

Vliv koncentrace NaCl a fosforečnanů na vlastnosti masných výrobků

Bc. Ludmila Gregovská

Diplomová práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Ludmila Gregovská

Osobní číslo: T13424

Studijní program: N2901 Chemie a technologie potravin

Studijní obor: Technologie potravin

Forma studia: prezenční

Téma práce: Vliv koncentrace NaCl a fosforečnanů na vlastnosti masných výrobků

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Technologické vlastnosti drůbežího masa
2. Fyzikální a chemické vlastnosti mělněných masných výrobků
3. Využití chloridu sodného v masné výrobě
4. Využití fosforečnanů v masné výrobě

II. Praktická část

1. Laboratorní příprava vzorků masných výrobků
2. Měření stanovených vlastností masných výrobků
3. Vyhodnocení získaných výsledků, diskuze

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] PETRACCI, M., BIANCHI, M., MUDALAL, S., CAVANI, C. Functional ingredients for poultry meat products. *Trends in Food Science & Technology*. 2013, vol. 33, s. 27-39.
- [2] ROLDÁN, M., ANTEQUERA, T., PÉREZ-PALACIOS, T., RUIZ, J. Effect of added phosphate and type of cooking method on physico-chemical and sensory features of cooked lamb loins. *Meat Science*. 2014, vol. 97, s. 69-75.
- [3] PUOLANNE, E.J., RUUSUNEN, M.H., VAINIONPÄÄ, J.I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*. 2001, vol. 58, s. 1-7.
- [4] FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., SAYAS-BARBERÁ, E., PÉREZ-ALVAREZ, J.A., ARANDA-CATALÁ, V. Effect of Sodium Chloride, Sodium Tripolyphosphate and pH on Color Properties of Pork Meat. *Color Research and Application*. 2004, vol. 29, no. 1, s. 67-74.
- [5] PIPEK, Petr. *Technologie masa I*. 2.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991, 174 s. ISBN 8070801069.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Mária Plšková
Ústav technologie potravin

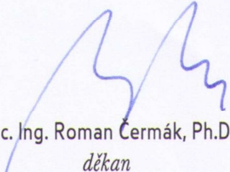
Datum zadání diplomové práce:

2. února 2015

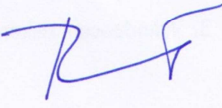
Termín odevzdání diplomové práce:

22. dubna 2015

Ve Zlíně dne 2. února 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




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

Příjmení a jméno: Gregovská Ludmila

Obor: 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 Zlíně20.4.2015.....

.....
Gregovská

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). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

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

ABSTRAKT

Teoretická část diplomové práce se zabývá základními poznatky o vlastnostech masa a masných výrobků jako je barva, vaznost, pH a texturní vlastnosti. Klíčovým bodem práce je popis účinku aplikace chloridu sodného a fosforečnanů na vlastnosti masa a masných výrobků. Praktická část práce je zaměřena na pozorování vlivu měnící se koncentrace NaCl a vybraných fosforečnanů (fosforečnan sodný, fosforečnan draselný, difosforečnan sodný, difosforečnan draselný) na vlastnosti mletých masných výrobků, jako jsou pH, vaznost vody, ztráty vařením a texturní vlastnosti – tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost.

Klíčová slova:

Masné výrobky, chlorid sodný, fosforečnan sodný, fosforečnan draselný, difosforečnan sodný, difosforečnan draselný, pH, vaznost vody, ztráty vařením, texturní vlastnosti, tvrdost, tuhost, kohezivnost, gumovitost

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis is focused on the basic knowledge about meat and meat products properties such as colour, water-holding capacity, pH, and textural properties. The main issue of the thesis is to describe an effect of sodium chloride and phosphate salts application on the characteristics of meat and meat products. The practical part is based on the observation of the impact of variable concentrations of NaCl and phosphate salts (sodium phosphate, potassium phosphate, sodium diphosphate, potassium diphosphate) on properties of minced meat products, such as pH, water holding capacity, cooking loss and textural properties - hardness, toughness, cohesiveness and gumminess.

Keywords:

Meat products, sodium chloride, sodium phosphate, potassium phosphate, sodium diphosphate, potassium diphosphate, pH, water holding capacity, textural properties, hardness, toughness, cohesiveness, gumminess

Děkuji Ing. Márii Plškové, vedoucí diplomové práce, za její ochotu, čas, motivaci a cenné rady při odborném vedení této práce. Poděkování patří také Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. a Ing. Michaele Brychtové za pomoc při experimentu. Zvláštní dík rovněž patří mé rodině, partnerovi a přátelům za podporu poskytovanou během celého studia.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 DRŮBEŽ A DRŮBEŽÍ MASA	12
1.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA	13
1.2 SPOTŘEBA DRŮBEŽÍHO MASA	14
2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI DRŮBEŽÍHO MASA	15
2.1 BARVA	15
2.2 VAZNOST	17
2.3 PH MASA	21
2.4 TEXTURA.....	22
3 MĚLNĚNÉ MASNÉ VÝROBKY	24
3.1 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI DÍLA.....	25
3.2 STRUKTURA MASNÝCH VÝROBKŮ	26
4 CHLORID SODNÝ	27
4.1 SLANÁ CHUŤ	27
4.2 VÝZNAM CHLORIDU SODNÉHO V MASNÉ VÝROBĚ	28
4.2.1 Vliv na barvu.....	29
4.2.2 Vliv na vaznost.....	30
4.2.3 Vliv na pH	31
4.3 NÁHRADY NaCl.....	31
5 FOSFOREČNANY	33
5.1 VYUŽITÍ FOSFOREČNANŮ V MASNÉ VÝROBĚ	35
5.1.1 Vliv na barvu.....	36
5.1.2 Vliv na pH.....	37
5.1.3 Vliv na vaznost.....	38
5.1.4 Vliv na texturu.....	39
5.2 ZDRAVOTNÍ ÚČINEK FOSFOREČNANŮ	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
6 CÍL PRÁCE	41
7 METODIKA PRÁCE	42
7.1 MATERIÁL A METODY	42
7.1.1 Výroba masného výrobku	42
7.1.2 Měření ztrát vařením	43
7.1.3 Měření vaznosti vody	44
7.1.4 Měření texturních parametrů.....	44
7.1.5 Měření pH	45
7.2 CHLORID SODNÝ A FOSFOREČNANY	45
8 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ	46
9 VÝSLEDKY	47
9.1 FOSFOREČNAN SODNÝ (TSP)	47
9.1.1 Vliv přísady NaCl a TSP na pH.....	47

9.1.2	Vliv přídavku NaCl a TSP na ztráty vařením	48
9.1.3	Vliv přídavku NaCl a TSP na vaznost vody	49
9.1.4	Vliv přídavku NaCl a TSP na tvrdost	50
9.1.5	Vliv přídavku NaCl a TSP na tuhost.....	51
9.1.6	Vliv přídavku NaCl a TSP na kohezivnost	52
9.1.7	Vliv přídavku NaCl a TSP na gumovitost.....	53
9.2	FOSFOREČNAN DRASELNÝ (TKP).....	54
9.2.1	Vliv přídavku NaCl a TKP na pH	54
9.2.2	Vliv přídavku NaCl a TKP na ztráty vařením.....	55
9.2.3	Vliv přídavku NaCl a TKP na vaznost vody.....	56
9.2.4	Vliv přídavku NaCl a TKP na tvrdost.....	57
9.2.5	Vliv přídavku NaCl a TKP na tuhost	58
9.2.6	Vliv přídavku NaCl a TKP na kohezivnost.....	59
9.2.7	Vliv přídavku NaCl a TKP na gumovitost.....	60
9.3	DIFOSFOREČNAN SODNÝ (TSPP).....	61
9.3.1	Vliv přídavku NaCl a TSPP na pH	61
9.3.2	Vliv přídavku NaCl a TSPP na ztráty vařením	62
9.3.3	Vliv přídavku NaCl a TSPP na vaznost vody	63
9.3.4	Vliv přídavku NaCl a TSPP na tvrdost	64
9.3.5	Vliv přídavku NaCl a TSPP na tuhost.....	65
9.3.6	Vliv přídavku NaCl a TSPP na kohezivnost	66
9.3.7	Vliv přídavku NaCl a TSPP na gumovitost	67
9.4	DIFOSFOREČNAN DRASELNÝ (TKPP)	68
9.4.1	Vliv přídavku NaCl a TKPP na pH.....	68
9.4.2	Vliv přídavku NaCl a TKPP na ztráty vařením	69
9.4.3	Vliv přídavku NaCl a TKPP na vaznost vody	70
9.4.4	Vliv přídavku NaCl a TKPP na tvrdost.....	71
9.4.5	Vliv přídavku NaCl a TKPP na tuhost.....	72
9.4.6	Vliv přídavku NaCl a TKPP na kohezivnost	73
9.4.7	Vliv přídavku NaCl a TKPP na gumovitost.....	74
9.5	VLIV SODNÝCH A DRASELNÝCH KATIONTŮ NA VLASTNOSTI MASNÝCH VÝROBKŮ	75
9.5.1	Fosforečnan sodný a fosforečnan draselný	75
9.5.2	Difosforečnan sodný a difosforečnan draselný	78
9.6	VLIV FOSFOREČNANOVÝCH A DIFOSFOREČNANOVÝCH ANIONTŮ NA VLASTNOSTI MASNÝCH VÝROBKŮ	81
9.6.1	Fosforečnan sodný a difosforečnan sodný	81
9.6.2	Fosforečnan draselný a difosforečnan draselný	84
10	DISKUSE	88
	ZÁVĚR	95
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	96
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	101
	SEZNAM TABULEK.....	102
	SEZNAM PŘÍLOH.....	103

ÚVOD

Maso je jednou ze základních potravin ve výživě člověka. Zpracováním masa a jiných požitelných částí jatečných zvířat jsou produkovány masné výrobky, které patří mezi potraviny spotřebiteli velmi žádané a oblíbené. Stále větší část neodborné veřejnosti se začíná zajímat o zdravý životní styl a tedy i o to, jaké potraviny zařadit do jídelníčku. Odborníci na výživu doporučují vyvarovat se nadměrné konzumaci masných výrobků. Vysoký příjem sodíku v běžné stravě českého obyvatelstva je dáván do souvislosti s řadou onemocnění, zejména hypertenzí a následně s kardiovaskulárním onemocněním, které patří mezi jedny z nejčastějších příčin úmrtí. Masné výrobky obsazují přední pozice ve výčtech potravin, které jsou odborníky označovány jako nejvýznamnější zdroje soli. Chlorid sodný je nejběžněji užívanou funkční přísadou v masné výrobě, která má nejen sensorické, ale i technologické opodstatnění. Z nejvýznamnějších lze jmenovat podporu vaznosti vody, zlepšení textury a prodloužení trvanlivosti masných výrobků inhibicí mikroorganismů. Přestože je možné NaCl v masných výrobcích nahradit jinými látkami, jejich obsah uvedený na obale by nemusel být žádoucí z pohledu důvěry spotřebitelů. Dalšími technologicky významnými látkami hojně využívanými v masné výrobě jsou fosforečnany. Jejich důležitost vyplývá především z pozitivního vlivu na vaznost vody, barvu a texturu masných výrobků. Dlouhodobý nadměrný příjem fosforu však může také vést k řadě nepříznivých zdravotních účinků. Přestože fosforečnany jako přídatné látky musí být po přísném klinickém testování schválené a jejich povolené množství je pokládáno za bezpečné, objevují se snahy o snížení používání aditivních chemických látek do potravin. Snižování obsahu soli a fosforečnanů, při zachování optimálních vlastností masných výrobků je z těchto důvodů aktuální téma pro výrobce potravin. V této diplomové práci byl zkoumán vliv koncentrace chloridu sodného a vybraných solí fosforečnanů (fosforečnan sodný, fosforečnan draselný, difosforečnan sodný a difosforečnan draselný), přidávaných do masných výrobků jednotlivě či v kombinacích vybraných koncentrací těchto látek, na vlastnosti masných výrobků. Pozorováno bylo pH, vaznost vody, ztráty varem a texturní parametry – tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Přestože nadměrný příjem NaCl a fosforečnanů není ze zdravotního hlediska hodnocen kladně, jejich pozitivní účinek na chuť, technologické vlastnosti a výnos je v masné výrobě významný. Tato práce popisuje společné působení těchto látek při kombinaci vybraných koncentrací, přičemž snahou je zajistit optimální dávkování NaCl a fosforečnanů používaných v masné výrobě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DRŮBEŽ A DRŮBEŽÍ MASO

Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 853/2004 se masem rozumějí požitelné díly domácích kopytníků, drůbeže, zajícovců, farmové zvěře, drobné a velké volně žijící zvěře [1]. Z širšího pohledu představuje maso kosterní svalovinu spolu s tukem a pojivovými tkáněmi, kostmi, chrupavkami, krví, mízními cévami a nervy, získané během porážky dobytka a drůbeže. V užším slova smyslu se však masem rozumí pouze kosterní svalovina jako samostatná svalová tkáň, bez kostí, pojivových tkání, cév a větší vrstvy tuku [2].

Význam masa ve výživě člověka je velmi vysoký, avšak nadměrnou spotřebu masa člověkem ze zdravotního hlediska není možné doporučit. Maso je důležitou potravinou především pro děti, osoby s těžkou fyzickou námahou, ale i osoby duševně pracující, a to díky obsahu plnohodnotných bílkovin v množství 10 – 20 % [3]. Kromě plnohodnotných bílkovin je maso rovněž velmi cenným zdrojem vitaminů, především skupiny B, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek [4]. Z nutričního hlediska mírně vyčnívá nad ostatní druhy masa maso hovězí a telecí vzhledem k vyššímu obsahu železa. Maso drůbeží a králičí je ceněno díky nízkému obsahu tuku, vepřové maso patří mezi oblíbené ze sensorických důvodů [3].

Termínem drůbež se označují domestikovaní, uměle chovaní ptáci, kteří představují hlavní podíl ptactva užívaného k lidské výživě a poskytují maso, vejce a peří. V menší míře se využívá i lovného ptactva, ale i v tomto případě lze již toto ptactvo uměle odchovat a následně vysadit do přírody [5].

Hlavními atributy jakosti drůbežího masa jsou vzhled, textura, šťavnatost, chuť a funkční vlastnosti [6]. V současné době se zvyšuje obliba drůbežího masa na úkor jiných druhů mas, především hovězího. Nejvýznamnější příčiny tohoto trendu jsou výborné dietetické vlastnosti kuřecího a krůtího masa [7], které je ceněno pro vysoký obsah proteinů, nízký obsah tuku spolu s vyváženým poměrem polynenasycených n-3 a n-6 mastných kyselin, nízký obsah cholesterolu [8]. Dalšími důvody je snadná kuchyňská úprava a stále se rozšiřující sortiment porcované drůbeže, drůbežích masných výrobků a polotovarů, obava z konzumace hovězího masa v souvislosti s onemocněním BSE, konzumace drůbežího masa bez náboženských a filosofických omezení, pružnost nabídky a poptávky, rychlý výkrm a nízká cena [7].

1.1 Chemické složení masa

Maso je velmi ceněnou potravinou pro obsah plnohodnotných bílkovin v množství 10-20 %. Rovněž jsou v masě obsaženy tuky, jejichž obsah velmi kolísá. V nepatrném množství maso obsahuje sacharidy, extraktivní látky (látky, které přecházejí do vývaru a ovlivňují jeho chuť a vůni), minerální látky, zejména dobře využitelné železo, a také vitaminy (vitamin A, D a vitaminy skupiny B) [3].

V masě existují silné vzájemné vztahy mezi obsahem tuku a obsahem vody. Menší, ale stále významný vztah je pozorován mezi obsahem tuků a proteinů. Stanovení těchto složek je možné metodou blízké červené spektroskopie, která je velmi používaná nejen k zjišťování těchto kvantitativních znaků, ale i k posouzení kvality masa z technologického a sensorického hlediska [9]. Mezi masem velkých jatečných zvířat a drůbežím masem však existují některé rozdíly, týkající se obsahu tuku a bílkovin, obsahu vaziva, složení a vlastností tuku, rychlosti zrání masa a sensorických vlastností. Chemické složení svaloviny je však odlišné i u jednotlivých druhů drůbežního masa [10]. V porovnání s ostatními druhy masa má kuřecí maso nižší energetickou hodnotu a obsah cholesterolu a tuku [11]. Více bílkovin je obsaženo v krůtí, kuřecí a husí prsní svalovině než ve svalovině stehenní, zároveň je v prsní svalovině všech druhů drůbeže nižší obsah tuku, než ve svalovině stehna. Husí a krůtí maso má nižší vlhkost než maso kuřat a kachen [12].

Voda představuje nejvíce zastoupenou složku masa, která má významný technologický a sensorický význam. Její podíl v masě závisí na obsahu tuků a bílkovin. Způsob vázání vody (vlastní nebo přidané) na polární skupiny bílkovin masa má vliv na důležitou technologickou vlastnost – vaznost vody [7]. Masná šťáva je roztokem bílkovin, solí, sacharidů a jiných ve vodě rozpustných látek. Tvoří prostředí pro enzymatické reakce [10].

Z technologického i nutričního hlediska jsou nejvýznamnější složkou masa bílkoviny. Podle rozpustnosti se bílkoviny dělí na sarkoplazmatické (rozpustné ve vodě a slabých roztocích soli), myofibrilární (nerozpustné ve vodě, rozpustné v solných roztocích) a stromatické bílkoviny pojivových tkání (nerozpustné ve vodě ani v roztocích soli). Drůbeží maso obsahuje v průměru 17 – 23 % bílkovin [7]. Obecně nejvyšší obsah bílkovin vykazují nejméně tučné partie, protože platí, že se zvyšujícím se obsahem tuku klesá podíl bílkovin a vody [11]. Největší význam z pohledu technologického a nutričního mají svalové bílkoviny – sarkoplazmatické a myofibrilární, které jsou plnohodnotné, na rozdíl od bílkovin sarkolemy, které jsou složkou vazivové tkáně a mají nutriční a technologickou

hodnotu nižší. Pro technologické využití masa je významnou hodnotou Federovo číslo (vyjadřuje poměr mezi obsahem vody a bílkovin) a poměr mezi obsahem tuku a bílkovin [10].

Lipidy hrají klíčovou roli v mnoha vlastnostech kvality masných výrobků, určují výživové hodnoty a sensorické vlastnosti, především chuť, protože jsou rozpouštědlem i prekurzorem aromatických látek [12]. V čisté prsní svalovině bez kůže je u všech druhů drůbeže obsah tuku velmi nízký (0,2 – 3,3 %). Vyšší obsah tuku je (kromě masa hus a kachen) ve svalovině stehenní (v kuřecí stehenní svalovině až 7 %). Konzistence drůbežního tuku je řídká důsledkem vysokého zastoupení nenasycených mastných kyselin, což je také důvod vyššího sklonu k oxidaci [10].

1.2 Spotřeba drůbežního masa

Optimální spotřeba masa určená zvyklostmi a fyziologickými potřebami naší populace je asi 90 kg masa na osobu za rok [5].

V roce 2005 došlo v České republice k rekordnímu zvýšení spotřeby drůbežního masa proti roku 2004 na 26,1 kg na obyvatele za rok. Tato výše spotřeby byla o 3 kg vyšší, než průměrná spotřeba drůbežního masa v Evropské unii. V následujících letech však spotřeba mírně klesala, ačkoliv lze říci, že v časovém horizontu několika let spotřeba masa víceméně stagnuje. Výkyvy spotřeby drůbežního masa se řádově pohybují pouze v deseti dkg. Důvodem stagnace spotřeby drůbežního masa je velká obliba tohoto druhu masa na tuzemském trhu. Kromě toho i přes nárůst cen stále zůstává drůbeží maso nejlevnějším druhem masa na trhu [13].

Tabulka 1: Spotřeba masa v kg na obyvatele za rok [13]

Spotřeba masa/Rok:	1975	1985	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Maso celkem:	86,6	89,3	82,0	79,4	80,5	81,4	80,6	81,5	80,4	78,8	75,9
Z toho drůbeží:	9,6	10,6	13,0	22,3	25,3	26,1	25,9	24,9	25,0	24,8	24,5

Podle dat Českého statistického úřadu, uvedených ve Statistické ročence České republiky 2014, byla v roce 2011 spotřeba drůbežního masa 24,5 kg na osobu za rok, tedy stejná jako v roce 2010. V roce 2012 opět došlo ke zvýšení spotřeby drůbežního masa na 25,2 kg na osobu za rok. Celková spotřeba masa v těchto letech byla 78,6 kg na osobu v roce 2011 a 77,4 kg na osobu v roce 2012 [14].

2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI DRŮBEŽÍHO MASA

Kvalita masných výrobků závisí především na kvalitě masa použitého pro jejich produkci. Technologická jakost masa však závisí na mnoha faktorech, například genetickém pozadí, rozdílech v plemenech a systémech chovu, podmínkách přepravy a porážky zvířat, individuální stresové reaktivitě zvířat a posmrtné manipulaci s poraženými těly zvířat, metabolismu svalu jak před porážkou, tak post mortem, množství a typu kolagenu, obsahu intramuskulárního tuku, barvě a textuře čerstvého masa. Analýza pH, barvy a textury masa je parametrem pro kategorizaci masa na maso normální, či maso s vadami typu PSE a DFD. Vlhkost a vaznost vody masa jsou důležité vlastnosti určující smyslovou kvalitu konečných masných produktů. Množství a typ pojivové tkáně a mezisvalového tuku také souvisí s technologickou kvalitou masa [15]. Existuje mnoho faktorů ovlivňujících kvalitativní vlastnosti jako je barva, vaznost a křehkost masa, nejvýznamnějšími jsou změny struktury a prostorového uspořádání svalových bílkovin [16].

2.1 Barva

Důležitým znakem masa je barva, jejíž pomocí hodnotí spotřebitel kvalitu masa a masných výrobků [4]. Vnímání barvy je velmi subjektivní, ale nástroje pro měření barvy, jako je například spektrofotometr, mohou poskytovat více objektivní pohled [17].

Instrumentální metody měření barvy masa jsou založeny na světelném zdroji a detektoru. Měřené objekty jsou schopny pohlcovat a odrážet světelné vlnové délky, které jsou pak daným nástrojem měřeny. Kolorimetry poskytují číselné hodnoty jako je světlost (L^*), podíl červeného (a^*) a žlutého (b^*) světla a další [18].

Na barvě masa se podílí kombinace 3 faktorů: koncentrace hemových pigmentů, chemický stav těchto pigmentů a světelný rozptyl dané struktury masa [17]. Světlost masa, která je hlavním parametrem barvy, odpovídá nejen obsahu hemových barviv, ale i hodnotě pH a stavu hydratace masa. Čím více se hodnota pH blíží izoelektrickému bodu, tím je menší rozpustnost bílkovin, které tak vážou méně vody. Světlo proniká pouze do malé hloubky, více se odráží od povrchových vrstev a vytváří dojem světlejšího masa [4]. V jedné ze studií bylo pozorováno, že mēlněné kuřecí maso s vyššími hodnotami pH vykazovalo tmavší barvu s vyšším podílem červeného a žlutého světla než maso s nízkým pH. Snížení hodnot světlosti masa je komerčně důležité, protože barva udává kvalitu a čerstvost masa [19].

Pigmenty odpovědné za barvu masa jsou hemoglobin a myoglobin, z nichž právě myoglobin je hlavní složkou dobře vykrveného masa [17].

K atomu železa v hemovém kruhu myoglobinu se může vázat mnoho ligandů a výsledná vazba je zodpovědná za různé barvy pozorovatelné v mase [17]. Myoglobin je v mase obsažen v různých formách, především jako redukovaný deoxymyoglobin, oxymyoglobin a metmyoglobin. Finální barva čerstvého masa je vždy výsledkem kombinace těchto tří forem [20]. Forma barviva je ovlivněna hodnotou pH masa, teplotou, parciálním tlakem kyslíku [21] a reakcí hemu s ostatními reakčními složkami a jejich účinkem na formu hemového železa [17].

Během tepelného opracování masa teplotami nad 65 °C bez přísad dusitanů dochází k denaturaci myoglobinu, který se rozpadá na globin a hem. Následuje autooxidace železa hemu na hematin, tím dojde ke změně barvy masa z původní červené barvy na červenohnědou nebo šedohnědou [20]. Barviva tepelně opracovaného masa jsou označována jako hemichromy. V případě přísady dusitanů nebo dusičnanů se na železo váže oxid dusnatý, který zabraňuje oxidaci a způsobuje růžovou barvu masných výrobků [4].

