

# Možnosti náhrady NaCl v masných výrobcích

Pavel Kaloda

---

Bakalářská práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel Kaloda**  
Osobní číslo: **T14222**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Možnosti náhrady NaCl v masných výrobcích**

Zásady pro vypracování:

1. Chemické složení masa a masných výrobků.
2. Technologické vlastnosti masných výrobků.
3. Aplikace solí v masné výrobě.
4. Zdravotní aspekty vedoucí ke snížení solí v potravinách.
5. Možnosti využití náhrad NaCl při výrobě masných výrobků.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- [1] Alino, M., Grau, R., Fuentes, A., & Barat, J. M. (2010). Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Journal of Food Engineering*, 99, 198205.
- [2] Armenteros M., Aristoy M., Barat J. M., Toldrà F. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. *Meat Science* 90 (2012) 361367.
- [3] DESMOND, E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat science*, 2006, 74, 188196.
- [4] BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B.: Senzorická analýza potravin I, 1. vyd., Zlín: 2008, 145 s., ISBN 978-80-7318-628-9.
- [5] PIPEK, P. Technologie masa I, II. vydání, Praha 1991, ediční středisko VŠCHT, ISBN 80-7080-106-9, S. 172.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Robert Gál, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

3. února 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

5. května 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017



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



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Kaloda Pavel  
Obor: Chemie a technologie potravin

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby 1);
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 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/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, 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 24. 4. 2017

.....*Pavel Kaloda*.....

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z 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 přihlídně k vyšší výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá chemickým složením masa, masných výrobků a jejich technologickými vlastnostmi. Především se zabývá aplikací chloridu sodného v masné výrobě, zdravotními aspekty vyplývající z nadměrného příjmu sodíku a možnostmi jeho náhrady v masné výrobě.

Klíčová slova: maso, technological properties, NaCl, kuchyňská sůl, náhrada soli, KCl

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis is focus on the chemical composition of meat, meat products and their technological properties. It especially studies the application of a sodium chloride in the meat production, medical aspects resulting from high income of sodium and the options of its substitution in the meat production.

Keywords: meat, NaCl, salt, salt substitution, KCl

Tímto bych rád poděkoval Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. svému vedoucímu bakalářské práce za cenné rady, připomínky a nesmírně vstřícný a přátelský přístup při vedení mé bakalářské práce.

Dále děkuji svým rodičům a nejbližším přátelům za podporu při studiu.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ</b> .....	<b>11</b>
1.1 VODA.....	12
1.2 BÍLKOVINY .....	12
1.2.1 SARKOPLASMATICKÉ BÍLKOVINY.....	13
1.2.2 MYOFIBRILÁRNÍ BÍLKOVINY .....	13
1.2.3 STROMATICKÉ BÍLKOVINY .....	15
1.3 LIPIDY .....	15
1.4 SACHARIDY .....	16
<b>2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASNÝCH VÝROBKŮ</b> .....	<b>18</b>
2.1 PH.....	18
2.2 VAZNOST .....	18
2.3 VODNÍ AKTIVITA .....	19
2.4 BARVA MASA.....	20
<b>3 APLIKACE SOLI V MASNÝCH VÝROBCÍCH</b> .....	<b>21</b>
3.1 SOLENÍ MASA .....	22
3.1.1 DUSITANOVÁ SOLÍCI SMĚS .....	23
3.2 PRINCIP SOLENÍ.....	23
3.3 ZPŮSOBY SOLENÍ.....	24
3.3.1 MĚLNĚNÉ MASNÉ VÝROBKY .....	25
3.3.2 SOLENÍ CELÝCH KUSŮ MASA .....	25
3.3.3 MECHANICKÁ AKTIVACE PROTEINŮ .....	26
3.4 OBSAH SOLI V POTRAVINÁCH .....	27
<b>4 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY SOLI</b> .....	<b>29</b>
4.1 KARDIOVASKULÁRNÍ ONEMOCNĚNÍ.....	30
4.1.1 SYSTÉMOVÁ ARTERIÁLNÍ HYPERTENZE.....	31
4.1.2 ISCHEMICKÁ CHOROBA SRDEČNÍ.....	32
4.1.3 CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA .....	32
4.1.4 ISCHEMICKÁ CHOROBA DOLNÍCH KONČETIN .....	33
4.2 OSTEOPORÓZA .....	33
4.3 KARCINOM ŽALUDKU .....	33
4.4 OBEZITA .....	34
<b>5 MOŽNOSTI NÁHRADY CHLORIDU SODNÉHO</b> .....	<b>36</b>
5.1 CHEMICKÉ NÁHRADY .....	36
5.1.1 BIOLOGICKÝ VÝZNAM DRASLÍKU, VÁPNIKU A HOŘČÍKU .....	36
5.1.2 CHLORIDOVÉ SOLI .....	37
5.1.3 KCL A LÁTKY ZVÝRAZŇUJÍCÍ CHUŤ A VŮNI .....	41
5.1.4 KCL A LAKTÁTY .....	42
5.1.5 KCL A KVASNIČNÝ EXTRAKT.....	44
5.2 ALTERNATIVNÍ TECHNOLOGICKÉ PROCESY .....	46



<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>47</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>48</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>57</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>58</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>59</b>

## ÚVOD

Maso patří již po dlouhá tisíciletí k důležité a významné součásti naší potravy i bez vědomostí o jeho podrobném chemickém složení a významu majoritních i minoritních složek pro náš vývoj a zdravému prospívání. Až teprve s postupem času a s rozvojem přírodních věd se postupně znalosti o něm rozšiřovaly, až se nakonec přišlo, že je zdrojem plnohodnotných bílkovin, tuků i některých minerálních látek. V dnešní době se maso stalo pro většinu populace nenahraditelnou složkou výživy, i když se stávají stále více populární trendy, které vedou k omezení jeho konzumace či k jeho úplnému vyloučení z jídelníčku.

Kuchyňská sůl, neboli chlorid sodný, se díky svým výborným vlastnostem v konzervárenství tak i v sensorické analýze hojně využívá. Dlouhodobá spotřeba soli ale v posledních letech výrazně překračuje doporučenou denní dávku, kterou stanovila Světová zdravotnická organizace (WHO). Tento nadbytek může způsobovat vážná zdravotní onemocnění. Největší přímý vliv má na vysoký krevní tlak – hypertenzi, od kterého se odvíjejí další vážná onemocnění, zejména kardiovaskulární.

Vyloučit sůl z receptur je dosti nepravděpodobná varianta, proto je důležité hledat možnosti, jak kuchyňskou sůl alespoň částečně nahradit tak, aby sensorické vlastnosti výrobku zůstaly zachovány. Druhotně by to mohlo vést k předcházení těchto zdravotních komplikací. Možností, jak snížit obsah soli v masných produktech se nabízí hned několik:

1. Úplná nebo částečná náhrada NaCl dalšími chloridovými solemi – KCl, MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>.
2. Náhrada NaCl jinými solemi.
3. Kombice dvou výše uvedených možností.

Mezi nejvhodnější adepty patří právě chloridy alkalických kovů a kovů alkalických zemin. Chlorid draselný je ideální k náhradě, ovšem do výrobků přináší nepříjemnou kovovou pachů. Obdobné komplikace způsobuje i použití chloridu hořečnatého. Jeho chuť není stejně čistá jak u NaCl a i vnímání jeho slanosti je odlišné. Chlorid vápenatý vytváří mnohem vyšší slanost a navíc při styku s vodou dochází k exotermickým reakcím.

## 1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ

Pro důkladné poznání nutričních, organoleptických i technologických vlastností je nutné znát chemické složení samotného masa. Složení závisí na druhu jatečně zpracovaného zvířete, ale rozdíly ve složení existují i u jednotlivých anatomických částí daného zvířete. V neposlední řadě závisí na stáří, pohlaví, plemenu, složení krmiva i způsobu výkrmu. V níže uvedené tabulce jsou zmíněné rozdíly ve složení jasně patrné. Pro rychlé orientační stanovení složení masa nám může posloužit tzv. Federovo číslo, které udává poměr obsahu vody a bílkovin. Jeho důležitost spočívá v tom, že na základě jedné známé složky můžeme snadno určit obsah dalších složek. Pro syrové maso má hodnotu 3,5 a tato hodnota se příliš nemění [1, 2].

Tabulka 1: Složení masa vybraných hospodářských zvířat v % [2]

Maso	Voda	Bílkoviny	Tuky	Minerální látky
<b>Čistá svalovina</b>	70 - 75	18 - 22	2 - 3	1 - 1,5
<b>Vepřové maso</b>				
libové	64,4	17,3	18,2	0,9
prosttlé	55,4	14,7	29,1	0,8
tučné	45	13	41,3	0,7
bok	34	7,1	56	0,5
<b>Vepřové maso</b>				
kýta	53	15,2	31	0,8
pečeně	58	16,4	25	0,9
plec	49	13,5	37	0,7
<b>Hovězí maso</b>				
krávy	66,67	20,06	9,31	0,96
jalovice	66,87	20,54	11,52	0,98
voli	71,5	20,84	6,6	1,04
býci	73,89	21,86	3,06	1,17
<b>Hovězí maso</b>				
plec	70,03	21,48	6,95	0,99
kýta	73,43	20,25	5,04	1,1
svíčková	71,98	19,36	7,43	1,06
roštěnec	67,77	20,64	10,31	1,01
krk	72,36	21,15	5,55	1,03
kližka	70,85	21,69	6,68	1,02
žebro	65,04	19,87	14,97	0,95
bok	67,62	20,83	10,41	1

Vepřové maso ve srovnání s masem hovězím obecně obsahuje méně vody i bílkovin, ovšem obsah tuků je vyšší. U tuků si můžeme všimnout, že zde jsou rozdíly největší a velice záleží na části jatečně upraveného těla. Zastoupení minerálních látek je přibližně stejný ve všech částech vepřového i hovězího masa, ale v nejmenším množství se vyskytují v bučce [2].

## 1.1 Voda

Navzdory velkému množství vody obsažené v mase, maso si svou podobu a pevný tvar zachovává. Voda je v mase zastoupená ve třech různých formách. Nejvíce vody se vyskytuje v nevázané volné podobě. Ta je uvnitř masa zadržována mezi tlustými a tenkými filamenti v myofibrilách vlivem působení kapilárních sil. Dále se voda vyskytuje ve strukturální neboli vázané podobě v globulárních proteinech, kde je vázaná díky vodíkovým iontům. Třetí forma výskytu vody je povrchová voda neboli hydratační a na povrchu vytváří velmi tenké molekulární vrstvy na povrchu bílkovin, nukleových kyselin a polysacharidů [1].

Po porážce během stádia *rigor mortis* při smršťování filament nebo během tepelném zpracování masa dochází k největším ztrátám vody. Bylo zjištěno, že důležitou úlohu ve schopnosti masa zadržovat vodu hraje samotná sarkoplasma. Při zkoumání ztráty vody při denauraci bílkovin se zjistilo, že při zahřívání izolovaných myofil dochází k větším ztrátám než při denaturaci sarkoplasmatu společně s myofibrily. Bylo částečně objasněno množství variací ztráty vody z vepřového masa během dvou hodin po porážce v podobě kapek [1, 3].

## 1.2 Bílkoviny

Bílkoviny patří mezi nejdůležitější složky masa jak z technologického tak i nutričního hlediska. Jejich obsah činí 18 – 22 % hmotnosti. Jsou zde hojně zastoupené a většinou je můžeme označit za tzv. plnohodnotné bílkoviny z důvodu zastoupení všech esenciálních aminokyselin. Bílkoviny můžeme rozdělit do 3 skupin podle jejich rozpustnosti ve vodě. Ta je dána převážně poměrem a rozložením polárních (hydrofóbních) a nepolárních (hydrofilních) skupin a je ovlivňována interakcemi mezi molekulami bílkovin a rozpouštědla. Toto rozdělení je zároveň shodné s jejich umístěním ve svalových strukturách. Dělíme je na sarkoplasmatické, myofibrilární a stromatické bílkoviny. Pod pojmem „plnohodnotné bílkoviny“, označovaných i jako svalové bílkoviny, rozumíme bílkoviny sarkoplasmatické a myofibrilární a jsou tudíž pro spotřebitele z nutričního hlediska přínosné. Jejich obsah charakterizuje jakost masa a výrobků z něj [2].

### 1.2.1 Sarkoplasmatické bílkoviny

Jak jejich název napovídá, vyskytují se v sarkoplasmatu a z celkového obsahu bílkovin tvoří 29 %. Jsou rozpustné ve vodě a ve slabých solných roztocích. Mezi hlavní zástupce těchto bílkovin patří z albuminů myogen a myoalbumin a z globulinů globulin X a myoglobin. Největší technologický význam mají hemová barviva myoglobin a hemoglobin, které zapříčiňují červené zbarvení masa. Myoglobin slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech a má větší afinitu k němu než hemoglobin, který zprostředkovává transport kyslíku z plic do svalů [2, 4].

Ovšem při zpracování masa a výrobě masných produktů je jejich význam minimální. Vodu váží přibližně ze 3 % a nepodílí se na struktuře masa ani syrového díla. Jen zvyšují viskozitu díla tím, že se podílí na vzniku bílkovinného roztoku v něm. Jejich význam je po tepelné úpravě, kdy degradují a vytváří tuhý gel, který má vliv na texturu opracovaného masa [2].

### 1.2.2 Myofibrilární bílkoviny

Myofibrilární bílkoviny tvoří hlavní podíl z celkového obsahu bílkovin v mase, a to přibližně ze 60 %. Při technologických operacích mají největším význam. V mase vážou největší podíl vody a určují vlastnosti masa i průběh posmrtných změn ve svalu. Bylo objeveno víc jak 20 myofibrilárních bílkovin, z nichž jsou nejdůležitější aktin a myosin, které umožňují stah svalu a vytváří základní stavební jednotky svalového vlákna – myofibrily. Každé vlákno je tvořeno jedinou buňkou o průměru 10 – 100  $\mu\text{m}$  v délce mezi 20 a 30 cm, která obsahuje kromě běžných organel až 200 jader. Z těchto vláken je složen celý sval a potažmo celé kosterní svalstvo. Při svalové kontrakci a v postmortálních pochodech vzniká komplex těchto dvou bílkovin aktomyosin, kdy dochází k zasunutí tlustých a tenkých filament do sebe [2, 4].

#### 1.2.2.1 Myosin

Tato bílkovina s přibližnou relativní molekulovou hmotností 470 kDa tvoří asi 45 % všech myofibrilárních bílkovin a je obsažena v tlustých filamentech. Ovšem vykazuje i ATPasovou aktivitu, tudíž ji můžeme zařadit i mezi enzymy, která je aktivována vápenatými ionty. Základ molekuly vytváří dva identické polypeptidové řetězce v konformaci  $\alpha$ -helixu. Na tuto část je připojena globulární hlavice, jenž je složena se čtyř kratších řetězců o relativní hmotnosti 20 kDa, která je právě zodpovědná za ATPasovou aktivitu. Myosin díky své globulární povaze není rozpustný ve zředěných roztocích solí. Rozpouští se až

v koncentrovanějších solných roztocích – např. 5% KCl. Těto vlastnosti se využívá při výrobě salámového díla. Molekula myosinu obsahuje velké množství postranních funkčních skupin, které mají vliv na vaznost vody díky schopnosti tvořit kladné i záporné náboje. Změny vaznosti vody masa jsou dány i posmrtnými změnami, kdy se hodnota pH blíží k 5, při které leží i Izoelektrický bod myosinu [2, 4].

### 1.2.2.2 Aktin

Aktin má přibližnou relativní molekulovou hmotnost 43 kDa. Jedná se v monomerní podobě o globulární dvouvláknovou šroubovici, která dokáže vytvářet polymerní vláknitou strukturu. Obsah aktinu je 21 – 23 % z celkového obsahu myofibrilárních bílkovin a nachází se hlavně v tenkých filamentech. Takovéto jednotky jsou seřazeny do útvaru, kterému se říká „dvojitá šňůra perel“, jelikož jsou uspořádány ve dvou řadách stočených kolem sebe do dvojitého provazce [2, 5].



