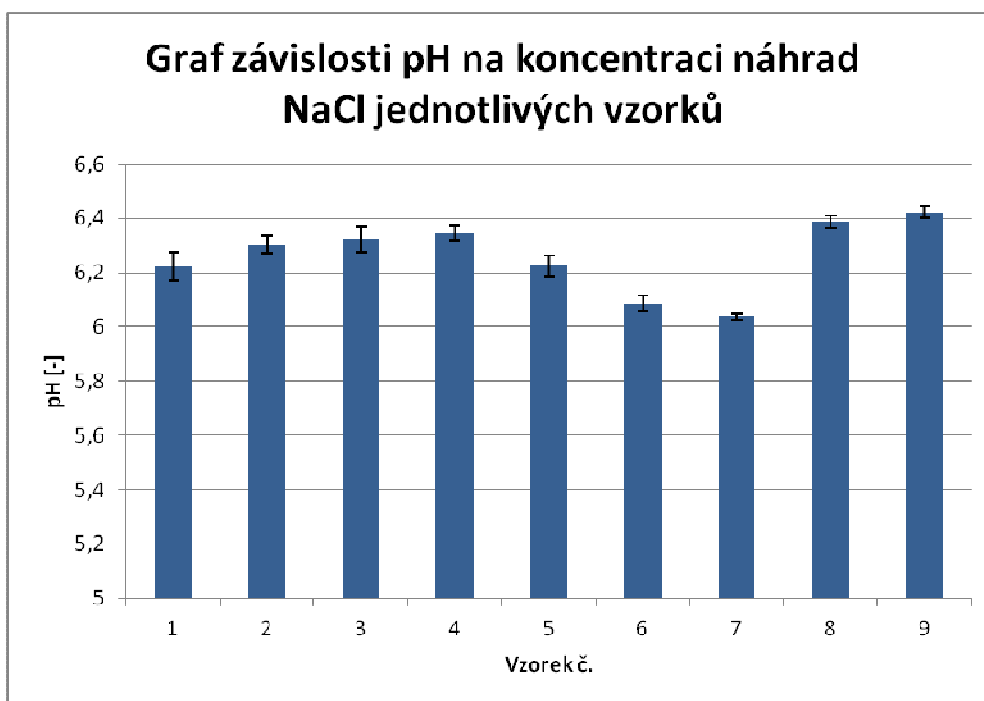
6.3 Měření pH vzorků

Měření pH bylo prováděno na multiparametrovém pH metru Hanna HI2020.

6.3.1 Naměřené hodnoty pH

6-8: Tabulka naměřených hodnot pH

	pH vzorků								
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
průměr	6,223333	6,303333	6,321667	6,345833	6,224167	6,086667	6,036667	6,388333	6,421667
odchylka	0,053485	0,032287	0,047641	0,02811	0,039187	0,028391	0,013707	0,022896	0,019462



Graf 13: Graf závislosti pH na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků

U vzorků 2,3,4 byl pozorován mírný vzestup pH vzhledem k vyššímu zastoupení obsahu substitucí. To se ale nepotvrdilo u vzorků 8 a 9. U vzorků 5,6,7, kde byly použity dvouvalentní kationty chloridů, naopak pH klesalo s vyšším zastoupením náhrad.

6.4 Hodnocení senzorické analýzy masných výrobků

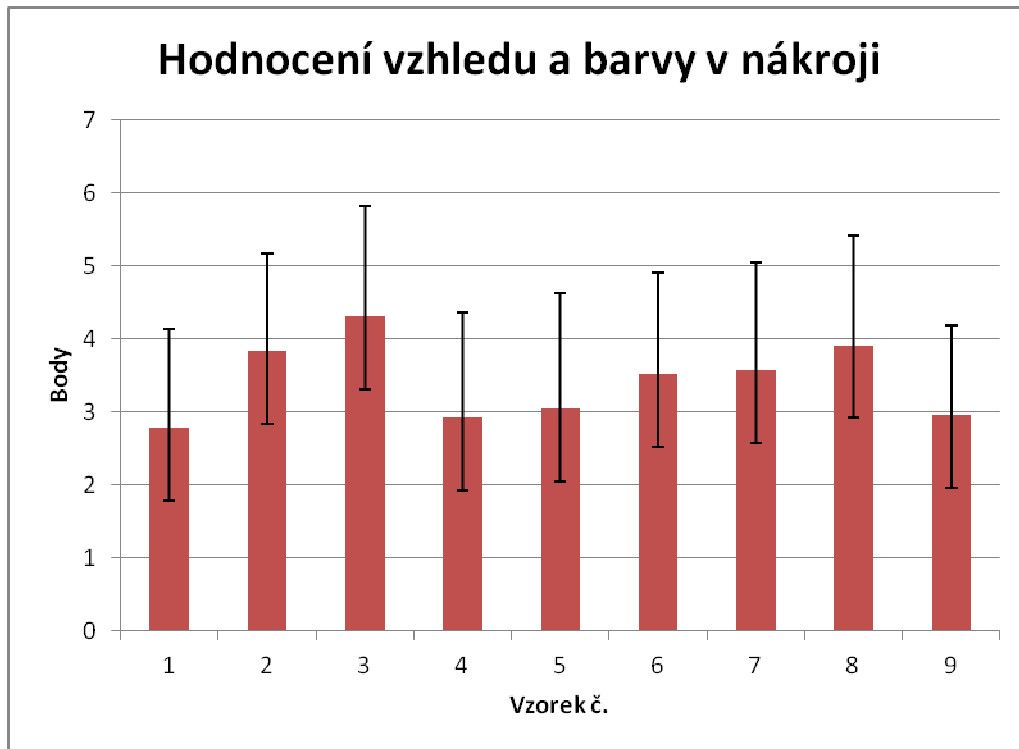
Senzorické hodnocení bylo prováděno 23 proškolenými posuzovateli ve věku 20 až 25 let v době od 10 do 11 h dopoledne. U hodnocení pomocí stupnic hodnotitelé přidělovali masným výrobkům bod od 1 do 7. Výsledky jednotlivých deskriptorů i pořadová zkouška jsou prodiskutovány.

6.4.1 Vzhled a barva v nákreji

Barva by měla být typická pro vařený masný výrobek, stejnorodá, bez cizích odstínů. Na řezu by měl být jemně mělněný salám hladký a měl by tvořit velmi jemnou strukturu. U hůře hodnocených výrobků se hodnotí odchylka od typické barvy a projevují se cizí odstíny. Dále je hůře hodnocena nehomogenita výrobku na řezu a deformace tvaru nákreji. Bodové hodnocení vzhledu a barvy v nákreji je popsán v hodnotitelském schéma v příloze Příloha 6.

6-9: Senzorické hodnocení – vzhled a barva v nákreji

Vzhled a barva v nákreji									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
průměr	2,782609	3,826087	4,304348	2,913043	3,043478	3,521739	3,565217	3,913043	2,956522
odchylka	1,346933	1,336623	1,520609	1,443262	1,580514	1,377401	1,471736	1,504933	1,223938



Graf 14: Hodnocení vzhledu a barvy v nákroji

U hodnocení vzhledu a barvy v nákroji se se zvyšujícím obsahem náhrad zhoršovalo hodnocení posuzovatelů, ať už u série vzorků 2, 3, 4 se zvyšující se substitucí KCl, nebo u série 5, 6, 7, kde jako náhrady bylo použito poměrově zvyšující se množství KCl, CaCl₂ a MgCl₂. Výjimkou byl vzorek 4, který byl substituován až z 60 % KCl. Nejlépe byl hodnocen vzorek standardu s označením 1. Dle výsledků sensorické analýzy i měření barvy pomocí metody CIE L*a*b* lze zhodnotit, že posuzovatelé reagovali nejvíce na změnu barvy. U hůře hodnocených vzorků se jednalo převážně o ztrátu červené barvy. Vzorky 8 a 9 neobsahovaly žádnou DSS, ale pouze směs NaCl a KCl. Hodnotiteli byly vzorky 8 a 9 hodnoceny více negativně z důvodu absence typické červené barvy způsobené DSS. Nejhůře byl však hodnocen vzorek číslo 3 se substitucí 40 % pomocí KCl. Nejlépe hodnocený vzorek byl číslo 1 a jednalo se o standard se zastoupením pouze DSS.

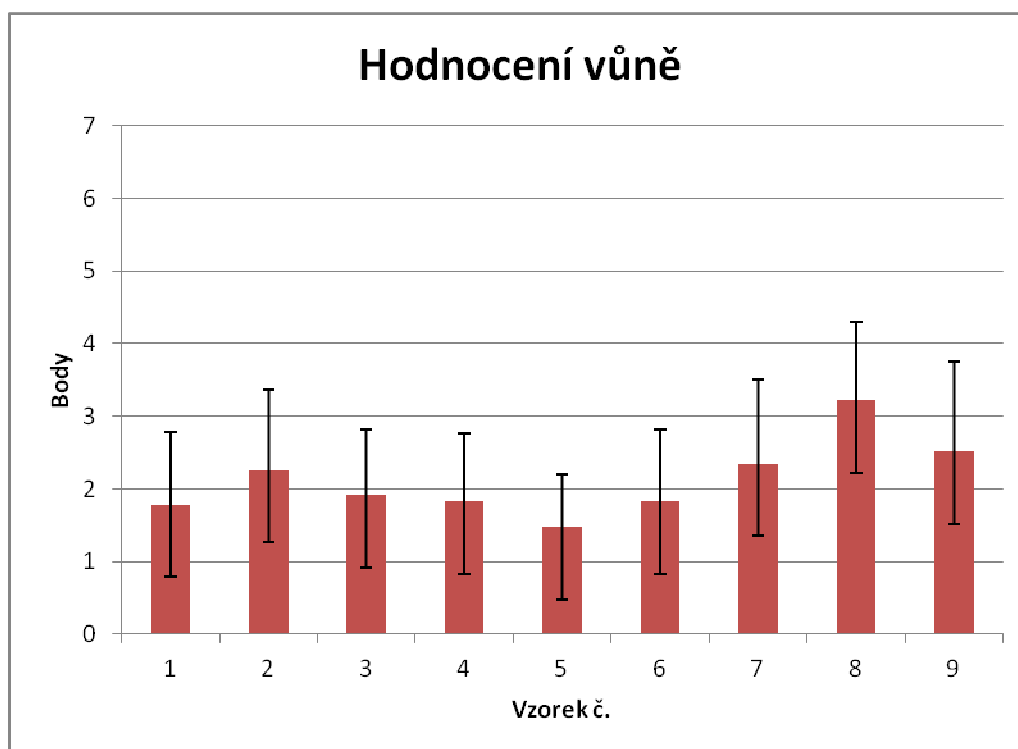
6.4.2 Vůně

Vůně by měla být jemná a typická pro jemně mělněný salám. Vůně by měla působit harmonicky a bez cizích vůní. U hůře hodnocených vzorků se projevovaly odchylky od vyni-

kající vůně, ztrácely na harmoničnosti a neodpovídaly deklarovanému druhu. Bodové hodnocení vůně je popsán v hodnotitelském schéma v příloze Příloha 6.