Chlorid sodný a fosforečnany používané při výrobě masných výrobků, navzdory svým pozitivním účinkům na vaznost, výtěžnost a chuť výrobku, způsobují změnu chování bílkovin (především myoglobinu) a mohou být příčinou problémů souvisejících s barvou masných výrobků. Barevné vlastnosti nasolených produktů s přísadou dusitanů jsou velmi odlišné oproti nasoleným produktům bez dusitanů, protože přítomnost dusitanů vyvolává tvorbu dalších forem myoglobinu, jako jsou nitrosomyoglobin a nitrosometmyoglobin, které kryjí účinek jiných přísad (chloridu sodného, fosforečnanů) na barvu. Obvyklé koncentrace soli používané v masné výrobě (30g na 1 kg masa) snižují hodnotu světlosti libového masa [17].

Většina přídatných látek používaných k výrobě masných výrobků způsobuje barevné změny. Proto Fernández-López et al. pozorovali vliv chloridu sodného, tripolyfosforečnanů a pH na barvu masa. Bylo zjištěno, že chlorid sodný i tripolyfosforečnany způsobovaly snížení intenzity světlosti, přestože nedošlo k významné změně hodnot podílu červeného a žlutého světla, sytosti a úhlu odstínu. Došlo ale k ustálení procentuálního obsahu oxymyoglobinu. Snížení hodnot pH, stejně jako

přídavek chloridu sodného a tripolyfosforečnanů, vedlo ke zvýšení procentuálního zastoupení metmyoglobinu [17].

Využití měření barevných znaků masa za účelem odhadu funkčních vlastností již bylo publikováno řadou výzkumníků. V některých studiích byly označeny hodnoty světlosti masa jako indikátor kvality drůbežního masa pro další zpracování. Zhoršení funkčních vlastností drůbeží prsní svaloviny je často spojeno s bledým masem. Tato odchylka bývá označována jako vada PSE, která je známá spíše u vepřového masa. Při využití takového masa pro masnou výrobu se může ve výrobcích objevit rozpraskaná struktura. Bledé drůbeží maso může být použito v produktech, které obsahují přísady obnovující funkčnost takového masa. Ve studii Bianchi et al. bylo publikováno, že marinování v roztoku soli a alkalických fosforečnanů zvýší vaznost vody a částečně obnoví funkčnost bílkovin bledé kuřecí prsní svaloviny. Autoři zkoumali vlastnosti nemělněné a mělněné kuřecí prsní svaloviny o normální světlosti s hodnotou L^* 46 - 53 a také s vyšší hodnotou světlosti nad 53. Na každém prsním filetu byla 24 hodin po porážce stanovena světlost, podíl červeného a žlutého světla a pH. Levý filet z každých kuřecích prsou byl rozmělněn a použit pro stanovení ztrát tepelnou úpravou - CL (z anglického cooking loss) a absorpci vlhkosti. Pravý filet prsní svaloviny byl ponechán v celku a použit k určení vlhkosti a ztrát tepelnou úpravou - CL. Provedena byla také úprava pH mleté směsi z bledého masa, která způsobila vyšší absorpci vlhkosti, z čehož lze poukázat na částečné obnovení funkčnosti bílkovin bledého masa. Výsledky ukazují, že jsou široké rozdíly v barvě syrové kuřecí prsní svaloviny, způsobené především rozdílnou hodnotou pH svalů. Tyto znaky souvisí s významnými změnami vaznosti vody masa. Negativní vliv nízkého pH na vaznost může být částečně zlepšen úpravou hodnoty pH v mletém masu. Ve studii nebyl pozorován významný rozdíl v CL mezi mělněným a nemělněným masem, avšak podstatně nižší ztráty byly pozorovány u normálního mletého masa v porovnání s bledým mletým masem [6].

2.2 Vaznost

Vaznost je definována jako schopnost čerstvého masa udržet jeho vlastní vodu během krájení, mělnění, záhřevu a stlačování při transportu, skladování a tepelné úpravě [16]. Je jednou z nejdůležitějších technologických vlastností ovlivňující jakost masných výrobků, především šťavnatost, barvu a texturu. Má však také dopad na výtěžnost [22] a ekonomiku výroby, v souvislosti se ztrátou vody při výrobě, skladování a tepelném opracování. Nízká vaznost může negativně ovlivnit vzhled masa, což souvisí s ochotou

spotřebitelů takový produkt koupit [16]. Na vaznost má vliv způsob zacházení s masem a různé přísady přidávané do masných výrobků [4].

Voda ve svalových vláknech působí jako mazadlo a médium k transportu metabolitů. Obsah vody ve svalovině by měl být stálý pro dobře organizované a rychlé vykonávání funkce, na druhou stranu však musí být voda schopna přesunu během kontrakce svalu do dalších míst sarkomer. Hydrofilní a hydrofobní oblasti proteinů musí být dobře uspořádány, aby bylo umožněno rychlé přemístění vody [23]. Libová svalovina obsahuje vodu vázanou různými způsoby a různě pevně. Nejpevněji vázaná je voda hydratační, dále je voda vázána mezi jednotlivými částmi struktur svaloviny a zbývající voda je voda volně pohyblivá v mezibuněčných prostorech. Z technologického pohledu je voda masa členěna na volnou a vázanou podle toho, zda voda z masa za daných podmínek samovolně vytéká [5].

Hydratační voda je vázána elektrostaticky na disociované skupiny a na nedisociované hydrofilní skupiny se voda váže vodíkovými můstky. Hlavní podíl vody v mase je však tvořen vodou volnou z fyzikálně chemického hlediska. Pouze část této vody je voda volně pohyblivá, druhou část tvoří voda imobilizovaná, která nevytéká při naříznutí masa. K uvolnění této vody je nutné použít zvýšeného tlaku. Zpravidla bývá vaznost vyjádřena jako podíl vody vázané (hydratační a imobilizované) k celkovému obsahu vody v mase [4].

Pravděpodobný mechanismus vaznosti vody je založen na elektrostatickém odpuzování nabitých vláken, nebo na osmotickém účinku, který je způsoben nestejnou distribucí iontů uvnitř myofibrilární mříže, nebo na kapilárních jevech [24].

Spojení mezi myofilamenty (Z-linie, aktomyozinová spojení a intermediální filamenta) nedovolují neomezené bobtnání myofibril. Polární skupiny postranních řetězců aminokyselin vážou na jejich povrchu molekuly vody pomocí van der Waalových sil. Molekuly vody jsou polární, orientují se tak, že v případě záporné iontové skupiny je kladná část vody orientována směrem k záporné iontové skupině a záporná část vody směřuje do roztoku a naopak v případě kladných skupin. Molekuly vody další vrstvy budou na této monomolekulární vrstvě orientovány podobně. Množství vody je určeno nábojem sítě bílkovin, který způsobuje odpor, a který zvyšuje vaznost vody, ale také množstvím a silou vazeb mezi myofibrilami, které vaznost omezují udržováním určité vzdálenosti mezi vlákny. Vzdálenost mezi povrchy filament je asi 12 – 20 nm (aktin - myozin, aktin – aktin) nebo 25 – 30 nm (myozin – myozin), mezi nimiž mohou být

vrstvy molekul vody o tloušťce 60 – 90 molekul [23]. Jiní autoři uvádějí, že vzdálenost mezi tenkými a silnými filamenti v sarkomerách není stálá, kolísá v rozmezí 32 – 57 nm v závislosti na pH, délce sarkomer, iontové síle, osmotickém tlaku a zda je sval uvolněný nebo se nachází ve stadiu posmrtné ztuhlosti [16].

Aktin a myozin tvoří trojrozměrnou strukturu s kladně a záporně nabitými postranními řetězci. Zvýšením záporného náboje pomocí přísad, jako jsou sůl a alkalické fosforečnany [22], dochází ke zvětšování vzdálenosti mezi peptidovými řetězci bílkovin elektrostatickým odpuzováním a zvýší se podíl imobilizované vody. Naopak zkrácení této vzdálenosti tvorbou příčných vazeb vyvolá snížení podílu imobilizované vody. Při imobilizaci jsou klíčová tenká a tlustá filamenta bílkovin aktinu a myozinu, které způsobují změny vaznosti příčným oddálením nebo přiblížením filament [5].

Zásadní vliv na imobilizaci má spojování a štěpení příčných vazeb iontových - přes dvojmocné kationty a příčných vodíkových vazeb mezi karbonylovými a iminoskupinami peptidových vazeb, iontové vazby mezi kladně a záporně nabitými skupinami a disulfidových můstků cystinu [4].

Rozpustnost myozinu se zvyšuje se vzrůstající koncentrací NaCl. Po počáteční agregaci vláken se začnou struktury rozdělovat při koncentraci solí nad 0,25 M. Bobtnání myofibril nastává při 0,5 M NaCl bez přídavku fosforečnanů, nebo při 0,4 M NaCl, pokud jsou přidány i fosforečnany. Dochází také ke značné extrakci myozinu. Míra bobtnání závisí na pH, na nějž má vliv změna náboje sítě proteinů. Soli mění hodnotu izoelektrického bodu kvůli selektivnímu vázání iontů na bílkoviny [23].

Bylo zjištěno, že korelace mezi vazností vody (WHC) a ztrátami tepelným záhřevem (CL) může být vysoká, ale závisí na teplotě záhřevu. Většinu CL tvoří šťáva uvolněná při denaturaci proteinů a srážení svalových struktur při záhřevu. Ztráty vody během vaření mělněné a nemělněné svaloviny jsou podobné [16].

Základní znaky vaznosti drůbežního masa odpovídají i ostatním druhům mas. Pro zpracování na masné výrobky má největší význam maso kuřecí a krůtí, vyznačující se nízkým obsahem tuku a vysokým podílem plnohodnotných bílkovin, což zajišťuje poměrně dobrou vaznost [10].

Vaznost vody ovlivňuje mnoho činitelů. K nejvýznamnějším patří pH, koncentrace solí, obsah některých iontů, intravitální vlivy, průběh posmrtných změn a rozmělnění masa. Ovlivněním těchto faktorů během technologické úpravy masa lze získat požadovanou

vaznost. Rozdílná vaznost je však sledována u masa zvířat různého pohlaví, věku a způsobu chovu. K přirozeným změnám vaznosti dochází během posmrtných změn masa, kdy ve stádiu rigor mortis vaznost klesá v důsledku okyselení, během zrání se však vaznost opět zvyšuje. Vlivem odchylného průběhu změn pH však může docházet k myopatiím, kdy je vaznost nízká (vada PSE), nebo vyšší (vada DFD) [4].

Vazba vody také úzce souvisí se stupněm dezintegrace masa. Pokud je většina svalových vláken neporušena, má tato svalovina menší vaznost než tkáň, která podlehla jemné homogenizaci, při níž dojde k roztrhání sarkolemy a uvolnění filament z myofibril, které pak mohou bez omezení bobtnat [5].

Hodnotu pH svalu určuje množství pozitivních a negativních nábojů myofibrilárních bílkovin. Vaznost bílkovin masa je nejnižší, pokud pH odpovídá hodnotě izoelektrického bodu bílkovin, což je hodnota pH, kdy se množství kladných a záporných nábojů rovná a celkový náboj sítě bílkovin je nulový. Izoelektrický bod drůbežního masa je 5,1 – 5,2. Čím více se aktuální hodnota pH vzdaluje od izoelektrického bodu bílkovin, tím vyšší je záporný náboj sítě způsobující vzájemné odpuzování svalových vláken, což je příčinou většího prostoru mezi proteiny a tím dochází k vázání více molekul vody a zvýšení vaznosti masa [22]. V pH hodnotách nad izoelektrickým bodem dochází k prudkému zvyšování vaznosti vody, které má maximum přibližně při hodnotách pH 10, v kyselé oblasti je nejvyšší vaznosti dosaženo při hodnotách pH 3 – 4 [24]. Hodnotu izoelektrického bodu lze mírně posunout směrem do kyselé oblasti přidávkou soli do masa. Obvyklý posun izoelektrického bodu v závislosti na množství přidané soli bývá z hodnoty 5,2 na 5,0 [20]. Jiní autoři však uvádí, že 2% přidávek soli posune izoelektrický bod bílkovin do rozmezí 4,2 - 4,5. Samotný posun izoelektrického bodu tak podpoří vaznost vody, přestože hodnota pH drůbežního masa zůstane po přidávku soli v normálních hodnotách 6,0 - 6,2 [22]. Po přidávku soli je při pH 6 dosaženo maximální vaznosti. Případné snížení vaznosti při vyšších hodnotách pH je způsobeno tím, že se na bílkoviny vážou méně ionty Cl^- a více ionty Na^+ [24].

Vícemocné ionty snižují vaznost tvorbou příčných vazeb mezi peptidovými řetězci, čímž dojde k zesílení struktury. Pevná spojení vznikají zejména v místě překryvu aktinu a myozinu. Záměnou dvoumocných iontů za jednomocné dojde k uvolnění příčných vazeb, porušení zesilujícího účinku vícemocných kationtů a může tak být imobilizováno více vody. Nejvíce účinné jsou soli, jejichž anion má více negativních nábojů, například citran nebo polyfosforečnany. Za účelem zvýšení vaznosti díla se používá v masné výrobě

přídavek solí slabých vícesytných kyselin, zejména derivátů kyseliny fosforečné - polyfosforečnanů [5]. Ve vařených masných výrobcích bez přídavku fosforečnanů se vaznost vody a pevnost gelu zvyšuje s rostoucím obsahem soli, ale s přídavkem fosforečnanů dojde k prudkému zvýšení vaznosti v rozmezí koncentrací 1,0 – 1,5 % NaCl a další zvýšení obsahu soli již nezpůsobuje tak zřetelné zvýšení hodnot technologických vlastností [24].

Metody měření vaznosti vody jsou závislé na podmínkách zjišťování vaznosti, přičemž se přihlíží k tomu, jaký podíl vody má být zjištěn. Je možné tedy zjišťovat vaznost bez působení fyzikálních vlivů, nebo lze maso vystavit mechanickému namáhání či tepelnému zákroku. Mezi těmito metodami nejsou jednoznačné přímé vztahy, proto je vždy nutné spolu s naměřenými hodnotami uvést i použitou metodu. Zjištění ztrát okapem je metoda bez použití síly, kdy se získávají hodnoty množství šťávy uvolněné za podmínek skladování masa. Tato metoda je citlivá, avšak časově velmi náročná. Metody, u kterých se uplatňuje použití síly, jsou lisovací metoda a kapilární volumetrie. Poslední metodou k určení vaznosti vody je zjištění ztrát vývarem. Jedná se o metodu, kdy se působením tepla určuje množství vody, která je uvolněna v důsledku záhřevu masa za definovaných podmínek (teplota a doba jejího působení) [4].

2.3 pH masa

Určení hodnoty pH masa je jedním z nejdůležitějších a běžně stanovovaných parametrů k určení vhodnosti daného masa pro zpracování v masné výrobě, protože rychlost a rozsah poklesu pH post mortem z velké části ovlivňuje kvalitu a vlastnosti masa [15] včetně barvy, vaznosti vody, rozpustnosti proteinů a stupně mikrobiálních pochodů [19]. V důsledku metabolismu během postmortálních změn klesá pH z hodnot 7,0-7,2 na hodnoty 5,5 - 6,5. Abnormálními procesy může v některých případech dojít k abnormálním hodnotám pH. Prudký nepřiměřený pokles pH bývá spojován s vadami PSE [15]. Dlouhodobý stres před porážkou zvířete způsobí vyčerpání svalového glykogenu, což je naopak příčinou vyšší hodnoty pH a výskytu vady DFD masa [25]. Přestože je proměnlivost hodnot pH masa přirozeně vyvolána především posmrtnými změnami, úmyslné úpravy pH lze dosáhnout i některými technologickými operacemi [4], jako je přídavek fosforečnanů [15]. Při použití fosforečnanů dojde ke zvýšení pH masného výrobku, což vede k omezenému zvýšení vaznosti vody [26].

V mase a masných výrobcích jsou hodnoty pH v rozmezí 4,5 -7,0 [4]. Drůbeží maso má vyšší hodnoty pH. Stehenní svalovina kuřat po poražení má hodnotu pH 6,4 s mírným zvyšováním na pH 6,6. Kuřecí prsní svalovina, jejíž pH je po poražení 6,3 podléhá do 4 hodin snížení hodnoty pH na 5,8. Stabilita barvy masných výrobků je vyšší při nižších hodnotách pH [10].

Hodnota pH masa má vliv na vaznost vody. Průměrnou hodnotou izoelektrického bodu myofibrilárních bílkovin je pH 5,0. Při této hodnotě pH má maso nejnižší schopnost vázat vodu. Zvyšuje-li se pH masa nad hodnotu izoelektrického bodu, dochází k prudkému vzrůstu vaznosti [20]. Okyselením nebo zalkalizováním svaloviny dochází ke změně disociace funkčních skupin bílkovin, která způsobí změnu rozložení kladných i záporných nábojů v molekule bílkoviny. Dojde k rozštěpení některých příčných elektrostatických vazeb mezi řetězci peptidů a zvýšením koncentrace stejně nabitých skupin je dosaženo odpudivé síly. Důsledkem je pak oddalování peptidových řetězců, v jejichž meziprostoru se imobilizuje více vody [4]. Maximální vaznost masa je při hodnotách pH 10,0 a pH 3-4 na kyselé straně (bez přídatku NaCl) [20].

Fernández-López et al. ve své práci popsali vliv pH na vlastnosti masa. Zjistili, že při zvyšující se hodnotě pH došlo ke snižování hodnot světlosti. Snížení pH pod hodnoty izoelektrického bodu mohly vést ke snížení vaznosti vody, což pravděpodobně souviselo se zvýšením hodnot světlosti. V jiných studiích bylo také zjištěno, že jakmile bylo dosaženo isoelektrického bodu myofibrilárních bílkovin, hodnoty světlosti již dál nebyly ovlivněny dalším snižováním pH. Dále ze studie vyplývá, že při klesajících hodnotách pH se snižuje i podíl červeného světla, naopak hodnoty podílu žlutého světla se s klesajícím pH zvyšují [17].

2.4 Textura

Většina potravin představuje složité systémy, které mají přímý vztah mezi chemickým složením a strukturou projevující se určitými fyzikálními vlastnostmi. Textura potravin je souhrnný název pro mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku, vnímatelné prostřednictvím mechanických, dotykových, případně zrakových a sluchových receptorů [27]. Jde o jeden z nejdůležitějších znaků, který je hodnocen konzumenty při posuzování přijatelnosti vařeného masa. Vnímání chutnosti masa člověkem je dáno souhrnem interakcí smyslových a fyzikálních procesů během žvýkání [2]. Textura je významnou vlastností pro stanovení kvality potravin. Mechanické vlastnosti výrobku

zahrnují pevnost, pružnost, poddajnost, tvárnost a křehkost. Povrchové parametry označující vlhkost (obsah vody v potravine) a obsah tuku, které ovlivňují celkový pocit z potraviny v dutině ústní. Geometrické vlastnosti, například zrnitost a uspořádání částic, jsou parametry, které mají vliv na vnímání rozměru, tvaru a orientace částic ve výrobku [28]. Nejdůležitějším smyslovým znakem masa je označována křehkost [2]. Hlavní účinek na texturu vařeného masa má tepelná denaturace myofibril a kolagenu, ale také ztráty vody ze svalové tkáně během tepelného ošetření [29]. Vaznost vody se snižuje během tepelné úpravy kvůli denaturaci bílkovin [30]. Čím větší je ztráta masné šťávy během tepelné úpravy, tím je maso více tuhé [29]. Tuhost masa je také ovlivněna kvalitou kolagenu. Druh masa, ale také kroky jako mrazení, způsob a doba tepelné úpravy jsou kroky, které obvykle přímo ovlivní svalová vlákna a mohou se podílet na vzniku vad textury [2]. Během tepelné úpravy mletého masa dochází k tepelné koagulaci bílkovin, při které nastává vázání částecek masa. Tento jev může být zaznamenán zvýšením hodnot smykové síly během tepelné úpravy [30].

Mezi nejběžnější metody aplikované pro posouzení textury patří senzorická analýza, tedy hodnocení vlastností výrobku pomocí smyslových orgánů hodnotitelů. Instrumentální metody posouzení textury se dnes využívají stále častěji jako standard doplňující senzorické testy [28]. Podle některých autorů je instrumentální měření bezvýznamné, pokud nekoreluje se smyslovou analýzou [2]. Předností instrumentálních metod je především opakovatelnost a přesnost při hodnocení. Zařízení určené pro analýzu textury je nazýváno textuometr. Textuometr umožňuje pomocí sond posoudit texturu vzorku činnostmi, které imitují podmínky reálného chování spotřebitele při manipulaci, přípravě a konzumaci výrobku, jako je stlačení, přitáhnutí, propíchnutí, rozmáčknutí a rozdrcení [28].

Textura masných výrobků může být ovlivněna mnoha faktory. Přidané fosforečnany tvoří komplex s Ca^{2+} a Mg^{2+} ionty, čímž dojde k rozdělení komplexů aktinu a myozinu v mase. Kombinovaným účinkem fosforečnanů a chloridu sodného dochází ke zvýšení extrahovatelnosti svalových bílkovin, které vedou k tvorbě matrix gelu, jehož pevnost je zvýšena těmito přísadami. Vliv jednotlivých fosforečnanů na tvrdost a soudržnost může být různý, jelikož fosforečnany mají samy o sobě různé chemické a funkční vlastnosti. Vaznost vody a tvorba gelu v masných výrobcích je závislá na typu a koncentraci použitých fosforečnanů, které zároveň ovlivňují texturní vlastnosti jako tvrdost, soudržnost, křehkost, šťavnatost, pružnost a žvýkatelnost [26].

3 MĚLNĚNÉ MASNÉ VÝROBKY

Masem pro výrobu masných výrobků se rozumí kosterní svalovina jednotlivých živočišných druhů savců a ptáků, která je určena k výživě lidí a která nebyla označena za nevhodnou k lidské spotřebě [31]. V dnešní době je na trhu široká nabídka různých skupin, druhů a obchodních značek masných výrobků [32]. Drůbeží maso je velmi vhodné pro zpracování v masné výrobě díky jeho neutrální chuti, vyhovující textuře a světlé barvě. Tato charakteristika dovoluje producentům, aby u jejich výrobků získali požadovanou chuť a texturu podle potřeb trhu a požadavků konzumentů [8]. Mělněné masné výrobky jsou skupinou výrobků, jejichž charakteristickou vlastností je použití masa jako suroviny v různém stupni mělnění. Základní technologické kroky výroby mělněných masných výrobků se liší od celosvalových produktů a v případě tepelně opracovaných výrobků zahrnují postupy jako je příprava masa, mělnění masa, míchání díla, plnění, oddělování (přetáčení, sponkování, převazování), tepelné opracování a chlazení [20]. Tepelně opracovaným masným výrobkem se rozumí takový výrobek, u kterého bylo ve všech částech dosaženo minimálního tepelného účinku, který odpovídá působení teploty 70 °C po dobu 10 minut [31]. Vzestup teploty během vaření vede k nápadným změnám v mase, jako je denaturace proteinů, smrštění svalových vláken, ztráty vody, změna barvy, oxidace lipidů a průběh Maillardových reakcí. Ztráta masné šťávy během tepelné úpravy je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících kvalitu masa. Do teploty 60 °C je voda udržována v mezerách mezi svalovými vlákny. Při překročení této teploty však dojde ke smrštění délky svalových vláken, což je příčinou ztráty vody. Pokud jsou ztráty vody příliš vysoké, maso se stane tuhé a vláknité, zatímco maso s minimálním uvolněním vody bude více šťavnaté. Aplikací roztoku fosforečnanů, které mají schopnost zlepšit poutání vody v mase, lze zajistit šťavnatost a křehkost masných výrobků snížením ztrát vody tepelnou úpravou [29]. Zmenšení velikosti velkých kusů masa je nejběžnějším procesem během výroby mělněných masných výrobků [33]. Řezačky a mísové kutry jsou dva základní stroje nejvíce používané k mělnění masa, dále se používají mělniče k homogenizaci díla pro jemně mělněné masné výrobky a sekačky pro sekání mraženého masa. Na moderních mělnicích zařízeních dochází nejen ke zmenšování částí masa, ale i k jejich homogenizaci, promíchávání a mísení s vodou a přídatnými látkami [20]. Podle vzhledu i skusu lze rozpoznat rozdíly mezi konzistencí a texturou masných výrobků, jejichž dílo bylo zhotoveno na kutru, kdy textura výrobků je více gumovitá, a na řezačce a mělniči, kdy je textura více zrnitá, vzbuzující dojem masovosti [34].

3.1 Fyzikálně chemické vlastnosti díla

Pochopení fyzikálně chemické podstaty díla a procesů probíhajících při výrobě díla je významné pro správné stanovení výrobního postupu, kterým lze ovlivnit konečnou podobu výrobku a jeho ekonomiku [20].

U jemně mělněného masného výrobku je struktura tvořena disperzní soustavou, kterou nelze označit jako čistou emulzi (kapalina v kapalině) ani čistou suspenzi (pevná látka v kapalině), ale jedná se o složitý disperzní systém zahrnující obě varianty [20]. Hrubé pevné částice jako zrnka tukové tkáně a útržky nerozrušené svalové a vazivové tkáně jsou rozptýleny v homogenním, vysoce viskózním, koloidním roztoku svalových bílkovin [34].