Obrázek 1: Stavba svalu [6]

### 1.2.3 Stromatické bílkoviny

Stromatické bílkoviny mají převážně strukturální a podpůrné funkce. Nachází se ze hlavně ve vazivech, šlachách, kůži či kostech, kde jsou podporou organismu. Významě se podílí na upínání svalů a k mechanické ochraně. V malém množství se nachází i ve svalové tkáni, kde jsou součástí různých membrán. Do této skupiny bílkovin patří zejména kolageny, které mají nejhodnější zastoupení, dále pak elastiny, keratiny či muciny. Z nutričního hlediska nejsou vůbec významné, díky absenci esenciálních aminokyselin [2].

Hlavní zástupce stromatických bílkovin kolagen je nejvíce zastoupen ve šlachách, kde je jeho obsah až 35 %. Minimální zastoupení má ve svalové tkáni a to pouze z 1 – 2 %. Je velice odolný proti mechanickému namáhání a tato odolnost je dána příčnými vazbami, které vznikají přítomností enzymů. Příčné vazby přispívají velkou měrou k enormní pevnosti kolagenních vláken. K odolnosti kolagenu v jeho struktuře významně napomáhá přítomnost vodíku a dalších kovalentních vazeb. Pevnost kolagenu se s rostoucím věkem zvířete/organismu snižuje stejně jako se snižuje jeho rozpustnost. To je zapříčiněno větším počtem příčných vazeb, které se rostoucím věkem zvyšuje. V přítomnosti zředěných roztoků kyselin i zásad dokáže bobtnat a v koncentrovaných roztocích dochází k úplnému rozpuštění. Ve vodě za dostatečně dlouhého působení vyšších teplot (65 – 90°C) se degradují příčné vazby a postupně přechází na rozpustnou látku – želatinu. Ta má při výrobě některých masných produktů velký význam zejména při výrobě vařených masných výrobků. Při čiření ovocných šťáv se využívá jeho schopnosti se srážet s tříslovinami a se solemi chromu, hliníku a železa [2, 5].

## 1.3 Lipidy

Největší zastoupení lipidů v mase je ve formě esterů mastných kyselin a glycerolu - triacylglycerolů neboli tuků. Nejvíce je zastoupena skupina mononenasycených a nasycených mastných kyselin. Ve většině běžných druhů mas je v největších koncentracích přítomna kyselina olejová (C18:1), palmitová (C16:0) a stearová (C18:0). Nenasycené mastné kyseliny jsou více obsaženy ve vepřovém a drůbežím mase (10 – 15 % z celkového množství mastných kyselin). Jejich obsah v jatečně upraveném těle je až 85 % a z celkového obsahu lipidů tvoří až 99 % hm. Molekuly lipidů jsou většinou nepolární (hydrofóbní), tudíž ve vodě nerozpustné. Polární lipidy jsou zastoupeny jen v malé míře a to ve formě fosfolipidů, které tvoří membrány buněk. Tuky patří mezi nejvýznamější zdroje energie, slouží i jako přenašeči lipofilních vitaminů a některých esenciálních nenasycených mastných kyselin,

tudíž jsou nezbytné pro naše zdraví. Tuky můžeme rozdělit podle místa výskytu v organismu. Intracelulární (vnitrobuněčný) tuk má nejmenší zastoupení ze všech a jeho obsah tvoří pouze 2 – 3 %. Intercelulární tuk se nachází mezi svalovými vlákny a největší zastoupení má extracelulární (mimobuněčný) tuk. Běžnější rozdělení najdeme na tuk intramuskulární, extramuskulární, který se nachází mezi jednotlivými svaly a na tuk podkožní (depositní), který má zásobní a ochrannou funkci. Na chuť, vůni a křehkost má větší vliv tuk intramuskulární, který vytváří mezi svalovými vlákny specifickou kresbu tzv. mramorování. Mramorování je typické pro maso zvířat, která neměly dostatek pohybu [2, 5, 7].

V tuku je obsaženo mnoho aromatických látek, které utváří výslednou chuť dvojitým způsobem. Na vzniku chuťových vlastností se podílí oxidace nenasycených mastných kyselin za vzniku karbonylových sloučenin. Ty mají při nízkých koncentracích příznivý vliv na aroma. Velmi významné je zastoupení cholesterolu, který se působením ultrafialového světla přemění na vitamin D a je základem buněčných membrán. Jeho obsah se pohybuje v rozmezí od 30 do 120 mg/100 g masa a nejvíce je obsažen ve vnitřnostech. Příjem exogenního cholesterolu z potravy se pohybuje kolem 34 %, to přibližně odpovídá 150 mg cholesterolu denně a přijaté množství by nemělo přesáhnout 300 mg za den. Lidský organismus si dokáže cholesterol vytvořit sám. Dle různých studií se uvádí, že hodnota vyprodukovaného cholesterolu se pohybuje 10 – 20 mg na kilogram hmotnosti. Ovšem u zdravého člověka není množství přijatého cholesterolu příliš podstatné. Jakmile dojde ke zvýšení jeho příjmu z potravy, tak organismus následně omezí jeho produkci, než se hodnoty dostanou zpět do původní rovnováhy. Kolem cholesterolu a jeho vlivu především na kardiovaskulární onemocnění se vedou dlouhé diskuse a situace kolem je závislá na mnoha faktorech [1, 2].

#### 1.4 Sacharidy

Ve srovnání množství obsahu sacharidů v živočišných a rostlinných pletivech, mají v živočišných pletivech mnohem menší zastoupení. Kromě strukturálního významu jsou významné z hlediska metabolických funkcí a to během života i v postmortální fázi. Pokud se bavíme o sacharidech v mase, z technologického hlediska nás zajímá především glykogen, ačkoliv obsah volných monosacharidů (glukózy) je několikanásobně větší. Množství volné glukózy ve svazech se pohybuje v rozmezí 10 – 25 g na 100 g tkáně. Glykogen je polysacharid skládající se z monomerních jednotek D-glukózy, který se nachází



ve svalových buňkách a jeho obsah je závislý na trénovanosti a fyziologickém stavu zvířete. Jeho molekulová hmotnost se pohybuje mezi 6 – 12 MDa a jeho obsah ve svalové tkáni se pohybuje kolem 0,7 – 1,1 %. Vyskytuje se ve dvou podobách a to jako pro-glykogen a makro-glykogen. Až 75% zastoupení patří pro-glykogenu a zbylé čtvrtinové zastoupení má makro-glykogen. Je důležitou zásobárnou energie a jeho přeměna na glukózu je velice rychlá a efektivní, následně jsou glukózové jednotky dále štěpny. V případě, kdy probíhá za přístupu kyslíku, dochází ke vzniku pyruvátu, který je v Krebsově cyklu rozložen až na vodu a oxid uhličitý za uvolnění energie ve formě dvou molekul adenosit trifosfátu (ATP). Za anaerobní glykolýzy při svalové námaze je glykogen štěpen a vytváří se kyselina mléčná. Při reakci vznikají i další sloučeniny např. kyselina octová, jantarová, máselná. Hladina glykogenu je významná v okamžiku porážky. Po ní následně dochází k okyselení tkáně, kdy pH klesne ze 7 na hodnotu kolem 5,5. Tento jev je důležitý pro následnou údržnost masa i jeho vaznost. Při nízké hladině glykogenu dojde jen k velice mírnému okyselení, tudíž následná údržnost je mnohem horší [2, 5, 8].

## 2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASNÝCH VÝROBKŮ

Chemické složení masa mu udává i specifické vlastnosti jak technologické, které jsou pro další výrobu velmi důležité, tak i organoleptické, jenž jsou důležité zejména pro spotřebitele.

### 2.1 pH

Hodnota pH je jeden z významných a rozhodujících faktorů, které mají vliv na barvu, skladovatelnost, chuť, mikrobiologickou stabilitu, výtěžnost i strukturu masa a produktů z něj. Hodnotou pH je ovlivněna i jeho vaznost. Normální hodnoty masa se pohybují v rozmezí od 4,6 až do 6,4, přičemž při hodnotě pH = 6,4 je maso prakticky zkažené v důsledku enzymové aktivity, během které dochází k syntéze velkého množství metabolických produktů včetně amoniaku. Ty způsobují nepříjemný zápach i případnou změnu zbarvení [9].

Při nízkých hodnotách pH kolem 5 ve spojení s kontrakcemi svalů stádia posmrtné ztuhlosti dochází k uvolňování a odkapávání vody skrze kanálky. Při vyšších hodnotách pH dochází k degradaci struktury myofibrilárních bílkovin a naruší se kanálky. V důsledku tohoto je voda zadržována uvnitř svalové tkáně - tzv. efekt houby [1].

### 2.2 Vaznost

Vazností se označuje schopnost masa vázat vodu a patří mezi zásadní vlastnosti masa při technologické výrobě. Vazností je ovlivňována i jakost masných výrobků, ale i ztráty během kterým dochází při výrobě, zpracování či skladování, tudíž je na ní závislá celá ekonomika výroby. Přídavkem různých solí (zejména polyfosfátů) můžeme schopnost masa vázat vodu zvýšit [10].

Pro technologii výroby se voda rozděluje na vodu volnou a vázanou, zda-li voda za určitých podmínek výtéká či nikoli. Voda je zachytávána ve filamentech strukturních bílkovin a membránách a zda bude zadržena závisí na nábojích okolních molekul bílkovin. V závislosti na povaze nábojů vzniká mezi vlákny prostor pro vodu, který je odpudivými silami stejných nábojů zvětšován. Přitažlivé síly jsou indukovány náboji obrácené polarity a prostor se zmenšuje [11].

Vaznost vody je ovlivněna mnoha faktory. Zejména se jedná o pH, koncentraci solí, průběh posmrtných změn a rozmělnění masa. Dále se práce bude zabývat právě vlivem solí, který je nutný chápat jako konečný výsledek vzájemného působení přítomných iontů. Ze začátku

se vaznost masa s rostoucí koncentrací solí zvyšuje, poté dosáhne svého maxima a následně spadne k původní hodnotě. Nejvyšší vaznosti je dosaženo přibližně při koncentraci 5 % bez současného přídavku vody. Ionty s vyšším nábojem ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) vaznost snižují vytvářením příčných vazeb mezi řetězci primárních struktur bílkovin a následnému celému zesíťování jejich struktur. Vliv vícemocných iontů může být potlačen přídavkem solí, jejíž anionty mají více negativních nábojů např. polyfosfáty [11].

### 2.3 Vodní aktivita

Vodní aktivita ( $a_w$ ) je poměr mezi tlakem páry nad roztokem při dané teplotě a tlaku čisté vody při stejné teplotě. Snadnější výpočet této hodnoty je hodnota relativní vlhkosti vydělená 100. Hodnota vodní aktivity je vždy číslo nižší než 1.00, to je hodnota pro vodu bez nečistot i minerálů. Vodní aktivita čerstvého masa se pohybuje kolem 0.98, což představuje zhruba 98% podíl nevázané vody v mase, ovšem při hodnotě  $a_w = 0.80$  je obsah vody mnohem nižší. Maximální  $a_w$  suchých trvanlivých masných výrobků (salámy, klobásy) je v ČR legislativně daná hodnota, a to 0.93, na rozdíl od vařených produktů, u kterých se hodnota  $a_w$  příliš nezmění díky přidáním množství vody během výroby. Na snížení  $a_w$  se výrazně podílí i přidané látky – sůl nebo i cukr, které váží vodu prostřednictvím iontů. Dále dochází ke snížení  $a_w$  sušením, zamražením a přidáním tuku [9, 12].

Hodnota vodní aktivity zásadně ovlivňuje fyzikální vlastnosti výrobku, vzhled či trvanlivost. Již při hodnotě  $a_w = 0.90$  nedochází k produkci toxinů škodlivých mikroorganismů jako je například *Staphylococcus aureus* nebo *Salmonella*, tudíž je možné skladování i při pokojových teplotách [9].

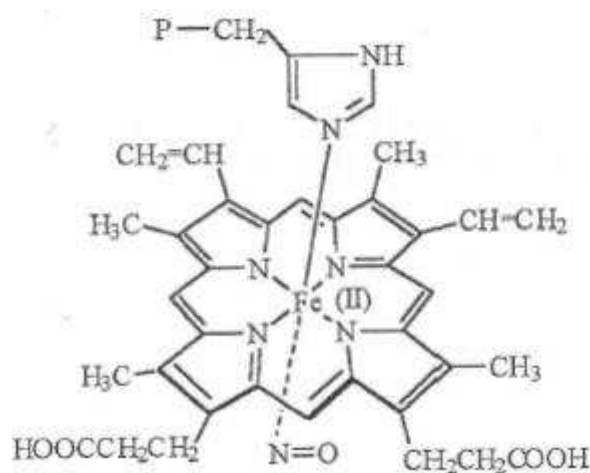
Tabulka 2: Mezní limity  $a_w$  pro různé skupiny mikroorganismů [9]

Hodnota $A_w$	Skupiny Mikroorganismů
<b>0,95</b>	Původci kažení masa, enterobakterie, původci alimentárních nemocí
<b>0,91</b>	Bakterie mléčného kvašení
<b>0,90</b>	Nekulturní vinné kvasinky
<b>0,87</b>	Kvasinky přítomné v díle fermentovaných salámů
<b>0,86</b>	Původci bakteriálních hnisavých zánětů
<b>0,84</b>	Mnohé druhy plísní
<b>0,75</b>	Halofilní bakterie
<b>0,65</b>	Xerofilní bakterie
<b>0,60</b>	Mikroby obecně

## 2.4 Barva masa

Typické zbarvení masu dodává převážně svalové barvivo – myoglobin a s menší částí se spolupodílí i krevní barvivo – hemoglobin. Jedná se o složité struktury komplexního charakteru složené z bílkovinné části – globulinu a barevné složky – hemu. Množství myoglobinu v mase není u všech druhů zvířat stejné. Záleží na daném druhu zvířete, jeho pohlaví i na typu svalu. Platí, že nižší obsah svalového barviva se vyskytuje ve svalu, který je méně namáhán. Při srovnání koňského, hovězího, vepřového a drůbežího masa zjistíme, že koňské maso obsahuje až dvojnásobné množství myoglobinu než hovězí maso, osminásobek oproti vepřovému masu a dokonce až padesátinásobek vůči masu drůbežímu [13].

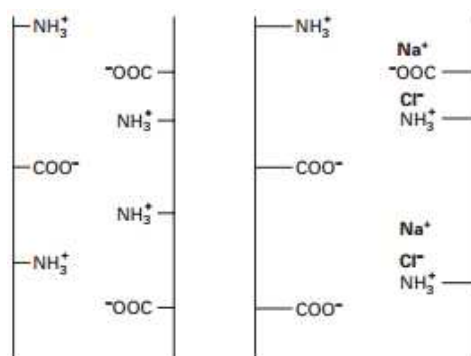
Barevné změny barviva masa závisí na reakci centrálního atomu železa v barevné složce komplexu. Při styku se vzdušným kyslíkem dochází ke vzniku oxymyoglobinu, který má rumělkově červené zbarvení. Tato změna je způsobena vazbou molekulárního kyslíku na atom železa. Při skladování může docházet k disociaci oxymyoglobinu na povrchu masa a volný atom železa v myoglobinu začne oxidovat. To způsobí barevnou přeměnu na nevzhledný šedohnědý metmyoglobin a následně až na zelený choleglobin. Při tepelné úpravě dochází ke vzniku šedého až hnědého zbarvení, proto se do masných výrobků přidává dusitanová solí směs, kdy reakce dusitanů vedou ke vzniku nitrosomyoglobinu. Při poklesu pH pod 5,2 se nitrosomyoglobin přemění na stabilní nitrosomyochromogen, který má spotřebitelsky atraktivní růžovou barvu [9, 14].