6-10: Senzorické hodnocení – vůně

Vůně									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
průměr	1,782609	2,26087	1,913043	1,826087	1,478261	1,826087	2,347826	3,217391	2,521739
odchylka	0,998022	1,096167	0,900154	0,936734	0,730477	0,984063	1,152416	1,085295	1,238385



Graf 15: Hodnocení vůně

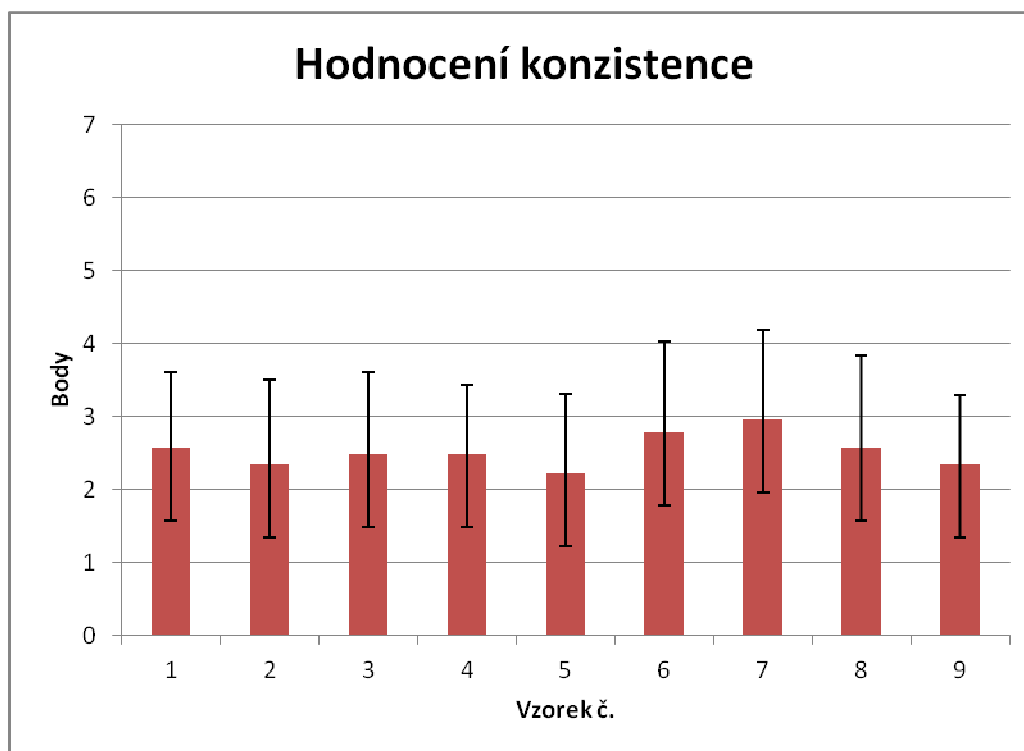
U hodnocení vůně bylo u série 2, 3, 4, se zvyšujícím se obsahem substituce pomocí KCl. paradoxně nejlépe hodnoceny vzorky se zvyšujícím se zastoupením substituce KCl. U série 5, 6, 7, kde bylo jako substituce použito zvyšující se množství dvouvalných kationtů chloridů a chloridu draselného, se se zvyšujícím se podílem náhrad horšilo hodnocení vůně posuzovatelů, stejný zhoršující se trend měly i vzorky 8 a 9. Nejlépe hodnocen byl opět standard s označením 1, nejhůře byl hodnocen vzorek 8 se substitucí 66,6% NaCl pomocí KCl.

6.4.3 Konzistence

Výrobek vynikající konzistence by měl být optimálně soudržný a homogenní. Tuhost by měla odpovídat charakteru masného výrobku a neměly se vyskytovat vzduchové kaverny. Zhoršení hodnocení bylo způsobeno vnímáním změny konzistence, kdy byl výrobek hodnocen jako tužší nebo měkčí od zažitého standardního vnímání jemně mělněného salámu. Bodové hodnocení konzistence je popsán v hodnotitelském schéma v příloze Příloha 6.

6-11: Senzorické hodnocení – konzistence

Konzistence									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
průměr	2,565217	2,347826	2,478261	2,478261	2,217391	2,782609	2,956522	2,565217	2,347826
ochylka	1,03687	1,152416	1,122884	0,947224	1,085295	1,241572	1,223938	1,27301	0,934622



Graf 16: Hodnocení konzistence

U série vzorků 2, 3, 4, kde se jako substitutce použilo zvyšující se množství KCl, nebyl zpozorován trend změny konzistence. U série vzorků 5, 6, 7, kde bylo použito pro substituci zvyšující se množství dvouvalných kationtů chloridů a také KCl, byl detekován lineární trend. Se zvyšujícím se obsahem substituentů u vzorků 5, 6, a 7 se mírně zhoršovala konzistence výrobků. Je to pravděpodobně způsobeno tužší konzistencí výrobků a předpokládá

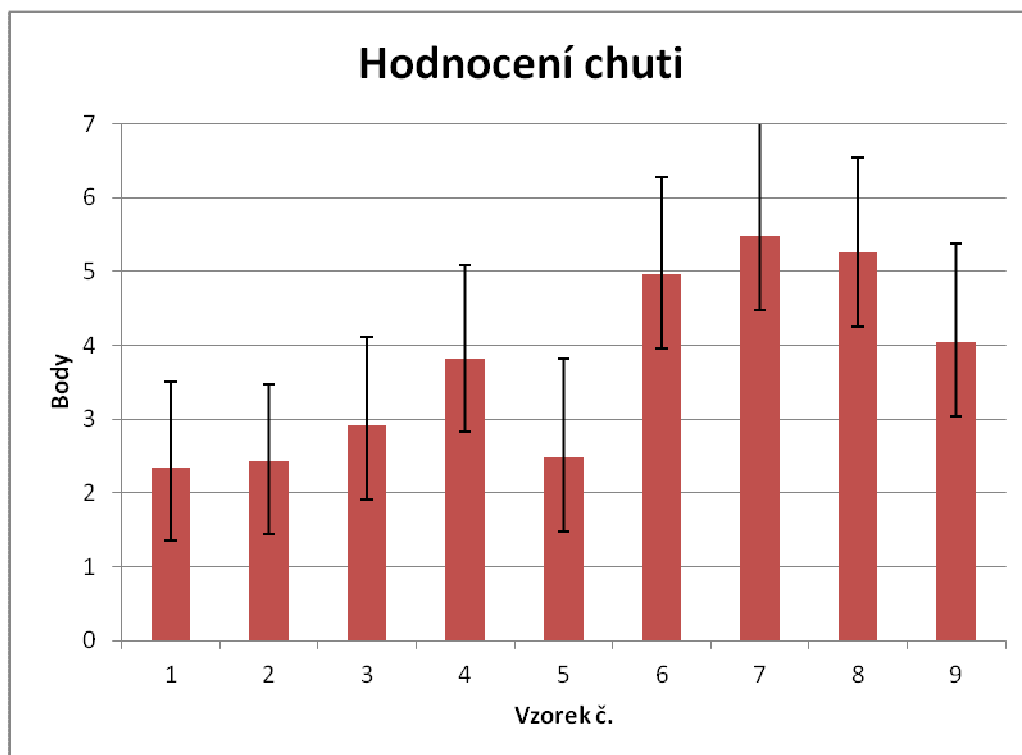
se, že je to důsledkem přidání dvouvalných kationtů chloridů, které mohou způsobit zkrácení výrobku. Tento efekt popsali již Armenteros, Aristoy a kol ve své studii z roku (2012) [22]. Paradoxně ovšem v našem měření byl nejlépe hodnocen vzorek číslo 5 se substitucí pomocí 10 % KCl, 6 % MgCl₂ a 2 % CaCl₂. Poté se vlastnosti u série vzorků 5, 6, 7 lineárně zhoršovaly, kdy u vzorku 7 ze stejné série byla pozorována nejhorší konzistence. Je tedy možné říci, že v nízkém zastoupení substituce dvouvalných kationtů chloridu a KCl může být deskriptor konzistence hodnocen nejlépe a se zvyšujícím se množstvím náhrad se vlastnost výrazněji zhoršovala.

6.4.4 Chut'

Chut' patří mezi nejdůležitější deskriptory námi vyrobených jemně mělněných salámů. Je tedy možné z výsledků sensorické analýzy posoudit, zda je možné a v jaké míře nahradit DSS ve výrobě masných výrobků tohoto typu a předpokládat podobné hodnocení chuti i u jiných masných výrobků. Jako vynikající chut' masného výrobku je hodnocen salám s jemnou, harmonickou chutí a optimálně slaný. Chut' tvoří vyvážená kombinace masa a koření a je typická po druhu masného výrobku. U náhrad DSS by se pak mohly vyskytnout odchylky od typické chuti. Mohly by se objevit nežádoucí hořké, extrémně slané či cizí chutě. Možné defekty popisují také autoři ve své studii [22]. Bodové hodnocení chuti je popsán v hodnotitelském schéma v příloze Příloha 6.