Během mělnění dochází k narušení svalových vláken a k uvolnění svalových bílkovin. Aktin a myozin jsou bílkoviny, které po rozpuštění v roztoku soli vytvoří trojrozměrnou strukturu – síť, v níž jsou zachyceny částičky svaloviny, kolagenu a tuku. Stabilitu takové soustavy lze ovlivnit výrobním postupem a přidanými ingrediencemi. Čím více je narušena struktura svalových vláken, tím více jsou uvolňovány svalové bílkoviny tvořící prostorovou matrix, z čehož vyplývá, že čím intenzivněji je dílo kutrováno, tím vzniká stabilnější spojka, což ale platí jenom v ideálních podmínkách. Jestliže maso obsahuje tuk, hrozí překutrování, kdy dochází k rozmělnění tuku na příliš malé částice, jejichž povrch je tak velký, že je prostředí s rozpuštěnými bílkoviny nedokáže stabilizovat. Hlavním záměrem při výrobě jemně mělněného díla je emulgace tuku a navázání přidané vody aktivací svalových bílkovin. Při mělnění masa se vlivem mechanické energie rozrušuje sarkolema a fosforečnany společně s kuchyňskou solí aktivují uvolněné bílkoviny. Aktivované a rozpuštěné proteiny pak vážou přidanou vodu a pokrytím povrchu tukových částic tuku emulgují [20]. Aktin a myozin slouží jako emulgátor, který má díky hydrofobní a hydrofilní části schopnost vytvořit film na povrchu částic tuku [22]. Síla vrstvy bílkovin obalující částičky tuku určuje stabilitu emulze tak, že čím je vrstva silnější, tím je soustava stabilnější. Proteiny tvoří trojrozměrnou síť, v níž stabilizují vodu a tuk. Tato bílkovinná matrix také brání vzájemnému spojování tukových částic. To je však možné výhradně u rozpuštěných bílkovin, proto je záměrem mělnění dostat co nejvíce bílkovin do rozpuštěné formy. Větší schopnost emulgace tuku mají myofibrilární bílkoviny, které jsou rozpustné v roztocích soli (především aktin a myozin), než sarkoplazmatické bílkoviny rozpustné ve vodě [20]. Je nutné sledovat teplotu díla v průběhu kutrování, která je měřena pomocí digitálních teploměrů. Na teplotu díla má vliv především vstupní teplota

zpracovávaného masa a ostatních složek díla, ale také celková doba, intenzita a způsob mělnění. Doporučená teplota díla na konci míchání se pohybuje v rozmezí 10 - 16 °C [34]. Podle některých autorů se však dílo stává při překročení 12 °C nestabilní [20]. Dnes je však možné během procesu mělnění dílo dochlazovat tekutým dusíkem nebo oxidem uhličitým a kutrovat či mělnit téměř neomezeně [34].

3.2 Struktura masných výrobků

Masné výrobky jsou většinou tvořeny složitými disperzními systémy, které jsou složeny z mnoha komponent. Pro strukturu mělněných masných výrobků má největší význam spojka, která je složitou polydisperzní soustavou, jejíž základní síť je tvořena nabobtnalými myofibrilárními bílkoviny. V této síti jsou emulgovány kapičky tuku, stabilizované koloidním roztokem rozpustných bílkovin. Nerozrušená svalovina, tuková a vazivová tkáň tvoří suspenzi. Struktura výrobku a velikost částic je ovlivněna nejen způsobem a stupněm mělnění, ale i podílem a poměrem jednotlivých složek, především bílkovin, tuku a vody.

Tuk je při kutrování uvolňován, přechází do amorfni tukové masy, která je dispergována ve formě tukových částic i jednotlivých tukových kuliček v dutinách bílkovinné matrix díla, přičemž tenká vrstva rozpuštěných sarkoplasmatických bílkovin obaluje většinu tukových kuliček. Uvolňování a rozpouštění svalových bílkovin je nutné podpořit přidáním soli. Během tepelného opracování masných výrobků vzniká díky vytvoření příčných vazeb mezi molekulami bílkovin pevný gel, ve kterém jsou stabilizovány částice tuku. Na stabilizaci struktury masných výrobků se podílí také kolagen, který se při zahřevu mění na želatinu tuhnoucí po ochlazení výrobku [35].

Pozorování mikrostruktury mělněných masných výrobků je možné provádět ve světelném mikroskopu, kdy lze pozorovat základní stavbu svalů, rozlišit svalová vlákna, tukové buňky, vazivo a další struktury. Rozmělněná část výrobků – spojka je v mikroskopu vyobrazena jako síťovina, jemně zrněná s většími či menšími oky různého tvaru, jejichž velikost je ovlivněna délkou a intenzitou promíchávání díla. Svalová vlákna se ve výrobku mohou vyskytovat jednotlivě nebo ve snopcích, při mechanickém a tepelném zpracování podléhají různému stupni poškození, které se projevuje ztrátou žíhání. Tuková tkáň je ve formě shluků poškozených tukových buněk, nebo jsou tukové buňky jednotlivě rozptýlené v rozmělněné části díla. Uvolněný tuk se stává součástí díla a vyplňuje síťovitou strukturu výrobku. Větší části tukové tkáně pak mohou tvořit vložku některých výrobků [35].

4 CHLORID SODNÝ

Chlorid sodný je v masném průmyslu považován za multifunkční přísadu, propagující chuť, upravující mikrobiologickou stabilitu a umožňující zlepšení struktury a vaznosti masa extrakcí myofibrilárních bílkovin rozpustných v roztocích soli [8]. Ve vysokých koncentracích 5 - 8 % podporuje dehydrataci svalové tkáně u sušených masných výrobků [22].

V mase dojde k disociaci chloridu sodného na sodné a chloridové ionty [8]. Anionty chloru jsou však vázány silněji na proteiny masa než kationty sodíku [36]. Chloridové ionty jsou adsorbovány ke kladně nabitým skupinám filament, zvyšují elektrostatické odpuzivé síly mezi vlákny a způsobují roztažení mřížkovité struktury filament, tím se zvětší prostor pro molekuly vody mezi aktinem a myozinem. Navíc adsorpce chloridových iontů kladně nabitými skupinami myozinu způsobí posun izoelektrického bodu směrem k více kyselé hodnotě pH [8], čímž se může zvýšit vaznost vody, aniž by muselo dojít ke zvýšení aktuální hodnoty pH masa [36]. Sůl je nejčastěji přidávána do masných produktů v množství 1,0-1,6 %, ale už v nízkých koncentracích 0,5 % může významně zlepšit vaznost drůbežního masa [8].

V hovězím, vepřovém a drůbežím mase je obsah NaCl 1,82 – 2,02 g/kg. Masné výrobky však mohou mít sůl obsaženou v množství 12 – 50 g/kg. Výrobky z drůbežního masa však obvykle mají nižší obsah NaCl (15 – 35 g/kg). Nejvyšší obsah soli mají tepelně neopracované trvanlivé výrobky a syrová uzená masa [37].

4.1 Slaná chuť

Kvalita slané chuti je závislá na druhu sloučeniny, její koncentraci a na přítomnosti jiných látek. U anorganických solí se na vjemu slané chuti podílí anionty i kationty [37], podle některých autorů slanou chuť způsobují kationty, zatímco anionty slanou chuť inhibují. Ze všech aniontů však právě chloridové anionty nejméně inhibují slanou chuť a sami o sobě jsou bez chuti. Jiné anionty slaných látek mohou ovlivňovat chuť výrobků. Příkladem může být mýdlová chuť některých fosforečnanů [33]. Se stoupající relativní molekulovou hmotností slaných látek obvykle roste i intenzita hořké chuti. Čistě slanou chuť má pouze chlorid sodný (NaCl) ve formě hydratovaného kationtu sodíku s hydratovaným chloridovým aniontem. NaCl se v menším či větším množství vyskytuje prakticky ve všech potravinách jako přirozená součást nebo přidaná složka. V potravinách

závisí kvalita slané chuti na poměru Na^+ a Cl^- iontů, přesto však potraviny s přirozeným obsahem těchto iontů nemusí chutnat slaně, protože ionty v potravinách nemusí být přirozeně obsaženy v potřebném stechiometrickém poměru. Charakter slanosti se většinou mění s koncentrací. Za standard slané chuti je považován chlorid sodný, který má však při velmi nízkých koncentracích chuť sladkou [37].

4.2 Význam chloridu sodného v masné výrobě

Chlorid sodný je nejběžněji užívanou funkční přísadou při výrobě masných výrobků, který byl používán pro uchování masa již ve starověku. Účelem používání této látky je především ochucení výrobku, mikrobiální inhibice, prodloužení trvanlivosti a podpora hydratace bílkovin a vaznosti vody, zvyšuje viskozitu díla, usnadňuje začlenění tuku a tvorbu stabilního díla a zlepšuje texturu výrobků [38]. Množství soli v daných produktech bývá obvykle založeno na chuťových preferencích zákazníka. Běžné koncentrace soli v hotových masných výrobcích bývají zpravidla 1,5 – 2,5 %. Konzervační účinek je dán inhibicí mikroorganismů, prodloužení trvanlivosti masných výrobků přidávkem soli je dosaženo schopností NaCl snižovat aktivitu vody a v některých případech může bakteriostaticky působit i vyšší obsah chloridového iontu ve výrobku. Produkty s velmi vysokým obsahem soli 6 % a více by byly stabilní vůči zkáze vzhledem ke snížené aktivitě vody, ale takový produkt by vykazoval velmi intenzivní slanou chuť. Sůl podporuje hydrataci proteinu zvětšováním iontové síly v masných výrobcích. Zvětšená hydratace proteinu vede ke zvýšení vaznosti vody v neporušené svalovině a ke zvýšení rozpustnosti svalových bílkovin v mělněných masných výrobcích. Nejvýznamnější protein převedený do roztoku po přidávku soli je myozin, má vynikající emulgační a gelotvorné vlastnosti. Přídavek soli je proto nezbytný pro vytvoření stabilní struktury podobné emulzi u mělněných produktů [39].

Chloridové ionty mají tendenci pronikat do myofilament a způsobovat jejich bobtnání. Sodné ionty tvoří iontový mrak kolem filament - volně se pohybují kolem filament a způsobují lokální rozdíly v koncentracích, které vedou ke zvýšení osmotického tlaku uvnitř myofibril a bobtnání filament. Současně se zvětšuje záporný náboj v myozinových filamentech. Nakonec dojde působením iontové síly k rozpadu filament [25].

Vnímání slanosti masných výrobků ovlivňuje obsah tuku. Bylo zjištěno, že zvýšená hladina NaCl je více znatelná v tučných produktech než v libových. Vyšší obsah bílkovin masa redukuje vnímání slanosti [40]. Tento efekt byl pozorován také ve studii Ruusunen

et al. na mělněných masových placičkách z vepřového a hovězího masa, přičemž účinek obsahu tuku na vnímání slanosti je slabší než vliv obsahu masa. V této studii bylo také zjištěno, že použití fosforečnanu nemá žádné výrazné účinky na vnímání slanosti [41].

Z obchodních či jakostních důvodů může být sůl přidávána do masa již před zmražením. Mražení představuje nejefektivnější způsob udržení vysoké jakosti a bezpečnosti drůbežích produktů během skladování. Petraci et al. zkoumali fyzikálně chemické a technologické vlastnosti kuřecí prsní svaloviny, která byla po přidávku NaCl (koncentrace 0,0 – 2,0 %) skladována při teplotách -24 °C po dobu 3 měsíců. Rostoucí koncentrace přidané soli vyvolala růst pH, tmavnutí barvy, vyšší vaznost vody a větší křehkost masa. Maximální vaznost vody byla v této studii pozorována u vzorků s obsahem soli nad 1,2 %. Největší křehkost, šřavnatost a celková preference byla sledována u vzorků s vysokým obsahem soli - 1,6 a 2,0 %. Při vyšším přidávku soli do vzorků také autoři pozorovali menší ztráty masné šťávy při rozmrazování masa [36].

4.2.1 Vliv na barvu

Po přidávku soli může dojít k ovlivnění barvy denaturací myoglobinu a k oxidaci železnatého iontu hemové skupiny na železitý iont za vzniku metmyoglobinu [17].

Fernández-López et al. studovali vliv soli na barvu vepřového masa. Sůl mění osmotickou rovnováhu tkáně. Po přidávku soli k mletému masu proniká sůl strukturou a mění elektrostatický náboj myofilament, změní izoelektrický bod bílkovin a zvýší vaznost vody. Zvýšení vaznosti vody však sníží dostupnost vody na povrchu masa, čímž dojde ke snížení světelné odrazivosti a hodnot světlosti barvy masa. Zvyšování podílu červeného světla s narůstající koncentrací chloridu sodného může být vysvětleno extrakcí sarkoplazmatických bílkovin vlivem soli směrem k povrchu masa, čímž dojde ke zvýšení koncentrace sloučenin přispívajících červené barvě na povrchu masa a dále také zvýšenou vazností vody vyvolanou přidávkem soli dojde ke snížení obsahu vody v povrchových vrstvách masa, což by mohlo opět způsobit zvýšení koncentrace myoglobinu na povrchu masa. Podíl žlutého světla se naopak se vzrůstající koncentrací soli snižoval. Tento jev autoři vysvětlili jako příčinu oxidace tuků, lability barviv, popřípadě narušení forem oxymyoglobinu způsobené solí. Hodnoty sytosti barvy se snižovaly se zvyšující se koncentrací soli. Formy myoglobinu se významně lišily v závislosti na koncentraci soli. Přídavek soli podpořil přeměnu na metmyoglobin a snížil poměr oxymyoglobinu k redukovanému deoxymyoglobinu [17].

Stejný účinek přidavku soli na snížení světlosti a podílu žlutého světla byl popsán také ve studii Petracci et al. na kuřecí prsní svalovinu, zatímco hodnoty podílu červeného světla nebyly v tomto experimentu přidavkem soli ovlivněny [36].

4.2.2 Vliv na vaznost

Fernández-López et al. ve své studii zjistili, že vaznost vody masa se významně zvyšovala při zvyšování koncentrace soli. Změny vaznosti a denaturace bílkovin jsou ovlivněny koncentrací a složením solí ve svalu. Největší množství vody svalové buňky je přítomno v myofibrilách, obzvláště v mezerách mezi silnými a tenkými filamenty. Pouze 4-5 % celkové vody svalu je považováno za pevně vázanou k bílkovinám svalu a není ovlivněno změnami ve složení svalu a nábojem bílkovin svalu. Při zvýšení koncentrace soli dojde ke zvýšení rozestupu filament, což je způsobeno navázáním aniontů k filamentům a zesílením odpudivé síly vzhledem ke zvětšení záporného náboje [17].

Puolane et al. se ve své studii zabývali vlivem NaCl a pH na vaznost vařených klobás s přidavkem fosforečnanů či bez fosforečnanů. Surovinami bylo vepřové maso s přirozeným pH 5,50 - 6,12 a hovězí maso s pH 5,60 - 6,48. Pozorován byl vliv přidavku NaCl v koncentracích 0,5 - 2,5 % u díla s přidavkem fosforečnanů (0,25 % P_2O_5) nebo bez přidavku fosforečnanů. Ve výsledcích studie bylo zaznamenáno zvýšení pH syrového díla klobás o 0,0 - 0,7 jednotek, přičemž byl vyšší přírůstek u vzorků ze suroviny s nižším počátečním pH, dále se zvyšoval nárůst pH se zvyšujícím se přidavkem soli a pozorovány byly také vyšší hodnoty pH u díla s přidavkem fosforečnanů. Tepelné opracování díla způsobilo další nárůst hodnot pH o 0,0 - 0,2 jednotky. Nejvyšší vaznost vody byla sledována jak u díla s přidavkem či bez přidavku fosforečnanů při nejvyšším přidavku soli (2,5 %). Nicméně stejná vaznost jako při přidavku 2,5 % NaCl a pH 5,7 bylo dosaženo také při 1,5% koncentraci NaCl a hodnotách pH 6,1 a výše. Z této studie tedy vyplývá, že snížení obsahu soli v masných výrobcích, které je doporučováno ze zdravotního hlediska, musí být kompenzováno jiným opatřením, jenž zajistí trvanlivost výrobku, chuť a vaznost vody. Řešením by mohlo být zvýšení pH díla výběrem suroviny či směsí surovin s vyšším pH zralého masa a přidavek fosforečnanů pro zvýšení pH a dosažení dostatečné vaznosti [25].

Puolanne et al. také sledovali závislost vaznosti vody na pH a přidavku NaCl v klobásách během fermentace a sušení. Při nižších hodnotách pH bylo zaznamenáno snižování vaznosti, nejnižší vaznost byla pozorována při pH 4,8. Účinek pH a soli

ve fermentovaných klobásách na začátku zrání vyvolal vysokou vaznost, která se snižovala nejdříve se snížením pH a poté, v posledním stadiu zrání, také kvůli zvýšené iontové síle. Tyto jevy umožňují soudržné (kohezní) vázání částeczek struktury a přispívají tak k požadované textuře výrobku. pH a iontová síla jsou proměnné, které mají nejsilnější účinek v systémech masa a ovlivňují interakce bílkovin s vodou, které významně působí na vaznost vody a tvorbu gelu v masných produktech a následně na technologické vlastnosti masných výrobků [24].

4.2.3 Vliv na pH

Přestože je stanoveno, že použití chloridu sodného nemá významný účinek na pH masa, Petracci et al. ve své studii na solených zmrazených kuřecích prsou zaznamenali zvýšení hodnot pH kuřecí prsní svaloviny po rozmrazení v závislosti na přídávku soli. Tento účinek byl pozorován již od koncentrace 0,2 % soli. Autoři odůvodňují tento jev sníženými ztrátami masné šťávy během rozmrazení masa s přídávkem soli. Kontrolní vzorky bez přídávku soli vykazovaly vysoké ztráty masné šťávy, naopak přídavek soli způsobil snížení těchto ztrát. Předpokládá se, že při tání mrazeného masa přechází do uvolňované tekutiny vyšší koncentrace rozpuštěných látek, jejichž snížený obsah v mase může být příčinou přirozeného snížení pH masa bez přídávku soli před zmrazením [36].

Fernández-López et al. ve své studii také popsali vliv koncentrace chloridu sodného na pH. Při zvyšující se koncentraci soli se snižovala hodnota pH. Tento jev může být dle autorů způsoben úbytkem fosfátů a jiných základních sloučenin masa [17].

4.3 Náhrady NaCl

Světový fond pro výzkum rakoviny vydal doporučení, aby průměrná denní spotřeba soli nepřesahovala 5 g (2 g sodíku) [42]. Denní příjem sodíku dospělým člověkem je v současné době přibližně třikrát vyšší, než je doporučená denní dávka [38]. Dle některých autorů je spotřeba NaCl ve vyspělých zemích odhadována na 8 -15 g na den. Přestože je chlorid sodný pro lidský organismus nezbytný, jeho nadměrný příjem je příčinou zadržování tekutin v těle, otoků, zátěže ledvin a krevního oběhu [37]. Nadměrný příjem sodíku je jedním z faktorů, který nejvíce přispívá ke zvýšení krevního tlaku a následně tak ke vzniku kardiovaskulárního onemocnění [8]. V mnoha průmyslových zemích je hodnocen příjem sodíku ve stravě jako znepokojující, vznikají tak doporučení týkající se omezení příjmu sodíku stravou. Z tohoto důvodu byla snaha

o redukcii příjmu sodíku prostřednictvím masných výrobků, v nichž je sůl běžnou složkou [25]. Odhaduje se, že zpracované masné výrobky se podílejí z 20 % na celkovém příjmu sodíku [42]. Snížení přídatku soli však může negativně ovlivnit trvanlivost, chuť, vaznost vody a pevnost masných výrobků [25].

Jednou z hlavních překážek náhrady soli je cena, protože chlorid sodný je jednou z nejlevnějších dostupných složek používaných v masné výrobě. Přestože existují alternativy náhrady NaCl jinými látkami z hlediska funkčnosti, může obsah těchto látek vyznačený na obale výrobků vyvolat nespokojenost některých spotřebitelů [42].

Je možné přímé nahrazení chloridu sodného látkami jako jsou chlorid draselný, hořečnatý, vápenatý, laktáty, citráty a askorbáty. Určité množství těchto náhražek kuchyňské soli však může způsobovat hořkou a kovovou pachutí masných výrobků, přesto je možné tyto látky použít v množství pod prahovou hodnotou hořké pachutě, nebo pokud jsou použity další přísady maskující dané pachutě – například pepř, cibule, česnek, paprika [8].

V masné výrobě je nejvíce využívanou přísadou nahrazující sůl chlorid draselný [8]. Tato látka může zanechávat hořkou či kovovou pachutí [43]. KCl dle studií může nahradit chlorid sodný z 30-40 % bez poškození funkčních a smyslových vlastností masných výrobků. Bylo však zjištěno, že musí být přidáno o 15 % více KCl oproti NaCl k dosažení stejné rozpustnosti bílkovin z důvodu rozdílné molekulové hmotnosti mezi chloridem sodným a draselným. Náhrada chloridem draselným by také mohla mít důsledky na mikrobiologickou stabilitu produktů a nadbytečný příjem chloridu draselného by také mohl způsobit vážné problémy osobám se srdečním onemocněním. Jinou metodou je snížení přídatku soli a použití látek podporující slanou chuť (ribonukleotidový kvasničný extrakt, sušené mléko nebo bílkoviny obilovin), které zvýší vnímání soli v hotových výrobcích. Tímto způsobem lze snížit obsah přidané soli až o 20 % [8].

Gelabert et al. pozorovali účinek náhrad soli ve fermentovaných klobásách. Hodnocen byl efekt látek KCl, mléčnanu draselného, glycinu a jejich směsí nahrazujících 10 – 40 % NaCl na některé sensorické, mikrobiologické a fyzikálně - chemické znaky. Částečná náhrada soli těmito látkami měla malý účinek na mikrobiologickou stabilitu. Sensorickou analýzou byly odhaleny vady textury a chuti u vzorků nahrazujících 40 % soli látkou KCl, 30 % soli mléčnanem draselným a u vzorků s glycinem nahrazujícím 20 % soli [44].

5 FOSFOREČNANY

Potravinářské přídatné látky jsou látky, které se běžně nekonzumují přímo jako potraviny a nejsou používány jako charakteristická složka potravin, ale jsou záměrně přidávány do potravin z technologických důvodů [45]. Použití přídatných látek při výrobě potravin je řízeno platnými právními předpisy. Při výrobě potravin je možné použít výhradně přídatné látky zapsané v seznamu povolených aditiv. Před zařazením přídatné látky na tento seznam musí být vždy posouzena bezpečnost dané látky. Přídatné látky mohou být použity pouze pro výrobu potravin, pro které jsou povoleny. Pro jednotlivé potraviny a přídatné látky jsou stanoveny limitní hodnoty nejvyššího povoleného množství [46].

Fosforečnany jsou soli kyseliny fosforečné, které jsou v různých chemických formách používány jako přídatné látky v potravinářství se záměrem zvýšení kvality potravin, především masných výrobků a mořských produktů [8]. Existují 2 základní struktury fosforečnanů – lineární a cyklická. Ve většině zemí jsou však povoleny k využití v potravinářství pouze fosforečnany s lineárním řetězcem. Fosforečnany jsou polyvalentní ionty, které mohou tvořit struktury obsahující od jednoho po stovky nebo dokonce i tisíce tetraedrů. Názvosloví se odvíjí od počtu atomů fosforu v molekule: monofosforečnany, dříve také označovány jako ortofosforečnany mají jeden atom fosforu $(\text{PO}_4)^{3-}$, difosforečnany se dvěma atomy fosforu $(\text{P}_2\text{O}_7)^{4-}$, dříve také označovány termínem pyrofosforečnany, tripolyfosforečnany se třemi atomy fosforu $(\text{P}_3\text{O}_{10})^{5-}$ a polyfosforečnany, které mají v molekule více než 3 atomy fosforu s obecným vzorcem $(\text{P}_n\text{O}_{3n+1})^{(n+2)-}$ [47].

Faktory, které ovlivňují volbu vhodných směsí fosforečnanů v masné výrobě, jsou rozpustnost, účinek na svalové proteiny a pH výrobků. Jednotlivé fosforečnany se liší rozpustností. Většina fosforečnanů není snadno rozpustných ve většině roztoků marinád. Proto jsou obvykle fosforečnany před použitím nejdříve rozpuštěny ve vodě o pokojové teplotě a poté zchlazeny [47].