Obrázek 2: Struktura nitrosomyoglobinu [9]

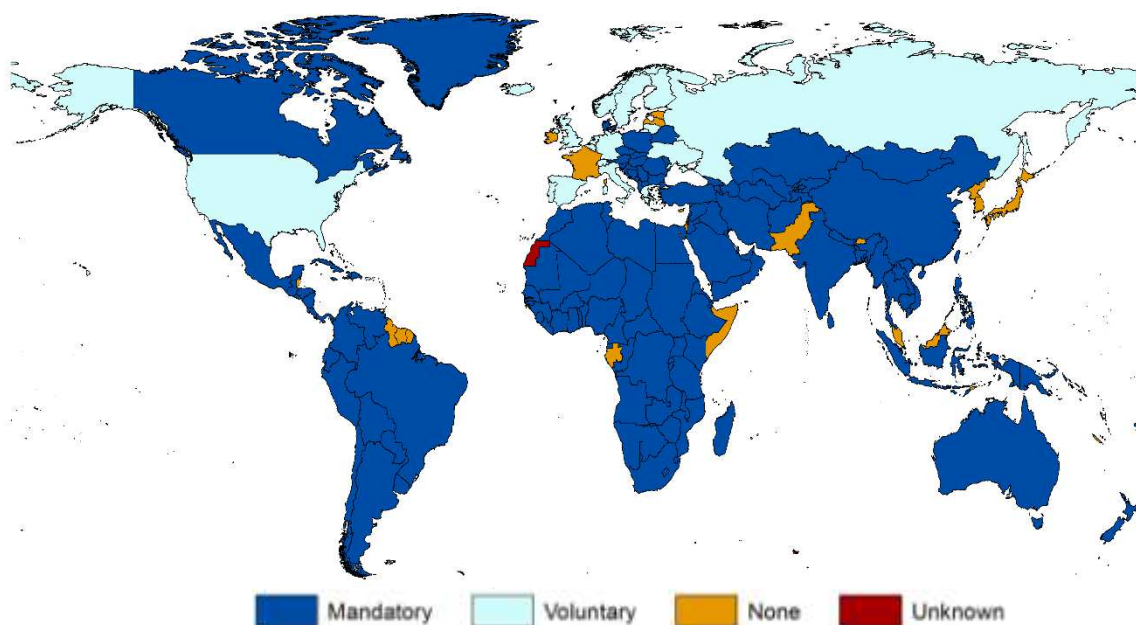
### 3 APLIKACE SOLI V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Kuchyňská sůl, chemicky řečeno chlorid sodný, obsahuje v hmotnostním poměru 39,3 % sodíku a 60,7 % chlóru a je pro populaci nejčastějším zdrojem sodných iontů. Na ionty  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  se sůl hydrolyzuje teprve až v roztoku. Tyto samostatné ionty se naváží na postranní bílkovinné řetězce a vzájemným působením opačných nábojů se vlákna masa od sebe oddalují. Tím vzniká prostor pro navázání vody. Takto může být vaznost vody v libovém mase zvýšena až o 5 % [15, 16].



Obrázek 3: Sůl v molekule bílkoviny [9]

V závislosti na druhu soli může sůl obsahovat i stopová množství vápníku, draslíku, zinku případně železa. Větší zastoupení dalších prvků je typické u mořské soli. Některé mořské soli mohou vyvolat stejný pocit slanosti i při 30% nižším obsahu sodíku ve srovnání klasickou kuchyňskou solí. V místech, kde populace trpí nedostatkem jódu, bývá sůl o něj obohacována. V roce 2008 byla jodidovaná sůl dostupná ve 120 zemích světa [17, 48].



Obrázek 4: Legislativa pro jodizovanou sůl (červen 2016) [19]

### 3.1 Solení masa

Základem výroby masných výrobků typu klobásy, salámy, párky aj. je rozkútrování a smíchání různých druhů mas, ledové tříště, tukové tkáň, přidání soli a dalších přísad – koření, bílkoviny, škrob. Při rozmělnění masa dochází k uvolnění myofibrilárních bílkovin, které se přidavkem soli stávají rozpustné a následně se podílí na finální struktuře produktu. Vlivem iontových sil tyto uvolněné bílkoviny v ne příliš kyselém prostředí vytváří gelový roztok. Při poklesu pH a ztrátě části vody dochází během zrání k vytvoření pevné gelové struktury, která zafixuje všechny složky díla v pevný celek. Proto je potřeba, aby se ze začátku hodnota pH udržovala mezi 6,0 – 5,8, dál od izoelektrického bodu bílkovin. V tomto bodě by povolené množství soli nebylo schopno vyextrahovat dostatečný objem bílkovin na utvoření gelového roztoku. Pro technologické zpracování je potřebná koncentrace soli kolem 2 % hm. [13, 20, 21].

Zdánlivě jednoduše znějící problematika solení je ve skutečnosti mnohem komplexnější problém, na jehož pozadí se odehrávají složité fyzikálně-chemické, chemické a mikrobiální pochody. Původně měl přídavek soli výrobku zaručit delší trvanlivost a mikrobiální odolnost. V dnešní době se důležitost solení zvýšila. Sůl se výrazně podílí nejen na celkové chuti výrobku, ale i jeho šťavnatosti, konzistenci i stálosti žádaného zbarvení. Při průmyslové velkovýrobě se chlorid sodný dodává ve formě dusitanové solí směsi [13, 20].

*Tabulka 3: Maximální obsah soli v masných výrobcích [13]*

Skupiny masných výrobků	%
Masné konzervy kromě polokonzerv a konzerv masných výrobků	2,0
Vařené výrobky, ostatní výrobky	2,5
Drobné výrobky, měkké salámy, pečené výrobky	2,8
Uzené slaniny, koňské výrobky, konzervy a polokonzervy	3,0
Trvanlivé výrobky tepelně opracované, uzená masa vařená	3,5
Trvanlivé výrobky tepelně neopracované, uzená masa syrová	4,2

### 3.1.1 Dusitanová solící směs

Dusitanová solící směs (dále jen DSS) se skládá z několika složek. Hlavní složkou je kuchyňská sůl a dusitan sodný, dále může obsahovat v závislosti na typu či přání zákazníka jodičnan draselný, chlorid draselný, škrobový sirup a dextransu. Maximální povolená koncentrace dusitanu ve směsi je u výrobku pro obchodní síť 0,35 % a pro masný průmysl 0,9 %. Základním principem působení DSS, jak je popsáno výše, je vytvoření rumělkově červeného zbarvení díky reakci myoglobinu s dusitanem za vzniku komplexu nitroxymyoglobinu. Tato změna se stane permanentní až v důsledku tepelné úpravy při teplotách nad 55°C a pH kolem 5,8 [13, 21, 22].

*Tabulka 4: Obvyklý a minimální obsah dusitanu v masných výrobcích [13]*

Druh masného výrobku	Obvyklá úroveň NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg.kg <sup>-1</sup> ]	Minimální obsah NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> [mg.kg <sup>-1</sup> ]
<b>Měkké salámy a párky</b>	60 – 80	40
<b>Uzená masa a speciality</b>	80 – 120	50
<b>Syrové tepelně neopracované výrobky</b>	100 – 120	30
<b>Syrové šunky</b>	50 – 150	50

### 3.2 Princip solení

Hlavním mechanismem při aplikaci soli je její samovolné pronikání z roztoku o vyšší koncentraci soli do prostoru o koncentraci nižší. Tento jev se nazývá difuze. Na počátku maso obsahuje minimum sodíku, rozdíl koncentrací je tudíž největší a tak je prostup nejrychlejší. Postupně se rychlost snižuje vlivem zvyšující se koncentrace uvnitř masa a nakonec, jakmile dojde k vyrovnání koncentrací, je nulová [13, 20].

Fickův zákon o difuzi udává rychlost, jakou se sůl dostává do masa. Rychlost prostupu je závislá na různých faktorech, které můžeme rozdělit na vnější a vnitřní. Za vnější faktory se považuje velikost rozdílu koncentrací, velikost kusů masa nebo teplota. Mezi vnitřní faktory udávající charakteristiku daného masa a zahrnuje například množství tuku, strukturu masa nebo podíl pojivových částí. Tyhle vlastnosti masa vyjadřují tzv. druhové konstanty [13, 20].

Vzorec č. 1: Výpočet doby trvání procesu solení [13]

$$\tau = \frac{\frac{1}{k_1} + \frac{h^2}{k_2}}{9,2 \times D \times \frac{c_1}{c_2}}$$

$\tau$	doba trvání [dny]
$h$	hloubka pronikání soli [cm]
$c_1$	koncentrace soli v láku [%]
$c_2$	koncentrace soli v mase na konci procesu [%]
$D$	koeficient difúze soli při teplotě solení
$k_1$	koeficient přestupu soli na hranici mezi roztokem a povrchem masa
$k_2$	koeficient prostupu soli v mase

Celý proces je závislý na teplotě, při které probíhá. Čím je teplota vyšší, tím je vyšší pronikání soli do masa a současně roste i difuzní koeficient. Pokud zvýšíme teplotu o 30°C, dojde ke dvojnásobně lepšímu prostupu soli. Velmi důležitým faktorem je velikost kusů masa a nejvýznamnější je při nasolování masa pro mělněné masné produkty. Čím je velikost částic masa menší, tím se zrychluje prostup soli a výsledný čas nutný k potřebnému prosolení je tím kratší [13].

Sůl sama o sobě má velmi nízkou baktericidní schopnost. Její konzervační vlastnost je připisována schopnosti vázat velké množství vody a zbavit tak maso vlhkosti, což vede ke snížení výsledné vodní aktivity. Při hodnotě vodní aktivity 0,91 nerostou bakterie způsobující kažení masa a ani bakterie mléčného kvašení. K dosažení této hodnoty je potřeba obsah soli ve výrobku kolem 15 % [18].

### 3.3 Způsoby solení

Způsoby solení se různí dle požadovaného typu masného výrobku. Procesy se liší v použitých přísadách, v rychlosti prosolení a zejména, zda se jedná o mělněné výrobky a nebo kusové produkty [21].



### 3.3.1 Mělněné masné výrobky

Solení mělněných masných výrobků je možné dvěma různými způsoby. První je přidání soli rovnou do připravovaného díla v průběhu míchání a druhé je nasolení menších kusů masa během fáze tzv. předsolování. U každého způsobu je více možných cest, jak dostat sůl do díla [21].

#### 3.3.1.1 Předsolování

Předsoluje se zpravidla maso, které je určeno pro další mělnění. Maso se nejprve rozřeže na menší kousky a následně se nasolí dusitanovou solící směsí. Přídavek soli bývá v rozmezí mezi 2 – 3 % celkové hmotnosti masa. Výhodnější a účinnější je přidání soli v podobě směsi s vodou – láku. Takto naložené maso se na den až dva nechává uležet. Doba skladování předsoleného masa by měla být maximálně v řádu dnů. Poté se takto předsolené maso dále zpracovává běžnými technologickými postupy. Předsolení se stává dosti diskutabilní. Ukazuje se, že údržnost masa v celých kusech při chladírenských podmínkách je vyšší díky menší počáteční mikrobiologické kontaminaci. Předsolování mělo svůj význam při používání dusičnanové solící směsi, kdy se během skladování předsoleného masa dusičnany redukovali na dusitany, které následně zlepšovali barvu výrobku. V dnešní době je využití dusičnanových solících směsí minimální a na hojněji používanou dusitanovou solící směs má skladování předoleného masa spíše negativní vliv [16, 21].

Předsolování je výhodné pro přípravu vložky. V průběhu procesu dochází k pronikání iontů soli do masa. To má za následek bobtnání masa, které se projevuje vyšší vazností [16, 21].

#### 3.3.1.2 Přídavek soli do díla

Tento způsob solení se praktikuje při přípravě díla na masné výrobky typu párků a měkkých salámů z čerstvé suroviny. Solící směs se přidává až v procesu míchání a mělnění v kutru [21].

### 3.3.2 Solení celých kusů masa

Dodání soli do celistvých kusů masa nebo již hotových produktů je ve srovnání s předešlým způsobem solení časově složitější i mnohem náročnější, než se sůl dostane do všech částí výrobku. Vyvinuly se proto různé metody, které tento proces urychlují. Maso je možné solit suchou nebo mokrou cestou i za současné mechanické aktivace bílkovin, které napomáhá urychlení difuze soli do masa [21].

### 3.3.2.1 *Suchá cesta*

Tato metoda spočívá v tom, že celé kusy masa jsou smíchány se solí, případně je sůl aktivně vtírána do povrchu masa. V povrchové vrstvě se vytvoří oblast o vysoké koncentraci soli, tím je zvýšen koncentrační gradient, který zapříčiní pronikání soli hlouběji do masa a naopak voda je vypuzována do svrchní vrstvy a dochází i k částečnému jejímu úplnému vypuzení z masa. Takto se druhotně vytváří koncentrovaný vodný roztok soli – lák. Tato metoda se při průmyslové velkovýrobě nepoužívá pro její časovou náročnost. Její využití je častější jen při domácích porážkách [16, 21].

### 3.3.2.2 *Mokrý cesta*

Při tomto způsobu se využívá přímo nakládání kusů masa do láku o koncentraci 8 – 15 % hm. Obsah soli v láku je nutno vypočítat na beztukovou část masa [18].

Obě možnosti solení jsou poměrně zdlouhavé. Navíc postupnou difuzí je sůl rozmístěna nerovnoměrně. Může za to různá rychlost difuze v závislosti na prostředí – ve svalovině či v tukové tkáni, ale i na směru – podél svalových vláken je šíření soli efektivnější a difuzní koeficient je až o 25 % nižší. Značné komplikace způsobují případné kosti, které vytváří nepřekonatelnou bariéru pro difundující sůl. Tudíž v oblastech za kostí jsou místa s nízkou koncentrací soli – tzv. neprosolený klín. Tento prostor je ideální pro počátek zkázy masa. Hrozí i tzv. zvrhnutí láku. K tomu dochází díky mikrobiálnímu rozkladu rozpuštěných bílkovin vlivem snížení koncentrace soli v roztoku, ke které dochází v průběhu celého procesu [18, 20, 21].

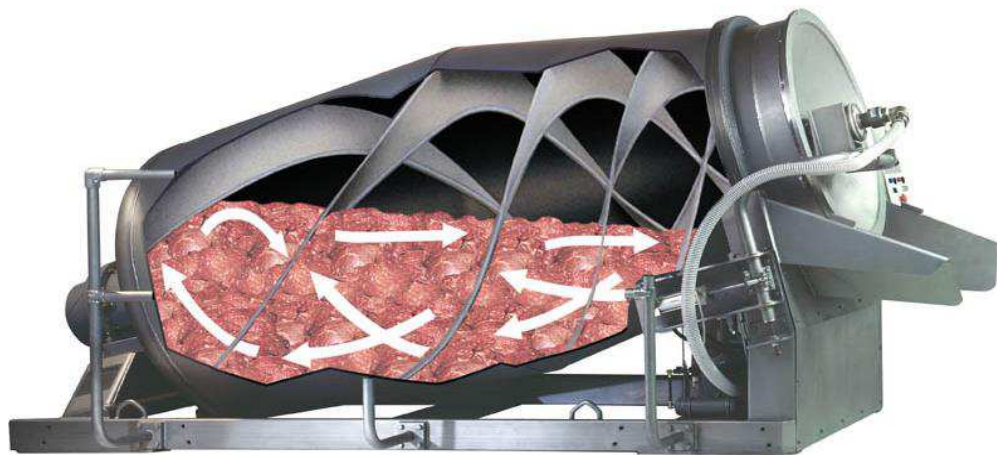
Dobu i pracnost nasolování v láku můžeme razantně zkrátit jeho nastříkáním přímo do masa. Úplně zezáátku se nastříkoval lák po krevních cestách, ovšem i tento způsob nezaručoval rovnoměrné prosolení všech částí masa. Proto se vyvinuly nové technologie, které výskyt neprosolených míst snížily na minimum. Nyní se využívá speciálních mnohojehelných nastříkovačích zařízení, která lák dutými jehlami dopraví přímo do svaloviny. Každá Jehla má více nastříkovačích otvorů orientované různými směry a navíc je odpružená, takže umožňuje nastřík lák i do masa s kostí [20, 21].