6-12: Sensorické hodnocení – chut'

Chut'									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
průměr	2,347826	2,434783	2,913043	3,826087	2,478261	4,956522	5,478261	5,26087	4,043478
odchylka	1,152416	1,03687	1,202764	1,266785	1,343996	1,330696	1,754723	1,286906	1,330696



Graf 17: Hodnocení chuti

U série vzorků 2, 3, 4 se vzrůstajícím podílem substituce pomocí KCl se chuť lineárně zhoršovala, kdy vzorek 2 s 20% substitucí byl hodnocen velmi podobně jako standard a tudíž lze vyvodit, že toto zastoupení nebylo u většiny posuzovatelů výrazně detekováno. U série vzorků 5, 6, 7, kde byla použita náhrada ve formě směsí chloridů KCl, CaCl₂ a MgCl₂ ve zvyšujícím se trendu, bylo zpozorováno radikální zhoršení chuti vzhledem k vyšším substitucím DSS. Avšak vzorek 5, kde byla provedena substituce pomocí 10 % KCl, 6 % MgCl₂ a 2% CaCl₂ byl hodnocen velmi kladně a hodnocení se podobalo hodnocení standardu. Na druhé straně vzorek 7 s nejvyšším zastoupením dvouvalných kationtů chloridů a KCl byl hodnocen jako chuťově nejhorší vzorek. U série vzorků 8 a 9 s komerčně prodávanými směsmi solí byly chuťové vlastnosti hodnoceny hůře oproti dalším vzorkům.

6.4.5 Intenzita pachů a pachutí

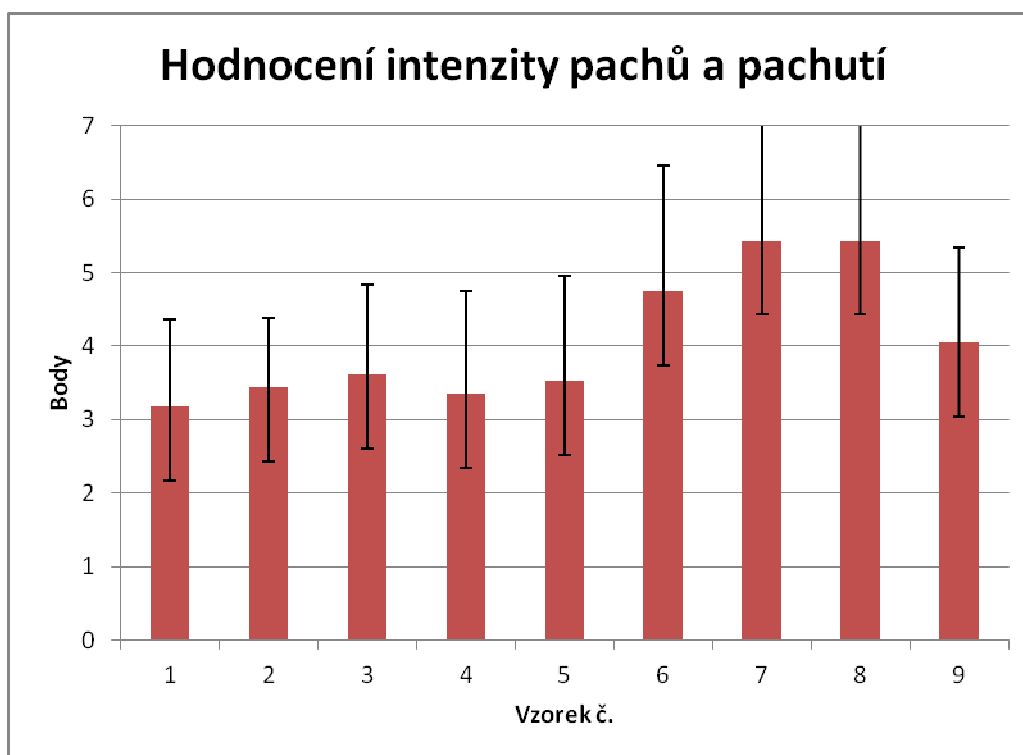
Intenzita pachů a pachutí je významný deskriptor v tomto experimentu. Předpokládá se, že náhrady DSS vykazují odlišné pachy a pachutě. Nejčastěji se jedná o příliš slanou chuť, chuť hořkou nebo kovovou. K těmto výsledkům došli autoři studie [22] z roku 2012.

Hodnotitelé budou vyrobené výrobky hodnotit podle 7stupňové stupnice, kdy hodnocení 1 prokazují výrobky zcela bez příchutě a hodnocení 7 naopak prokazuje příchut' nepříjatel-

nou v masném výrobku. Bodové hodnocení intenzity pachů a pachutí je popsán v hodnotitelském schéma v příloze Příloha 6.

6-13: Senzorické hodnocení – Intenzita pachů a pachutí

Intenzita pachů a pachutí									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
průměr	3,173913	3,434783	3,608696	3,347826	3,521739	4,73913	5,434783	5,434783	4,043478
odchylka	1,192864	0,945135	1,233588	1,40158	1,441892	1,711389	1,618812	1,590486	1,296087



Graf 18: Hodnocení intenzity pachů a pachutí

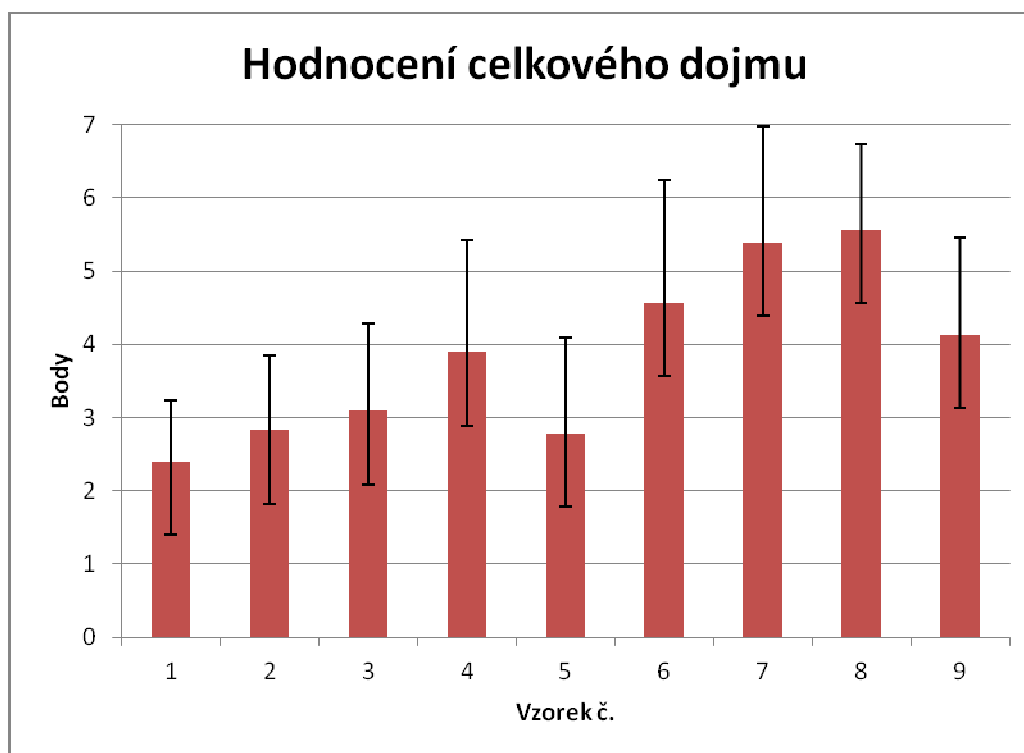
U série vzorků 2, 3, 4, kde byl jako náhrada využit KCl ve zvyšujícím se zastoupení, nebylo vyhodnoceno výraznější vnímání intenzity pachů a pachutí. Oproti tomu u série vzorků 5, 6, 7, kde byly v náhražkách zastoupeny kromě KCl i $MgCl_2$ a $CaCl_2$ ve vzrůstajícím obsahu, byl pozorován výraznější nárůst intenzity pachů a pachutí. K podobným výsledkům došli i autoři článku [22] z roku 2012. U série vzorků 8 a 9, kde byly použity komerční směsi NaCl a KCl, byly zřetelně hodnoceny pachy a pachutě. Nejlépe byl hodnocen vzorek číslo 1, což byl standard a následovaly vzorky s číslem 2 a 5, kde byly použity nejnižší míry substituce, mírně lépe na tom byl vzorek s náhradou pouze KCl. Lze tedy vyvodit, v malém množství substituce jsou hodnotiteli pachy a pachutě téměř nepostřehnutelné.

6.4.6 Celkový dojem

Celkový dojem je deskriptor poukazující na fakt, zda by si posuzovatel byl ochoten výrobek zakoupit a konzumovat. Hodnocení v sobě zahrnuje veškeré již popsané deskriptory senzorické analýzy, jako byly vzhled a barva v nákroji, vůně, konzistence, chuť, intenzita pachů a pachutí. Výrobky byly hodnoceny v 7stupňové stupnici. Bodové hodnocení celkového dojmu je popsáno v hodnotitelském schéma v příloze Příloha 6.

6-14: Sensorické hodnocení – celkový dojem

Celkový dojem									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
průměr	2,391304	2,826087	3,086957	3,891304	2,782609	4,565217	5,391304	5,565217	4,130435
odchylka	0,838783	1,029217	1,202764	1,522233	1,312753	1,674029	1,587998	1,160959	1,324742



Graf 19: Hodnocení celkového dojmu

Posuzovatelé hodnotili sérii vzorků 2, 3, 4, kde byla použita zvyšující se koncentrace KCl v náhražkách DSS, trendem mírného zhoršování celkového dojmu v závislosti na vyšším obsahu KCl. U série vzorků 5, 6, 7, kde se použily jako náhrady KCl, CaCl_2 a MgCl_2 , byl vyhodnocen radikální propad v deskriptoru celkového dojmu. Série vzorků 8 a 9 s komerčně prodávanými směsí NaCl a KCl bez použití dusitanu sodného, byla hodnocena negativ-