Schopností alkalických fosforečnanů je především zvýšení vaznosti vody myofibrilárními bílkoviny a uchování šťavnatosti [22]. Snížením ztrát tepelnou úpravou vedou ke zvýšení výtěžnosti. Dále se podílí na stabilizaci emulze masa, zlepšují texturu a sensorické vlastnosti masných výrobků, především křehkost, šťavnatost, barvu a chuť a prodlužují trvanlivost masných výrobků [47]. Synergickým působením s NaCl pomáhají extrakci proteinů rozpustných v roztocích soli, zpomalují oxidační žluknutí chelatací kovových iontů [22] a mají puфраční účinek [8]. Antioxidační účinek

fosforečnanů je důležitý pro stabilizaci díla i konečného výrobku proti nežádoucím oxidačním změnám [34]. Fosforečnany jsou jako elektrolyty schopny měnit distribuci iontového náboje. Přídavek fosforečnanů zvyšuje iontovou sílu masa, která vede k většímu bobtnání svalových vláken a aktivaci proteinů, což podporuje imobilizaci vody přidané k masným výrobkům a emulgaci tuku. Fosforečnany také působí mírně bakteriostaticky, zpomalují růst některých gram pozitivních bakterií. Nejsou však považovány za přímé konzervační látky. Některé fosforečnany mohou být použity jako látky okyselující, nebo mohou v kombinaci s dalšími látkami jako EDTA, NaCl nebo dusitany inhibovat gram pozitivní bakterie a menší vliv mají také na gram negativní bakterie [47].

Přídavek mnoha druhů fosforečnanů a jejich směsí v různých koncentracích a kombinacích s jinými složkami byl zkoumán v mase a masných výrobcích. Výsledky takových studií poukazují na pozitivní účinek na vaznost a texturu [26].

Ukázalo se, že aplikace směsí fosforečnanů je funkčně výhodnější než použití jednotlivých fosforečnanů. Nejvýznamnější skupinou fosforečnanů jsou alkalické fosforečnany, jako jsou tripolyfosforečnany, které představují více než 50 % fosforečnanů používaných v masném průmyslu [8], dále difosforečnany, například pyrofosfát sodný a draselný a polyfosforečnany (hexametafosfát sodný) [34]. Pro snížení celkového obsahu sodíku v masných výrobcích lze sodné soli fosforečnanů nahrazovat draselnými [22]. Použití fosforečnanů však podléhá omezenému dávkování, v některých zemích jsou dokonce v masných výrobcích zakázány [8].

Při výběru vhodné směsi a množství fosforečnanů by měly být brány v úvahu senzorní vlastnosti produktů, protože chuť těchto látek je obvykle považována za nepříjemnou [47]. Koncentrace fosforečnanů nad 0,5 % může způsobovat kovovou a mýdlovou pachut' výrobků [33], někteří autoři však uvádějí, že nepříjemnou hořkou chuť mohou způsobovat již koncentrace 0,3 – 0,5 % [47].

Podle Petracci et al. fosforečnany zlepšují funkční vlastnosti bílkovin masa několika způsoby. Prvním z nich je, že fosforečnan způsobí disociaci aktomyozinového komplexu, který je tvořen během rigor mortis, vyvázáním vápenatých a hořečnatých iontů. Aktin a myozin jsou během svalové kontrakce spojeny přes vápník a fosforečnany mají schopnost porušit tyto vazby. Fosforečnany způsobují mírné zvýšení pH masných výrobků, čímž je zvyšován rozsah mezi skutečným pH a izoelektrickým bodem bílkovin. Fosforečnany také zvyšují elektrostatické odpudivé síly, které zvětšují prostory mezi aktinem a myozinem a umožňují zachycení většího množství vody v mase. Navíc zvyšují

iontovou sílu masa, která vede ke zvýšenému bobtnání svalových vláken a aktivaci bílkovin. Pouze fosforečnaný jsou schopny využít kombinaci všech zmiňovaných účinků, které odůvodňují jejich celosvětové využití [8].

5.1 Využití fosforečnanů v masné výrobě

Fosforečnaný přidávané do masa a masných výrobků musí být vyráběny podle pravidel správné výrobní praxe. Maximální povolený obsah fosforečnanů vyjádřený jako oxid fosforečný P_2O_5 v mase a masných výrobcích je podle evropské legislativy 5g/kg [47]. Použití soli a fosforečnanů je důležité při výrobě masných výrobků vzhledem k pozitivním účinkům na extrahovatelnost myofibrilárních bílkovin a následně pak zvýšení vaznosti, výtěžnosti a zlepšení chuti [17]. Monofosforečnaný jsou obvykle používány k nastavení a vyrovnávání určitých hodnot pH, nicméně jejich účinek na svalové proteiny není ideální, proto nejsou do masných výrobků obvykle aplikovány samostatně. Difosforečnaný jsou považovány za nejvíce funkční skupinu fosforečnanů, především difosforečnan tetrasodný (TSPP), protože ihned působí na aktomyozinový komplex masa a mají vysokou hodnotu pH. Výhodou přídatku TSPP je zejména vyšší schopnost rozpouštění bílkovin ve srovnání s používanými polyfosforečnaný, díky které mají bílkoviny lepší schopnost vázat vodu. Na druhou stranu je však rozpustnost TSPP poměrně nízká. Z tohoto důvodu jsou obvykle přidávány do směsí fosforečnaný s delšími řetězci, například tripolyfosforečnan sodný (STTP) a hexametafosforečnan sodný (SHMP), aby zlepšily a optimalizovaly rozpustnost a funkčnost fosforečnanů přidávaných do různých masných výrobků. Je však požadováno, aby směs fosforečnanů využívaná pro emulgované masné výrobky obsahovala především fosforečnaný s krátkými řetězci k zlepšení vaznosti a stability emulze [47].

Podle Petracci et al. zlepšuje kombinace přísad chloridu sodného a fosforečnanů funkčnost bílkovin. Po oddělení aktinomyozinového komplexu fosforečnaný zvyšuje přídavek chloridu sodného iontovou sílu a zlepšuje se rozpustnost svalových bílkovin. Rozpuštěné bílkoviny pak mají nejen vyšší schopnost imobilizovat velké množství přidané vody, ale také větší schopnost emulgovat velké množství tuku. Synergický účinek fosforečnanů a chloridu sodného pak umožňuje flexibilní produkci, kdy mohou být fosforečnaný využity ve vývoji masných výrobků se sníženým obsahem soli [8].

Roldán et al. ve své studii hodnotili účinek fosforečnanů na fyzikálně chemické a sensorické vlastnosti jehněčího masa upraveného metodou sous-vide a pečením v troubě. Jehněčí maso bylo nastříknuto destilovanou vodou nebo 0,2% a 0,4% roztokem

fosforečnanů v množství 10 % hmotnosti masa. Po injekci se vzorky tepelně upravily metodou sous-vide (12 hodin při 60 °C), nebo pečením v troubě (při 180 °C po dobu do dosažení 73 °C v jádře masa). Byla hodnocena vlhkost, ztráty varem (CL), barva, pH, vaznost, textura a sensorické vlastnosti. Nástřik roztoku fosforečnanů do masa vedl k nižším ztrátám varem po obou typech tepelných úprav. Fosforečnany také byly příčinou zvýšené tvrdosti textury a zvýšení hodnot smykové síly vzorků upravených metodou sous-vide, zatímco tento účinek nebyl tak patrný u pečených vzorků. V důsledku přidavku fosforečnanů došlo ke snížení hodnot tuhosti, současně se zlepšila šťavnatost masa. Podle autorů je tedy injekční aplikace fosforečnanů do masa možnou cestou ke zlepšení sensorických texturních vlastností vařených kusů jehněčího masa [29].

5.1.1 Vliv na barvu

Fernández-López et al. popsali ve své práci vliv fosforečnanů na barvu masa. Se zvyšující se koncentrací fosforečnanů se snižovaly hodnoty světlosti, což může souviset se zvýšenou vazností. Hodnoty podílu červeného a žlutého světla, stejně jako sytost a odstínový úhel neprokázaly významný rozdíl v závislosti na zvyšující se koncentraci fosforečnanů [17].

Roldán et al. popisují vliv přidavku fosforečnanů a typu tepelné úpravy na světlost a hodnoty podílu žlutého světla jehněčího masa. Hodnoty podílu červeného světla byly ovlivněny pouze typem tepelného ošetření. Přídavek fosforečnanů způsobil snížení světlosti vzorků jehněčího masa, což bylo podle autorů pravděpodobně způsobeno účinkem fosforečnanů na zvýšení pH a iontovou sílu a následným bobtnáním myofibrilárních bílkovin, které vyvolalo změnu světelného odrazu tak, že nabobtnalá struktura bílkovin mohla dovolit hlubší proniknutí světla do tkáně vedoucí k tmavšímu vzhledu vzorků jehněčího masa [29].

Sen et al. ve své studii pozorovali barevné a smyslové vlastnosti kuřecí prsní svaloviny ošetřené TSPP a uhličitanem sodným, aplikací těchto látek před zchlazením - ihned po porážce a po chlazení při 4 °C přes noc. Ošetření TSPP a bikarbonátem způsobilo zvýšení pH současně s významnými změnami atributů barvy – pokles hodnot světlosti L^* a vzestup hodnot červenosti a^* ve srovnání s kontrolními vzorky. Přestože ošetření fosforečnanem a bikarbonátem vyvolalo zvýšení hodnot pH u obou skupin vzorků, vyšší hodnoty pH masa byly u vzorků, kterým byly aplikovány tyto látky před zchlazením. Zároveň byl pozorován výraznější vzestup hodnot u vzorků s bikarbonátem ve srovnání se vzorky s TSPP. Rozdíly v působení těchto látek autoři odůvodnili rozdíly v pufraci

kapacitě. Výsledky této studie navrhují injekční ošetření svaloviny TSPP a uhlíčanem sodným post mortem za účelem pozitivního ovlivnění několika fyzikálně-chemických a sensorických vlastností kuřecího masa, přičemž fosforečnany mají menší účinek než bikarbonát [19].

5.1.2 Vliv na pH

Fosforečnany mají schopnost úpravy pH oběma směry [34]. Téměř všechny fosforečnany, stejně jako jejich směsi, které jsou používány v masné výrobě, jsou alkalické fosforečnany a jejich přidavek k mírně kyselému masu vede ke zvýšení pH [47]. Zvyšující efekt na pH má pozitivní vliv na vodovaznost a výtěžnost masných výrobků. Naopak snižující efekt na pH aplikací kyseliny pyrofosforečné má pozitivní vliv především na barvu hotových výrobků [34]. Směsi monofosforečnanů - fosforečnanu monosodného (MSP), fosforečnanu disodného (DSP) a fosforečnanu trisodného (TSP) jsou významnými pufrů. Difosforečnany mohou být také označeny za pufrů, avšak řetězce s více než dvěma atomy fosforu obecně nemají dobré pufráční vlastnosti [47].

Fernández-López et al. ve své studii zjistili, že se zvyšující se koncentrací fosforečnanů stoupala také hodnota pH. Tato studie však ukázala na statisticky významný rozdíl hodnot pH při koncentraci 0,30 % fosforečnanů, oproti hodnotám pH u kontrolního vzorku – 0 % fosforečnanů a u vzorku s 0,15% koncentrací. Autoři připisují tento efekt tvorbě rozpustných sloučenin s polyvalentními ionty. Zvýšení pH však závisí na typu a koncentraci daného fosforečnanu [17].

Roldán et al. ve studii pozorovali významný rozdíl pH tepelně opracovaných vzorků jehněčího masa s přidanými fosforečnany oproti vzorkům bez fosforečnanů. Autoři odůvodnili zvýšení pH tím, že oba přidané fosforečnany, trifosforečnan sodný (STPP) a TSPP, jsou alkalické soli a jejich přidavek k mírně kyselému masu vede ke zvýšení pH. Typ tepelné úpravy významně neovlivnil účinek fosforečnanů na hodnoty pH [29].

Long et al. ve své studii pozorovali vliv vybraných fosforečnanů, přidávaných do drůbežního separovaného masa v koncentraci 0,25 %, na pH vzorků. U vzorků s přídavkem TSP a fosforečnanu tridraselného (TKP) došlo k významnému zvýšení hodnot pH, zatímco u vzorků s přídavkem MSP, difosforečnanu disodného (SAPP) a SHMP bylo naměřeno nižší pH než u kontrolních vzorků bez přídavku fosforečnanů [26].

5.1.3 Vliv na vaznost

Fosforečnany zvyšují vaznost vody štěpením aktomyozinových vazeb, čímž se usnadňuje bobtnání sítě filament [25]. Polyfosforečnany nemají samy schopnost vázat vodu, ale přispívají k aktivaci myofibrilárních bílkovin a k celkové stabilizaci hotových masných výrobků [34]. Alkalické fosforečnany zvyšují vaznost vody svalových bílkovin zvýšením pH a disociací některých aktomyozinových vazeb, vytvořených během stadia rigor mortis. Fosforečnany poskytnou záporný náboj svalovým proteinům a způsobí zvýšení odpudivých sil a zvětšení prostoru pro molekuly vody, čímž je zvýšena vaznost [22].

Ve studii autorů Fernández-López et al. byl potvrzen očekávaný vliv přídatku fosforečnanů na vaznost, kdy se vaznost zvyšovala se zvyšující se koncentrací fosforečnanů. Mnoho autorů ve svých pracích již popsalo zadržetí vody vyvolané přídatkem fosforečnanů během zpracování. Přesné mechanismy, kterými alkalické fosforečnany a polyfosforečnany zvětšují hydrataci masa, však podle autorů nejsou dosud zcela jasně pochopeny. Mohou zahrnovat účinky na pH, iontovou sílu a specifické interakce fosforečnanových aniontů s dvojmocnými kationty a svalovými bílkovinami. Účinek fosforečnanů na vaznost vody však závisí na typu fosforečnanu, použitém množství a na specifických vlastnostech daného masného výrobku [17].

Ve studii Roldán et al. byl popsán účinek interakce mezi typem tepelné úpravy a množstvím přidaných fosforečnanů. Ztráta hmotnosti po tepelné úpravě (CL) jehněčího masa byla významně ovlivněna jak přídatkem fosforečnanů, tak i metodou tepelné úpravy. Vzorky upravované metodou sous-vide ukazyvaly se stoupajícím množstvím přidaných fosforečnanů také rostoucí hodnoty vlhkosti, zatímco vlhkost vzorků pečených v troubě nebyla ovlivněna přídatkem fosforečnanů. Přídatkem fosforečnanů v této studii překvapivě neměl významný účinek na vaznost vody, vaznost však byla ovlivněna typem tepelného ošetření. Snížení ztrát hmotnosti tepelnou úpravou vzorků s nástřikem fosforečnanů bylo pravděpodobně účinkem fosforečnanů na pH masa. Podle této studie podporují fosforečnany depolymerizaci vláken myozinu, oslabení vazeb směřuje k disociaci aktomyozinů, aby byla umožněna rozpínatost vláken k zadržetí většího množství přidané vody. Přídatkem fosforečnanů se snížily ztráty po tepelné úpravě až o 70 % po tepelném ošetření metodou sous-vide, u vzorků pečených v troubě o 35 % [29].

Ruusunen et al. pozorovali významné snížení ztrát po tepelné úpravě (CL) při použití fosforečnanů v mletých masových placičkách. Tento účinek byl nejvýznamnější u vzorků

s vysokým obsahem tuku a nízkým obsahem sodíku. Přídavek fosforečnanů také zajistil zvýšení pH produktu a stejnou pevnost u vzorků s nižším obsahem soli ve srovnání se vzorky s vyšším obsahem soli bez fosforečnanů [41].

5.1.4 Vliv na texturu

Long et al. ve své studii pozorovali vliv vybraných fosforečnanů, přidávaných do drůbežního separovaného masa v koncentraci 0,25 %, na texturní vlastnosti vzorků. Po přidavku fosforečnanu trisodného (TSP), difosforečnanu tetrasodného (TSPP), hexametrafosforečnanu sodného (SHMP), trifosforečnanu sodného (STPP), fosforečnanu tridraselného (TKP) a difosforečnanu tetradraselného (TKPP) se změnilы hodnoty tvrdosti tepelně opracovaných vzorků, zatímco u vzorků s přidavkem TSP, STPP, TKP a trifosforečnanu draselného (KTPP) došlo k významnému snížení hodnot koheze - soudržnosti, ve srovnání s kontrolními vzorky bez přidavku fosforečnanů. Vzorky s fosforečnanem s jedním, dvěma a třemi atomy fosforu v molekule mají nižší relativní tvrdost a relativní soudržnost ve srovnání s kontrolními vzorky. Jedinou výjimkou byly vzorky s přidavkem SAPP, kde byly naměřeny vyšší hodnoty tvrdosti, což mohlo být dle autorů způsobeno nízkou hodnotou pH vzorku blízkou izoelektrickému bodu bílkovin. Podobný trend byl pozorován i u vzorků s přidavkem MSP a SHMP, kdy navzdory nízkým hodnotám pH bylo pozorováno mírné snížení hodnot tvrdosti. Studie znázorňuje celkově pozitivní efekt přidavku fosforečnanů na texturu drůbežního separátu [26].

5.2 Zdravotní účinek fosforečnanů

Petracci et al. popisují, že v posledních letech některé evropské země zaznamenaly výrazný pokles využití fosforečnanů, kvůli negativnímu vnímání tohoto aditiva spotřebiteli. Jisté studie poukazují na tvorbu nerozpustných solí fosforečnanů s vápníkem, železem a jinými ionty kovů, které mají za následek snížení absorpce těchto minerálních látek střevem, která by mohla vést ke zvýšenému riziku onemocnění kostí. Vysoký příjem fosforu stravou se také podílí na zvýšeném riziku chronického onemocnění ledvin. Z těchto důvodů vznikl zájem o náhradu fosforečnanů přírodními látkami. Fosforečnany jsou však považovány za hlavní aditiva využívaná pro zlepšení vaznosti, výnosu a kvality masa, proto je nyní velkou výzvou pro masný průmysl objevit přísady, které by měly ekvivalentní funkčnost a umožnily by redukcii používaného množství, popřípadě přísady, které by dokázaly fosforečnany v masných výrobcích zcela nahradit [8].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Tento výzkum je zaměřen na sledování účinku vybraných látek, které jsou dnes běžnou součástí většiny masných výrobků. Cílem této práce bylo pozorovat vliv měnící se koncentrace vybraných solí fosforečnanů a NaCl na technologické vlastnosti drůbežích jemně mletých masných výrobků. Podcílem studie bylo především získat znalosti o existenci rozdílného působení kationtů a aniontů daných solí fosforečnanů v kombinaci s NaCl. Pro splnění těchto cílů byl realizován dvoufaktorový tříúrovňový experiment, kdy faktory byly NaCl a fosforečnan a úrovněmi tři koncentrace těchto látek. Technologické vlastnosti zaznamenávané během této studie byly vaznost vody, ztráty vařením, pH a texturní parametry jako tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Experimentální část této diplomové práce byla provedena v období od začátku února do konce března 2015 a zaznamenává měření vlastností masných výrobků ovlivněných fosforečnany a NaCl. Práce popisuje společné působení těchto látek při kombinaci vybraných koncentrací, přičemž snahou je zajistit optimální dávkování NaCl a fosforečnanů používaných v masné výrobě, jejichž nadměrný příjem není ze zdravotního hlediska hodnocen kladně, avšak technologické účinky těchto látek jsou v masné výrobě stále klíčové.

7 METODIKA PRÁCE

7.1 Materiál a metody

Surovinou pro výrobu vzorků tohoto experimentu byla kuřecí prsní svalovina zakoupená u společnosti Raciola Uherský Brod, s.r.o., dále vybrané fosforečnany dodávané společností Fosfa a.s. Břeclav, NaCl od výrobce Ing. Petr Švec – PENTA s.r.o., chlazená pitná voda z veřejné vodovodní sítě a šupinkový led vyrobený ve výrobníku ledové drtě NTF SLF 190 W (Nuove Tecnologie Del Freddo, Itálie) z vody stejného původu. Pro účel následujícího textu se pod % rozumí hmotnostní procenta. Surovinová skladba byla vypočítána tak, aby konečný výrobek obsahoval 23 % sušiny. Sušina kuřecí prsní svaloviny byla experimentálně stanovena v laboratorních podmínkách metodou sušení při 105 °C do konstantní hmotnosti vzorků. Průměrná hodnota sušiny kuřecí prsní svaloviny byla 22,98 %. Chlazená prsní svalovina bez kůže byla po dodání zkontrolována a případně očištěna od viditelné tukové a vazivové tkáně. Maso bylo rozmělněno pomocí univerzálního kuchyňského robotu SPAR SP s příslušenstvím – mlýnek na maso SPAR (Spar Food Machinery Mfg.CO. Ltd, Taiwan) a po zabalení na vakuové baličce Henkelman Mini Jumbo (Henkelman, Holandsko) bylo maso skladováno při mrazírenských teplotách.

7.1.1 Výroba masného výrobku

Každý den před experimentem bylo potřebné množství mēlněné kuřecí svaloviny přemístěno z mrazničky do chladničky, aby došlo k rozmražení masa. V den experimentu bylo maso vybaleno z obalů a krájeno pomocí kuchyňského nože na kousky tvaru kostek o přibližných rozměrech 2 x 2 x 2 cm. Z takto připravené suroviny bylo naváženo potřebné množství masa pro jednotlivé vzorky dle předem přichystané receptury. Naváženy byly také ostatní suroviny výrobku. K vážení hmotnosti surovin i jednotlivých vzorků byly během celého experimentu používány váhy KERN 2000-2N (Kern & Sohn GmbH, Německo). Dílo bylo vyrobeno kutrováním v přístroji Vorwerk Thermomix TM 31 (Vorwerk, Německo) z přichystaných surovin. Nejdříve byly do nádoby kutru vloženy kousky kuřecí prsní svaloviny, které byly rozmělněny. Následně byly k rozkutrovanému masu přidány zbylé suroviny dle surovinové skladby - daný fosforečnan a/nebo NaCl. Voda spolu s šupinkovým ledem byla přidávána postupně během kutrování. Teplota díla během kutrování nesměla přesáhnout 12 °C, proto probíhalo pravidelné měření teploty díla

pomocí digitálního vpichového teploměru COMET C3121 (Comet System, s.r.o., Česká republika). Následujícím krokem bylo plnění díla do čtyř nádob, z nichž 3 nádoby byly podrobeny ošetření ve vakuu za účelem snížení výskytu vzduchových kaveren, které mohou negativně ovlivnit analýzu vzorků. Uzavřené a označené nádoby byly podrobeny tepelnému ošetření v konvektomatu Rational SCC WE 61 (Rational, Německo), které po dosažení teploty 70 °C v jádře výrobku trvalo 10 minut. Teplota záhřevu byla zaznamenávána teploměrem, který je součástí konvektomatu a jehož sonda byla vpíchnuta přes otvor víčka do kontrolního vzorku. Po tepelném zákroku byly všechny vzorky vloženy na 30 minut do nádob naplněných ledem, aby došlo k dokonalému a rychlému zchlazení výrobků. Dvě nádoby s vychlazenými vzorky, určené k analýze textury a pH, byly následně uloženy v chladničce, kde byly následujících 7 dní skladovány při teplotě 4 °C. Třetí nádoba sloužila ke stanovení vaznosti vody (WHC) ihned po zchlazení. Čtvrtá nádoba, naplněná minimálně 50 g syrového díla, byla určena ke stanovení ztrát vařením (CL).

7.1.2 Měření ztrát vařením

Postup stanovení ztrát vařením (CL) byl proveden podle metody Villamonte et al. [48]. Z díla každé sklenice, určené k zjištění CL, bylo naváženo pět vzorků, jejichž hmotnost před záhřevem odpovídala rozmezí 9,5 – 10,5 g. Tyto vzorky byly naváženy na síťový čtverec, jehož oka měla rozměr 1 x 1 mm. Síť s naváženými vzorky pak byly vloženy do sklenic a přichyceny víkem TWIST – OFF. Vzorek se nesměl dotýkat víka ani dna či stěn sklenice. Takto připravené vzorky byly spolu s kontrolním vzorkem pro sondu teploměru tepelně ošetřeny v konvektomatu působením teploty 70 °C v jádře vzorku po dobu 10 minut. Během záhřevu došlo k zachycení uvolněného kapalného podílu. Po vychlazení byly vařené vzorky opatrně sejmuty ze sítě. Jejich povrch byl jemně osušen papírovou utěrkou k odstranění povrchové masové šťávy, která ze vzorků nestihla dokonale okapat. Následně byly vzorky opět zváženy. Ztráta vařením byla vypočítána z hmotnosti vzorků před záhřevem a po záhřevu podle uvedeného vzorce.

$$CL = \frac{m_1 - m_2}{m_1}$$

Kde: m_1 – hmotnost vzorku před záhřevem [g]

m_2 – hmotnost vzorku po záhřevu [g]

7.1.3 Měření vaznosti vody

Postup stanovení vaznosti vody (WHC) byl proveden podle metody Villamonte et al. [48]. Hodnota WHC byla stanovena po tepelném opracování vzorků a jejich vychlazení. Vzorky byly vyjmuty z nádob a nakrájeny na přibližně stejné kousky tvaru hranolu. Na dno plastové zkumavky byla nejdříve vložena obvazová vata, jejíž funkcí je vysoká savost oddělené masné šťávy. Dále byl do zkumavky vložen kornout vytvořený ze dvou vrstev filtračního papíru o poréznosti 5 μm . Nakonec byl do kornoutu filtračního papíru vložen zvážený vzorek. Zkumavky byly vloženy do centrifugy EBA 21 (Hettich Zentrifugen, Německo) a centrifugovány při 6000 ot./min po dobu 17 minut. Během centrifugace došlo působením odstředivé síly k oddělení části masné šťávy od vzorku. Po centrifugaci byl vzorek vyjmut z filtračního papíru a opět zvážen. Pro stanovení WHC je nutné vypočítat hmotnostní zlomek odlučitelného podílu vlivem odstředivé síly, který se vynásobí vlhkostí vzorku. Tato hodnota je poté odečtena od hodnoty 1 a tím se získá hodnota vaznosti vzorku po tepelném opracování.

$$WHC = 1 - \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times X \right)$$

Kde: m_1 – hmotnost vzorku před centrifugací [g]

m_2 – hmotnost vzorku po centrifugaci [g]

X – vlhkost vzorku [%]

Pozn.: Vlhkost vzorků byla experimentálně stanovena na $77,02 \pm 1,16$ %.