### 3.3.3 **Mechanická aktivace proteinů**

Pokud v průběhu solení dochází k mechanickému opracování, výsledek prosolení i rozmístění láku se zlepšuje. Opakovaným stlačováním a uvolňováním masa se rychlost difuze zvyšuje. Současně dochází i k poškození vazivových obalů svalových vláken, která

následně snadněji bobtnají. K mechanickému narušení byly sestrojeny různá zařízení založená na principu masírování, promíchávání, přepadávání či mačkání. Za MAP se mnohdy počítá pouze mačkání, které má na maso drastičtější dopady, než šetrnější masírování a přepadávání. Při mačkání je poškozena svrchní část masa, které vede ke zvětšení povrchu a prostup láku je tak rychlejší, snadnější a zlepšuje se soudržnost kousků masa. Používají se také stroje, které umožňují za pomoci systému nožů narušit tkáň i v hlubších vrstvách [20, 21].

V tzv. tamblerech, v otáčecím zařízení sloužící k automatickému mačkání, je maso přepážkami uvnitř vyzvednuto do výše a následně přepadne na další kusy masa. Tumblování probíhá většinou ve vakuu, které způsobí roztažení svalové tkáně, čímž opět usnadní difuzi láku. Je důležité, aby proces probíhal za nízké teploty, čímž se předchází separaci tuku. To je zaručeno umístěním tumbleru do chladírenských prostor nebo konstrukcí samotného přístroje, který umožňuje chlazení pláště. Další využívaný způsob je použití kapalného dusíku, který zároveň zaručí inertní atmosféru [20, 21].

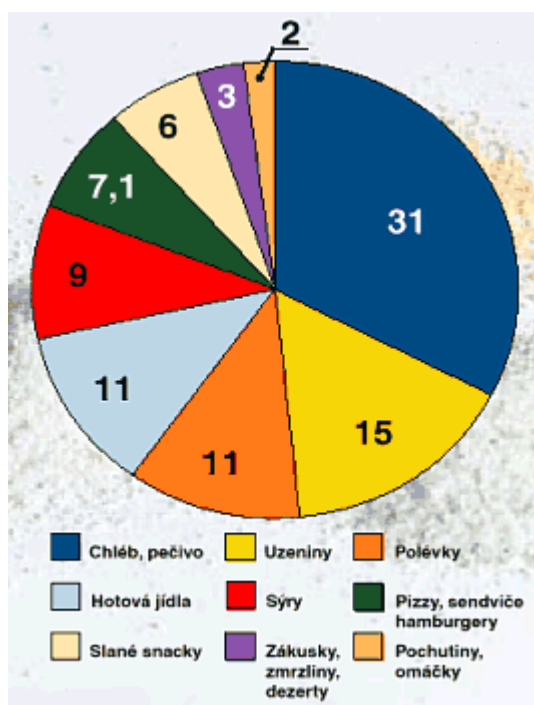


Obrázek 5: Tumbler [23]

### 3.4 Obsah soli v potravinách

Příjem soli v potravinách nakoupených v obchodních řetězcích není vůbec zanedbatelná. Ukazuje se, že z pouhých 20 % přijímáme sůl z pokrmů, které si sami připravíme, tj. z 80 % sůl přijmeme z hotových produktů potravinářského průmyslu. Nejproblémovější nejsou výrobky s vysokým obsahem soli ale právě produkty s obsahem nižším, kterých ve výsledku sníme mnohem větší množství. Mezi nejrizikovější druhy potravin patří pečivo a snídaňové cereálie vzhledem k celkovému spotřebovanému množství. U těchto produktů si jejich

slanou chuť mnohdy ani neuvědomujeme. I v tom tkví ono nebezpečí, nehledě na to, že toto zboží se běžně dostává i k dětem, které mají mít spotřebu soli minimální (viz tabulka 5). Například obyčejný rohlík obsahuje 1,19 g soli na 100 g. Jak je z obrázku 6 patrné, pečiva zkonsumujeme ve srovnání s uzeninami více jak dvojnásobek a vůči sýrům více jak trojnásobek. Ovšem příjem soli z masných výrobků je značný. Nejvíce se to projevuje u předškoláků a školáků, kteří mohou mít příjem o 400 – 600 % vyšší než je ten doporučený. Výrazným podílem na příjmu soli má konzumace polévek a hotových jídel [24, 25].



Obrázek 6: Podíl jednotlivých potravin na spotřebě soli v % [26]

## 4 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY SOLI

Sodík obsažený v soli je pro zdravé prospívání nezbytný – podílí se na regulaci krevního tlaku, udržování acidobazické rovnováhy a osmotického tlaku. Zastává důležitou roli při udržování membránového potenciálu příp. jeho změnách, které jsou základem přenosu nervového vzruchu. Nejvíce je zastoupen v extracelulární kapalině a v krevní plazmě. V krevní plazmě je stálý osmotický tlak i díky přítomnosti sodíkových iontů. V průběhu příjmu těchto iontů se zároveň zadržuje voda, aby rovnováha nebyla narušena. Při abnormálnímu příjmu sodíku případně jeho špatnému vylučování dochází ke zvyšování objemu vody a tím i krevní plazmy v organismu. Sodík působí vazokonstrikčně. Při současném zvyšování objemu krevní plazmy a zužování cév má za následek zvýšení krevního tlaku [27].

Zhoršená schopnost ledvin vylučovat sodík z těla díky vysokému příjmu soli, zvyšuje tendenci zadržovat vodu. Tyto podmínky stimulují různé kompenzační mechanismy. V případě jejich dlouhodobější přítomnosti nakonec způsobí zvýšení krevního tlaku, které napomáhá ledvinám překonat potíže při vylučování sodíku [28, 29].

Mnohé výzkumy předkládají teorii, že tyto mnohačetné nepříznivé změny, kterým musí ledviny čelit, vedou ke zvýšení schopnosti krevní plazmy inhibovat sodno-draselnou ATPázu. To má za důsledek vylučování většího množství sodíku, ale současně i zvýšení krevního tlaku vlivem inhibice sodno-vápanaté pumpy v hladké svalovině cév [28].

Denní průměrná konzumace soli v České republice se pohybuje v rozmezí mezi 15 – 16 gramy, což je přibližně trojnásobek množství, které doporučuje Světová zdravotnická organizace (WHO). Pro dospělého jedince je ideální denní příjem 5-6 g soli, u dětí pak ještě méně [29, 30].

*Tabulka 5: Doporučené množství soli pro děti [31]*

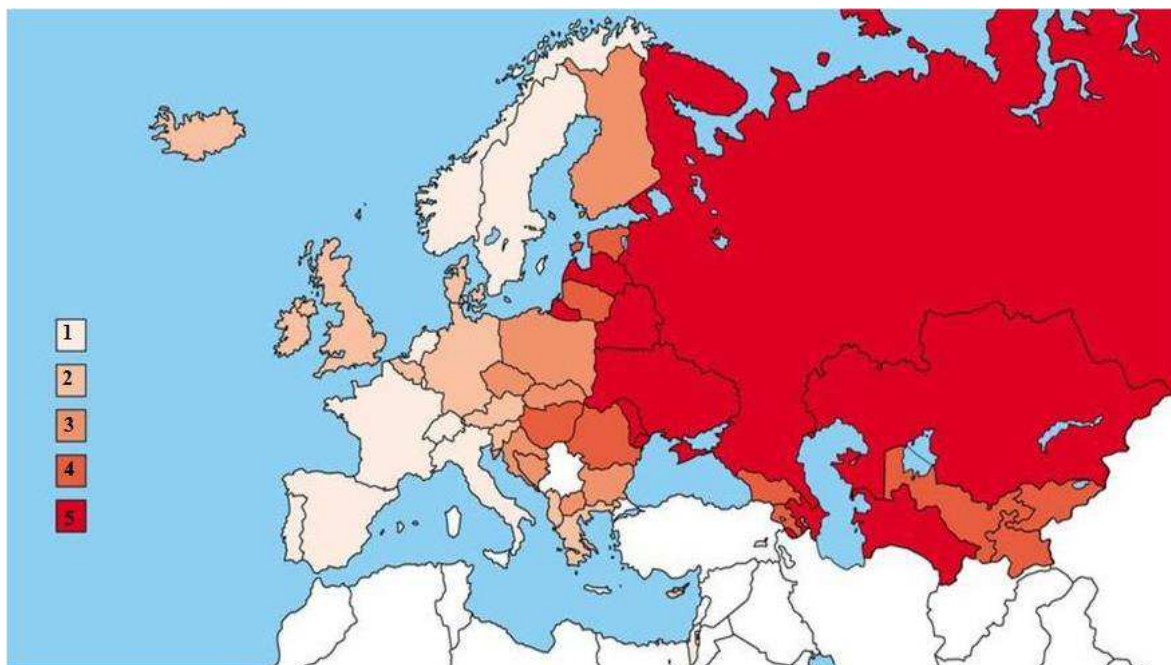
Věk	Doporučená denní dávka [g/den]
<b>0 – 6 měsíců</b>	< 1
<b>7 – 12 měsíců</b>	1
<b>1 – 3 roky</b>	2
<b>4 – 6 let</b>	3
<b>7 – 10 let</b>	5
<b>11 +</b>	6

Ovšem její nadměrná konzumace přináší mnohá rizika a tato kapitola o některých z nich pojednává. Většinu těchto onemocnění můžeme zařadit mezi civilizační choroby, které se nejčastěji vyskytují ve vyspělých zemích a mohou být důsledkem moderního stylu života. Mezi hlavní ovlivnitelné příčiny těchto onemocnění patří kouření, nadměrná konzumace alkoholu, špatné stravovací návyky, dlouhodobý stres či nedostatek pohybu. Mezi faktory, které ovlivnit nemůžeme patří věk, mužské pohlaví, rodinná a osobní anamnéza [28, 32].

#### 4.1 Kardiovaskulární onemocnění

Mezi nejčastější kardiovaskulární onemocnění (dále jen KVO), která mají souvislost s nadměrným příjmem dosíku, patří systémová arteriální hypertenze, ischemická choroba srdeční, mozková mrtvice a ischemická choroba dolních končetin. Tyto nemoci jsou v ekonomicky vyspělých zemích hlavní příčinou morbidity i mortality. V Evropské unii je úmrtnost na kardiovaskulární choroby 97/100 tisíc obyvatel. V ČR úmrtnost dosahuje 187/100 tisíc obyvatel a každoročně v důsledku těchto nemocí umírá okolo 60 tisíc osob [33].

Obrázek 7: Mortalita mužů ve věku 0 až 64 let v důsledku KVO, 2008 [34]



Úmrtí na 100 000 obyvatel:	3	45 – 79	
1	29 a méně	4	80 – 129
2	30 – 44	5	130 a více

#### 4.1.1 Systémová arteriální hypertenze

Systémová arteriální hypertenze patří mezi nejčastější onemocnění kardiovaskulárního systému. V ČR hypertenzí trpí kolem 35 % obyvatel ve věku 25 – 64 let. S rostoucím věkem počet nemocných prudce zvyšuje a ve věku od 55 do 64 let hypertenzi má 72 % mužů a 65 % žen. Nemoc se úspěšně se daří léčit u zhruba 30% nemocných. Tato nemoc se vyznačuje dlouhodobým zvýšením systémového arteriálního krevního tlaku v krevním řečišti nad normální hodnoty. Systolický krevní tlak přesahuje 140 mm Hg a diastolický 90 mm Hg. Optimální tlak i hodnoty tlaků různých stupňů hypertenze jsou uvedeny v tabulce 6. Hypertenze je jedním z mnoha rizikových faktorů, které se z velké části podílí nejen na vzniku infarktu myokardu ale i na dalších onemocněních, např. k obezitě. Mezi další významné rizikové vnější faktory vedoucí k hypertenzi patří příjem alkoholu či stres. Příjem alkoholu je doporučen snížit ideálně pod 20 g za den. Vliv kouření na hypertenzi nebyl přímo prokázán, ale vzhledem k velkému propojení s ischemickou chorobou srdeční (dále jen ISCH) je doporučováno nekouřit [35, 36].

Tabulka 6: Rozdělení hypertenze [35]

	Systolický TK mm Hg		Diastolický TK mm Hg
Optimální tlak	< 120	a	< 80
Normotenze	120 – 129	a/nebo	80 – 84
Vysoký normální tlak	130 – 139	a/nebo	85 – 89
Hypertenze 1. stupně (mírná)	140 – 159	a/nebo	90 – 99
Hypertenze 2. stupně (středně závažná)	160 – 179	a/nebo	100 – 109
Hypertenze 3. stupně (závažná)	> 180	nebo	> 110
Izolovaná systolická hypertenze	> 140	a	< 90

Prokázalo se, že v populaci, jejichž strava obsahuje kuchyňskou sůl jen v minimálním množství, je hypertenze vzácná. Příznivý vliv na snížení krevního tlaku má spotřeba soli nižší než 60 mmol za den (tj. přibližně 3,5 g NaCl). Pokud je spotřeba soli dlouhodobě pod touto hranicí, krevní tlak se s rostoucím věkem nezvyšuje. Tento nárůst tlaku je závislý na konzumaci při denní spotřebě nad cca 6 g NaCl. Dané množství soli je individuální a je ovlivněna genetickými předpoklady [37, 38].

Pozitivní efekt vedoucí k nižšímu tlaku může být zvýšený příjem draslíku. Nižší tlak bývá často spojen s vyšší spotřebou vápníku a hořčíku, avšak vliv přímé suplementace těchto prvků na výši krevního tlaku není zcela konzistentní, tudíž ji nelze považovat za léčbu přímo vedoucí ke snížení tlaku [38].

#### 4.1.2 Ischemická choroba srdeční

Vlivem zužování věnčitých tepen dochází ke snížení průtoku krve, část srdce tak zůstává neokysličená a dochází k jeho poruchám. Nejprve se potíže dostávají jen při zvýšené námaze, v pozdějších stádiích i v klidovém stavu. To se projevuje charakteristickými bolestmi na hrudi – tzv. angina pectoris. Jakmile dojde k úplnému přerušení transportu kyslíku do srdce, dochází k nekróze svalových vláken a nastává akutní infarkt myokardu (dále jen AIM) [33].

Podle nové definice Evropské a Americké kardiologické společnosti v roce 2000 je AIM akutní ischemická nekróza srdečního svalu jakékoliv velikosti, která vznikla v důsledku náhlého uzávěru nebo progresivního extrémního zúžení věnčité tepny zásobující příslušnou myokardální oblast [36].

Pokud by se podařilo v populaci omezit snížit příjem sodíku dle stanoveného limitu WHO, jen ve Spojeném Království by bylo zahráněno přibližně 35 000 životů a dalšímu stejnému množství obyvatel tomuto smrtelnému onemocnění může předejít. Proto je redukce příjmu soli velice důležitá ke zlepšování ochrany veřejného zdraví [29].

#### 4.1.3 Cévní mozková příhoda

K cévní mozkové příhodě (dále jen CMP), neboli mrtvici, dochází v důsledku přerušení některé z tepen v mozku, které vede k následné devastaci mozkové tkáně krví. Mozkové buňky v postižené části mozku odumírají, což vede k nejrůznějším postižením – ochrnutí části těla, poruchy citlivosti či poruchy řeči až k úmrtí. V roce 2007 v ČR bylo hospitalizováno pro CMP více jak 41 tis. pacientů a zemřelo na ni více jak 11 500 mužů a žen. Přestože se počet úmrtí v důsledku CMP neustále snižuje, stále úmrtnost v ČR patří mezi nejvyšší ve srovnání s ostatními vyspělými státy [33, 39].