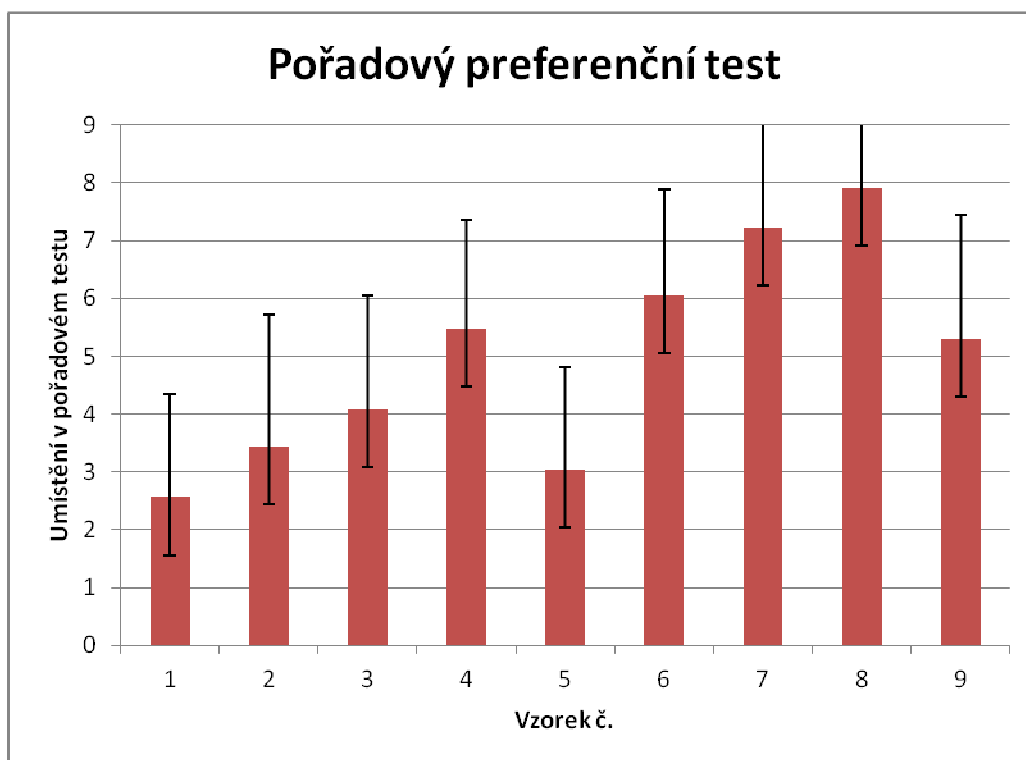
něji. Vzorek číslo 8 s nejvyšším zastoupením substituce až 66,6% byl hodnocen nejhůře ze všech vzorků. Nejlépe byl hodnocen standard s číslem 1, následoval vzorek číslo 5, který obsahoval nejnižší míru substituce pomocí KCl, CaCl₂ a MgCl₂, v závěsu následoval vzorek číslo 2 s nejnižším zastoupením substituce KCl. Toto vyhodnocení potvrdilo předchozí vnímání deskriptorů. Lze předpokládat, že u vzorků s nejnižším zastoupením náhrad DSS jsou posuzovateli velmi těžko rozpoznatelné substituce, což je pozitivní výstup experimentu.

6.4.7 Pořadový preferenční test

Předložené vzorky byly hodnotiteli seřazeny podle preference od nejlepšího až po nejhorší vzorek, kdy hodnota „1“ náleží nejlepšímu vzorku a hodnota „9“ vzorku nejhoršímu.

6-15: Senzorické hodnocení – pořadový preferenční test

Pořadový preferenční test									
umístění	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
vzorek	1	5	2	3	9	4	6	7	8
pořadí	2,565217	3,043478	3,434783	4,086957	5,304348	5,478261	6,043478	7,217391	7,913043



Graf 20: Pořadový preferenční test

U pořadového preferenčního testu se se zvyšující se koncentrací substituce DSS preference zhoršovala. S tím, že nejlépe byl hodnocen standard s číslem 1 a nejhůře vzorek číslo 8 s redukcí až 66,6% sodíku v podobě komerčně prodávané solící směsi. Po standardu následovaly vzorky s nejnižší substitucí a směrem k vyššímu procentu náhrady se odvíjelo umístění. Celkově série vzorků 5,6,7, s pouze jednou náhradou chloridem draselným, byla hodnocena mnohem pozitivněji než série vzorků 5,6,7, kde byly použity náhrady KCl i dvouvalné kationty chloridů. Paradoxně se ovšem vzorek 5 s nejnižší substitucí pomocí KCl a dvouvalných kationtů umístil na 2. místě v pořadovém preferenčním testu. Vzorky 8, 9 bez DSS byly hodnoceny obecně negativněji.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo najít takové zastoupení náhrady soli, která by byla technologicky a sensoricky přijata konzumenty, a aby byli ochotni si výrobek s takovou substitucí zakoupit. Důvod stanovení tohoto cíle byl fakt, že lidé ve své potravě přijímají nadměrné množství sodíku a tím si způsobují závažné kardiovaskulární onemocnění.

Experiment probíhal v několika fázích. Nejdříve byla sestavena vhodná receptura a postup pro výrobu jemně mělněných salámů a vypočítáno zastoupení dusitanové solící směsi jakožto zdroje chloridu sodného a určených substituentů. Parciální náhrada chloridu sodného v masných výrobcích tohoto experimentu vycházela ze studie z roku 2012, uveřejněná autory Armenteros M., Aristoy M., Barat J. M., Toldrá F. - Biochemické a sensorické změny v sušené solené šunce s částečnou náhradou NaCl jinými chloridovými solemi. [22] V následující fázi byly vyrobené masné výrobky hodnoceny sensorickou analýzou a také bylo provedeno měření technologických vlastností.

U hodnocení barvy pomocí metody CIE L*a*b* se potvrdily předpoklady, že výrobky ztrácejí se zvyšující se koncentrací náhrad typickou červenou barvu, na kterou jsou konzumenti zvyklí. Doporučením pro řešení tohoto problému je vytvoření specializovanou laboratoří směsi s náhradami chloridu sodného a s obsahem dusitanu sodného ve stejném obsahu, jakoby se přidávala do masného výrobku pouze dusitanová solící směs. Tedy aby se obsah dusitanu v solící směsi s náhradami činil 0,6 %. Tento problém nebylo možné v laboratorních podmínkách UTB řešit, protože dusitan sodný smí být do masných výrobků přidáván pouze ve formě dusitanové solící směsi. V rámci sensorické analýzy byly potvrzeny naměřené hodnoty barvy, kdy se zvyšujícím se obsahem náhrad chloridu sodného se zhoršovalo i hodnocení vzhledu a barvy výrobků v nákreji.

U texturních vlastností měřených na texturometru nebyl zpozorován významný rozdíl mezi vzorky, ať už se jedná o tvrdost, tuhost, kohezivnost či gumovitost. U sensorického hodnocení však posuzovatelé popsali mírné zhoršení konzistence u vzorků, kde byla jako náhrada použita směs KCl, CaCl₂ a MgCl₂.

U sensorického hodnocení celkového dojmu, chuti a zároveň i projevu pachů a pachutí byly téměř shodně hodnoceny vzorky s nejnižší substitucí chloridu sodného jako standardní vzorek bez náhrad soli. To byl vzorek číslo 2 se zastoupením 20 % KCl a vzorek číslo 5 se

zastoupením 10 % KCl, 6 % MgCl₂ a 2 % CaCl₂. Tyto výsledky potvrdil i pořadový preferenční test.

U série vzorků, kde byl jako náhražka přidáván pouze KCl, docházelo s jeho zvyšujícím se obsahem ve vzorku k postupnému zhoršení sensorických vlastností. U série vzorků, kde byla použita jako náhrada chloridu sodného směs KCl, CaCl₂ a MgCl₂, docházelo s jeho zvyšujícím se obsahem ve vzorku k radikálnějšímu zhoršení sensorických vlastností. K podobným závěrům došli i autoři studie [22].

Avšak v pořadovém preferenčním testě a hodnocení pachů a pachutí byl vzorek 5 se zastoupením 10 % KCl, 6 % MgCl₂ a 2 % CaCl₂ hodnocen lépe než vzorek číslo 2 se zastoupením 20 % KCl.

Z experimentu diplomové práce lze vyvodit závěr, že posuzovatelé nebyli schopni zřetelně rozeznat náhradu NaCl u parciální substituce s 20% zastoupením KCl a u parciální substituce směsi 10 % KCl, 6 % MgCl₂ a 2 % CaCl₂. To vede k pozitivnímu výsledku, kdy by si tyto masné výrobky s částečnou substitucí chloridu sodného mohly najít oblibu u lidí uznávajících zdravý životní styl.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SOLNÉ MLÝNY. *Solící dusitanová směs Praganda* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.solnemlyny.cz/pdf/sm05cz.pdf>
- [2] Kolektiv autorů. *Technologie masa*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1984, 662 s. 04-846-84.
- [3] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 304 s. ISBN 80-902-3912-9.
- [4] MEDONET PHARMA. Kardiovaskulární riziko [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.medonet.cz/pro-pacienty/kardiovaskularni-riziko>
- [5] NACHAY, K. Staying smart about salt. *Food Technology*. 2008, vol. 62, issue 3, p. 26–35.
- [6] McCARTY, M. F. Should we restrict chloride rather than sodium?. *Medical Hypothesis*. 2004, vol. 63, issue 1, 138–148. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2003.11.005>. Dostupné z: [http://www.medical-hypotheses.com/article/S0306-9877\(03\)00323-2](http://www.medical-hypotheses.com/article/S0306-9877(03)00323-2)
- [7] DESMOND, Eoin. 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>
- [8] GUÀRDIA, M.D., L. GUERRERO, J. GELABERT. Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science*. 2006, vol. 73, issue 3, p. 484-490. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.01.009. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174006000416>
- [9] 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>
- [10] GELABERT, J, P GOU, L GUERRERO a J ARNAU. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*. 2003,

- vol. 65, issue 2, p. 833-839. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00288-7. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174002002887>
- [11] DESMOND, Eoin. 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>
- [12] GOU, P., GUERRERO, L. a GELABERT, J. Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*. 1996, vol. 42, issue 1, p. 37-48.
- [13] RUUSUNEN, Marita a Eero PUOLANNE. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*. 2005, vol. 70, issue 3, p. 531-541. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.07.016. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174005000409>
- [14] BARBUT, S., A. J. MAURER, R. C. LINDSAY. Effects of reduced sodium chloride and added phosphates on physical and sensory properties of turkey frankfurters. *Journal of Food Science*. 1988, vol. 53, issue 1, p. 62–66.
- [15] PUOLANNE, E. J., R. N. TERRELL. Effects of rigor-state, levels of salt and sodium tripolyphosphate on physical, chemical and sensory properties of frankfurter-type sausages. *Journal of Food Science*. 1983, vol. 48, issue 4, p. 1036–1038, 1047.
- [16] SOFOS, J. N. Effects of reduced salt levels on sensory and instrumental evaluation of frankfurters. *Journal of Food Science*. 1983, vol. 48, p. 1691–1692.
- [17] TROUT, G. R., G. R. SCHMIDT. Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef rounds. *Journal of Food Science*. 1984, vol. 49, issue 3, p. 687–694.
- [18] RUUSUNEN, M., M. Niemisto, E. Puolanne. Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland*. 2002, vol. 11, p. 199–207.
- [19] RUUSUNEN, Marita, Jukka VAINIONPÄÄ, Marika LYLÄ. The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Science*. 2005, vol. 69, issue 1. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.06.005. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22062639>