7.1.4 Měření texturních parametrů

Dvě nádoby s výrobky, které byly po tepelném ošetření skladovány v chladničce při 4 °C po dobu 7 dní, byly použity pro analýzu textury a měření pH. Po vyjmutí výrobků z nádob se z jejich střední části pomocí dutého nerezového válce, jehož průměr je 35 mm, vykrojil válec. Následně byl tento válec masného výrobku rozkrojen pomocí strunového kráječe na rovnoměrné plátky. Tři středové plátky byly použity pro texturní analýzu, dva okrajové díly byly z hodnocení vyřazeny. Měření texturních parametrů probíhalo na texturometru TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Velká Británie). K měření tvrdosti, tuhosti, kohezivnosti a gumovitosti byla použita kruhová sonda o průměru 100 mm. Rychlost pohybu sondy byla nastavena na 2 mm/s. K vyhodnocení výsledků bylo využito programu Exponent Lite verze 4.0.13.0.

7.1.5 Měření pH

Zbylé části masných výrobků po vykrojení jejich středové části pro analýzu textury dále sloužily k měření pH. K tomuto kroku byl v této studii používán vpichový pH metr Hanna Instruments (HI2020-02 Multimetr edge) s příslušenstvím pro měření pH. Měření probíhalo vpichem sondy do výrobku tak, že celá sonda měřící elektrody musela být ponořena do vzorku. V každém z výrobků určených k analýze hodnot pH bylo měření provedeno na čtyřech různých místech.

7.2 Chlorid sodný a fosforečnany

Byl proveden dvoufaktorový tříúrovňový experiment, kdy faktory byly NaCl a fosforečnan a úrovněmi tři koncentrace těchto látek v různých kombinacích. Číselné označení vzorků využívané v této práci a jednotlivé poměry koncentrací NaCl a fosforečnanu, které byly aplikovány do mělněných masných výrobků, jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 2: Označení koncentrací NaCl a fosforečnanů

Označení vzorku	NaCl [%]	Fosforečnan [% P ₂ O ₅]
0/0	0	0
0/0,25	0	0,25
0/0,45	0	0,45
1/0	1,00	0
1/0,25	1,00	0,25
1/0,45	1,00	0,45
2/0	2,00	0
2/0,25	2,00	0,25
2/0,45	2,00	0,45

Byl pozorován zejména účinek přidavku samostatných látek a účinek jejich kombinací v různých koncentracích na vlastnosti masných výrobků – ztráty vařením, vaznost vody, pH a texturní vlastnosti – tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Pro srovnání experimentů se dvěma rozdílnými fosforečnany bylo pozorováno rozdílné působení kationtů a aniontů daných solí fosforečnanů v kombinaci s NaCl. Pro sledování vlivu kationtů Na⁺ a K⁺ a aniontů PO₄³⁻ a P₂O₇⁴⁻ na vlastnosti mělněných masných výrobků byly v této studii zvoleny fosforečnany Na₃PO₄ (TSP), K₃PO₄ (TKP), Na₄P₂O₇ (TSPP) a K₄P₂O₇ (TKPP).

8 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ

Statistická analýza dat experimentu byla provedena v programu Microsoft Excel. Pomocí tohoto tabulkového procesoru byly vypočítány průměrné hodnoty a směrodatné odchyly měření, ze kterých byly následně vytvořeny tabulky a grafická znázornění závislosti jednotlivých vlastností masných výrobků na koncentraci NaCl a fosforečnanů obsažených v těchto výrobcích.

K vyloučení odlehlých hodnot z naměřených dat byly jednotlivé soubory hodnot podrobeny Grubbsovu testu. Tento test spočívá ve vyloučení extrémních hodnot na základě vypočítaného testovacího kritéria. Prvním krokem je vzestupné seřazení všech hodnot souboru, ze kterých je následně vypočítán aritmetický průměr a směrodatná odchylnka. Poté je vypočítáno testovací kritérium pro první a poslední hodnotu řady dosazením hodnot do vztahů:

$$T_1 = \frac{\bar{x} - x_1}{s}$$

$$T_n = \frac{x_n - \bar{x}}{s}$$

Kde: T - testovací kritérium (1 – nejmenší hodnota, n - největší hodnota souboru)

x - naměřená hodnota (1 – nejmenší hodnota, n - největší hodnota souboru)

\bar{x} - aritmetický průměr ze všech hodnot souboru

s - směrodatná odchylnka ze všech hodnot souboru

Vypočtené testovací kritérium je porovnáno s tabelovanou kritickou hodnotou pro příslušné n výběrového souboru a zvolenou statistickou významnost α .

Pokud $T_1(n, \alpha) > T_{\text{krit}}$ první (poslední) hodnotu řady vyloučíme ze souboru a musíme vypočítat nový průměr a směrodatnou odchylnku již bez této extrémní hodnoty.

Pokud $T_1(n, \alpha) \leq T_{\text{krit}}$ první (poslední) hodnota řady patří do souboru a vyloučit ji nemůžeme, protože není extrémní hodnotou [49].

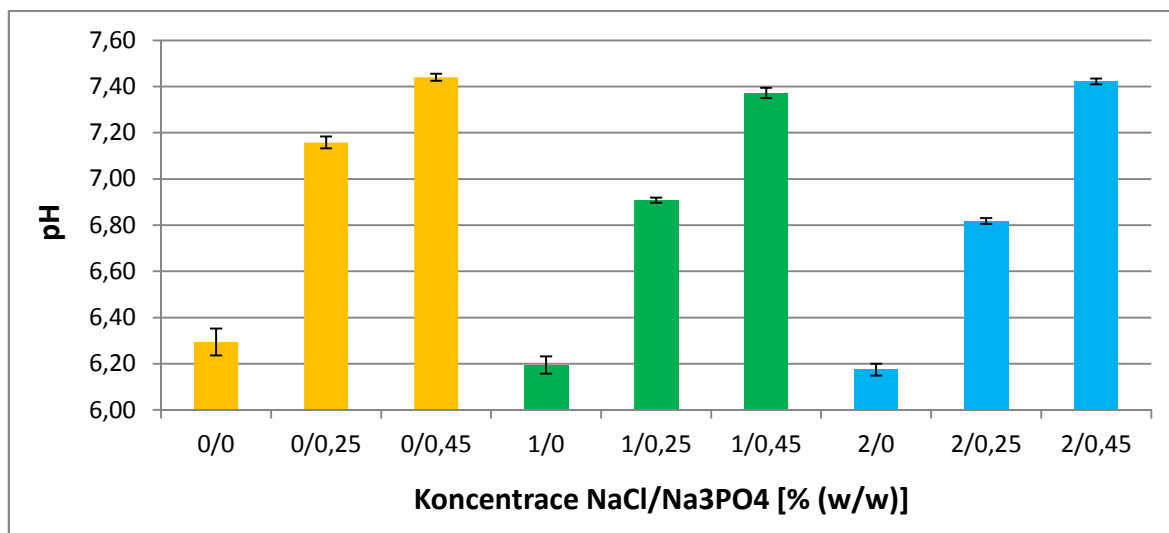
9 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou uvedeny výsledky měření masných výrobků, které byly připraveny v rámci experimentů se čtyřmi fosforečnany Na_3PO_4 (TSP), K_3PO_4 (TKP), $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (TSPP) a $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (TKPP) v kombinaci s NaCl. Fosforečnany byly do masných výrobků přidávány v koncentracích 0; 0,25; 0,45 % P_2O_5 a chlorid sodný byl přidáván v koncentracích 0; 1 a 2 %. Součástí kapitoly jsou ale také výsledky, které srovnávají dva experimenty s rozdílnými fosforečnany, kdy je popsáno zejména rozdílné působení sodných/draselných kationtů a fosforečnanových/difosforečnanových aniontů jednotlivých solí fosforečnanů spolu s účinkem NaCl. Pro hodnoty koncentrací 0/0, 1/0 a 2/0 byl vypočítán celkový průměr z hodnot všech 4 experimentů. V grafickém zobrazení vlastností masných výrobků jsou pro lepší přehlednost barevně rozlišeny vzorky s odlišným obsahem NaCl.

9.1 Fosforečnan sodný (TSP)

9.1.1 Vliv přídavku NaCl a TSP na pH

Všechny průměrné hodnoty pH jsou uvedeny v příloze P I (tabulka 3). Graf č. 1 popisuje závislost pH na koncentraci NaCl a TSP.



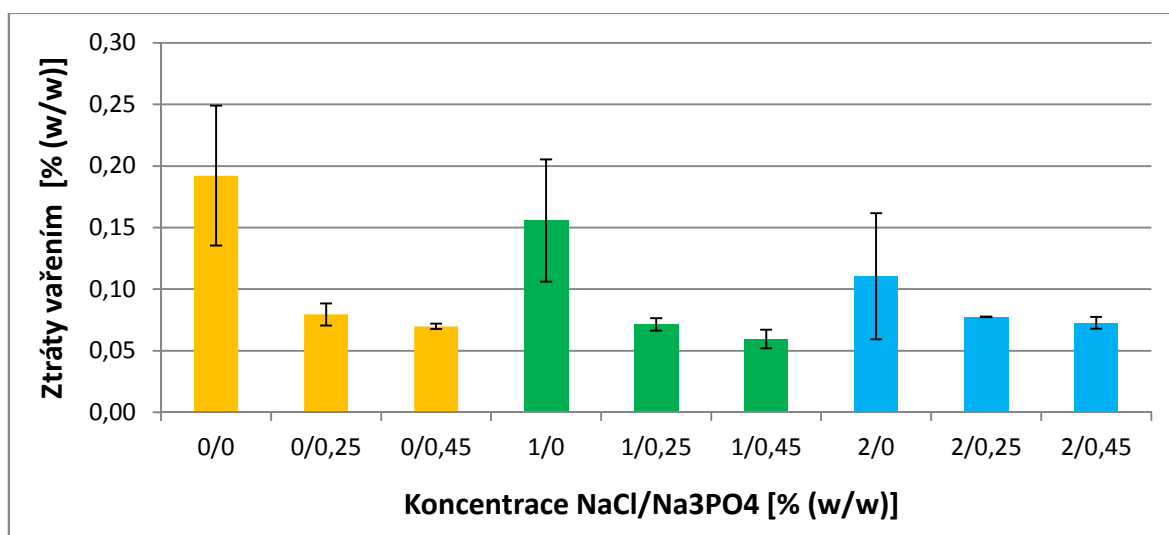
Graf č. 1: Závislost pH na koncentraci NaCl a TSP

Hodnota pH u vzorků bez přídavku NaCl a TSP činí 6,29. Samostatný přídavek NaCl způsobil mírné snížení průměrné hodnoty pH. U vzorků s rostoucí koncentrací TSP můžeme pozorovat zvýšení hodnot pH, kdy u koncentrace 0,45 % TSP je dosaženo

nejvyšší hodnoty pH 7,44. U vzorků s koncentrací TSP 0,25 % a zvyšujícím se přidavkem NaCl lze pozorovat snižování pH v porovnání se vzorky bez přidavku NaCl. U vzorků s koncentrací TSP 0,45 % nebylo pozorováno tak významné ovlivnění hodnot pH po přidavku NaCl. Přestože je u těchto vzorků pozorován větší pokles pH v případě přidavku 1 % soli než u vzorků s 2% koncentrací NaCl ve srovnání se vzorky bez NaCl, průměrná hodnota pH po přidavku NaCl ke vzorkům s 0,45% koncentrací TSP je velmi podobná.

9.1.2 Vliv přidavku NaCl a TSP na ztráty vařením

Všechny průměrné hodnoty ztrát vařením jsou uvedeny v příloze P I (tabulka 4). V grafu č. 2 je zobrazena závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TSP.



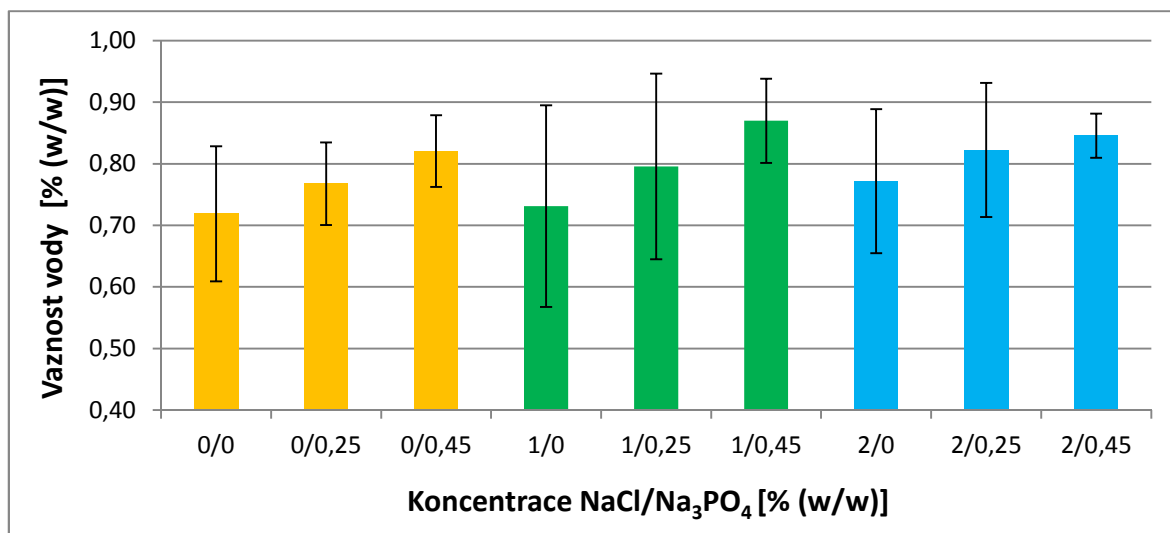
Graf č. 2: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TSP

Z grafu závislosti ztrát vařením na koncentraci NaCl a TSP je patrné, že nejvyšší hodnoty ztrát vařením jsou u vzorku bez přidavku NaCl a fosforečnanu, kdy pokles hmotnosti vzorků po tepelném opracování činil 19,22 %. Přídavek obou látek ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích byl příčinou snížení hodnot ztrát vařením. Se vzrůstající koncentrací NaCl došlo k poklesu ztrát vařením. Mnohem nižší ztráty vařením jsou však pozorovány u vzorků se samostatným přidavkem TSP, kdy jsou průměrné hodnoty CL vzorků o více než 1/2 nižší, než hodnota CL u kontrolního vzorku s nulovou koncentrací NaCl a TSP. Tento pokles byl mírně podpořen přidavkem NaCl, avšak přidavek 2 % NaCl do vzorků s 0,45 % fosforečnanu způsobil naopak mírné zvýšení hodnot CL v porovnání se vzorky se stejným obsahem TSP bez přidané soli. Nejnižší hodnoty ztrát vařením jsou

pozorovány u vzorku s obsahem NaCl 1 % a obsahem TSP 0,45 %. I přes popsané změny ale nelze označit účinek přidaného NaCl ke vzorkům s TSP jako výrazný.

9.1.3 Vliv přídavku NaCl a TSP na vaznost vody

Všechny průměrné hodnoty vaznosti vody jsou uvedeny v příloze P I (tabulka 4). V grafu č. 3 jsou vyneseny hodnoty závislosti vaznosti vody na koncentraci NaCl a TSP.

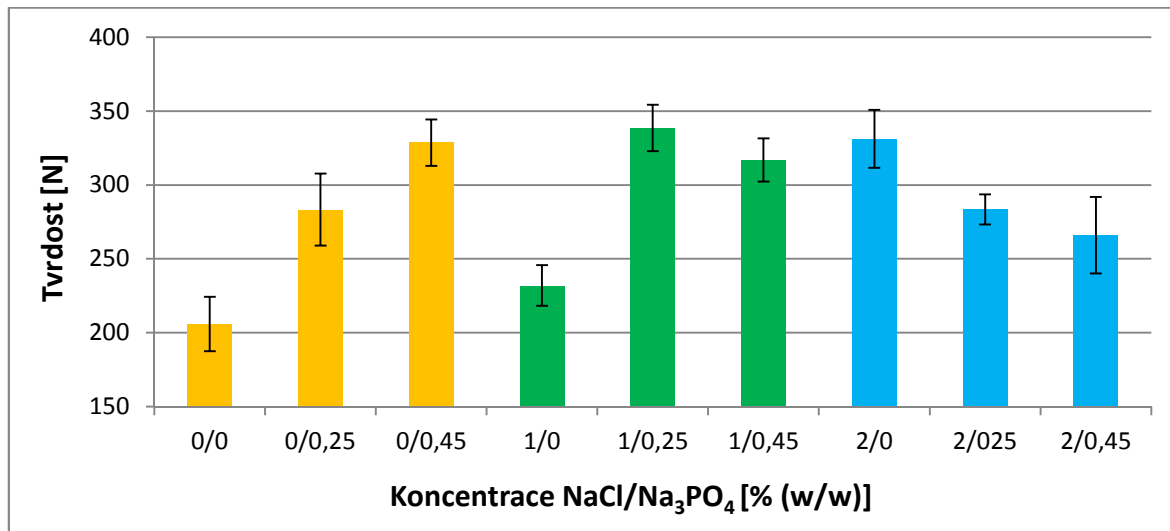


Graf č. 3: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl a TSP

Z grafu závislosti vaznosti vody výrobku na koncentraci NaCl a TSP vyplývá, že nejnižší vaznost mají vzorky bez přídavku NaCl a TSP. Lze říci, že přídavek NaCl způsobuje mírný nárůst hodnot vaznosti. V grafu jsou však výraznější rostoucí hodnoty vaznosti vody u vzorků s přídavkem fosforečnanu TSP. Přídavek NaCl podpořil další nárůst hodnot vaznosti vody u vzorků s TSP, nicméně u vzorků s 2% koncentrací NaCl a 0,45% TSP je průměrná hodnota vaznosti nižší, než u vzorků se stejnou koncentrací TSP a obsahem NaCl 1 %, u nichž dosahuje vaznost nejvyšší hodnoty 86,97 %.

9.1.4 Vliv přídavku NaCl a TSP na tvrdost

Průměrné hodnoty měření tvrdosti jsou uvedeny v příloze P I (tabulka 5). Znárodnění závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TSP je uvedeno v grafu č. 4.

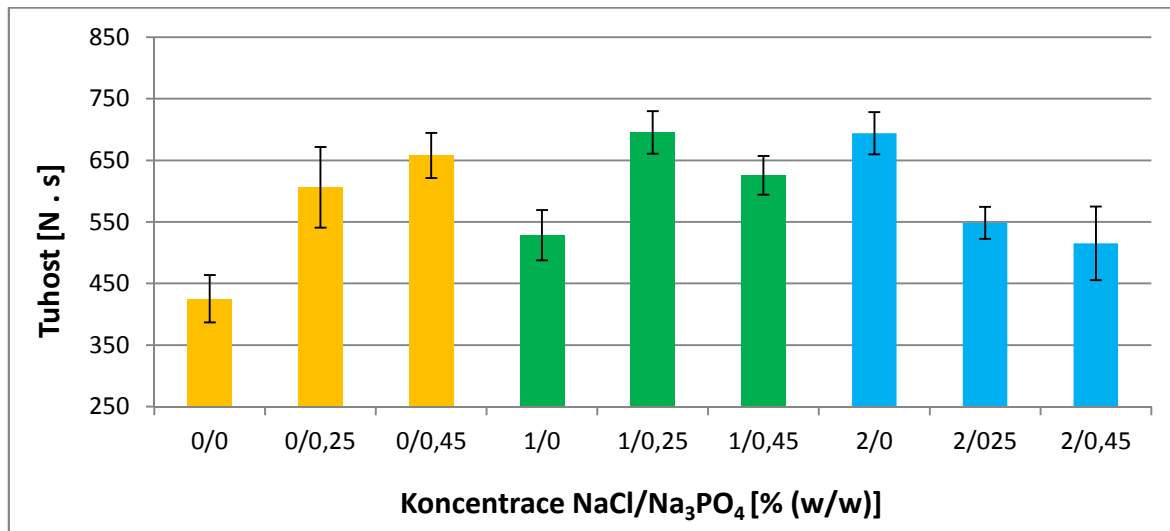


Graf č. 4: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl a TSP

Graf závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TSP ukazuje, že nejnižší průměrnou hodnotu tvrdosti 205,93 N vykazuje kontrolní vzorek bez přidaných látek. Přídavek NaCl a TSP je ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích příčinou zvýšení průměrných hodnot tvrdosti ve srovnání s tvrdostí kontrolního vzorku. Vzorky s rostoucím obsahem NaCl vykazují rostoucí hodnoty tvrdosti v porovnání s tvrdostí vzorku bez přidané soli a fosforečnanu. Vzorky s obsahem 1 % NaCl vykazují pouze mírné zvýšení průměrné hodnoty tvrdosti, avšak 2% obsah NaCl je příčinou prudkého vzestupu hodnot tvrdosti. Rostoucí hodnoty tvrdosti vykazovaly také vzorky s rostoucí koncentrací TSP. U vzorků s koncentrací 0,25 % TSP způsobil 1% přídavek NaCl nárůst tvrdosti. V tomto případě bylo dosaženo nejvyšší hodnoty tvrdosti 338,52 N. Je však pozoruhodné, že vyšší koncentrace přidaného NaCl v množství 2 % ke vzorku s 0,25% obsahem TSP hodnotu tvrdosti v porovnání se vzorkem bez soli neovlivnil. U vzorků s 0,45% obsahem TSP bylo po přídavku NaCl pozorováno snižování hodnot tvrdosti v závislosti na koncentraci.

9.1.5 Vliv přídavku NaCl a TSP na tuhost

Průměrné hodnoty měření tuhosti jsou uvedeny v příloze P I (tabulka 5). Znárodnění závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TSP je uvedeno v grafu č. 5.

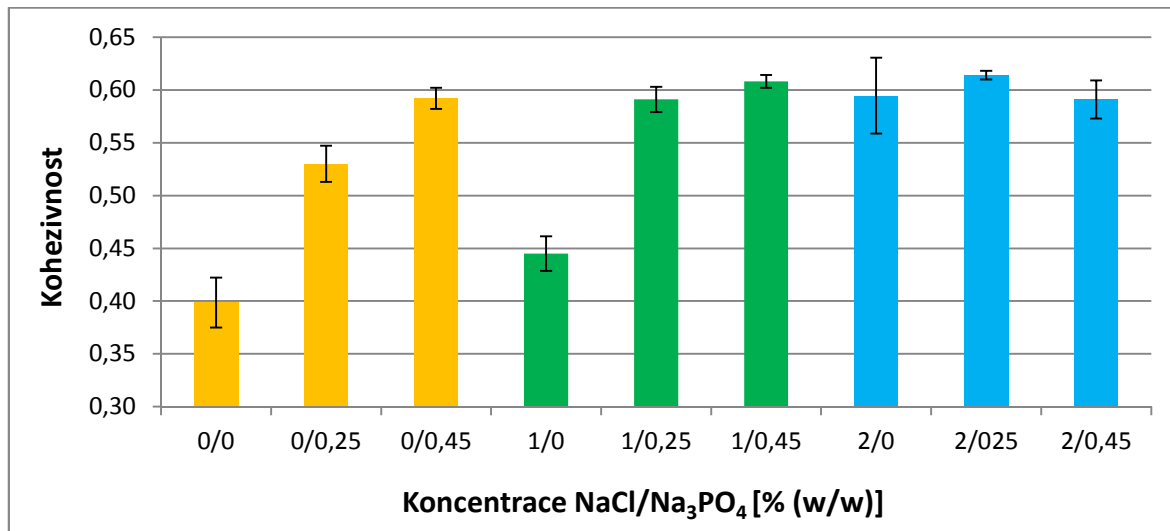


Graf č. 5: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl a TSP

Z grafu závislosti tuhosti na koncentraci NaCl a TSP je zřejmé, že přídavek NaCl a TSP ve všech sledovaných koncentracích a kombinacích způsobil zvýšení hodnot tuhosti oproti kontrolnímu vzorku s nulovou koncentrací těchto látek. V grafu lze pozorovat zřetelný nárůst hodnot tuhosti v souvislosti s rostoucím obsahem NaCl ve vzorku. Nárůst hodnot tuhosti lze sledovat také u vzorků s rostoucím obsahem TSP. Tento nárůst byl podpořen u vzorků s 0,25% obsahem TSP přídavkem NaCl v koncentraci 1 %, kdy u této koncentrace byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota tuhosti, která však nebyla podstatně odlišná od hodnoty tuhosti vzorků s 2% obsahem NaCl. Naopak u vzorků s 0,45% obsahem TSP způsobil přídavek 1 % NaCl snížení hodnot tuhosti. U obou vzorků s přídavkem TSP a NaCl v koncentraci 2 % lze pozorovat pokles hodnot tuhosti ve srovnání s tuhostí vzorků s odpovídajícím obsahem TSP bez přídavku soli.