Rostoucí hodnota krevního tlaku patří mezi hlavní příčiny mrtvice, tudíž snížení množství přijaté soli redukuje i riziko mrtvice a že sodík může mít přímý vliv na mrtvici ukazují jak experimenty na zvířatech, tak epidemiologické studie u lidí. Analýza již z roku 1992 se zabývala vztahem mezi množstvím vylučovaného sodíku v moči a úmrtím v důsledku



mrtvice. Tento vztah je mnohem silnější než závislost vylučovaného sodíku na krevním tlaku [29].

#### 4.1.4 Ischemická choroba dolních končetin

Při tomto onemocnění dochází k postupnému zaškrcení tepen, které zásobují dolní končetiny. To má za následek nedostatečné prokrvení, které vede k dalším komplikacím – bolesti, pokles kotníkového tlaku, deficit pulsu, defekty kůže i tkání a v nejzávažnějším případě až k nekróze [33].

## 4.2 Osteoporóza

Osteoporóza patří mezi nejběžnější onemocnění kostí vlivem poruchy metabolismu a je charakterizována snížením jejich pevností, což má za důsledek zvýšení rizika zlomenin. Snížení pevnosti je důsledkem odmineralizování mikrostruktury kostní hmoty. Mezi nejvíce náchylné části kostry ke zlomeninám patří kosti předloktí, hrudní, bederní obratle a stehenní kosti. Výskyt osteoporetických zlomenin se zvyšuje s rostoucím věkem, běloši jsou více náchylnější než černoši a osteoporózou trpí častěji ženy než muži. Významnou roli hraje genetika a výskyt tohoto onemocnění v rodinné anamnéze. Významným rizikovým faktorem kromě nedostatku vitamínu D je nedostatečný přívod vápenatých iontů. Metabolismus vápníku a sodíku je úzce spjat dohromady. Zvýšený příjem soli vede i ke zvýšenému vylučování vápníku, který odchází z těla v moči. Tyto ztráty mohou být způsobeny nepříznivým poměrem vápníku. Tento nepříznivý poměr vápníku předurčuje osoby s vysokým tlakem k větší náchylnosti ke ztrátě kostní hmoty. Vstřebávání sodných i vápenatých iontů probíhá v ledvinách, v nefronech a to nejvíce v tubulech (až 99%). Při zvýšení resorpce  $\text{Na}^+$  iontů dojde ke zvýšení resorpce i u  $\text{Ca}^{2+}$ . Takto přímá úměra platí i v obráceném vztahu [28, 40].

## 4.3 Karcinom žaludku

Rakovina žaludku je zhoubné onemocnění postihující nejprve žaludeční sliznici, následně se může rozšířit na žaludeční stěnu, lokální lymfatické uzliny a poté do celé břišní dutiny. Brzká stadia onemocnění jsou léčitelná a to včasnou a ráznou operací. Pozdější stadia nemoci jsou již neléčitelná. Toto onemocnění je jediné, u kterého má jeho výskyt klesající tendenci a ve sledovaném období umrtnost v důsledku nádoru žaludku se snížila více než o polovinu. Přesto ji celostavětově patří druhé místo v mortalitě nádorových onemocnění.

Přesné důvody snížení výskytu nejsou známy, ovšem přisuzuje se to i změně životního stylu – větší konzumace čerstvé zeleniny či omezení konzervace potravin uzením a solením. Svůj význam na snížení výskytu bude zcela jistě mít i rozvoj nových technologií v medicíně využívané při kontrolách. Zejména se jedná o rozvoj endoskopie pomocí flexibilního optického vlákna a získávání nových poznatků z provedených pitev a odebraných vzorků tkáně. Další z hlavních důvodů bylo postupné zjišťování infekčního agens, konkrétně *Helicobacter pylori*, které je úzce spojeno s rozvojem rakoviny a v roce 1994 byl zařazen jako karcinogen I. Třídy [41, 42].

Mnohé studie provedené na hlodavcích prokázaly, že sůl přispívá k chemicky indukované rakovině žaludku. Vysoký příjem soli v žaludku dává vzniknout různým zánětům, poškozují ochrannou vrstvu mukózy, zvyšuje se syntéza DNA i proliferace buněk a v závislosti na dávce dochází ke změně hlenu. Právě ona zvýšená syntéza DNA a změna hlenu může podpořit vznik zhoubného bujení a vznik rakoviny žaludku [42].

Poškození mukózní vrstvy vlivem vysokého příjmu soli podporuje přetrvávání infekce způsobené *H. pylori*. Tento experiment byl proveden na myších. Mnohé studie na pískomilech ukazují, že vysoká konzumace soli a přítomnost *H. pylori* společně dávají vzniknout rakovině způsobené enzymem N-methyl-N-nitrosoureasou. Ovšem celá problematika vzniku rakoviny je velice složitá, jelikož je mnoho typů nádorů a možných příčin je spousta a stále se přichází na nové [42, 43].

Vztah mezi vysokým příjmem soli a vznikem rakoviny žaludku se zabývalo více než 40 epidemiologických studií. Většina z nich mezi nimi potvrdila pozitivní vztah mezi příjmem soli, jídel s vysokým obsahem soli, jako je například solená zelenina, ryby či uzené maso, a rizikem vzniku tumoru. Synergické působení se prokázalo i mezi nadměrnou konzumací soli, nákazou *H. pylori* a rizikem vzniku zánětů a později nádoru. Ze shodnocení WHO a Food and Agriculture organization (FAO) vyplývá, že sůl je pravděpodobně rizikový faktor pro vznik rakoviny žaludku [42, 44].

#### 4.4 Obezita

Obezita se stává čím dál tím častějším metabolickým onemocněním ve velké části rozvíjejících i rozvinutých zemí po celém světě. Její výskyt roste u všech věkových kategoriích u mužů i žen. Obezita zhoršuje dotyčným kvalitou života tím, že je provázena dalšími zdravotními komplikacemi i psychosociálními problémy. Na základě mnohých

epidemiologických studií se prokázalo, že s obezitou je spojena vyšší úmrtnost a to až mezi 30 a 40 % všech úmrtí. Nadváha i obezita se rozlišuje podle hodnoty body mass index (BMI). Tento vztah hodnotí hmotnost osoby vzhledem k druhé mocnině jeho výšky v metrech [36].

*Tabulka 7: Kategorie obezity podle WHO [36]*

BMI [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ]	Kategorie	Zdravotní rizika
<b>18,5 – 24,9</b>	normální hmotnost	malá
<b>25,0 – 29,9</b>	nadváha	
< 27		nízká
$\geq 27$		lehce zvýšená
<b>30,0 – 34,9</b>	obezita I. stupně	vysoká
<b>35,0 – 39,9</b>	obezita II. stupně	vysoká
<b>&gt; 40</b>	obezita III. stupně	velmi vysoká

Nadváha a obezita vede nejčastěji ke kardiovaskulárním onemocnění či dalším chorobám chronického charakteru. Častá je i prevalence onemocnění žlučníku, artritid, artróz či rakoviny např. tlustého střeva či prsu. Ukládání tuku je u mužů a žen rozdílné. U mužů dochází k tzv. centrální obezitě, kdy se tuk ukládá především do dutiny břišní a tvarem připomíná jablko. U toho typu je vznik hypertenze i dalších KVO mnohem častější. U žen je typické ukládání tuků na hýždích a stehnech – tzv. periferní obezita. Tvar postavy připomíná hrušku a není spojen s vyšším výskytem KVO [36, 45].

Obezita zvyšuje krevní tlak tím, že zvyšuje reabsorpci v ledvinách – v tubulárních částech nefronu. Z počátku obezita zapříčiňuje, že ledvinami protéká více krve než je obvyklé a zvýšenou filtrací v glomerulách, které působí jako kompenzační mechanismy pro udržení rovnováhy sodíku. Ovšem při dlouhodobém působení těchto mechanismů může dojít k porušení glomerulů. V důsledku toho vzrůstá krevní tlak a dochází ke zhoršování stavu již poškozených ledvin. První a důležité kroky vedoucí k získání kontroly nad obezitou patří redukce váhy, úprava jídelníčku snížením kalorického příjmu a zvýšení tělesné aktivity. Výzkumy prokázaly, že zvýšení příjmu soli u obézních dospělých jedinců o 1 g se zvyšují rizika obezity o 28 %, u dětí pak o 26 %. Dokázaly i to, že příjem soli je potenciálním rizikovým faktorem vedoucí k obezitě nezávisle na energetickému příjmu [46, 47, 48].

## 5 MOŽNOSTI NÁHRADY CHLORIDU SODNÉHO

V předchozích kapitolách jsme se seznámili s důležitostí kuchyňské soli v masných produktech, ale i se zdravotními komplikacemi, které může v nadbytku způsobovat. V této kapitole se seznámíme s možnostmi, jakými se dá sůl, respektive sodík nahradit. Za nejvhodnější suplementy se považují další soli kyseliny chlorovodíkové, zejména draselné, hořečnaté a vápenaté, ovšem možnosti jsou mnohem větší. Zjistilo se, že snížení koncentrace soli o méně než 10 %, nemá zásadní vliv na chuť. Postupnou redukcí by se tak lidé mohli naučit konzumovat méně slané výrobky [49].

### 5.1 Chemické náhrady

#### 5.1.1 Biologický význam draslíku, vápníku a hořčíku

Draslík je pro lidský organismus nepostradatelný. Slouží jako antagonist sodným iontům a společně se sodíkem udržují acidobazickou rovnováhu a stálý osmotický tlak tělních tekutin v buňkách i mimo ně. Kromě toho je draslík nezbytný pro aktivaci enzymů rozkladné dráhy glukózy dýchacího řetězce. Lidské tělo průměrně obsahuje 90 – 100 gramů draslíku. Největší množství draslíku v těle se vyskytuje v kosterním svalstvu a to mezi 60 – 80 % z celkových zásob. Z 98 %, což odpovídá přibližné koncentraci 155 mmol/l, se vyskytuje intracelulárně a z pouhých 2 % extracelulárně, na rozdíl od sodíku, kde je jeho výskyt opačný. To má za následek správné fungování buněk přenášející vzruchy – neurony, svalové buňky. Legislativně není jeho doporučený denní příjem stanoven, avšak pro zachování fyziologických funkcí bychom měli přijmout mezi 2 000 – 4 000 mg. Draselné ionty se z 90 % vstřebávají z potravy v tenkém střevě, a to pasivním způsobem [4, 50].

Druhými nejhojněji zastoupenými intracelulárními kationty jsou hned po draselných iontech ionty hořečnaté. Jejich celkové množství v těle dospělého člověka se pohybuje kolem 25 g a vyskytují se ve třech podobách – v organické formě v krystalech kostní hmoty, v anorganické formě v bílkovinách a jako volné ionty v tělních tekutinách. Nejvíce je zastoupen právě v kostní hmotě a to až ze 60 %. Ve svalech se ho nachází mezi 20 – 30 % a z pouhého 1 % je obsažen v extracelulární tekutině. Nejvýznamnějšími orgány pro udržování homeostázy hořečnatých iontů jsou ledviny, tenké střevo a v případě potřeby je možné hořčík čerpat i přímo z kostí. Hořečnaté kationty slouží jako kofaktory pro více než 300 enzymů, které jsou zapojeny do metabolismu základních živin, nukleových kyselin a zajištění energetické rovnováhy. Slouží jako antagonist vápníku a společně s ním

a s fosforečnany je i významný stavební prvek. Doporučený denní příjem pro muže je asi 400 mg a pro ženy 300 mg. Strava ve vyspělých západních zemích je na  $Mg^{2+}$  ionty poměrně chudá a velká část populace tak trpí nedostatkem hořčíku. Jeho nedostatek může být také ovlivněn poruchami vstřebávání, užíváním různých léků a nebo jeho nadměrnou spotřebou zejména v těhotenství a období laktace, rychlým růstem v dětství a v období puberty. Nedostatek hořčíku se může projevovat nejrůznějšími způsoby. Typické jsou problémy s koncentrací, časté bolení hlavy, rychlá únava, větší náchylnost ke stresu a depresím či svalové křeče [51, 52].

Vápník je další ze základních biogenních prvků lidského organismu. V těle se odhaduje jeho množství mezi 1 – 1,5 kg. Největší zastoupení, a to až z 99 % se nachází v kostech, kde je uložen v podobě hydroxyapatitu a ze zbývajících 1 % se vyskytuje uvnitř buněk. Doporučený denní příjem je minimálně 800 mg a neměl by překročit 2 500 mg. Ženy v období těhotenství a laktace by měly přijmout minimálně 1 200 mg. Jeho vstřebatelnost je ovlivněna přítomností hořčíku, bez kterých by se vápník nevstřebával. Nezbytný pro vstřebávání vápníku je také vitamin D, který stimuluje tvorbu bílkovin umožňující jeho absorpci. Jeho vstřebávání mohou negativně ovlivňovat další složky potravy, které tyto ionty pevně váží (např. oxaláty či fosfáty) nebo s nimi soutěží o stejné transportní mechanismy (hořčík, zinek). Naopak vitamin C, glukóza či kyselá pH v trávenině vstřebávání vápníku napomáhá. Mimo svou strukturní funkci je nezbytný pro stabilizaci membrán vzrušivých tkání, umožňuje svalové kontrakce a má své významné místo v hemokoagulační kaskádě, kde aktivuje koagulační faktory a faktorem je i samotný vápenatý iont. Při jeho nedostatku se dostávají křeče, z dlouhodobého hlediska dochází k poruchám mineralizace kostí. U dětí se to projevuje deformací opěrné soustavy a u dospělých měknutím kostí [4, 50].

### 5.1.2 Chloridové soli

Nahradit chlorid sodný ze 100 % nebude možné díky jeho výrazné hořké chuti při vyšších koncentracích a jeho náhrada nad 30 – 40 % se neobejde bez změny technologických vlastností produktu a změny jeho chuti. Při použití solící směsi, která obsahuje malé množství sodíku, mohou nastat významné změny v průběhu solení, celou dobu nasolení i dobu zrání. Substituční soli mohou postupovat do masa různou rychlostí. Zjistilo se, aby se dosáhlo stejné hodnoty vodní aktivity jako při použití klasické solící směsi, bude nutné změnit dobu prosolování. Při použití směsi obsahující NaCl a KCl, se doba pro nasolení sušených šunek maximálně prodloužila ze standardních 50 dní na 76 dní. Pokud solící směs

obsahovala i chlorid vápenatý a chlorid hořečnatý, doba se protáhla o dalších 10 dní na výsledných 86 dní. Přišlo se také na to, že po 80 dnech nasolování je ve svrchní části nasolovaného kusu masa výrazně vyšší koncentrace dvojmocných iontů než v částech vnitřních. Vápník a hořčík mají mnohem větší elektronegativitu než draslík a sodík, tudíž se snadněji váží na polární skupiny bílkovin. Zvýšení intenzity těchto interakcí brání pronikání soli hlouběji do masa. Z pohledu celkových ztrát během prosolování za použití různých solících směsí, nebyly zjištěny významné rozdíly. Z mikrobiologického hlediska po dosažení stejného prosolení nedošlo k žádným rozdílům v počtu kolonií sledovaných mikroorganismů [53, 54].

Čínská studie na univerzitě v Nankingu zkoumala, jaký vliv bude mít náhrada soli chloridem draselným na množství těkavých látek při výrobě sušené slaniny. Sůl nahradila z 0 %, 40 % a 70 %. Těkavé látky se významně podílí na výsledné chuti a vůni finálního produktu. Vědecký tým zjistil, že slanina obsahovala 53 různých těkavých látek, kdy největší zastoupení mají aldehydy a alkoholy. Při náhradě soli ze 70 % zjistili, že došlo k velkému nárůstu těkavých sloučenin, tudíž i k významnému ovlivnění chuti. Ovšem při náhradě soli ze 40 % ve srovnání se s 100 % NaCl se množství těkavých látek lišilo jen velmi málo. Tímto potvrdili, že se kuchyňská sůl dá nahradit ze 40 % chloridem draselným, aniž by chuť a vůně byly negativně ovlivněny [55].