- [20] BRANDSMA, I. Reducing sodium: a European perspective. *Food Technology*. 2006. vol. 60, issue 3, p. 25–29.
- [21] MCGREGOR, R. Taste modification in the biotech era. *Food Technology*. 2004, vol. 58, issue 5, p. 24–30.
- [22] ARMENTEROS, Mónica, María-Concepción ARISTOY, José Manuel BARAT. Biochemical and Sensory Properties of Dry-Cured Loins as Affected by Partial Replacement of Sodium by Potassium, Calcium, and Magnesium. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009-10-28, vol. 57, issue 20, p. 9699-9705. DOI: 10.1021/jf901768z. Dostupné z: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf901768z>
- [23] BLESA, E., M. ALIÑO, J.M. BARAT. Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. *Meat Science*. 2008, vol. 78, 1-2, p. 135-142. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.07.008. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174007002422>
- [24] ALIÑO, M., R. GRAU, A. FUENTES. Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Journal of Food Engineering*. 2010, vol. 99, p. 198–205.
- [25] ARMENTEROS, Mónica, María-Concepción ARISTOY, José Manuel BARAT a TOLDRÁ. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. *Meat Science*. 2012, vol. 90, issue 2. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.07.023. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21871742>
- [26] GELABERT, J, P GOU, L GUERRERO. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*. 2003, vol. 65, issue 2, p. 833-839. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00288-7. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174002002887>
- [27] SOFOS, J. N. Antimicrobial effects of sodium and other ions in foods: a review. *Journal of Food Safety*. 1984, vol. 6, p. 45–78.
- [28] SOFOS, J. N. Use of phosphates in low-sodium meat products. *Food Technology*. 1986, vol. 40, issue 52 (p. 54–58, 60, 62, 64, 66, 68-69).

- [29] TERRELL, R. N. Reducing the sodium content of processed meats. *Food Technology*. 1983, vol. 37, p. 66–71.
- [30] GILLETTE, M. Flavor effects of sodium chloride. *Food Technology*. 1985, vol. 39, p. 47–52, 56.
- [31] MATULIS, R. D., F. K. McKEITH, M. S. Brewer. Physical and sensory characteristics of commercially available frankfurters. *Journal of Food Quality*. 1994, vol. 17, p. 263–271.
- [32] RUUSUNEN, M., M. SIMOLIN, E. PUOLANNE. The effect of fat content and flavor enhancers on the perceived saltiness of cooked "bologna-type" sausages. *Journal of Muscle Foods*. 2001, vol. 12, p. 107–120.
- [33] RUUSUNEN, M., M. SÄRKKÄ-TIRKKONEN, E. PUOLANNE. The effect of salt reduction on taste pleasantness in cooked bolognatype sausages. *Journal of Sensory Studies*. 1999, vol. 14, p. 263–270.
- [34] CREHAN, C.M., D.J. TROY a D.J. BUCKLEY. Effects of salt level and high hydrostatic pressure processing on frankfurters formulated with 1.5 and 2.5% salt. *Meat Science*. 2000, vol. 55, issue 1, s. 123-130. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00134-5. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174099001345>
- [35] MATULIS, R. D., F. K. MCKEITH, J. W. SUTHERLAND. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt and pH. *Journal of Food Science*. 1995, vol. 60, p. 42–47.
- [36] BEAUCHAMP, G. K., M. BERTINO, M. MORAN. Sodium regulation: sensory aspects. *Journal of the American Dietetic Association*. 1982, vol. 80, p. 40–45. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7035528>
- [37] BARTHOSHUK, L. M., C. MURPHY, C. T. CLEVELAND. Sweet taste of dilute NaCl: psychophysical evidence for a sweet stimulus. *Physiology and Behaviour*. 1978, vol. 21, p. 609–613. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/740780>

- [38] MATTES, R. D. Salt taste and hypertension: a critical review of the literature. *Journal of Chronic Diseases*. 1984, vol. 37, issue 3, p. 195–208. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6365942>
- [39] BERTINO, M., G. K. BEAUCHAMP, K. ENGELMAN. Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1982, vol. 36, p. 1134–1144. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7148734>
- [40] BLAIS, C. A., R. M. PANGBORN, N. O. BORHANI. Effect of dietary sodium restriction on taste responses to sodium chloride: a longitudinal study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1986, vol. 44, p. 232–243. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3728360>
- [41] BERTINO, M., G. K. BEAUCHAMP, K. ENGELMAN. Increasing dietary salt alters salt taste preference. *Physiology and Behavior*. 1986, vol. 38, p. 203–213. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3797487>
- [42] RUUSUNEN, M. *Possibilities to reduce the salt content in meat products*. Masters thesis. 1985, University of Helsinki, Department of Nutrition.
- [43] RUUSUNEN, Marita a Eero PUOLANNE. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*. 2005, vol. 70, issue 3, p. 531–541. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.07.016. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174005000409>
- [44] OFFER, G., P. KNIGHT. The structural basis of water-holding in meat. In R. A. Lawrie (Ed.). *Developments in meat science*. Elsevier Applied Science. 1988, vol. 4, p. 173–243.
- [45] WILDING, Peter a Nicholas HEDGES. Salt-induced swelling of meat. *Meat Science*. 1986, vol. 18, issue 1. DOI: 10.1016/0309-1740(86)90066-5. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22055465>
- [46] ISHIOROSHI, M., K. SAMEJIMA, T. YASUI. Heat induced gelation of myosin: factors of pH and salt concentration. *Journal of Food Science*. 1979, vol. 44, p. 1280–1284.

- [47] PUOLANNE, E., M. RUUSUNEN, J. VAINIONPÄÄ. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*. 2001, vol. 58, p. 1–7. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22061912>
- [48] PIPEK, Petr. *Základy technologie masa*. první vyd. Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 1998. číslo EP 98/B 088.
- [49] PIPEK, Petr. *Technologie masa I*. 4., přeprac. vyd. Praha: [s.n.], 1995, 334 s. ISBN 80-708-0174-3.
- [50] PIPEK, Petr. *Technologie masa II*. Vyd. 1. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998, 348 s. ISBN 80-719-2283-8.
- [51] STEINHAUSER, Ladislav. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, 643 s. ISBN 80-900-2604-4.
- [52] HAMM, R a kol. *Kolloidchemie des Fleisches*. Das Wasserbindungsvermögen des Muskeleiweißes in Theorie und Praxis. 275 str. Nakladatelství Paul-Parey, 1. vyd. Berlin, Hamburg 1972. ISBN 10.1515/9783110864670.135.
- [53] BECHTEL, Peter J. *Muscle as food*. Orlando: Academic Press, 1986, xi, 459 p. ISBN 01-208-4191-6.
- [54] TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha: Grada, 2003. 772 s. s. 92-95. ISBN 80-247-0512-5.
- [55] KOČÁREK, Eduard. *Biologie člověka*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2010, 336 s. Biologie pro gymnázia. ISBN 978-808-6960-470.
- [56] Creative Commons. *Sarkomera*. 2011 online [cit.2014-11-23]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Sarkomera.jpg>
- [57] Creative Commons. *Skeletal muscle*. 2005 online [cit.2014-11-23]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Skeletal_muscle.jpg
- [58] Ocado group plc. *Lo-Salt*. 2015 online [cit. 2015-04-20] Dostupné z: <https://www.ocado.com/webshop/product/Lo-Salt/11142011>

- [59] British food store online. *Saxa So Low Reduced Sodium Salt*. online [cit. 2015-04-20] Dostupné z: <http://www.britishfoodstoreonline.co.uk/products/Saxa-So-Low-Reduced-Sodium-Salt.html>
- [60] SALÁKOVÁ, A. *Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků*. Instrumental measurement of texture and colour of meat and meat products. *Maso*, 2012, vol. 23, issue. 5, p. 37-42.
- [61] DOLATOWSKI Z., D. M. STASIAK, A. LATOCH. Effect of ultrasound processing of meat before freezing on its texture after thawing. *Electronic journal of Polish agricultural universities*. 2000. vol. 3, issue 2. Dostupné z: <http://www.ejpau.media.pl/volume3/issue2/engineering/art-02.html><http://www.printing.cz/clanky/pokrocilejsi-temata/barvy-a-barevne-modely-1176cz>
- [62] Color Code Hex. *Color Space Color Model*. 2014. online [cit 2015-04-20]. Dostupné z: <https://www.colorcodehex.com/color-model.html>
- [63] Hanna instruments. *Edge*. online [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.hannainst.com.au/edge/>
- [64] HRABĚ Jan, František BUŇKA, Ignác HOZA a kol. *Technologie výroby potravin živočišného původu: pro kombinované studium*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 186 s. ISBN 978-80-7318-521-3
- [65] BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumír VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.
- [66] KUBÁČEK Pavel. *Meziiontové interakce*. online [cit. 2015-04-20]. Masarykova univerzita v Brně. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/js11/fyz_chem/web/elektrochem/interakce.htm

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

pI	Izoelektrický bod
MbNO	Nitroxymyoglobin
DSS	Dusitanová solící směs
M.h.	Molekulová hmotnost