9.1.6 Vliv přídavku NaCl a TSP na kohezivnost

Všechny průměrné hodnoty kohezivnosti jsou uvedeny v příloze P I (tabulka 6). V grafu č. 6 jsou vyneseny hodnoty závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TSP.

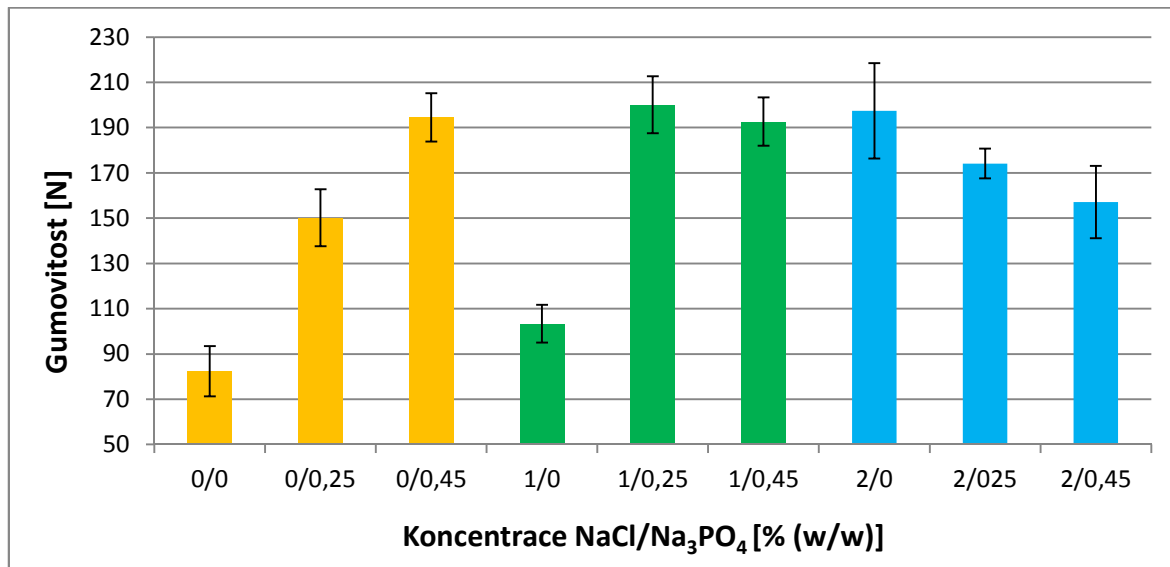


Graf č. 6: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl a TSP

Z grafu závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TSP je zřejmé, že přídavek NaCl a TSP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích způsobil zvýšení hodnot kohezivnosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, u kterého byla nejnižší průměrná hodnota kohezivnosti 0,40. Lze pozorovat zvyšující se hodnoty kohezivnosti s rostoucí koncentrací NaCl i TSP, přičemž přídavek 0,25 % TSP zvýšil kohezivnost mnohem výrazněji než 1% přídavek NaCl, avšak přídavek 0,45 % TSP způsobil zvýšení kohezivnosti na stejnou průměrnou hodnotu, jako přídavek 2 % NaCl. Přídavek NaCl ke vzorkům s 0,25 % TSP podpořil vzestup hodnot kohezivnosti a vzorky s 2% obsahem NaCl a 0,25% obsahem TSP vykazovaly nejvyšší průměrnou hodnotu kohezivnosti 0,61. Přestože přídavek 1 % NaCl k vzorku s 0,45% obsahem TSP způsobil mírný vzestup průměrné hodnoty kohezivnosti v porovnání se vzorkem bez NaCl, lze říci, že přídavek NaCl ke vzorkům s 0,45 % TSP hodnotu kohezivnosti výrazně neovlivnil.

9.1.7 Vliv přídavku NaCl a TSP na gumovitost

Průměrné hodnoty gumovitosti jsou uvedeny v příloze P I (tabulka 6). V grafu č. 7 jsou vyneseny hodnoty závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TSP.



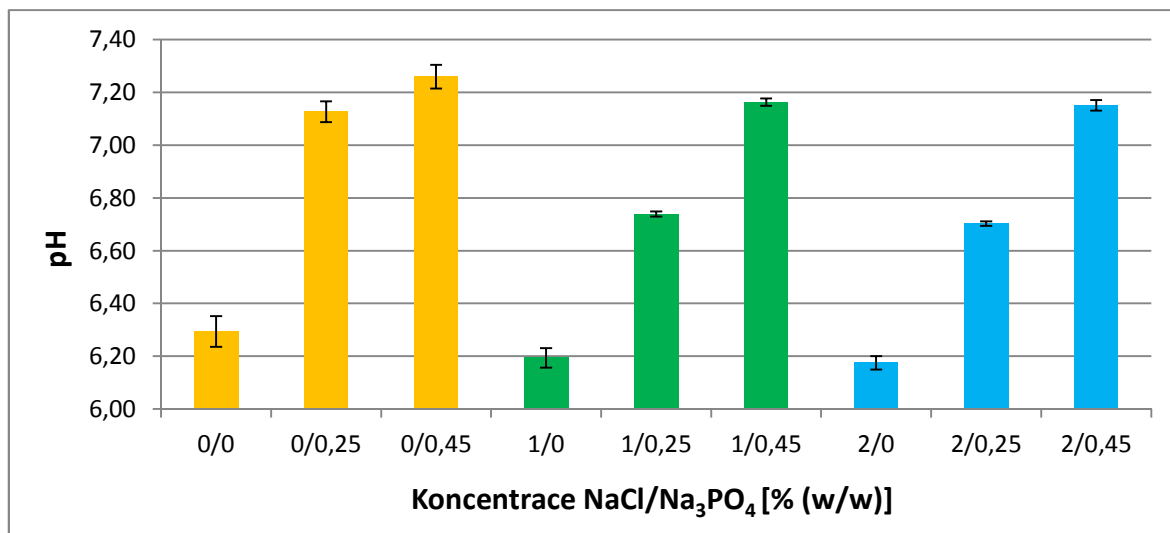
Graf č. 7: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl a TSP

Z grafu závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TSP je zřejmé, že přídavek NaCl a TSP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal zvýšení hodnot gumovitosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, který vykazoval nejnižší průměrnou hodnotu gumovitosti 82,35 N. Lze pozorovat vzestup hodnot gumovitosti v závislosti na zvyšující se koncentraci NaCl, přičemž rozdíl gumovitosti mezi koncentracemi 0 a 1 % NaCl není tak významný, jako prudké zvýšení gumovitosti u vzorků s 2% obsahem soli. Z grafu je patrné, že hodnoty gumovitosti také stoupají se zvyšující se koncentrací TSP. U vzorků s 0,25% obsahem TSP je nárůst gumovitosti významně podpořen přídavkem NaCl, přičemž vyšší nárůst gumovitosti lze pozorovat po přídavku 1 % NaCl než u vzorku s vyšším přídavkem soli. Tento vzorek dosahuje nejvyšší průměrné hodnoty gumovitosti 200,12 N. Rostoucí podíl soli ve vzorcích s 0,45% koncentrací TSP vyvolává naopak pokles hodnot gumovitosti, který u vzorků s 1 % NaCl není tak zřetelný jako u vzorků s 2 % NaCl. Mírné snížení hodnot gumovitosti lze pozorovat u vzorků s 2% koncentrací NaCl po přídavku TSP.

9.2 Fosforečnan draselný (TKP)

9.2.1 Vliv přidavku NaCl a TKP na pH

Všechny průměrné hodnoty pH jsou uvedeny v příloze P II (tabulka 7). Graf č. 8 popisuje závislost pH na koncentraci NaCl a TKP.

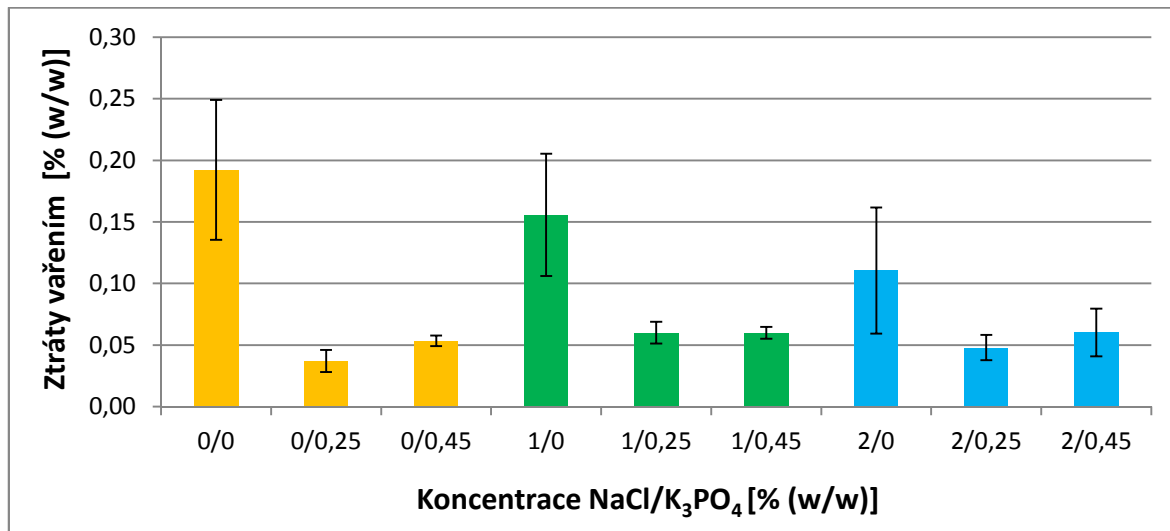


Graf č. 8: Závislost pH na koncentraci NaCl a TKP

Hodnota pH u vzorků bez přidavku NaCl a TSP činí 6,29. Samostatný přídavek NaCl způsobil mírné snížení průměrné hodnoty pH. U vzorků s rostoucí koncentrací TKP můžeme pozorovat zvýšení hodnot pH, kdy u koncentrace 0,45 % TKP je dosaženo nejvyšší hodnoty pH 7,26. U obou vzorků s koncentrací TKP 0,25 % a přidavkem NaCl lze pozorovat snížení pH o 0,40 jednotek v porovnání se vzorky bez přidavku NaCl. U vzorků s koncentrací TSP 0,45 % bylo pozorováno méně významné snížení hodnot pH po přidavku NaCl, pokles pH byl v tomto případě u obou vzorků o jednu desetinu jednotky pH. Lze tedy říci, že přídavek NaCl k 0,45 % TKP hodnotu pH neovlivnil tak významně, jako přídavek NaCl ke vzorkům s 0,25 % TKP, přičemž nebyla pozorována závislost na koncentraci přidaného NaCl.

9.2.2 Vliv přidavku NaCl a TKP na ztráty vařením

Všechny průměrné hodnoty ztrát vařením jsou uvedeny v příloze P II (tabulka 8). V grafu č. 9 je zobrazena závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TKP.

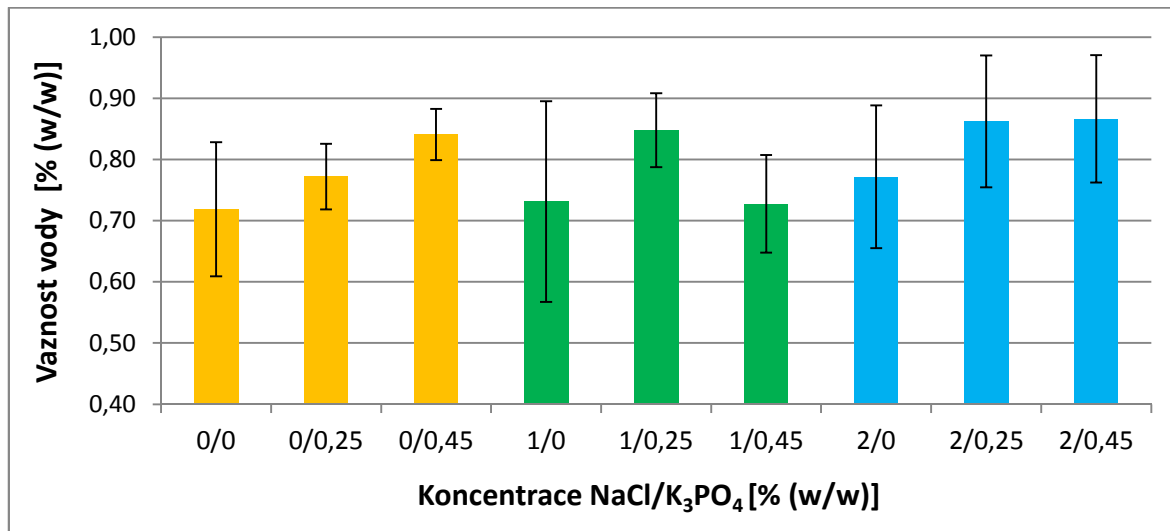


Graf č. 9: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TKP

V grafu závislosti ztrát vařením na koncentraci NaCl a TKP můžeme pozorovat, že nejvyšší průměrná hodnota ztrát vařením 19,22 % je naměřena u kontrolního vzorku bez přidavku NaCl a TKP. Přídavek těchto látek do masných výrobků ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal snížení hodnot CL ve srovnání s kontrolním vzorkem. Se zvyšujícím se obsahem NaCl ve vzorcích se snižovaly hodnoty ztrát vařením. Významnější snížení ztrát vařením lze však pozorovat po přidavku TKP, kdy je u vzorku s nižší koncentrací TKP 0,25 % pokles hodnoty CL mírně vyšší, než u vzorku s 0,45 % TKP. U vzorku s 0,25 % TKP byla naměřena nejnižší průměrná hodnota CL 3,71 %. Z grafu lze vidět, že u vzorků s obsahem TKP po přidavku NaCl nastalo pouze mírné zvýšení hodnot CL v porovnání se vzorky s odpovídajícími koncentracemi TKP bez přidané soli. Největší rozdíl CL lze pozorovat mezi vzorkem s 0,25 % TKP a vzorkem se stejnou koncentrací fosforečnanu, u kterého přídavek 1 % NaCl způsobil zvýšení ztrát vařením o 2,31 %.

9.2.3 Vliv přídavku NaCl a TKP na vaznost vody

Všechny průměrné hodnoty vaznosti vody jsou uvedeny v příloze P II (tabulka 8). V grafu č. 10 jsou vyneseny hodnoty závislosti vaznosti vody na koncentraci NaCl a TKP.

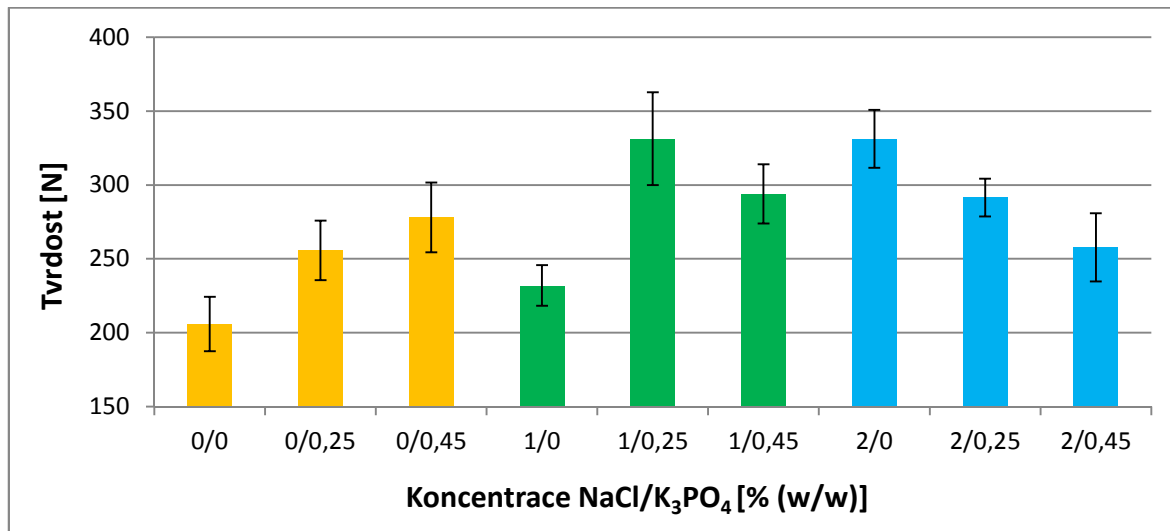


Graf č. 10: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl a TKP

Z grafu závislosti vaznosti vody výrobku na koncentraci NaCl a TKP vyplývá, že nejnižší průměrnou hodnotu vaznosti vody 71,87 % vykazují kontrolní vzorky bez přídavku NaCl a TSP. Lze říci, že zvyšující se přídavek NaCl do masných výrobků způsobuje mírný nárůst průměrných hodnot vaznosti. Více zřetelné jsou však rostoucí hodnoty vaznosti vody u vzorků s rostoucím podílem fosforečnanu TKP, kdy je u vzorků s vyšší koncentrací TKP pozorováno zvýšení vaznosti o 12,19 %. Přídavek 1 a 2 % NaCl ke vzorkům s 0,25 % TKP se podílel na významném zvýšení vaznosti vody ve srovnání se vzorkem bez přidané soli. Zajímavostí tohoto grafu je pozorování změn průměrných hodnot vaznosti po přídavku NaCl u vzorků s 0,45 % TKP, kdy přídavek NaCl v koncentraci 2 % hodnotu vaznosti ve srovnání se vzorkem bez soli nepatrně zvýšil (o 2,57 %), avšak nižší přídavek NaCl v koncentraci 1 % průměrnou hodnotu vaznosti evidentně snížil (o 11,30 %). Přestože je nejvyšší průměrná hodnota vaznosti pozorována u vzorků s 2% obsahem NaCl a 0,45% obsahem TKP, lze říci, že průměrné hodnoty vaznosti se u vzorků 0/0,45; 1/0,25; 2/0,25 a 2/0,45 liší pouze mírně.

9.2.4 Vliv přídavku NaCl a TKP na tvrdost

Průměrné hodnoty měření tvrdosti jsou uvedeny v příloze P II (tabulka 9). Znárodnění závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TKP je uvedeno v grafu č. 11.

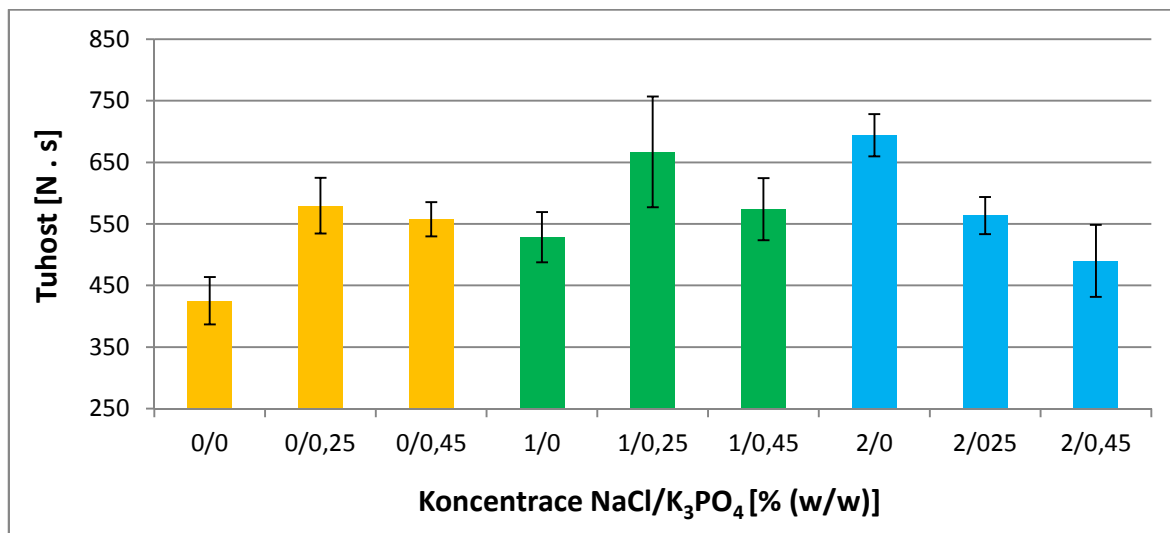


Graf č. 11: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl a TKP

Z grafu závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TKP je zřejmé, že přídavek NaCl a TKP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal zvýšení hodnot tvrdosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, u kterého je naměřena nejnižší průměrná hodnota tvrdosti 205,93 N. Se vzrůstajícím obsahem NaCl ve vzorcích dochází k zvyšování hodnot tvrdosti. Zřejmé je také zvyšování tvrdosti u vzorků po přídavku fosforečnanu TKP. Přídavek 1 % NaCl ke vzorkům s TKP způsobil zvýšení hodnot tvrdosti, které je významnější u vzorku s 0,25 % TKP. Nejvyšší průměrná hodnota tvrdosti byla naměřena u vzorků s 2% obsahem NaCl a u vzorků s 0,25% obsahem TKP po přídavku 1 % NaCl. Rozdíl mezi průměrnými hodnotami tvrdosti u těchto dvou koncentrací činil pouze 0,05 N. Přídavek 2 % NaCl ke vzorkům s 0,25% obsahem TKP způsobil zvýšení hodnot tvrdosti v porovnání se vzorky bez soli, avšak zvýšení nedosahovalo takových hodnot tvrdosti, jako u vzorků s přídavkem nižší koncentrace NaCl 1 %. Přídavek 2 % NaCl ke vzorkům s 0,45% TKP vyvolal pokles průměrné hodnoty tvrdosti ve srovnání se vzorkem s odpovídajícím obsahem TKP bez soli.

9.2.5 Vliv přídavku NaCl a TKP na tuhost

Průměrné hodnoty měření tuhosti jsou uvedeny v příloze P II (tabulka 9). Znárodnění závislosti tuhosti na koncentraci NaCl a TKP je uvedeno v grafu 12.

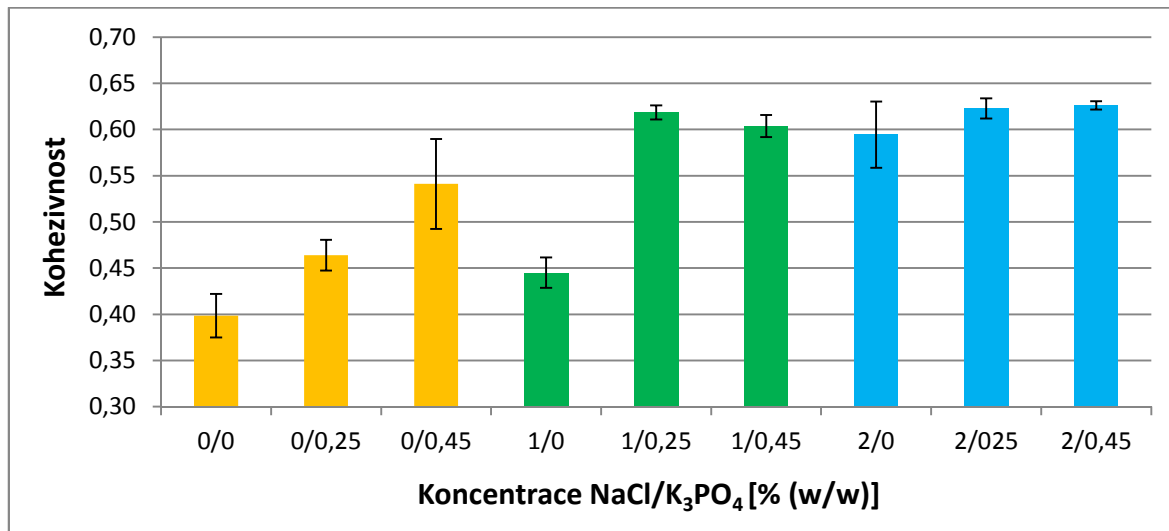


Graf č. 12: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl a TKP

V grafu závislosti tuhosti na koncentraci NaCl a TKP lze sledovat, že přídavek NaCl a TKP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal zvýšení hodnot tuhosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, u kterého byla naměřena nejnižší hodnota tuhosti 425,23 N·s. Tuhost roste se zvyšujícím se obsahem NaCl. U vzorků s 2 % obsahem NaCl byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota tuhosti 693,88 N·s. Přídavek TKP byl rovněž příčinou vzestupu hodnot tuhosti v porovnání s kontrolním vzorkem, přičemž přídavek 0,25 % TKP způsobil mírně vyšší nárůst průměrné hodnoty tvrdosti než přídavek 0,45 % TKP. Podobný trend lze sledovat u téže koncentrací TKP s 1% přídavkem NaCl, u kterých přídavek soli podpořil vzestup hodnot tuhosti. Přídavek 2 % NaCl ke vzorkům s TKP naopak způsobil pokles hodnot tuhosti v porovnání se vzorky bez obsahu soli. Zvyšující se přídavek TKP ke vzorkům s 2% obsahem NaCl byl příčinou poklesu hodnot tuhosti ve srovnání se vzorkem s 2 % NaCl bez přídavku fosforečnanů.