Tabulka 8: Složení solící směsi v % [56]

Solící směs	Chloridové soli			
	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>	MgCl <sub>2</sub>
<b>I</b>	100			
<b>II</b>	50	50		
<b>III</b>	45	25	20	10
<b>IV</b>	30	50	15	5

Španělský výzkum, prováděný na tradiční specialitě lacon (lacon je sušená šunka z oblasti Galicie ve Španělsku, která se vyrábí z vepřové plece) u hotového výrobku zjistil přítomnost 31 těkavých látek, kde byly nejhojněji zastoupeny uhlovodíky a kyseliny a aldehydy zastoupeny jen z malého množství. Ovšem chemické složení se dle různých vědeckých skupin liší a může to být dáno způsobem a technikou analýzy. V kontrolních vzorcích, u kterých byla použita jen kuchyňská sůl (100% NaCl) zjistili větší množství těkavých látek než u vzorků, u kterých byl NaCl parciálně nahrazen KCl, CaCl<sub>2</sub> a MgCl<sub>2</sub>, jak ukazuje

tabulka 8. Tento fakt prokázal, že obyčejná sůl působí jako pro-oxidační činidlo. Oxidační reakce složek výrobku, zejména lipidů, hraje důležitou roli při skladování a celkové trvanlivosti produktu [56, 57, 58].

Brazilský výzkum ukázal, že redukcí obsahu NaCl o 50 % se snížila intenzita oxidativních reakcí lipidů, zatímco přidání CaCl<sub>2</sub> vedlo k opětovnému zvýšení oxidace jak během výroby tak i následném skladování. Tento jev, kdy zvýšením iontové síly použitím dvojmocných solí intenzita oxidací vzroste více než při použití solí jednomocných, potvrdilo měření koncentrace malondialdehydu v produktu v průběhu skladování. Malondialdehyd je typickým produktem oxidace zejména polynenasycených mastných kyselin. Pokles nasycených, mononenasycených a polynenasycených mastných kyselin po uplynutí 30 dnů skladování tento fakt pouze potvrzuje. Na oxidaci tuků se významně podílí endogenní enzymy, a jak se ukázalo, tak chlorid sodný může zvyšovat jejich aktivitu a tím celý proces zintenzivnit a urychlit. Z toho vyplývá, že použití chloridu draselného se nabízí jako dobrá alternativa vedoucí ke snížení obsahu sodíku v masných výrobcích [56, 58].

Stejný vědecký tým použitím spektrofotometrického kolorimetru v barevném systému CIELAB, na kterém měřil intenzitu červené a žluté barvy, dokázal vliv oxidativních reakcí na barevnou změnu výrobku. Již dřívější experimenty poukázaly na fakt, kdy kuchyňská sůl interferuje s hemovým pigmentem. V důsledku tohoto jevu dochází ke snížení intenzity červené barvy a čím je obsah NaCl vyšší, tím nižší je pokles intenzity. Jako další z možností využili měření intenzity žluté barvy jako charakteristickou barvu žluklých tuků. Po uplynutí 90 dnů na konci skladování zjistili nárůst intenzity žlutého zbarvení u produktů, u kterých byly použity solící směsi F3 (50 % NaCl + 50 % CaCl<sub>2</sub>) a F4 (50 % NaCl + 25 % KCl + 25 % CaCl<sub>2</sub>). Tento výsledek poukazuje na vyšší oxidaci lipidů. U stejných produktů byla naměřena i nižší bělost v důsledku vzniku metmyoglobinu, který se projevuje tmavším zbarvením [58].

Již zmíněný španělský výzkum pod vedením Dominigueze kromě množství těkavých látek sledoval vliv různého složení solí na vlhkost, pH, ale i na množství bílkovin a tuků v sušině. Jak je patrné z tabulky 9, nejvyšší vlhkost naměřili u vzorku, který obsahoval solící směs IV. Tento efekt může způsobovat vyšší obsah KCl, který snáze proniká dovnitř masa a navíc brání úniku vody z něj. Toto zjištění odpovídá čínskému výzkumu, který zjistil, že vlhkost ve vzorku obsahující 30 % NaCl a 70 % KCl je vyšší než při použití 100 % NaCl, avšak jiný španělský vědecký tým u sušené šunky nezjistil významné rozdíly mezi složením solící směsi a vlhkostí. Pokud jde o hodnoty pH, tak nahrazení chloridu sodného vykázalo značné

rozdíly. Nejvyšší hodnoty pH naměřili u vzorků obsahující solící směs I a II, přičemž nejvyšší pH měl výrobek se složením soli II. Jakmile výrobek obsahoval vápenaté a hořečnaté ionty, hodnoty pH se snížily a rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou pH je 0,25 [56, 59, 60].

Tabulka 9: Chemické složení a hodnoty pH konečného produktu [56]

	Solící směs			
	I	II	III	IV
<b>Vlhkost (%)</b>	55,28 ± 3,83	53,21 ± 2,92	58,87 ± 0,87	61,66 ± 0,28
<b>Bílkoviny (% v sušině)</b>	33,28 ± 2,77	36,76 ± 4,07	31,03 ± 2,91	32,09 ± 3,66
<b>Tuk (% v sušině)</b>	9,82 ± 2,52	7,65 ± 2,55	6,19 ± 1,57	7,50 ± 2,85
<b>pH</b>	5,96 ± 0,08	6,08 ± 0,09	5,83 ± 0,05	5,92 ± 0,05

Na senzoricou analýzu se zaměřil vědecký tým v Brazílii, kdy bylo použito 7 různých způsobů nasolení masných výrobků – salámů. Úpravy soli ve výrobku jsou znázorněny v tabulce 10. Výrobky hodnotili spotřebitelé ve věku 21 – 60 let a celá analýza probíhala v souladu s normou ISO 8589. Spotřebitelé byli požádáni, aby ohodnotili, jak se jim líbí vzorek co se týče textury a chuti za použití devítistupňové hedonické stupnice (1 – extrémně nelíbí, 5 – ani líbí ani nelíbí, 9 – extrémně líbí), poté aby vyhodnotili obsah soli ve vzorku na sedmistupňové škále (7 – příliš vysoký, 1 – příliš nízký) a na pětistupňové škále ohodnotili svůj kupní záměr (1 – určitě nekupovat, 5 – určitě koupit) [61].

Tabulka 10: Úrovně náhrady soli a snížení NaCl v různých úpravách [61]

Úprava	Množství soli [g.kg <sup>-1</sup> ]		
	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>
<b>T1</b>	10,0	5,0	5,0
<b>T2</b>	10,0	4,5	4,5
<b>T3</b>	10,0	4,0	4,0
<b>T4</b>	10,0	3,5	3,5
<b>T5</b>	10,0	2,5	2,5
<b>CH</b>	25,0	0,0	0,0
<b>CL</b>	10,0	0,0	0,0



Jak si můžete všimnout v tabulce 11, ve vzhledu se nevyskytovaly žádné významné rozdíly. Rozdíly ovšem vznikly v chuti, textuře a v celkovém přijetí produktu. Chuť byla negativně ovlivněna přítomností KCl a CaCl<sub>2</sub>. Byly hlášeny nedostatky týkající se soudržnosti vlivem redukce NaCl a ve srovnání s produkty CH, představující dostupné produkty na trhu, zaznamenaly všechny ostatní produkty nižší hodnocení celkového přijetí. Ukázalo se, že úprava T5 oproti CH vykazovala lepší vůni i strukturu. Také se ukázalo, že přidání 0,25 % KCl a 0,25 % CaCl<sub>2</sub> v daných podmínkách dostatečně maskovalo nedostatek chloridu sodného. U produktu pod označením T5 byla výsledná 64% redukce sodíku [61].

*Tabulka 11: Senzorické hodnocení produktů s nižším obsahem sodíku [61]*

<i>Atribut</i>	<i>CH</i>	<i>CL</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>	<i>T5</i>
<b>Vzhled</b>	7,3 ± 1,2	7,4 ± 1,4	7,0 ± 1,4	7,0 ± 1,3	7,5 ± 1,1	7,1 ± 1,3	7,3 ± 1,3
<b>Chuť</b>	7,2 ± 1,9	6,2 ± 1,9	5,9 ± 1,9	6,2 ± 1,7	6,5 ± 1,8	6,3 ± 1,5	6,8 ± 1,8
<b>Textura</b>	7,5 ± 1,2	6,7 ± 1,5	6,2 ± 1,8	6,3 ± 1,6	6,6 ± 1,7	6,3 ± 1,6	6,7 ± 1,5
<b>Celkové přijetí</b>	7,4 ± 1,4	6,5 ± 1,5	6,3 ± 1,7	6,4 ± 1,5	6,6 ± 1,5	6,4 ± 1,4	6,9 ± 1,5
<b>Slanost</b>	4,3 ± 1,2	3,6 ± 1,1	4,0 ± 1,3	3,5 ± 1,1	4,0 ± 1,1	3,8 ± 1,4	3,9 ± 1,1
<b>Kupní záměr</b>	3,9 ± 1,1	3,2 ± 1,1	2,9 ± 1,2	3,1 ± 1,2	3,2 ± 1,2	3,0 ± 1,1	3,4 ± 1,2

### 5.1.3 KCl a látky zvýrazňující chuť a vůni

Ovlivněním negativních vlastností produktu po náhradě většího množství chloridu sodného (50 a 75 %) chloridem draselným se zabýval další brazilský výzkum. Ten se zabýval vlivem glutamanu sodného, inosinátu sodného, guanylátu sodného, lysinu a taurinu na vlastnosti výrobku, případně jejich změny a jak jsou pro spotřebitele přijatelné. Na hodnotu  $a_w$  přísady neměly u obou redukcí žádný zásadní vliv a hodnoty byly srovnatelné s hodnotami u výrobků bez těchto modifikací. I hodnoty pH byly velice podobné, ale ukázalo se, že pokles pH byl mnohem výraznější u produktu, který obsahoval přidané aminokyseliny, a to především taurin. Toto zjištění poukazuje na stimulaci metabolismu bakterií mléčného kvašení. Při 50% náhradě NaCl nedochází k významným barevným odlišnostem. Jen při složení 1,25 % NaCl, 1,25 % KCl a 750 mg/kg taurinu dochází k většímu poklesu intenzity červené barvy ve srovnání intenzity s kontrolním vzorkem obsahující jen chlorid sodný.

Při této možnosti redukce sodíku byla patrná větší koncentrace kyseliny mléčné. Toto vyšší okyselení může způsobovat denaturaci nitrosomyoglobinu, který je zodpovědný za červené zbarvení. Výrazný pokles intenzity červené barvy byl zaznamenán i při 75% náhradě kuchyňské soli KCl, ovšem pokud výrobek obsahoval výše zmiňované přídatné látky, tento negativní projev byl eliminován. Přítomnost těchto aditiv v produktech má pozitivní dopad na chuť, vůni i profil struktury, zejména tvrdosti. Pokud tyto aspekty ponecháme bez korekce, dochází díky většímu obsahu draslíku k jejich zhoršení a k negativnímu ovlivnění sensorického hodnocení. Hodnocení spotřebitelů výrobků obsahující 50 % NaCl a 50 % KCl je méně přívětivé, než hodnocení u výrobků bez redukce sodíku. Jestliže jsou způsobené odlišnosti zmírněny přidáním těchto přídatných látek, jsou rozdíly v hodnocení minimální. Tento výsledek může být vysvětlen chutí umami, která vznikla synergickým působením glutamanu sodného, inosinátu sodného a guanylátu sodného. Tyto látky zlepšují kvalitu a intenzitu chutí v potravinách zvýšenou slaností a rovněž schopností maskovat kovovou chuť některých iontů. Současná přítomnost lysinu a taurinu vede k potlačení sensorických vad vyplývajících z redukce soli. Výsledky sensorického hodnocení spotřebitelů výrobků, u kterých je sůl redukována ze 75 %, jsou i přes snahu eliminovat negativní projevy draslíku trochu horší, avšak pořád je to dostačující. Z tohoto lze vyvodit, že je možné při výrobě kvalitních a bezpečných výrobků snížit obsah sodíku o 68 % [62, 63, 64].

#### 5.1.4 KCl a laktáty

Další možností náhrady NaCl se ukázaly být draselné a vápenaté laktáty (mléčnany) v případné kombinaci s chloridem draselným. Jejich výhodou je, že negativně neovlivňují chuť produktu, jako pouhý chlorid draselný. Také jsou účinná činidla proti patogenním bakteriím, čímž se snižuje kazivost výrobku a dochází k prodloužení údržnosti a v neposlední řadě udržují barevnou stálost za současného zvýšení výtěžku při vaření. Přídavek mléčnanu draselného zesiluje působení chloridu sodného. V důsledku tohoto efektu zvyšuje slanou chuť a celkově zlepšuje chutnost masných výrobků. Ovšem pokud je laktát v nadměrném množství, může to vyvolat kyselou pachut' [65].

Při 100% náhradě kuchyňské soli mléčnanem draselným (K – laktát) se ukázal problém různé rychlosti prostupu iontů do masa. Jak již bylo popsáno výše, rychlost prostupu draslíku je prakticky totožná s rychlostí sodného kationtu. Komplikace se vyskytuje u laktátového aniontu, jež i prostupuje přibližně 2,5x hůře ve srovnání s chloridovým aniontem. To je pravděpodobně způsobeno jeho větší molekulovou hmotností. Je tudíž nezbytné vzít tento

jev v úvahu při nastavování doby solení a následného vysolování při nízkých teplotách. Zvýšením teploty se potřebný čas zkrátí. Při kombinaci laktátu draselného a NaCl v poměru 30 : 50, byl celkový příjem elektrického náboje téměř roven nule. Z toho vyplývá, že celkový molární příjem laktátových a chloridových iontů byl podobný součtu molárních příjmů iontů sodíku a draslíku. Ukázalo se, že počáteční hodnota pH masa ovlivňuje množství absorbovaných iontů v průběhu solení. Proto je nutné zohlednit při výběru masa jeho hodnotu pH [66].

Výzkumný tým v Jižní Koreji studoval vliv a chování produktů, kde byl nahrazen sodík mléčnanem draselným v kombinaci askorbátem vápenatým (Ca – askorbát), jak je uvedeno v tabulce 12. Ten se již v praxi běžně používá nejen jako antioxidační a antimikrobiální činidlo, ale také jako urychlovač reakcí při sušení [65].

*Tabulka 12: Obsah NaCl a jeho náhrad v % [65]*

	C1	C2	T1	T2	T3
<b>NaCl</b>	100	60	60	60	60
<b>KCl</b>	0	40	0	0	0
<b>K – laktát</b>	0	0	30	20	10
<b>Ca - askorbát</b>	0	0	10	20	30

U všech modifikací byly naměřeny větší hodnoty světlosti ve srovnání s kontrolní skupinou C1 a u skupiny T1 byla naměřena výrazně nižší hodnota intenzity žluté barvy než u C1. Předešlé výzkumy dokázaly, že askorbát vápenatý přispívá ke stabilitě barvy produktu. Hodnoty pH se výrazně liší u každé metody solení. Nejnižší hodnota byla naměřena u produktu neobsahující jakékoliv náhrady sodíku – 6,46, nejvyšší naopak u výrobku obsahující solící směs T3 – 7,80. Při všech recepturách nedošlo k žádným rozdílům ve ztrátách při vaření ani vlhkosti. Z toho vyplývá, že jakákoliv z těchto náhrad nemá vliv na vaznost masa. Je možné, že je to dáno tím, že iontová síla všech solících směsí je stejná a odpovídá 2% NaCl. Strukturní změny ve srovnání s C1 nebyly patrné až na výjimku T3, která může mít méně pevnou strukturu. Parametry jako pružnost a žvýkatelnost byly u T1 a T2 nižší než u standardu C1. Při sensorickém hodnocení nebyli porotci schopni odhalit barevné rozdíly mezi skupinami, které byly metodou CIE dokázány. Celkové výsledky

hodnocení jsou uvedené v tabulce 13. Nejvíce přijatelné produkty se ukázaly být ty, jenž obsahují směs solí T1. Jejich hodnocení bylo nejbližší k hodnotám kontrolního vzorků [65].