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: stavba sarkolemy	15
Obrázek 2: Příčné vazby mezi vlákny bílkovin.	16
Obrázek 3: Formy funkčních skupin v oblastech od pI	18
Obrázek 4: Vliv kationtů a aniontů na vaznost masa.	22
Obrázek 5: Reakce polyfosfátů s kovy alkalických zemi	24
Obrázek 6: Schéma výroby salámů.	25
Obrázek 7: náhrada soli Lo Salt.	43
Obrázek 8: náhrada soli Saxa So-Low	43
Obrázek 9: Průběh komprese ve dvou cyklech	48
Obrázek 10: Vzorčky k měření textury.	49
Obrázek 11: Texturometr TA.XT plus	49
Obrázek 12: Stlačený vzorek	49
Obrázek 13: Odstín, sytost, jas	51
Obrázek 14: Munsellův systém.	51
Obrázek 15: Barevný prostor CIE L*a*b*	52
Obrázek 16: Měření barvy metodou CIE L*a*b*	53
Obrázek 17: Příprava vzorku k měření barvy	53
Obrázek 18: pH metr Hanna HI2020	54
Obrázek 19: Talíře se vzorky přichystané pro sensorické hodnotitele	56
Obrázek 20: Řezání masa	90
Obrázek 21: Vážení surovin	90
Obrázek 22: Vážení masných surovin	90
Obrázek 23: Kutrování.	90
Obrázek 24: Mělněné masné dílo	90
Obrázek 25: Plnění do obalů.	90
Obrázek 26: Vakuové opracování.	91
Obrázek 27: Tepelné opracování	91
Obrázek 28: Teplotní sonda	91

SEZNAM TABULEK

4-1: Procentuální podíl molární substituce NaCl za směsi glycin s KCl nebo K-laktátu	38
6-1: Navážky DSS a substituentů	44
7-1: Naměření hodnoty tvrdosti vzorků	57
7-2: Naměřené hodnoty tuhosti vzorků	58
7-3: Naměřené hodnoty kohezivnosti vzorků	59
7-4: Naměřené hodnoty gumovitosti	60
7-5: Naměřené hodnoty L* - jasu	62
7-6: Naměřené hodnoty a* - barevného přechodu R/G	63
7-7: Naměřené hodnoty b* - barevného přechodu Y/B	64
7-8: Tabulka naměřených hodnot pH	65
7-9: Senzorické hodnocení – vzhled a barva v nákreji	66
7-10: Senzorické hodnocení – vůně	68
7-11: Senzorické hodnocení – konzistence	69
7-12: Senzorické hodnocení – chuť	70
7-13: Senzorické hodnocení – Intenzita pachů a pachutí	72
7-14: Senzorické hodnocení – celkový dojem	73
7-15: Senzorické hodnocení – pořadový preferenční test	74

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Vliv pH na vaznosti	18
Graf 2: Vliv pH na bobtnání svalu	19
Graf 3: Vliv přídavku soli na vaznost masa.....	21
Graf 4: Vliv přídavku vody na vaznost při různém pH.....	24
Graf 5: Analýza texturního profilu (TPA)	50
Graf 6: Graf závislosti tvrdosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků.....	58
Graf 7: Graf závislosti tuhosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků	59
Graf 8: Graf závislosti kohezivnosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků	60
Graf 9: Graf závislosti gumovitosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků.....	61
Graf 10: Graf závislosti světlosti na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků.....	62
Graf 11: Graf závislosti barevného přechodu R/G na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků	63
Graf 12: Graf závislosti barevného přechodu Y/B na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků	64
Graf 13: Graf závislosti pH na koncentraci náhrad NaCl jednotlivých vzorků	65
Graf 14: Hodnocení vzhledu a barvy v nákroji.....	67
Graf 15: Hodnocení vůně.....	68
Graf 16: Hodnocení konzistence.....	69
Graf 17: Hodnocení chuti.....	71
Graf 18: Hodnocení intenzity pachů a pachutí.....	72
Graf 19: Hodnocení celkového dojmu	73
Graf 20: Pořadový preferenční test	74

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Fotodokumentace výroby masného výrobku.....	90
Příloha 2: Tabulka měření textury vzorků	91
Příloha 3: Tabulka měření barvy vzorků.....	94
Příloha 4: Tabulka měření pH.....	95
Příloha 5: Sensorické hodnocení – dotazník pro sensorické hodnotitele	96
Příloha 6: Hodnotitelské schéma pro posuzovatele	97
Příloha 7: Sensorické hodnocení – vzhled a barva v nákreji.....	98
Příloha 8: Sensorické hodnocení - vůně	99
Příloha 9: Sensorické hodnocení - konzistence	100
Příloha 10: Sensorické hodnocení - chuť.....	101
Příloha 11: Sensorické hodnocení – intenzita pachů a pachutí.....	102
Příloha 12: Sensorické hodnocení – celkový dojem.....	103
Příloha 13: Sensorické hodnocení – pořadový preferenční test.....	104

PŘÍLOHY

Příloha 1: Fotodokumentace výroby masného výrobku



Obrázek 20: Řezání masa



Obrázek 21: Vážení surovin



Obrázek 22: Vážení masných surovin



Obrázek 23: Kutrování



Obrázek 24: Mělněné masné dílo



Obrázek 25: Plnění do obalů



Obrázek 26: Vakuové opracování



Obrázek 27: Tepelné opracování



Obrázek 28: Teplotní sonda

Příloha 2: Tabulka měření textury vzorků

Test ID	Tvrđost	Tuhost	Lepivost	pomocný	Kohezivnost	Gumovitost
	síla	A1	A3	A2	A2:A1	Co*H
	N	N.sec	N.sec	N.sec	bezrozm.	N
1_1	101,73	225,186	-0,8	47,418	0,210571	21,42132
1_2	112,677	250,263	-0,73	56,087	0,22411	25,25205
1_3	118,844	248,227	-0,803	60,926	0,245443	29,16942
1_4	103,416	214,23	-0,426	48,893	0,228227	23,60231
1_5	95,287	207,562	-0,78	44,484	0,214316	20,42148

1_6	94,594	212,962	-0,767	48,618	0,228294	21,59535
MEAN	104,425	226,405	-0,718	51,071	0,22516	23,57699
STDEV	9,638	18,606	0,145	6,161	0,012346	3,243851
2_1	110,284	231,073	-0,762	54,205	0,234579	25,87039
2_2	98,737	195,006	-1,027	50,122	0,25703	25,37844
2_3	59,866	111,623	-0,803	42,898	0,384316	23,00764
2_4	90,001	192,805	-0,892	41,742	0,216498	19,48506
2_5	97,423	194,311	-0,799	47,282	0,24333	23,70592
2_6	88,041	189,52	-0,726	45,592	0,240566	21,17966
MEAN	90,726	185,723	-0,835	46,974	0,26272	23,10452
STDEV	27,441	60,782	0,276	4,652	0,061014	2,449381
3_1	106,972	224,861	-1,036	51,343	0,228331	24,42506
3_2	101,872	212,365	-1,197	48,391	0,227869	23,21341
3_3	88,983	191,77	-0,804	41,057	0,214094	19,05072
3_4	48,533	100,61	-1,215	38,333	0,381009	18,49168
3_5	95,274	189,303	-0,734	49,41	0,261012	24,86764
3_6	101,638	218,139	-0,878	46,828	0,214671	21,81875
MEAN	90,545	189,508	-0,977	45,894	0,254498	21,97788
STDEV	21,499	45,826	0,204	5,094	0,064281	2,706035
4_1	103,174	223,888	-0,866	51,415	0,229645	23,69344
4_2	102,002	231,722	-0,763	48,304	0,208456	21,263
4_3	98,44	197,984	-0,973	51,707	0,261168	25,70936
4_4	105,076	222,485	-0,836	45,564	0,204795	21,51902
4_5	94,498	209,436	-0,583	41,168	0,196566	18,57502
4_6	103,731	213,641	-0,69	47,779	0,223643	23,19871
MEAN	101,154	216,526	-0,785	47,656	0,220712	22,32643
STDEV	3,962	12,025	0,138	3,936	0,023288	2,446616
8_1	100,374	212,245	-0,709	42,812	0,20171	20,24648
8_2	112,27	234,829	-0,619	54,442	0,231836	26,02826
8_3	84,883	175,97	-0,652	37,367	0,212347	18,02458
8_4	95,364	214,279	-0,631	43,924	0,204986	19,54816
8_5	99,484	213,042	-0,893	49,487	0,232287	23,1088
8_6	103,681	208,827	-0,899	45,361	0,217217	22,52131
MEAN	99,343	209,865	-0,734	45,565	0,216731	21,5796
STDEV	9,077	19,018	0,13	5,86	0,013063	2,882984
5_1	109,643	239,289	-0,898	54,476	0,227658	24,96108
5_2	120,887	255,536	-0,925	57,052	0,223264	26,98972
5_3	101,633	224,363	-0,743	43,949	0,195883	19,90822
5_4	98,196	219,893	-0,973	41,32	0,18791	18,45197
5_5	101,053	218,704	-0,649	43,458	0,198707	20,07993
5_6	110,289	228,211	-1,125	51,12	0,224003	24,70509
MEAN	106,9502	230,9993	-0,8855	48,5625	0,209571	22,516
STDEV	8,394269	14,12167	0,169098	6,532626	0,017306	3,465141
6_1	103,695	211,266	-0,685	47,369	0,224215	23,24997

6_2	92,584	193,408	-0,85	45,662	0,236092	21,8583
6_3	84,375	184,419	-0,634	39,808	0,215856	18,21287
6_4	98,265	192,798	-0,498	44,578	0,231216	22,72045
6_5	94,794	181,654	-0,899	46,439	0,255645	24,23365
6_6	73,333	174,67	-0,668	38,918	0,222809	16,33923
MEAN	91,17433	189,7025	-0,70567	43,79567	0,230972	21,10241
STDEV	10,83216	12,70407	0,147185	3,564948	0,01397	3,119082
7_1	100,449	201,447	-0,635	43,345	0,215168	21,61344
7_2	92,541	198,854	-0,837	48,29	0,242841	22,47279
7_3	100,3	200,26	-0,755	48,459	0,24198	24,27064
7_4	90,242	189,101	-0,821	44,185	0,233658	21,08578
7_5	107,144	218,584	-0,627	51,672	0,236394	25,32823
7_6	97,467	198,008	-0,717	46,116	0,2329	22,70003
MEAN	98,02383	201,0423	-0,732	47,01117	0,233824	22,91182
STDEV	6,085528	9,644452	0,089592	3,088181	0,010034	1,608925
9_1	114,979	244,616	-0,783	53,798	0,219928	25,28714
9_2	88,476	190,375	-0,88	39,803	0,209077	18,49828
9_3	83,93	172,036	-0,656	34,259	0,199139	16,7137
9_4	105,165	216,302	-0,903	47,266	0,218519	22,9805
9_5	104,102	222,365	-0,748	45,013	0,202428	21,07321
9_6	93,673	193,577	-0,556	38,719	0,200019	18,73634
MEAN	98,3875	206,5452	-0,75433	43,143	0,208185	20,5482
STDEV	11,69061	26,13573	0,132485	6,981087	0,009243	3,188659