9.2.6 Vliv přídavku NaCl a TKP na kohezivnost

Všechny průměrné hodnoty kohezivnosti jsou uvedeny v příloze P II (tabulka 10). V grafu č. 13 jsou vyneseny hodnoty závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TKP.

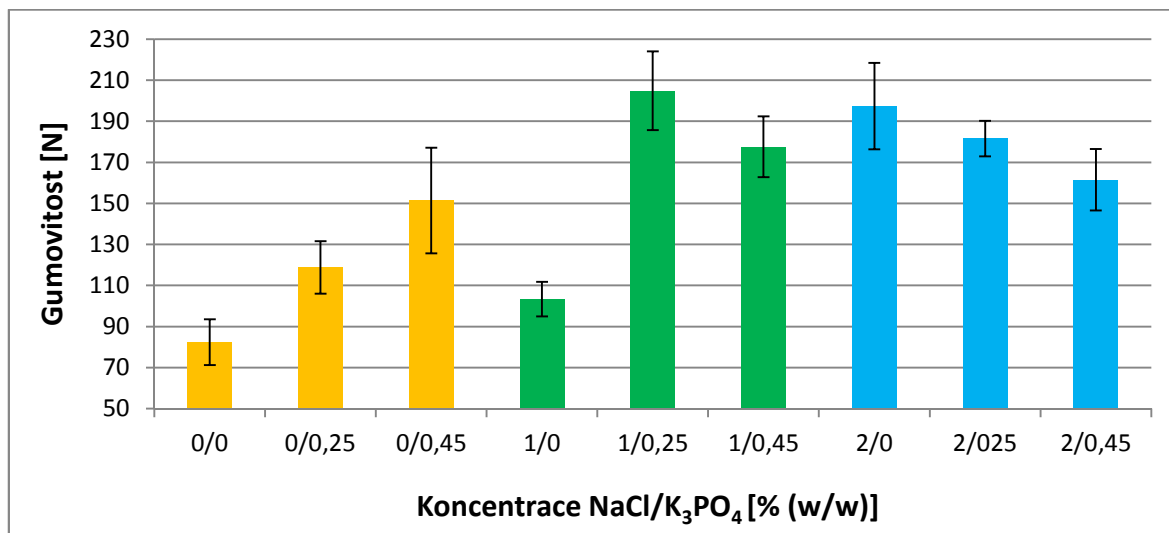


Graf č. 13: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl a TKP

Z grafu závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TKP je zřejmé, že přídavek NaCl a TKP ve všech sledovaných koncentracích a kombinacích způsobil zvýšení hodnot kohezivnosti oproti kontrolnímu vzorku s nulovou koncentrací těchto látek, u kterého byla naměřena nejnižší průměrná hodnota kohezivnosti 0,40. Hodnoty kohezivnosti se zvyšovaly spolu s rostoucí koncentrací NaCl, ale také s rostoucí koncentrací TKP. Přídavek NaCl ke vzorkům s obsahem TKP významně podpořil vzestup hodnot kohezivnosti v porovnání se vzorky bez přidané soli. Přestože byla nejvyšší průměrná hodnota kohezivnosti 0,63 změřena u vzorku s 2% obsahem NaCl a 0,45% obsahem TKP, je z grafu zřejmé, že přídavek NaCl způsobil u všech 4 kombinací koncentrací NaCl a TKP zvýšení hodnot kohezivnosti na velmi podobnou průměrnou hodnotu mírně převyšující 0,60.

9.2.7 Vliv přídavku NaCl a TKP na gumovitost

Průměrné hodnoty gumovitosti jsou uvedeny v příloze II (tabulka 10). V grafu č. 14 jsou vyneseny hodnoty závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TKP.



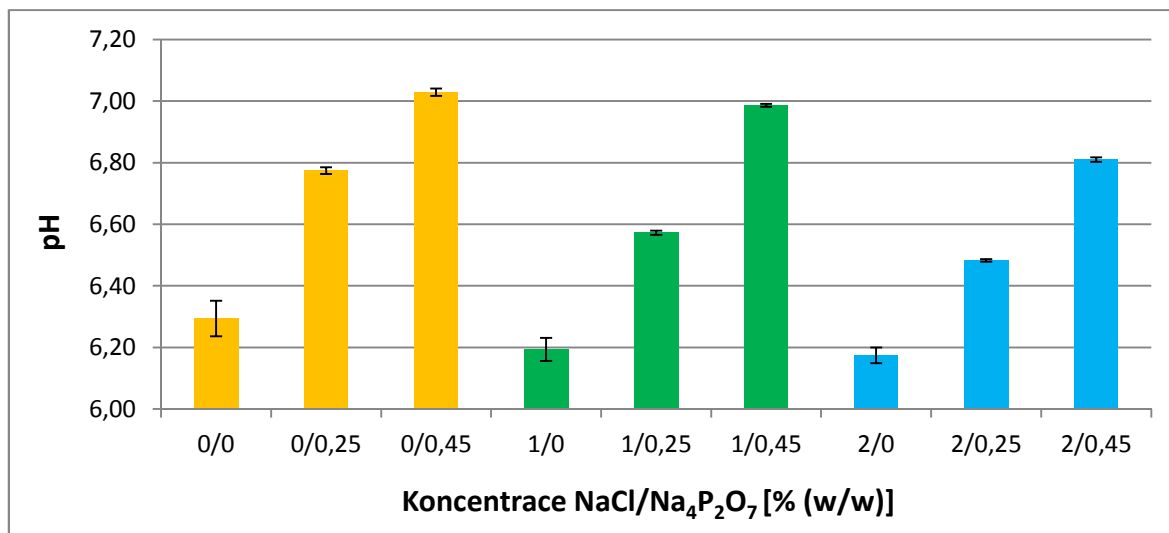
Graf č. 14: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl a TKP

Z grafu závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TKP je zřejmé, že přídavek NaCl a TKP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal zvýšení hodnot gumovitosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, který vykazoval průměrnou hodnotu gumovitosti 82,35 N. Bylo pozorováno zvyšování hodnot gumovitosti jak u vzorků se zvyšujícím se podílem NaCl, tak u vzorků se zvyšujícím se obsahem TKP. Přídavek NaCl v obou zvolených koncentracích ke vzorkům s obsahem TKP podpořil nárůst průměrných hodnot gumovitosti ve srovnání se vzorky bez soli. Z grafu je však zřejmé, že přídavek nižší koncentrace NaCl v množství 1 % zvýšil hodnoty gumovitosti významněji, než přídavek NaCl ve vyšší koncentraci. Vzorek s 1 % NaCl a 0,25 % TKP vykazoval nejvyšší průměrnou hodnotu gumovitosti 204,83 N. Lze také říci, že přídavek TKP ke vzorkům s 1 % NaCl způsobil prudké zvýšení hodnot gumovitosti, naopak u vzorků s 2 % obsahem NaCl docházelo vlivem stoupajících podílů TKP ve vzorcích k zřetelnému poklesu hodnot gumovitosti. Z grafu je také patrné, že si jsou blízké hodnoty gumovitosti u vzorku s 1 % NaCl spolu s 0,45 % TKP a vzorku s 2 % NaCl spolu s 0,25 % TKP.

9.3 Difosforečnan sodný (TSPP)

9.3.1 Vliv přídavku NaCl a TSPP na pH

Všechny průměrné hodnoty pH jsou uvedeny v příloze P III (tabulka 11). Graf č. 15 popisuje závislost pH na koncentraci NaCl a TSPP.

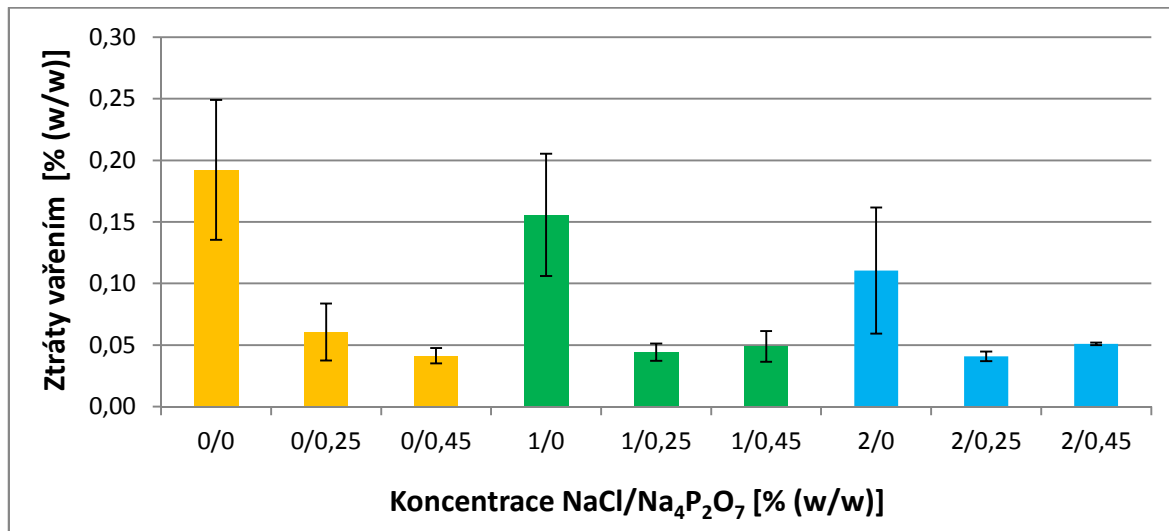


Graf č. 15: Závislost pH na koncentraci NaCl a TSPP

Hodnota pH u vzorků bez přídavku NaCl a TSPP činí 6,29. Samostatný přídavek NaCl způsobil mírné snížení průměrné hodnoty pH, a to až na hodnotu 6,17 po přídavku 2 % NaCl. U vzorků s rostoucí koncentrací TSPP můžeme pozorovat zvýšení hodnot pH, kdy je u koncentrace 0,45 % TSPP dosaženo nejvyšší hodnoty pH 7,03. U vzorků s koncentrací TSPP 0,25 % a zvyšujícím se přídavkem NaCl lze pozorovat snižování pH v porovnání se vzorky bez přídavku NaCl. U vzorků s koncentrací TSPP 0,45 % nebylo pozorováno tak významné ovlivnění hodnot pH po přídavku NaCl v koncentraci 1%, avšak po přídavku 2 % NaCl k tomuto množství TSPP došlo k nápadnějšímu poklesu hodnot pH v porovnání se vzorkem bez soli.

9.3.2 Vliv přidavku NaCl a TSPP na ztráty vařením

Všechny průměrné hodnoty ztrát vařením jsou uvedeny v příloze P III (tabulka 12). V grafu č. 16 je zobrazena závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TSPP.

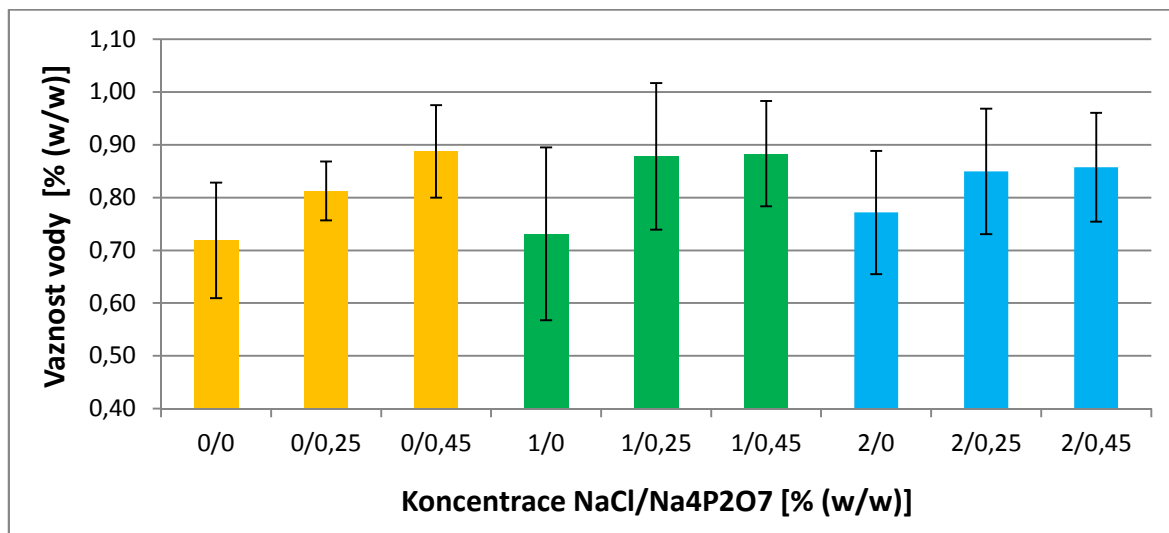


Graf č. 16: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TSPP

Z grafu závislosti ztrát vařením na koncentraci NaCl a TSPP je zřejmé, že přidavek NaCl a TSPP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal pokles hodnot ztrát vařením ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, u kterého byla naměřena nejvyšší průměrná hodnota ztrát vařením 19,22 %. Rostoucí obsah NaCl ve vzorcích byl příčinou poklesu hodnot CL. Více nápadný je však prudký pokles hodnot ztrát vařením ve vzorcích s obsahem TSPP. U vzorků s 0,25% obsahem TSPP bylo snížení ztrát vařením navíc ještě mírně podpořeno přidavkem NaCl, přičemž nelze pozorovat významnou odlišnost v působení jednotlivých koncentrací NaCl na tyto vzorky, přestože nejnižší průměrnou hodnotu ztrát vařením vykazovaly vzorky s 0,25% obsahem TSPP a 2% obsahem NaCl. Přídavek NaCl ke vzorkům s 0,45% obsahem TSPP naopak způsobil mírné zvýšení ztrát vařením v porovnání se vzorkem se srovnatelným obsahem fosforečnanu bez přidavku soli.

9.3.3 Vliv přídavku NaCl a TSPP na vaznost vody

Všechny průměrné hodnoty vaznosti vody jsou uvedeny v příloze P III (tabulka 12). V grafu č. 17 jsou vyneseny hodnoty závislosti vaznosti vody na koncentraci NaCl a TSPP.

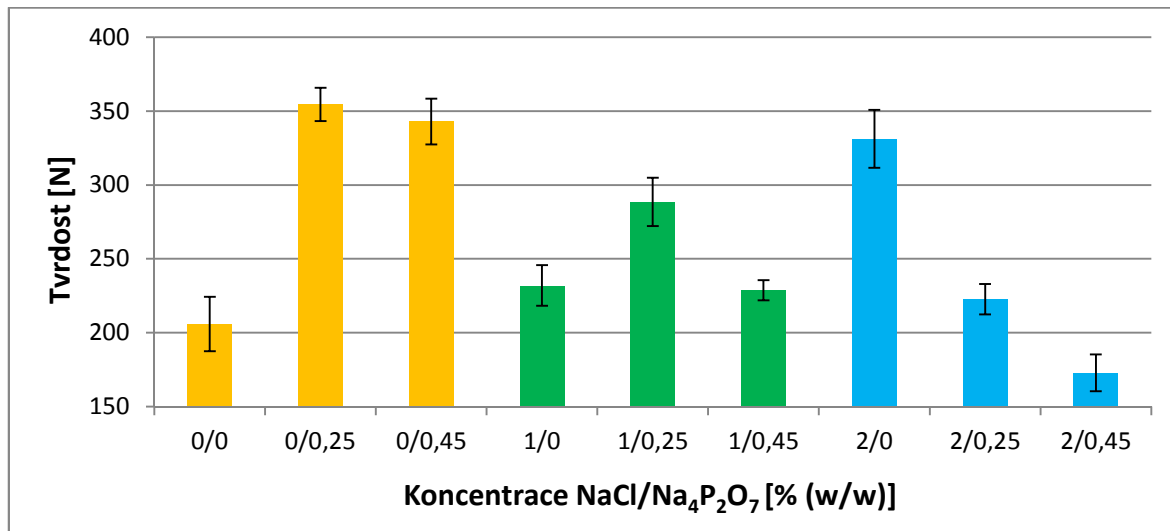


Graf č. 17: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl a TSPP

Z grafu závislosti vaznosti vody na koncentraci NaCl a TSPP vyplývá, že nejnižší hodnota vaznosti vody 71,87 % je pozorována u kontrolního vzorku bez přídavku NaCl a TSPP. Přídavek NaCl v obou koncentracích byl příčinou mírného vzestupu průměrných hodnot vaznosti vody měřených masných výrobků. Více nápadné je zvyšování vaznosti vody u vzorků s rostoucí koncentrací TSPP. Nejvyšší průměrná hodnota vaznosti vody byla naměřena u vzorků s 0,45% obsahem TSPP. Velmi podobné hodnoty vaznosti je však také dosaženo u obou vzorků s TSPP po přídavku 1 % NaCl. Z grafu je tedy patrný vliv přídavku 1% NaCl k 0,25 % TSPP, kdy došlo ke zvýšení průměrné hodnoty vaznosti vlivem soli, avšak vliv přídavku 1 % NaCl k 0,45 % TSPP na vaznost masných výrobků už není tolik zřetelný. Přídavek NaCl v množství 2 % je příčinou mírného zvýšení vaznosti u vzorků s 0,25 % TSPP, avšak u vzorků s 0,45 % TSPP způsobuje tento přídavek soli naopak mírné snížení hodnot vaznosti. Není pozorován výrazný rozdíl mezi hodnotami vaznosti vzorků s 2% obsahem NaCl a rozdílným obsahem TSPP. Z grafu je také zřejmé, že vzorky s kombinací TSPP a 1 % NaCl vykazují mírně vyšší hodnoty vaznosti, než vzorky s kombinací TSPP a 2 % NaCl.

9.3.4 Vliv přídavku NaCl a TSPP na tvrdost

Průměrné hodnoty měření tvrdosti jsou uvedeny v příloze P III (tabulka 13). Znárodnění závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TSPP je uvedeno v grafu č. 18.

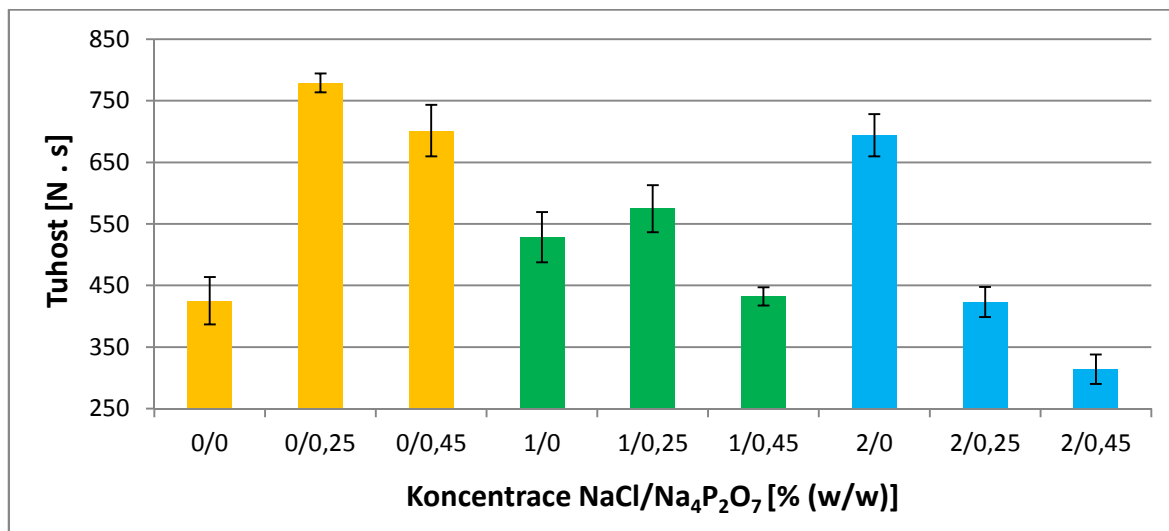


Graf č. 18: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl a TSPP

Z grafu závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TSPP je pozorován pokles průměrné hodnoty tvrdosti u vzorků s nejvyšší pozorovanou koncentrací obou látek. Jedná se o jedinou koncentraci, kdy došlo ke snížení hodnot tvrdosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací NaCl a TSPP. Všechny ostatní vzorky vykazovaly průměrné hodnoty tvrdosti vyšší, než bylo naměřeno u kontrolního vzorku. Z grafu je zřetelné, že se zvyšující se koncentrací NaCl obsažené v masném výrobku docházelo ke zvyšování hodnot tvrdosti. Nápadný je však prudký vzestup tvrdosti po přídavku TSPP, kdy byla u nižší koncentrace TSPP 0,25 % hodnota tvrdosti mírně vyšší, než po přídavku 0,45 % TSPP. Vzorky s 0,25% obsahem TSPP zároveň vykazovaly nejvyšší průměrnou hodnotu tvrdosti. Přídavek NaCl ke vzorkům obsahující TSPP vyvolal výrazné snížení hodnot tvrdosti, které bylo ovlivněno množstvím přidaného NaCl. Lze tedy říci, že čím vyšší podíl NaCl a TSPP byl ve vzorcích masných výrobků obsažen, tím větší byl pozorován pokles průměrných hodnot tvrdosti v porovnání se vzorky bez přídavku NaCl.

9.3.5 Vliv přídavku NaCl a TSPP na tuhost

Průměrné hodnoty měření tuhosti jsou uvedeny v příloze P III (tabulka 13). Znárodnění závislosti tuhosti na koncentraci NaCl a TSPP je uvedeno v grafu č. 19.

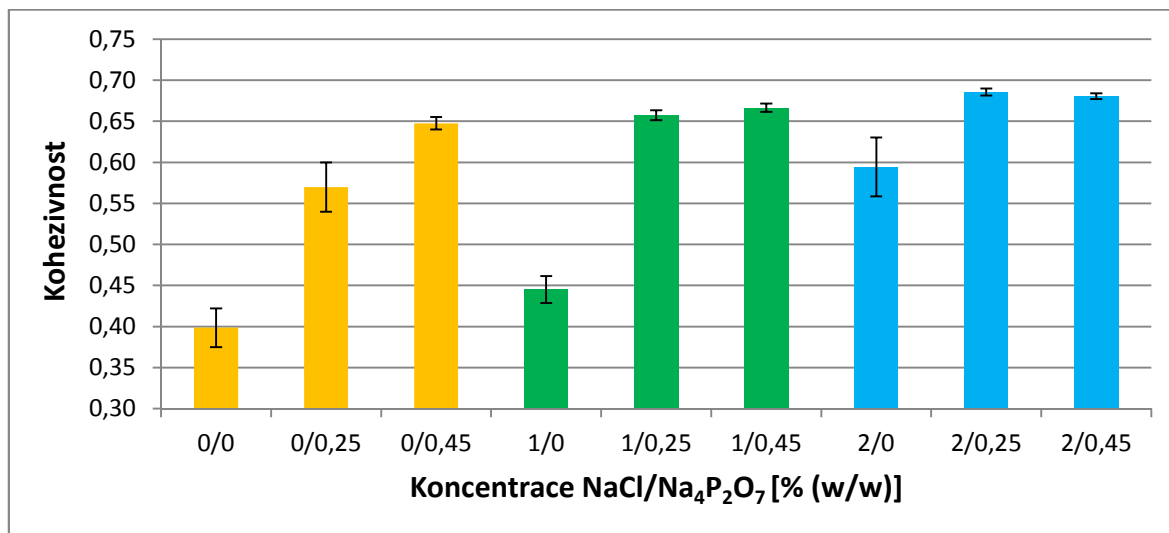


Graf č. 19: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl a TSPP

Z grafu závislosti tuhosti na koncentraci NaCl a TSPP je zřejmé, že přídavek NaCl ke vzorkům masných výrobků způsobil zvýšení hodnot tuhosti. Nápadný je však prudký vzestup tuhosti u vzorků s přídavkem TSPP, přičemž u nižší koncentrace 0,25 % TSPP je průměrná tuhost vyšší, než u koncentrace 0,45 %. Vzorky s 0,25% obsahem TSPP vykazovaly nejvyšší průměrnou hodnotu tuhosti 778,80 N·s. Lze také říci, že je u vzorků s 0,45% obsahem TSPP pozorován velmi podobný účinek na průměrnou hodnotu tuhosti, jako u vzorků s 2% obsahem NaCl. Přídavek NaCl ke vzorkům s obsahem TSPP však způsobil nápadné snižování hodnot tuhosti ve srovnání se vzorky bez přidané soli. Přídavek NaCl v koncentraci 2 % ke vzorkům s obsahem TSPP je dokonce příčinou snížení tuhosti na hodnoty nižší, než je tuhost kontrolního vzorku. Nejnižší průměrná hodnota tuhosti (314,11 N·s) byla tedy naměřena u vzorků 2/0,45 s nejvyšším obsahem obou pozorovaných látek.