Tabulka 13: Vliv K – laktátu a Ca – askorbátu na sensorické hodnocení [65]

	C1	C2	T1	T2	T3
<b>Intenzita zbarvení</b>	4,61	4,59	4,64	4,55	4,57
<b>Tvrдость</b>	6,45	6,39	6,06	3,79	3,70
<b>Šťavnatost</b>	5,09	4,84	4,52	4,36	4,31
<b>Chuť</b>	5,33	5,16	5,21	5,09	5,30
<b>Slanost</b>	6,61	6,68	5,63	5,42	5,52
<b>Kyselost</b>	4,46	4,71	4,12	4,24	4,44
<b>Celková přijatelnost</b>	4,51	4,56	4,91	4,46	4,26

Stupnice hodnocení:

*Intenzita zbarvení:* 1 = velmi světlé, 9 = velmi tmavé; *Tvrдость:* 1 = velmi měkké, 9 = velmi pevný; *Šťavnatost:* 1 = velmi suchý, 9 = velmi vlhký; *Chuť a Celková přijatelnost:* 1 = velmi nepřijatelná, 9 = velmi přijatelná; *Slanost a kyselost:* 1 = velmi slabá, 9 = velmi silná

### 5.1.5 KCl a kvasničný extrakt

Další z možností, jak zminimalizovat negativní technologické i sensorické vlastnosti chloridu draselného, je přidavek kvasničního extraktu. Ty jsou přirozeným zdrojem různých těkavých látek, které mohou být využity pro úpravu chuti. Slouží jako prekurzory pro vytvoření sloučenin, které dodávají masným produktům příjemnou chuť a vůni. Cílem brazilského týmu bylo prostudovat celkový vliv 1% a 2% kvasničního extraktu při výrobě fermentovaných masných výrobků, u kterých byl obsah soli snížen o 25 a 50 % [67].

Přidavek kvasničního extraktu způsobilo prudší pokles hodnoty pH oproti kontrolnímu vzorku. Tento výrazný pokles může být způsoben složením sacharidů extraktu, které byly snadněji metabolizovány bakteriemi mléčného kvašení v průběhu fermentačního procesu. U všech vzorků, včetně kontrolního, byl na konci procesu po 23 dnech zaznamenáno zvýšení pH. Jiné studie uvádí, že toto zvýšení může být zapříčiněno produkcí amoniaku, který vzniká

v průběhu procesu zrání. Ovšem všechny hodnoty se pohybovaly pod limitní hodnotou pH 5,30, tudíž není ohrožena mikrobiologická stabilita ani při pokojové teplotě [67].

Vodní aktivita u vzorků s nižším obsahem NaCl bez přídavku kvasničního extraktu byla při srovnání se standardem v daném dni prakticky stejná a její hodnota se pohybovala kolem 0,90. Kvasniční extrakt způsobil pokles hodnot  $a_w$  v průběhu celého procesu s tím, že na konci byl pokles nejvýraznější a u všech vzorků s jeho obsahem byly naměřeny hodnoty kolem 0,89 [67].

Barevné změny nebyly vůbec zpozorovány. Ovšem proměnlivé byly úbytky hmotnosti. Tato proměnlivost se výrazně podepsala na celkový výsledek náhrady sodíku. U vzorku s 25% redukcí kuchyňské soli a obsahem 2% kvasničním extraktem byla zjištěna vyšší koncentrace sodíku, díky vysokému úbytku hmotnosti. U všech dalších vzorků k redukcí sodíku došlo. Zajímavé zjištění přinesl mikrobiologický rozbor. Zjistilo se, že u vzorků obsahující kvasniční extrakt, dojde k odstranění koliformních bakterií již sedmý den. To je o týden dříve než u vzorků bez něj. Je to dáno rychlejším a prudším poklesem pH pod hodnotu, pod kterou koliformní bakterie nepřežívají [67, 68].

Analýzou těkavých látek se zjistilo, že vzorky obsahovaly více než 160 různých sloučenin, z nichž bylo 98 identifikováno a rozděleno do 11 skupin. Nejvíce zástupců mají skupiny alkoholů, aldehydů a terpenů. U většiny vzorků obsahující kvasniční extrakt byl zaznamenán významný výskyt kyseliny butanové a její sloučeniny. Tyto sloučeniny se značně podílí na sensorických vlastnostech produktu. Přispívají zejména k vyzrálému aroma [67].

Hodnocení spotřebitelů prokázalo, že vzorky obsahující chlorid draselný bez dalších přídavných látek mají horší hodnocení než vzorky bez jakýchkoliv úprav. Ovšem přídavek kvasničního extraktu výrazně zlepší sensorické vlastnosti produktu, zejména chuť a vůni. Rozdíly mezi výsledky hodnocení produktů modifikovaných o 1 a 2% kvasniční extrakt při 25% náhradě sodíku nejsou veliké. Rozdíl je významný především ve srovnání vzorků s KCl. Ve srovnání se standardem jsou výsledky prakticky stejné nebo o trochu lepší. Při náhradě soli o 50 % je samotné hodnocení standardu nižší než u vzorku s 25% redukcí. Jakmile ale srovnáme výsledky standardu s výsledky vzorku s 50% redukcí NaCl obsahující 2% kvasniční extrakt, zjistíme, že výsledky jsou si velmi podobné, ale znamenají velký skok mezi vzorky obsahující a neobsahující přídavek kvasničního extraktu [67].

## 5.2 Alternativní technologické procesy

Na trhu je poslední dobou poptávka po méně technologicky upravených potravinách, avšak s dostatečně dlouhou dobou trvanlivosti. Využívání tepelného opracování vedoucí k mikrobiologicky bezpečným potravinám je celosvětově hojně rozšířené, avšak působením vysokých teplot může mít negativní dopad na chuť, ale i obsah vitaminů a dalších živin. To dalo podmínky pro výzkum alternativních metod bez použití vysokých teplot. Mezi technologické netepelné procesy patří: vysoký tlak, záření, impulsní rentgen, ultrazvuk, ultrafiltrace, elektrické metody – pulzní světlo, pulzní elektrická pole. Každá z těchto technologií má své specifické aplikace a mohou být použity jen na některé druhy potravin. U potravin se sníženým obsahem soli byly doposud použity jen dvě metody a to použití vysokého tlaku a ultrazvuku [69].

Německý institut potravinářských technologií v Quakenbruecku zkoumal vliv působení vysokého tlaku (100, 300 a 600 MPa) a různých koncentrací NaCl (0.95, 1.33, 1.9 %) i KCl (0 a 0,2 %) na strukturu, barvu, slanost a ztrát při vaření vařené šunky. Experiment ukázal, že při obsahu 1,1 % NaCl a 0,2 % KCl bez použití zvýšeného tlaku se mírně zvýšily ztráty při vaření a ztráty při odkapávání. Především ukázal to, že při použití tlaku 100 MPa po dobu 5 minut se vlastnosti výrobku zlepší. Ve srovnání s původním výrobkem s obsahem 1,9 % NaCl dojde ke zpevnění struktury, mírně se sníží ztráty při vaření i při odkapávání a zlepší se i vaznost. Mírná barevná změna je nevyhnutelná, ovšem pro spotřebitele by neměla být rozpoznatelná. Při koncentraci 0,2 % KCl nebyla zjištěna žádná změna slanosti a typická hořká chuť pro chlorid draselný při této koncentraci nebyla také patrná. Prokázalo se, že přídavek fosforečnanů k chloridu draselnému zlepšuje konečné vlastnosti produktu a minimalizuje tím případné rozdíly oproti výrobku, kde sůl nahrazena nebyla [49, 70].

Čínský experiment prováděný na kuřecích prsou zjišťoval působení ultrazvuku na technologické vlastnosti masa s různou koncentrací soli (1, 1,5 a 2 % jako standard). Zjistilo se, že nejideálnější doba působení ultrazvuku na maso je 20 minut. Takto upravené maso mělo výrazně lepší strukturní vlastnosti a vyšší vaznost. Z výsledků je patrné, že vlastnosti vzorku s 1,5% obsahem soli po 20 minutovém působení ultrazvuku se téměř rovnají výsledkům kontrolních vzorků. Z toho můžeme vyvodit závěr, že i ošetření zpracovávaného masa ultrazvukem, může vést ke snížení sodíku ve výrobcích a také negativních projevů v důsledku jeho nedostatku [71].

## ZÁVĚR

V práci byl objasněn význam a důležitost soli v masné výrobě. Charakteristický vliv kuchyňské soli na strukturu, chuť, vůni a v neposlední řadě i trvanlivost v nejen masných výrobcích je i v dnešní moderní době nezbytný. Ovšem dlouhodobý nadměrný příjem sodíku způsobuje zdravotní komplikace, které nás mohou ohrožovat na životě, proto by bylo dobré dodržovat výživové doporučení WHO a snížit příjem soli asi na 6 gramů na den.

Dosáhnout nižšího příjmu sodíku by šlo postupným snižováním obsahu soli v produktech. Snížení koncentrace soli o méně než 10 % nemá na chuť žádný zásadní vliv a běžný spotřebitel by toto snížení nerozpoznal. Z dlouhodobého hlediska by se tak lidská populace mohla naučit jíst méně slané potraviny.

Hledání potenciální náhrady NaCl je i přes všechny získané vědomosti složité a komplikované. Ukázalo se, že je možné nahradit sodík až téměř ze 70 %. Jako nejideálnější možné náhrady chloridu sodného se jeví další chloridové soli alkalických kovů a kovů alkalických zemin, a to zejména hořečnaté, vápenaté a hlavně draselné. Větší přídavek chloridu draselného negativně ovlivňuje výslednou chuť produktu svou typickou hořkou pachutí. Proto je nezbytné najít vhodný poměr chloridu sodného a dalších solí, aby se hořkost neprojevovala.

Výzkum dokázal, že dobrého sensorického hodnocení produktů s nízkým obsahem soli je možné použít solící směs obohacenou o zvýrazňovače chuti – glutaman sodný, inosinát sodný a některé aminokyseliny.

Další možnou náhradou jsou vápenaté a hořečnaté soli kyseliny mléčné v kombinaci s KCl. Tyto soli nemají žádný vliv na výslednou chuť výrobku a jsou také účinná činidla proti patogenním bakteriím. Laktáty zintenzivňují slanou chuť, tudíž při stejném pocitu slanosti je možné použít menší množství soli. Komplikací může být větší molekulová hmotnost laktátového aniontu, který díky tomu hůře difunduje do masa a je nezbytné prodloužení doby solení. Ukázalo se, že je možné využít kombinace laktátů a se solemi kyseliny askorbové.

Jako účinné se prokázalo spojení chloridu draselného s kvasničným extraktem, kde je podle provedeného experimentu možné snížit obsah soli o 50 % tak, aby byl produkt stále vyhovující i po sensorické stránce.

Mezi alternativní technologické postupy, jak eliminovat nedostatky spojené s nízkým obsahem, je možné zařadit použití vysokého tlaku nebo ultrazvuku.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KAMENÍK, J., JANŠTOVÁ, B., SALÁKOVÁ A. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-723-7.
- [2] PIPEK, P. *Technologie masa I. 4.*, přeprac. vyd. Praha: [s.n.], 1995. ISBN 80-7080-174-3.
- [3] LIU, J., ARNER A., PUOLANNE E., ERTBJERG, P. *On the water-holding of myofibrils: Effect of sarcoplasmic protein denaturation*. Meat science. 2016, 119. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.04.020. ISBN 10.1016/j.meatsci.2016.04.020. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174016301139>
- [4] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [5] FEINER, G. *Salami: practical science and processing technology*. Academic Press, 2016. ISBN 978-0-12-809598-0.
- [6] Autor neznámý. Svalová soustava. *Školní a webové informační centrum*. [online]. 15.4.2017 [cit. 2017-4-05]. Dostupné z: [http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson\\_detail&id=431](http://vyuka.zsjarose.cz/index.php?action=lesson_detail&id=431)
- [7] VALSTA, L.M., TAPANAINEN H., MÄNNISTÖ, S. *Meat fats in nutrition*. Meat Science [online]. 2005, 70(3), 525-530 [cit. 2017-03-11]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2004.12.016. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174005000410>
- [8] VARNAM, A. H., SUTHERLAND, J. P. *Meat and meat products: technology, chemistry, and microbiology*. New York: Chapman & Hall, 1995. ISBN 978-0-412-49560-1.
- [9] FEINER, G. *Meat products handbook practical science and technology*. Repr. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. ISBN 9781845691721.
- [10] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu* (bakalářské studium). UTB ve Zlíně 2006. ISBN 80-7318-405-2
- [11] PIPEK, P. *Základy technologie masa*. VVŠ PV Vyškov, 1998. ISBN 80-7231-010-0



- [12] ČESKO. Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 10. 5. 2017]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69#f5759158>
- [13] STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995, 643 s. ISBN 80-900-2604-4.
- [14] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA I. 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.
- [15] DRAKE, S.L., DRAKE M. A. Comparison of salty taste and time intensity of sea and land salts from around the world, *Journal of Sensory Studies* [online]. 2011, 26(1), 25-34 [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2010.00317.x. ISSN 08878250. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-459X.2010.00317.x>
- [16] KAMENÍK, J. *Trvanlivé masné výrobky*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2011, 1. vydání: 262 s. ISBN: 978-80-7305-106-8
- [17] THE LANCET. Iodine deficiency—way to go yet. *The Lancet* [online]. 2008, 372(9633), 88- [cit. 2017-03-27]. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)61009-0. ISSN 01406736. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673608610090>
- [18] GUNTER, H., HAUTZINGER, P. *Meat processing technology for small-to mediumscales producers*. Bangkok: FAO Regional Office for Assia and the Pacific, 2007. ISBN 978-974-7946-99-4
- [19] Global map of iodine nutrition - Global map 2014-2015. In: *Iodine global network* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: [http://www.ign.org/cm\\_data/Salt11X14.png](http://www.ign.org/cm_data/Salt11X14.png)
- [20] INGR, I. *Produkce a zpracování masa*. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2011, 2. nezměněné vydání: 202 s. ISBN: 978-80-7375-510-2
- [21] PIPEK, P. *Technologie masa II. Vyd. 1. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998, 348 s. ISBN 80-719-2283-8*
- [22] SOLNÉ MLÝNY. *Solíci dusitanová směs Praganda* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <http://www.solnemlyny.cz/pdf/sm05cz.pdf>