Příloha 3: Tabulka měření barvy vzorků

L*									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	67,04	65,93	64,94	66,78	66,03	66,02	67,3	67,8	69,22
	67,45	65,8	66,3	67,77	64,19	66,33	68,23	67,65	68,71
	68,44	66,04	66,88	68	66,96	67,33	68,12	68,02	67,55
	66,73	65,19	66,51	67,53	66,74	66,73	66,73	67,46	68,3
	68,93	64,84	66,64	68,22	67,65	66,4	67,66	67,3	68,84
	68,42	66,48	66,29	67,66	67,03	65,97	68,21	66,98	69,51
	68,18	66,21	67	68,56	66,85	66,73	68,32	67,06	69,49
	68,83	65,36	65,58	67,76	67,22	67	67,74	66,8	67,79
MEAN	68,0025	65,73125	66,2675	67,785	66,58375	66,56375	67,78875	67,38375	68,67625
STDEV	0,774044	0,518952	0,646698	0,490867	1,000899	0,441926	0,517553	0,398495	0,696095
a*									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	6,35	6,44	5,76	4,86	6,94	7,79	6,9	3,85	3,8
	6,65	6,54	5,47	4,66	6,55	7,99	6,22	3,68	4,12
	6,4	6,69	5,21	4,66	6,35	7,62	6,78	3,57	4,11
	5,74	6,54	5,68	4,91	6,78	6,86	5,58	3,96	3,84
	6,46	6,34	5,67	4,68	6,72	7,83	7,02	3,91	3,81
	7,1	6,15	5,33	5,05	6,71	8,26	6,98	3,7	3,86
	6,43	6,21	4,89	4,65	6,49	7,83	6,96	4,1	3,73
	6,39	6,02	5,55	4,78	6,98	7,95	5,68	4,01	3,96
MEAN	6,44	6,36625	5,445	4,78125	6,69	7,76625	6,515	3,8475	3,90375
STDEV	0,350428	0,212834	0,272305	0,137789	0,20347	0,383892	0,564159	0,170862	0,136101
b*									
vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	13,99	14,51	15,45	14,97	14,23	13,58	13,48	17,33	16,32
	14,54	14,88	15,38	15,79	13,79	13,91	13,84	17,12	16,52
	14,44	14,44	15,36	15,75	13,84	13,84	13,95	16,84	16,22
	14,58	14,96	15,85	16,21	14,47	14,24	13,45	17,57	16,78
	14,47	14,21	14,81	15,53	14,38	13,35	13,52	17,41	16,62
	14,96	15,42	15,95	16,16	14,72	13,74	13,43	16,71	16,39
	14,46	14,73	15,51	15,61	14,15	13,68	13,97	17,78	16,66
	14,52	15,25	15,84	16,18	14,6	13,39	14,9	17,4	16,89
MEAN	14,495	14,8	15,51875	15,775	14,2725	13,71625	13,8175	17,27	16,55
STDEV	0,246475	0,384968	0,34469	0,393319	0,315188	0,271152	0,461079	0,337491	0,21616

Příloha 4: Tabulka měření pH

vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6,15	6,33	6,36	6,37	6,27	6,08	6,05	6,4	6,45
2	6,24	6,32	6,34	6,36	6,24	6,05	6,05	6,42	6,45
3	6,2	6,29	6,36	6,39	6,25	6,05	6,03	6,39	6,44
4	6,18	6,28	6,3	6,33	6,23	6,12	6,03	6,38	6,41
5	6,16	6,28	6,23	6,34	6,2	6,12	6,03	6,37	6,41
6	6,17	6,29	6,23	6,33	6,2	6,13	6,01	6,36	6,4
7	6,22	6,35	6,36	6,37	6,28	6,11	6,05	6,41	6,43
8	6,24	6,34	6,36	6,36	6,26	6,1	6,05	6,41	6,44
9	6,23	6,35	6,36	6,37	6,24	6,08	6,05	6,42	6,42
10	6,29	6,27	6,32	6,32	6,18	6,07	6,03	6,37	6,41
11	6,3	6,27	6,32	6,3	6,18	6,07	6,02	6,37	6,4
12	6,3	6,27	6,32	6,31	6,16	6,06	6,04	6,36	6,4
průměr	6,223333	6,303333	6,321667	6,345833	6,224167	6,086667	6,036667	6,388333	6,421667
odchylka	0,053485	0,032287	0,047641	0,02811	0,039187	0,028391	0,013707	0,022896	0,019462

Příloha 5: Sensorické hodnocení – dotazník pro sensorické hodnotitele

Dotazník pro sensorické hodnocení

Datum hodnocení/hodina:

muž/žena:

věk:

Vařený masný výrobek – Jemný salám

Úkol č. 1 Sensorické hodnocení pomocí stupnic

Proveďte sensorické hodnocení následujících znaků: vzhled výrobku v nákroji, vůně, konzistence, chuť a celkový dojem. Využijte 7 – bodovou hodnoticí stupnici : 1 nejlepší - 7 nejhorší , viz. přiložené hodnotitelské schéma

VZOREK č.	Vzhled a barva v nákroji	Vůně	Konzistence	Chuť	Intenzita pachů a pachuti	Celkový dojem
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Pořadový preferenční test

Úkol č. 2 Sensorické hodnocení pomocí pořadového preferenčního testu

Předložené vzorky seřaďte podle preferencí od nejlepšího vzorku – 1, až po nejhorší vzorek - 9

	Číslo vzorku								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Preference									

1 – nejlepší vzorek ; 9 – nejhorší vzorek

Příloha 6: Hodnotitelské schéma pro posuzovatele

Hodnotitelské schéma – vařené masné výrobky s náhradami soli

Vzhled a barva v nádroji:

- Vynikající – barva typická pro vařený masný výrobek, stejnorodá, bez cizích odstínů, řez hladký, velmi jemná struktura
- Výborná – nepatrná odchylka od typické barvy, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro masný výrobek tohoto typu. Změny barvy způsobené osycháním výrobku a žluknutí jsou vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, jemná struktura
- Velmi dobrá – mírná odchylka od typické barvy masného výrobku, bez cizích odstínů, homogenní. Změny barvy způsobené osycháním a oxidačními změnami jen nepatrné, jemná struktura
- Dobrá – vzhled vykazuje odchylky způsobené mírnou deformací tvaru nářezu. Vyskytuje se v mírné nehomogenita masného výrobku
- Méně dobrá – vzhled vykazuje odchylky způsobené deformací tvaru, ve větším projevu nehomogenita masného výrobku a nevyrovnaná barva
- Nevyhovující – vzhled i barva vykazuje větší barevné a oxidační změny. Nehomogenní masný výrobek, barva nevyrovnaná
- Nepřijatelná – nevyrovnaná barva i vzhled, silné oxidační změny, zcela nehomogenní masný výrobek, velmi viditelná tuková zrna

Vůně:

- Vynikající – vůně jemná, typická po druhu masného výrobku, harmonická, bez cizích vůní
- Výborná – nepatrné odchylky od vynikající vůně, přesto stále harmonická, odpovídající deklarovanému druhu
- Velmi dobrá – mírné odchylky od výborné vůně, přesto stále vyrovnaná, odpovídající danému výrobku, cizí vůně vyloučeny
- Dobrá – výskyt cizích vůní v mírném projevu, přesto ne zásadního charakteru pro deklarovaný druh
- Méně dobrá – výskyt cizích vůní je více znatelný, vůně méně harmonická
- Nevyhovující – výskyt cizích pachů, mírně oxidovaná, s projevem žluklé vůně
- Nepřijatelná – vůně nečistá s výraznými cizími pachy, oxidovaná, zatuchlá s projevem stařiny

Konzistence:

- Vynikající – optimálně soudržný a homogenní výrobek, tuhost odpovídá charakteru masného výrobku, bez vzduchových kavern
- Výborná – konzistence výborná, masný výrobek vyrovnaný, optimálně tuhý, kompaktní, bez vzduchových kavern
- Velmi dobrá – nepatrně tužší či měkčí, stále konzistentní, kompaktní, bez vzduchových kavern
- Dobrá – tužší či měkčí, slabě rozpadavá
- Méně dobrá – konzistence horší, více tužší či měkčí, rozpadavá
- Nevyhovující – tuhá či příliš měkká, nehomogenní, znatelný výskyt vzduchových kavern
- Nepřijatelná – velmi tuhá či velmi měkká konzistence, nehomogenní, nekompaktní, výrazný výskyt vzduchových kavern

Chuť:

- Vynikající – chuť jemná, optimálně slaná, harmonická, vyvážená chuť masa a koření, typická po druhu masného výrobku
- Výborná – nepatrné odchylky od vynikající chuti, vyvážená, jemná bez cizích příchutí deklarovanému druhu, stále optimálně slaná
- Dobrá – chuť typická, s většími odchylkami ne zásadního charakteru, avšak charakteristická a čistá po deklarovaném druhu
- Méně dobrá – výskyt cizích příchutí v malé intenzitě, méně harmonická, slabě nahořklá, více slanější, slabě netypická
- Nevyhovující – výskyt cizích příchutí, méně harmonická, nahořklá, příliš či málo slaná, koření příliš či málo výrazné
- Nepřijatelná – chuť netypická, hořká, kovová, příliš či málo slaná, koření a aroma příliš výrazné či nevýrazné, projev stařiny výrobku

Intenzita pachů a pachuť:

- zcela bez příchutě
- velmi slabá příchutě
- slabá příchutě
- optimální příchutě
- silná příchutě
- velmi silná příchutě
- nepřijatelná příchutě

Celkový dojem:

- Vynikající
- Výborná
- Velmi dobrá
- Dobrá
- Méně dobrá
- Nevyhovující
- Nepřijatelná

Příloha 7: Senzorické hodnocení – vzhled a barva v nádroji

VZHLED A BARVA V NÁKROJI									
	Vzorek č.								
Hodnotitel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	4	5	2	4	4	3	4	2
2	4	5	6	4	3	4	4	6	3
3	1	3	5	1	1	1	5	5	2
4	3	4	4	2	2	2	3	5	4
5	2	4	4	3	4	5	2	5	3
6	2	4	4	3	2	4	3	3	2
7	2	2	2	3	3	3	3	2	2
8	3	3	3	3	1	3	5	5	3
9	4	6	6	5	6	4	7	5	4
10	3	5	5	3	5	5	3	5	3
11	2	3	2	2	2	2	2	2	3
12	3	3	3	3	3	3	3	3	2
13	2	3	6	1	1	2	2	3	2
15	1	3	6	2	1	1	3	1	2
16	1	1	6	1	5	5	1	6	1
17	2	5	3	2	2	3	3	4	4
18	1	2	2	1	1	4	4	1	3
19	2	3	2	3	3	4	4	3	1
20	4	4	3	3	4	3	2	4	4
21	5	5	5	4	4	4	4	5	5
22	4	4	5	4	3	3	4	4	4
23	6	6	6	6	4	6	6	6	6
24	3	6	6	6	6	6	6	3	3
průměr	2,7826087	3,826087	4,304348	2,913043	3,043478	3,521739	3,565217	3,913043	2,956522
odchylka	1,34693328	1,336623	1,520609	1,443262	1,580514	1,377401	1,471736	1,504933	1,223938

Příloha 8: Senzorické hodnocení - vůně

VŮŇ									
	Vzorek č.								
Hodnotitel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	2	3	1	1	1	1	3	1
2	4	2	1	4	1	2	2	5	5
3	1	2	1	1	1	1	1	2	1
4	1	2	1	1	1	1	1	3	1
5	1	1	2	1	1	2	1	4	2
6	1	1	1	1	1	2	2	2	3
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	2	3	1	2	1	1	3	3	2
9	1	1	1	1	1	1	2	3	1
10	3	5	3	3	3	3	4	5	3
11	1	2	2	2	2	3	4	3	3
12	2	2	2	1	2	1	2	3	4
13	1	1	1	1	1	1	2	1	1
15	1	1	3	2	1	1	1	4	3
16	1	2	3	1	1	1	2	5	3
17	2	4	3	3	2	3	4	4	3
18	1	2	1	1	1	1	4	2	2
19	1	3	2	2	2	3	4	3	4
20	3	4	2	2	3	3	3	3	3
21	4	4	4	4	3	4	4	5	5
22	2	2	2	2	1	1	2	3	1
23	2	2	2	2	1	1	1	3	2
24	1	2	1	2	1	3	2	3	3
průměr	1,7826087	2,26087	1,913043	1,826087	1,478261	1,826087	2,347826	3,217391	2,521739
odchylka	0,99802176	1,096167	0,900154	0,936734	0,730477	0,984063	1,152416	1,085295	1,238385

Příloha 9: Senzorické hodnocení - konzistence

KONZISTENCE									
	Vzorek č.								
Hodnotitel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	3	1	1	1	1	2	1
2	2	2	2	2	3	4	3	2	3
3	1	2	1	3	2	2	1	2	2
4	1	2	1	1	1	3	1	1	2
5	1	1	2	3	1	3	4	3	3
6	2	3	3	4	3	3	3	2	3
7	4	2	4	3	3	4	3	3	3
8	4	3	3	3	4	5	5	6	3
9	3	3	3	3	3	3	2	2	2
10	3	1	2	3	1	2	3	2	2
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2
12	4	4	4	3	3	4	4	3	3
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	2	1	1	1	1	1	2	1	1
16	2	1	1	3	1	1	4	2	2
17	2	4	4	2	3	5	4	3	3
18	3	1	1	1	3	1	4	1	1
19	3	3	3	4	2	3	3	2	1
20	3	3	3	3	2	4	3	3	4
21	3	3	3	3	2	3	3	3	3
22	3	1	2	2	1	3	3	4	2
23	4	3	4	3	4	3	5	5	4
24	4	5	4	3	4	3	4	4	3
průměr	2,56521739	2,347826	2,478261	2,478261	2,217391	2,782609	2,956522	2,565217	2,347826
ochylka	1,03686972	1,152416	1,122884	0,947224	1,085295	1,241572	1,223938	1,27301	0,934622

Příloha 10: Senzorické hodnocení - chuť

CHUŤ									
	Vzorek č.								
Hodnotitel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	5	1	5	5	6	2
2	2	1	3	5	1	5	6	5	3
3	3	2	2	5	1	4	7	7	4
4	5	4	2	1	3	3	6	4	6
5	1	3	3	2	2	6	7	5	4
6	1	2	6	6	2	5	6	6	4
7	2	3	2	3	2	6	6	5	3
8	2	4	3	3	2	6	7	7	5
9	2	4	5	5	4	6	7	7	5
10	1	2	2	4	3	7	7	7	5
11	4	1	1	3	1	6	6	6	5
12	3	3	4	5	5	5	6	4	4
13	4	2	3	3	1	6	7	3	2
15	1	1	3	6	2	5	4	6	5
16	1	1	2	4	2	1	3	7	5
17	2	4	4	3	3	5	2	5	4
18	2	1	1	5	3	6	7	6	1
19	2	3	3	3	4	4	3	3	3
20	4	3	3	3	2	4	2	4	4
21	3	3	4	3	2	3	3	4	6
22	3	2	2	4	1	5	5	4	4
23	3	2	2	4	5	6	7	5	3
24	2	3	4	3	5	5	7	5	6
průměr	2,34782609	2,434783	2,913043	3,826087	2,478261	4,956522	5,478261	5,26087	4,043478
odchylka	1,15241626	1,03687	1,202764	1,266785	1,343996	1,330696	1,754723	1,286906	1,330696

Příloha 11: Senzorické hodnocení – intenzita pachů a pachutí

INTENZITA PACHŮ A PACHUTÍ									
	Vzorek č.								
Hodnotitel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	3	2	2	4	4	6	2	3
2	1	1	5	3	1	6	5	5	4
3	3	4	4	2	5	2	7	7	3
4	3	5	3	4	3	5	6	6	7
5	4	4	4	4	4	6	7	5	3
6	4	4	6	2	4	3	5	5	3
7	2	3	3	5	3	6	6	5	3
8	4	1	4	2	2	5	5	6	2
9	1	3	5	5	3	7	7	7	5
10	4	4	4	5	5	7	7	7	5
11	2	4	1	4	4	3	2	2	4
12	4	4	4	5	4	5	7	4	4
13	3	4	5	4	4	7	7	4	4
15	4	4	4	6	4	3	4	7	5
16	1	3	3	1	1	4	4	7	6
17	5	3	4	3	2	6	5	5	4
18	3	4	4	5	4	5	7	6	4
19	4	4	2	2	4	2	2	8	3
20	4	4	2	2	3	3	4	4	3
21	2	3	2	2	1	2	4	4	4
22	3	3	3	3	4	5	4	6	4
23	3	4	4	2	7	7	7	6	3
24	4	3	5	4	5	6	7	7	7
průměr	3,17391304	3,434783	3,608696	3,347826	3,521739	4,73913	5,434783	5,434783	4,043478
odchylka	1,19286416	0,945135	1,233588	1,40158	1,441892	1,711389	1,618812	1,590486	1,296087

Příloha 12: Senzorické hodnocení – celkový dojem

CELKOVÝ DOJEM									
	Vzorek č.								
Hodnotitel	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	4	3	5	2	3	6	5	3
2	1	3	4	2	3	3	6	6	5
3	2	1	1	4	1	4	7	7	3
4	3	5	3	1	2	3	5	6	6
5	1	2	3	2	2	6	7	5	3
6	2	3	6	6	2	5	6	5	5
7	3	3	3	4	2	6	6	5	3
8	2	4	3	5	2	6	6	7	5
9	2	4	5	5	4	7	7	7	5
10	2	2	3	3	3	7	6	7	5
11	3	2	2	2,5	2	3	3	5	4
12	3	2	3	4	4	3	6	4	4
13	4	3	4	2	1	7	7	4	2
15	2	2	5	7	4	5	5	7	6
16	1	1	2	4	2	2	4	7	5
17	2	4	4	3	3	5	2	6	5
18	4	3	2	6	4	5	7	6	3
19	2	3	2	4	4	3	3	4	3
20	3	4	2	3	3	3	3	3	4
21	3	3	3	4	2	2	4	5	4
22	3	2	2	4	1	5	4	5	2
23	3	2	2	6	6	7	7	6	3
24	2	3	4	3	5	5	7	6	7
průměr	2,39130435	2,826087	3,086957	3,891304	2,782609	4,565217	5,391304	5,565217	4,130435
odchylka	0,83878323	1,029217	1,202764	1,522233	1,312753	1,674029	1,587998	1,160959	1,324742

Příloha 13: Senzorické hodnocení – pořadový preferenční test

POŘADOVÝ PREFERENČNÍ TEST									
hodnoti tel ↓	PREFERENCE (x.místo)								
vzorek →	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	6	5	7	1	4	7	8	3
2	1	3	6	5	2	4	8	9	7
3	4	1	2	7	3	6	8	9	5
4	5	6	3	1	2	4	7	9	8
5	1	2	5	4	3	8	9	7	6
6	1	3	8	6	2	5	9	7	4
7	5	4	3	6	1	8	9	7	2
8	1	4	3	6	5	7	8	9	5
9	1	3	6	4	2	7	9	8	5
10	1	2	3	5	4	7	8	9	6
11	4	1	3	7	2	5	6	9	8
12	2	1	4	8	3	7	9	6	5
13	5	4	7	3	1	8	9	6	2
15	1	2	7	8	3	5	4	9	6
16	1	2	5	7	4	3	6	9	8
17	1	5	6	3	5	9	2	8	7
18	4	3	1	7	5	6	9	8	2
19	1	3	2	8	7	5	6	9	4
20	6	9	1	4	2	7	3	5	8
21	3	9	4	6	1	2	5	8	7
22	5	3	4	6	1	8	7	9	2
23	3	1	2	5	6	8	9	7	4
24	1	2	4	3	5	6	9	7	8
průměr	2,56521739	3,434783	4,086957	5,478261	3,043478	6,043478	7,217391	7,913043	5,304348
odchylka	1,77932794	2,272885	1,951993	1,879786	1,77042	1,845837	2,087986	1,202764	2,141257