- [23] Challenge RMF Meat Massager – Meat on Meat Massage. In: *RFM - Food Processing Solutions* [online]. 2015 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://rmfworks.com/wp-content/uploads/2015/09/massager.jpg>
- [24] VEČERKOVÁ, H. Test soli v potravinách. Sůl je i v bábovce a sušenkách. In: *Vím, co jím* [online]. 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [http://www.vimcojim.cz/cs/spotrebitel/zdrava-vyziva/testy-potravin/Test-soli-v-potravinach.-Sul-je-i-v-babovce-a-susenkach\\_\\_s778x10237.html#p8](http://www.vimcojim.cz/cs/spotrebitel/zdrava-vyziva/testy-potravin/Test-soli-v-potravinach.-Sul-je-i-v-babovce-a-susenkach__s778x10237.html#p8)
- [25] Sůl v potravinách. In: *Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje* [online]. Ostrava, 2015 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [https://www.khsova.cz/01\\_aktuality/sul\\_v\\_potravinach\\_2.php?datum=2015-09-29](https://www.khsova.cz/01_aktuality/sul_v_potravinach_2.php?datum=2015-09-29)
- [26] Podíl jednotlivých potravin na spotřebě soli. In: *Ekonomika.idnes.cz* [online]. 2002 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: [http://imgs.idnes.cz/test/A020219\\_JAN\\_PODILSOLI\\_V.GIF](http://imgs.idnes.cz/test/A020219_JAN_PODILSOLI_V.GIF)
- [27] BEDNÁŘ, J., VRÁNOVÁ, V. *Úloha sodíku v prevenci a léčbě hypertenze – praktická realizace* [online]. 2011, 13(2) [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.internimedicina.cz/pdfs/int/2011/02/08.pdf>
- [28] CAUDARELLA, R., VESCINY, F., RIZZOLI, E., FRANCUCCI, C. M. *Salt intake, hypertension, and osteoporosis*. *J Endocrinol Invest*. 2009;32(4 Suppl):15-20. Review. PubMed PMID: 19724161.
- [29] KILCAST, D., ANGUS, F. *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies* [online]. 14.2.2007. Elsevier, 2007 [cit. 2017-04-09]. ISBN 9781845693046. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=5OWkAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=c&source=gbs\\_atb#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=5OWkAgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=c&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false)
- [30] „Solme s rozumem,“ vyzývá hlavní hygienik ČR v rámci stejnojmenné kampaně. *Ministerstvo zdravotnictví ČR* [online]. 2016 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: [http://www.mzcr.cz/dokumenty/%E2%80%9Esolme-s-rozumem-vyzyva-hlavni-hygienik-cr-v-ramci-stejnojemne-kampane\\_11486\\_1.html](http://www.mzcr.cz/dokumenty/%E2%80%9Esolme-s-rozumem-vyzyva-hlavni-hygienik-cr-v-ramci-stejnojemne-kampane_11486_1.html)
- [31] Maximum Recommended Salt Intakes. In: *World action on salt and health* [online]. 2015 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.worldactiononsalt.com/news/saltnews/2015/150593.jpg>

- [32] Příčiny kardiovaskulárních onemocnění. *Centrum preventivní medicíny při Ústavu preventivního lékařství LF MU* [online]. [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: <http://www.med.muni.cz/centrumprevence/informace-pro-vas/rizika-nemoci/6-priciny-kardiovaskularnich-onemocneni.html>
- [33] ŠTUNDLOVÁ, D. *Výživa a kardiovaskulární a nádorová onemocnění* [online]. 2008 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/czzp/CINDI/kurz/vyziva\\_a\\_KVO.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/czzp/CINDI/kurz/vyziva_a_KVO.pdf)
- [34] *Mortalita kardiovaskulárních onemocnění* [online]. In: . [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: [http://docplayer.cz/docs-images/44/4918968/images/page\\_12.jpg](http://docplayer.cz/docs-images/44/4918968/images/page_12.jpg)
- [35] KAREN, I., FILIPOVSKÝ, J. *Arteriální hypertenze: doporučené diagnostické a terapeutické postupy pro všeobecné praktické lékaře : [novelizace 2014]*. Praha: Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře, Společnost všeobecného lékařství, 2014. Doporučené postupy pro praktické lékaře. ISBN 978-80-86998-71-8.
- [36] ŠTEJFA, M., a kol. *Kardiologie*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 8024713853.
- [37] PŘEROVSKÝ, I., FEJFAR, Z. *Klinická fyziologie krevního oběhu*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2002. ISBN 80-7262-130-0
- [39] WIDIMSKÝ, J. a kolektiv. *Hypertenze*. 1. vyd. Praha: Triton, 2002. 422 s. ISBN 80-7254-249-4
- [39] BRUTHANS, J. *Epidemiologie a prognóza cévních mozkových příhod. Remedia* [online]. Praha, 2009, 2009(2) [cit. 2017-04-09]. ISSN 2336-3541. Dostupné z: <http://www.remedia.cz/Clanky/Prehledy-nazory-diskuse/Epidemiologie-a-prognoza-cevnich-mozkovych-prihod/6-F-Bn.magarticle.aspx>
- [40] HARRIS, P. E., BOULOUX P. M. G. *Endocrinology in clinical practice*. Second edition. ISBN 9781841849515.
- [41] ŽALOUDÍK, J. *Karcinom žaludku: Doporučené postupy pro praktické lékaře* [online]. In: . Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně, 2017 [cit. 2017-4-10]. Dostupné z: [www.cls.cz/dokumenty2/os/r103.rtf](http://www.cls.cz/dokumenty2/os/r103.rtf)
- [42] WANG, T. C., FOX J. G., GIRAUD, A. S. *The biology of gastric cancers*. London: Springer, c2009. ISBN 0387691812

- [43] LOH, J. T., GADDY, J. A. Helicobacter pylori Adaptation In Vivo in Response to a High-Salt Diet. *Infect Immun* [online]. 2015, 83(12), 4871–4883. [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1128/IAI.00918-15. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4645402/>.
- [44] GADDY, J. A., RADIN, J. N. High dietary salt intake exacerbates helicobacter pylori-induced gastric carcinogenesis. *Infect Immun* [online]. 2013, 81(6), 2258–2267 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1128/IAI.01271-12. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3676043/>
- [45] RIPPE, J. M., ANGELOPOULOS, T. J. *Obesity: prevention and treatment*. Boca Raton: CRC Press, 2012. ISBN 9781439836712.
- [46] MA, Y., HE, F. J., MACGREGOR G. A. High Salt Intake. *Hypertension* [online]. 2015, 66(4), 843-849 [cit. 2017-04-16]. DOI: <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.05948>. ISSN 1524-4563. Dostupné z: <http://hyper.ahajournals.org/content/66/4/843.long>.
- [47] HALL, J., JUNCOS, L., WANG, Z., HALL, M., DO CARMO, J., DA SILVA, A. Obesity, hypertension, and chronic kidney disease. *International Journal of Nephrology and Renovascular Disease* [online]. , 75- [cit. 2017-04-16]. DOI: 10.2147/IJNRD.S39739. ISSN 1178-7058. Dostupné z: <http://www.dovepress.com/obesity-hypertension-and-chronic-kidney-disease-peer-reviewed-article-IJNRD>
- [48] MACGREGOR, G. ME 03-2 High salt intake as a cause of obesity. *Journal of Hypertension* [online]. 2016, 34, e379- [cit. 2017-04-16]. DOI: 10.1097/01.hjh.0000500973.69035.c2. ISSN 0263-6352. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00004872-201609001-01101>
- [49] TAMM, A., BOLUMAR, T., BAJOVIC B., TOEPFL, S. Salt (NaCl) reduction in cooked ham by a combined approach of high pressure treatment and the salt replacer KCl. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. 2016, 36, 294-302 [cit. 2017-04-27]. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.07.010. ISSN 14668564. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1466856416301424>

- [50] FONTANA, J., LAVRÍKOVÁ, P. *Funkce buněk a lidského těla: Metabolismus vody a minerálních látek* [online]. Lékařská fakulta Karlovy Univerzity, 2013 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://fbllt.cz/skripta/vii-vylucovací-soustava-a-acidobazická-rovnováha/6-metabolismus-vody-a-mineralnich-latek/>
- [51] Ionty hořčíku a jejich bilance v organismu. *Tvorba a ověření e-learningového prostředí pro integraci výuky preklinických a klinických předmětů na LF a FVZ UP Olomouc* [online]. Olomouc, 2012 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://pfyziolffup.upol.cz/castwiki2/?p=2285>
- [52] Projevy nedostatku hořčíku. *Magnesium* [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.magnesium.cz/projevy-nedostatku-horciku/>
- [53] ALIÑO, M., GRAU, R., FUENTES, A., BARAT, J. M. Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Journal of Food Engineering* [online]. 2010, 99(2), 198-205 [cit. 2017-04-30]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.02.020. ISSN 02608774. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877410000920>
- [54] BLESA, E., ALIÑO, M., BARAT, J. M., GRAU, R., TOLDRÁ F., PAGÁN, M. J. 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* [online]. 2008, 78(1-2), 135-142 [cit. 2017-04-30]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.07.008. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174007002422>
- [55] WU, H., ZHUANG, H., ZHANG, Y., TANG, J., YU, X., LONG, M., WANG, J., ZHANG, J. Influence of partial replacement of NaCl with KCl on profiles of volatile compounds in dry-cured bacon during processing. *Food Chemistry* [online]. 2015, 172, 391-399 [cit. 2017-04-27]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.088. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814614014642>
- [56] DOMÍNGUEZ, R., MUNEKATA, P. E., CITTADINI, A., LORENZO, J. M. 2016. Effect of the partial NaCl substitution by other chloride salts on the volatile profile during the ripening of dry-cured lacón. *Grasas Aceites* 67 (2): e128. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/gya.0505152>

- [57] Lacón Gallego. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Lac%C3%B3n\\_Gallego](https://en.wikipedia.org/wiki/Lac%C3%B3n_Gallego)
- [58] DOS SANTOS, B. A., CAMPAGNOL P. C. B., FAGUNDES, M. B., WAGNER R., POLLONIO, M. A. R. Adding Blends of NaCl, KCl, and CaCl<sub>2</sub> to Low-Sodium Dry Fermented Sausages: Effects on Lipid Oxidation on Curing Process and Shelf Life. *Journal of Food Quality* [online]. 2017, 2017, 1-8 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1155/2017/7085798. ISSN 0146-9428. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2017/7085798/>
- [59] WU, H., ZHANG, Y., LONG, M., TANG, J., YU, X., WANG J., ZHANG, J. Proteolysis and sensory properties of dry-cured bacon as affected by the partial substitution of sodium chloride with potassium chloride. *Meat Science* [online]. 2014, 96(3), 1325-1331 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.10.037. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174013005950>
- [60] ARMENTEROS, M., ARISTOY, M. C., BARAT, J. M., TOLDRÁ, F. Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacements of NaCl by other chloride salts. *Meat Science* [online]. 2012, 90(2), 361-367 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.07.023. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174011002737>
- [61] ALMEIDA, M. A., VILLANUEVA, N. D. M., PINTO, J. S. S., SALDAÑA, E., CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Sensory and physicochemical characteristics of low sodium salami. *Scientia Agricola* [online]. 2016, 73(4), 347-355 [cit. 2017-04-29]. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0096. ISSN 1678-992x. Dostupné z: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162016000400347&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162016000400347&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
- [62] DOS SANTOS, B. A., CAMPAGNOL, B. C. A., MORGANO, M. A., POLLONIO, M. A. R. Monosodium glutamate, disodium inosinate, disodium guanylate, lysine and taurine improve the sensory quality of fermented cooked sausages with 50% and 75% replacement of NaCl with KCl. *Meat Science* [online]. 2014, 96(1), 509-513 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.08.024. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174013005093>

- [63] CAMPAGNOL, P. C. B., SANTOS, B. A., MORGANO, M. A., TERRA, N. N., POLLONIO, M. A. R. Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. *Meat Science* [online]. 2011, 87(3), 239-243 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.10.018. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174010003761>
- [64] CAMPAGNOL, P. C. B., DOS SANTOS, B. A., TERRA, N. N., POLLONIO, M. A. R. Lysine, disodium guanylate and disodium inosinate as flavor enhancers in low-sodium fermented sausages. *Meat Science* [online]. 2012, 91(3), 334-338 [cit. 2017-05-05]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2012.02.012. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174012000484>
- [65] CHOI, Y. M., JUNG, K.C., JO, H. M., NAM, K.W., CHOE, J. H., RHEE, M. S., KIM, B.C. Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter sausage. *Meat Science* [online]. 2014, 96(1), 21-25 [cit. 2017-05-06]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.06.022. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174013002994>
- [66] COSTA-CORREDOR, A., MUÑOZ, I., ARNAU, J., GOU, P. Ion uptakes and diffusivities in pork meat brine-salted with NaCl and K-lactate. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2010, 43(8), 1226-1233 [cit. 2017-05-06]. DOI: 10.1016/j.lwt.2010.03.018. ISSN 00236438. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643810001180>
- [67] CAMPAGNOL, P. C. B., DOS SANTOS, B. A., WAGNER, R., TERRA, N. N., POLLONIO, M. A. R. The effect of yeast extract addition on quality of fermented sausages at low NaCl content. *Meat Science* [online]. 2011, 87(3), 290-298 [cit. 2017-05-07]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.11.005. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174010003955>
- [68] WALSH, H., MARTINS, S., O'NEILL, E. E., KERRY, J. P., KENNY, T., WARD, P. The effect of sodium lactate, potassium lactate, carrageenan, whey protein concentrate, yeast extract and fungal proteinases on the cook yield and tenderness of bovine chuck muscles. *Meat Science* [online]. 2010, 85(2), 230-234 [cit. 2017-05-07]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.01.003. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174010000069>

- [69] INGUGLIA, E. S., ZHANG, Z., TIWARI, B. K., KERRY, J. P., BURGESS, C. M. Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2017, 59, 70-78 [cit. 2017-05-07]. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.10.016. ISSN 09242244. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224416302539>
- [70] MARCHETTI, L., ARGEL, N., ANDRÉS, S. C., CALIFANO, A. N. Sodium-reduced lean sausages with fish oil optimized by a mixture design approach. *Meat Science* [online]. 2015, 104, 67-77 [cit. 2017-04-27]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.02.005. ISSN 03091740. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030917401500042X>
- [71] LI, K., KANG, Z., ZOU, Y. F., XU, X. L., ZHOU, G. H.. Effect of ultrasound treatment on functional properties of reduced-salt chicken breast meat batter. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 2015, 52(5), 2622-2633 [cit. 2017-05-07]. DOI: 10.1007/s13197-014-1356-0. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s13197-014-1356-0>



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

NaCl	Chlorid sodný
KCl	Chlorid draselný
WHO	Světová zdravotnická organizace
MgCl <sub>2</sub>	Chlorid hořečnatý
CaCl <sub>2</sub>	Chlorid vápenatý
kDa	Kilodalton
MDa	Megadalton
a <sub>w</sub>	Aktivita vody
DSS	Dusitanová solící směs
MAP	Mechanická aktivace proteinu
KVO	Kardiovaskulární onemocnění
TK	Tlak krve
AIM	Akutní infarkt myokardu
CMP	Cévní mozková příhoda
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství
BMI	Body mass index

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1: Stavba svalu [6] .....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 2: Struktura nitrosomyoglobinu [9] .....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 3: Sůl v molekule bílkoviny [9] .....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 4: Legislativa pro jodizovanou sůl (červen 2016) [19].....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 5: Tumbler [23] .....</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 6: Podíl jednotlivých potravin na spotřebě soli v % [26] .....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 7: Mortalita mužů ve věku 0 až 64 let v důsledku KVO, 2008 [34] .....</i>	<i>30</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1: Složení masa vybraných hospodářských zvířat v % [2] .....</i>	<i>11</i>
<i>Tabulka 2: Mezní limity <math>a_w</math> pro různé skupiny mikroorganismů [9] .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 3: Maximální obsah soli v masných výrobcích [13] .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabulka 4: Obvyklý a minimální obsah dusitanu v masných výrobcích [13] .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 5: Doporučené množství soli pro děti [31] .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabulka 6: Rozdělení hypertenze [35] .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 7: Kategorie obezity podle WHO [36] .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 8: Složení solící směsi v % [56] .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabulka 9: Chemické složení a hodnoty pH konečného produktu [56] .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 10: Úrovně náhrady soli a snížení NaCl v různých úpravách [61] .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 11: Senzorické hodnocení produktů s nižším obsahem sodíku [61] .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 12: Obsah NaCl a jeho náhrad v % [65] .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 13: Vliv K – laktátu a Ca – askorbátu na sensorické hodnocení [65] .....</i>	<i>44</i>