9.3.6 Vliv přídavku NaCl a TSPP na kohezivnost

Všechny průměrné hodnoty kohezivnosti jsou uvedeny v příloze P III (tabulka 14). V grafu č. 20 jsou vyneseny hodnoty závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TSPP.

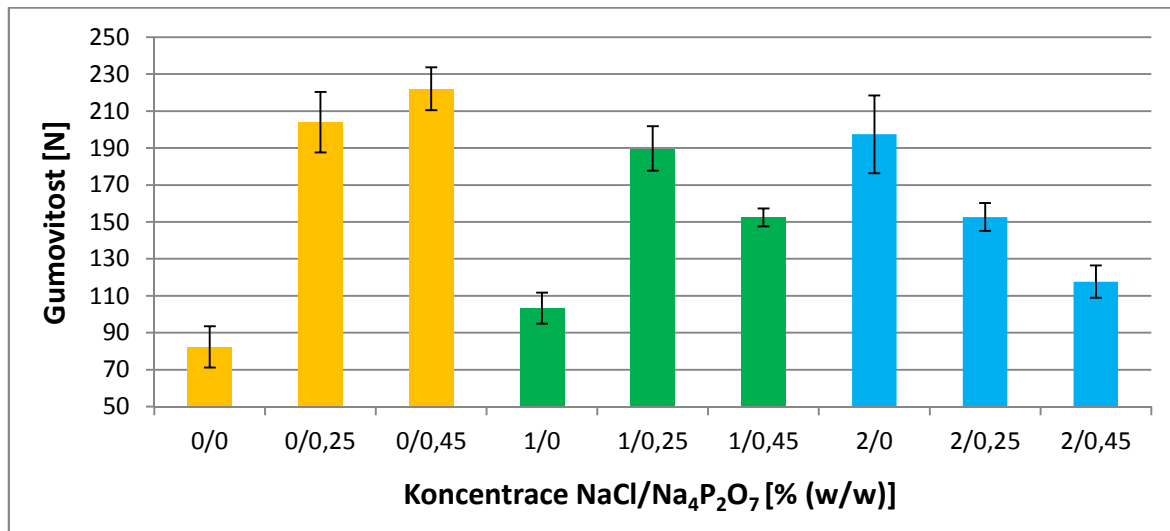


Graf č. 20: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl a TSPP

Z grafu závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TSPP je zřejmé, že přídavek NaCl a TSPP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích způsobil zvýšení hodnot kohezivnosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, u kterého byla naměřena nejnižší hodnota kohezivnosti. Hodnoty kohezivnosti se zvyšovaly spolu s rostoucí koncentrací NaCl, ale také s rostoucí koncentrací TSPP. Přídavek 1 % NaCl ke vzorkům s 0,25% obsahem TSPP výrazně podpořil vzestup kohezivnosti v porovnání se vzorkem bez soli. Přídavek stejné koncentrace NaCl ke vzorkům s 0,45 % TSPP však hodnotu kohezivnosti zvýšil pouze mírně. Mezi hodnotami kohezivnosti u vzorků s odlišným obsahem TSPP po přídavku 1 % NaCl není pozorován nápadný rozdíl. Přídavek NaCl v množství 2 % taktéž způsobil zvýšení hodnot kohezivnosti v porovnání se vzorky bez přidané soli. Tyto hodnoty jsou mírně vyšší, než kohezivnost u vzorků s 1 % NaCl. Přestože je nejvyšší průměrná hodnota kohezivnosti naměřena u vzorků s obsahem 2 % NaCl a 0,25% TSPP, lze říci, že je hodnota kohezivnosti velmi podobná také u ostatních vzorků s kombinací NaCl a TSPP a u vzorku s 0,45% obsahem TSPP.

9.3.7 Vliv přídavku NaCl a TSPP na gumovitost

Průměrné hodnoty gumovitosti jsou uvedeny v příloze P III (tabulka 14). V grafu č. 21 jsou vyneseny hodnoty závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TSPP.



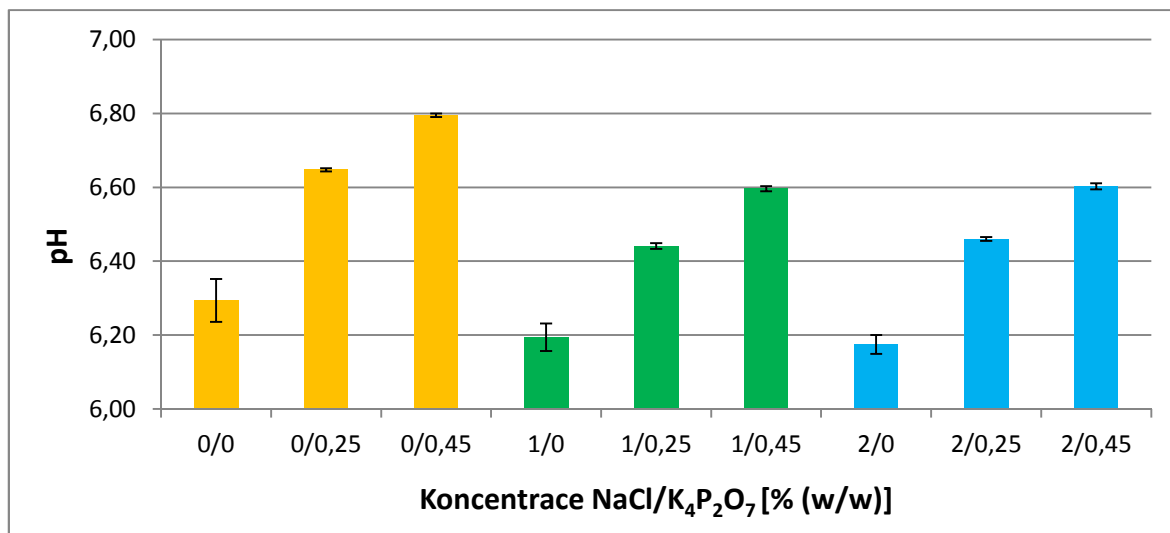
Graf č. 21: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl a TSPP

Z grafu závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TSPP je zřejmé, že přídavek NaCl a TSPP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal zvýšení hodnot gumovitosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek. Lze pozorovat vzestup hodnot gumovitosti v závislosti na zvyšující se koncentraci NaCl, přičemž rozdíl mezi koncentracemi 0 a 1 % NaCl není tak nápadný, jako míra zvýšení gumovitosti u vzorků s 2% obsahem soli. Z grafu je patrné, že hodnoty gumovitosti také velmi prudce stoupají se zvyšující se koncentrací TSPP, přičemž u vzorku s 0,45% obsahem TSPP je dosaženo nejvyšší průměrné hodnoty kohezivnosti 222,11 N. U vzorků s kombinací obou látek lze pozorovat zjevné snížení hodnot gumovitosti vyvolané přídavkem NaCl ve srovnání se vzorky s odpovídající koncentrací TSPP bez přidané soli. Čím větší je podíl přidaného NaCl, tím větší snížení hodnot gumovitosti lze u těchto vzorků z grafu zaznamenat. Přesto však byla u vzorku s nejvyšším obsahem kombinací obou látek zaznamenána průměrná hodnota gumovitosti vyšší, než u kontrolního vzorku, do kterého tyto látky nebyly přidány.

9.4 Difosforečnan draselný (TKPP)

9.4.1 Vliv přídavku NaCl a TKPP na pH

Všechny průměrné hodnoty pH jsou uvedeny v příloze P IV (tabulka 15). Graf č. 22 popisuje závislost pH na koncentraci NaCl a TKPP.

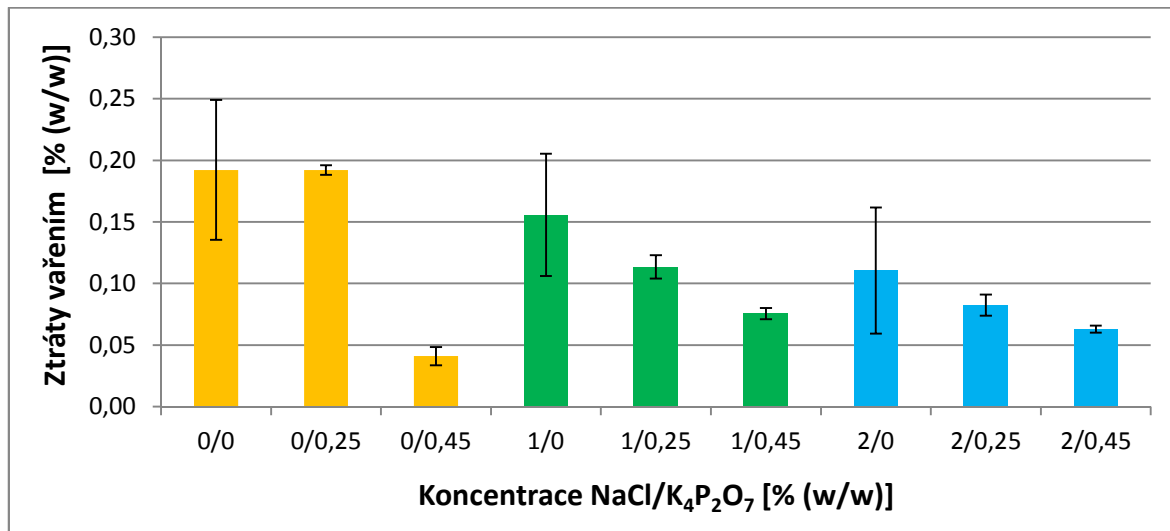


Graf č. 22: Závislost pH na koncentraci NaCl a TKPP

Průměrná hodnota pH vzorků bez přídavku NaCl a TKPP činí 6,29. Samostatný přídavek NaCl způsobil mírné snížení průměrné hodnoty pH. U vzorků s rostoucí koncentrací TKPP můžeme pozorovat zvyšování hodnot pH, kdy je u koncentrace 0,45 % TKPP dosaženo nejvyšší hodnoty pH 6,80. U vzorků s koncentrací TKPP 0,25 % lze po přídavku NaCl v obou pozorovaných koncentracích pozorovat pokles pH na téměř stejnou průměrnou hodnotu. U vzorků s koncentrací TKPP 0,45 % bylo pozorováno taktéž výrazné ovlivnění hodnot pH po přídavku NaCl na téměř stejnou průměrnou hodnotu. Lze říci, že přídavek NaCl bez ohledu na přidané množství způsobil u obou pozorovaných koncentrací TKPP pokles průměrné hodnoty pH o 0,2 jednotky v porovnání se vzorky bez přídavku chloridu sodného.

9.4.2 Vliv přídavku NaCl a TKPP na ztráty vařením

Všechny průměrné hodnoty ztrát vařením jsou uvedeny v příloze P IV (tabulka 16). V grafu č. 23 je zobrazena závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TKPP.

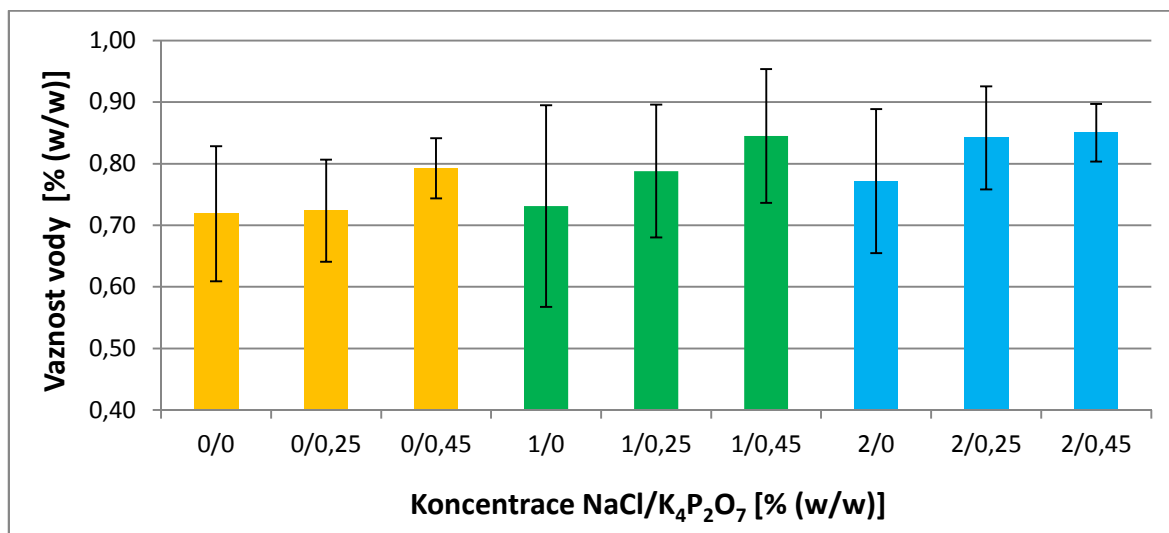


Graf č. 23: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl a TKPP

Z grafu závislosti ztrát vařením na koncentraci NaCl a TKPP vyplývá, že nejvyšší průměrná hodnota ztrát vařením je u vzorku bez přídavku NaCl a fosforečnanu, kdy průměrný pokles hmotnosti vzorků po tepelném opracování činil 19,22 %. Přídavek NaCl způsobil pokles průměrných hodnot CL. Zajímavostí však je, že přídavek TKPP v koncentraci 0,25 % vyvolal pouze nepatrné snížení průměrné hodnoty ztrát vařením, avšak přídavek TKPP ve vyšší koncentraci 0,45 % naopak vyvolal prudký pokles průměrné hodnoty ztrát vařením na 4,11 %. Tato hodnota CL byla nejnižší naměřenou průměrnou hodnotou u pozorovaných vzorků. Z grafu je nápadné, že přídavek NaCl ke vzorkům s 0,25 % TKPP podpořil snížení ztrát vařením. Pokles hodnot CL byl ovlivněn koncentrací přidané NaCl ke vzorkům. Přídavek NaCl ke vzorkům s 0,45 % TKPP naopak průměrné hodnoty ztrát vařením v obou případech mírně zvýšil.

9.4.3 Vliv přídavku NaCl a TKPP na vaznost vody

Všechny průměrné hodnoty vaznosti vody jsou uvedeny v příloze P IV (tabulka 16). V grafu č. 24 jsou vyneseny hodnoty závislosti vaznosti vody na koncentraci NaCl a TKPP.

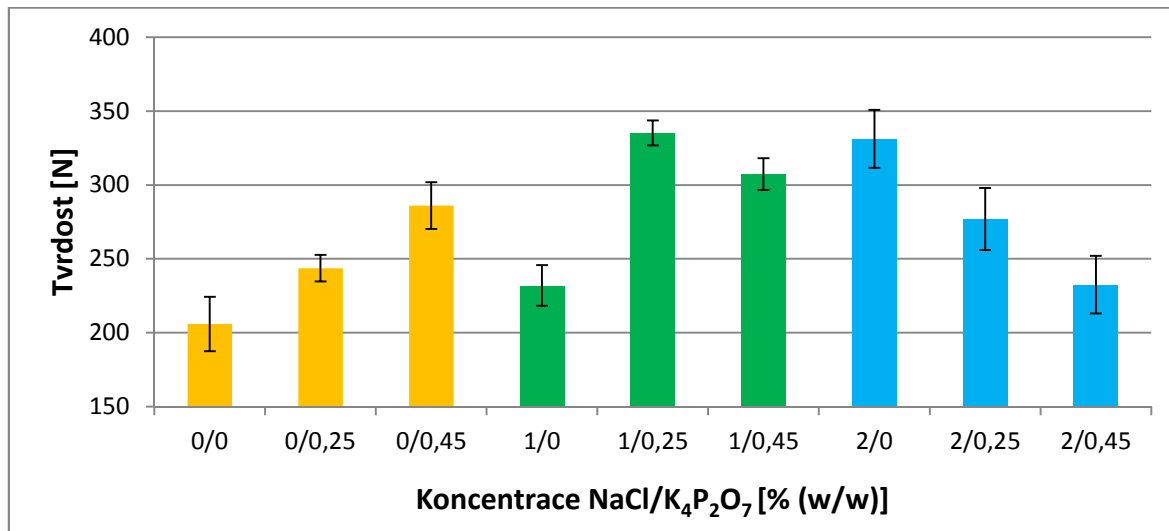


Graf č. 24: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl a TKPP

Z grafu závislosti vaznosti vody výrobku na koncentraci NaCl a TKPP vyplývá, že nejnižší vaznost vody byla naměřena u vzorků masných výrobků bez přídavku NaCl a TKPP. Lze říci, že přídavek NaCl způsobuje mírný vzrůst průměrných hodnot vaznosti, přičemž u vzorků s obsahem NaCl v koncentraci 1 % nebyl pozorován výrazný účinek na průměrnou hodnotu vaznosti. Obdobný účinek na hodnoty vaznosti byl pozorován u vzorků s přidaným TKPP. Z grafu lze říci, že vzorky s nižší koncentrací TKPP 0,25 % nevykazují výrazně odlišnou průměrnou hodnotu vaznosti vody ve srovnání s kontrolním vzorkem, avšak po přídavku 0,45 % TKPP je už pozorováno zjevné zvýšení průměrné hodnoty vaznosti. Z grafu je také jasně viditelný pozitivní účinek přídavku NaCl v kombinaci s TKPP na vaznost vody ve srovnání se vzorky bez přidané soli. Nejvyšší průměrná hodnota vaznosti je pozorovatelná u vzorků s 2% obsahem NaCl spolu s 0,45 % TKPP. Mírně nižší, avšak mezi sebou srovnatelné hodnoty vaznosti jako u tohoto vzorku lze sledovat u vzorků, které obsahují 1% NaCl spolu s 0,45% obsahem TKPP a 2 % NaCl spolu s 0,25% obsahem TKPP.

9.4.4 Vliv přídavku NaCl a TKPP na tvrdost

Průměrné hodnoty měření tvrdosti jsou uvedeny v příloze P IV (tabulka 17). Znárodnění závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TKPP je uvedeno v grafu 25.

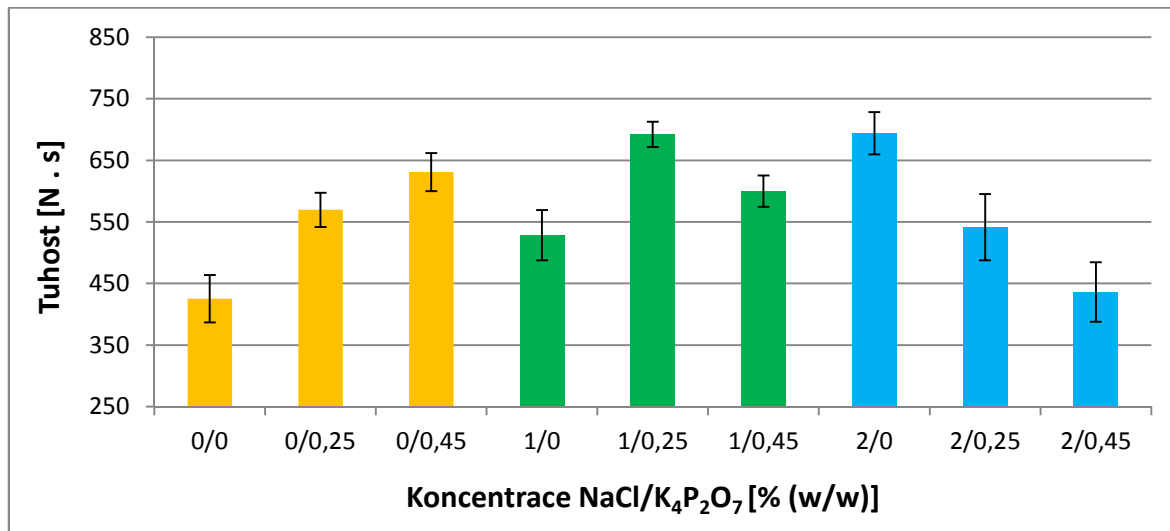


Graf č. 25: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl a TKPP

Graf závislosti tvrdosti na koncentraci NaCl a TKPP ukazuje, že nejnižší průměrnou hodnotu tvrdosti 205,93 N vykazuje kontrolní vzorek bez přídavku těchto látek. Přídavek NaCl a TKPP je ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích příčinou zvýšení všech průměrných hodnot tvrdosti ve srovnání s kontrolním vzorkem. Vzorky s rostoucím obsahem NaCl vykazují rostoucí hodnoty tvrdosti v porovnání se vzorkem bez přidané soli a fosforečnanu. Vzorky s obsahem 1 % NaCl vykazují pouze mírné zvýšení průměrné hodnoty tvrdosti, avšak 2% obsah NaCl je příčinou prudkého vzestupu hodnot tvrdosti. Rostoucí hodnoty tvrdosti vykazovaly také vzorky s rostoucí koncentrací TKPP. U vzorků s koncentrací 0,25 % TKPP přídavek NaCl výrazně podpořil nárůst tvrdosti, přičemž v případě přídavku nižší koncentrace NaCl 1 % bylo dosaženo nejvyšší hodnoty tvrdosti 335,14 N. Přídavek 2 % NaCl ke vzorku s 0,25% obsahem TKPP hodnotu tvrdosti ve srovnání se vzorkem s odpovídající koncentrací TKPP bez přídavku soli zvýšil, ale ne v takové míře, jako je zvýšena tvrdost po přídavku 1 % NaCl. U vzorků s 0,45% obsahem TKPP došlo vlivem přídavku 1 % NaCl ke zvýšení průměrné hodnoty tvrdosti, avšak po přídavku 2 % NaCl bylo pozorováno naopak snížení tvrdosti ve srovnání se vzorkem bez přidané soli.

9.4.5 Vliv přídavku NaCl a TKPP na tuhost

Průměrné hodnoty měření tuhosti jsou uvedeny v příloze P IV (tabulka 17). Znárodnění závislosti tuhosti na koncentraci NaCl a TKPP je uvedeno v grafu č. 26.

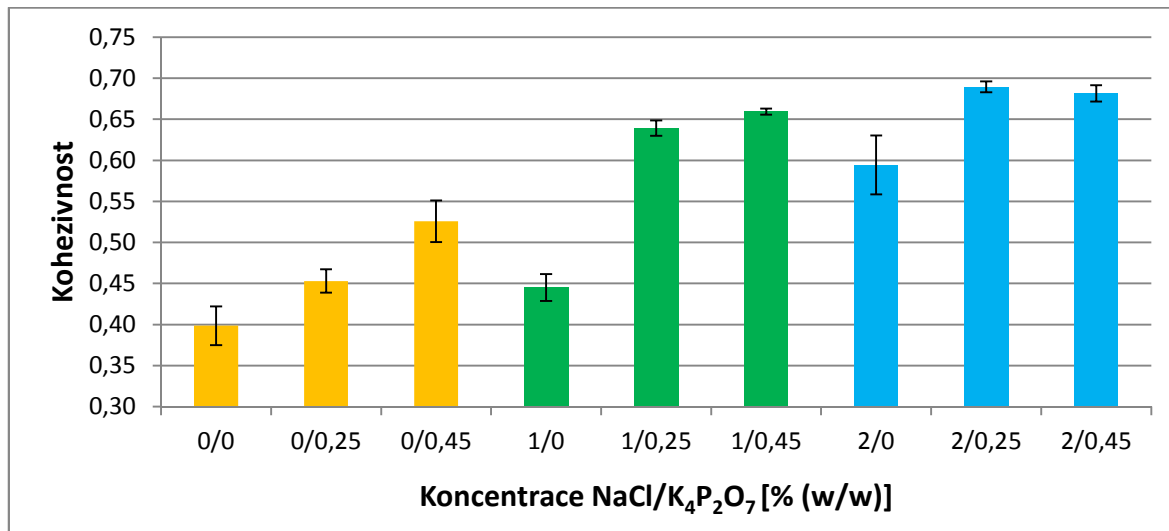


Graf č. 26: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl a TKPP

Z grafu závislosti tuhosti na koncentraci NaCl a TKPP je zřejmé, že přídavek NaCl a TKPP ve všech sledovaných koncentracích a kombinacích způsobil zvýšení hodnot tuhosti ve srovnání s tuhostí kontrolního vzorku s nulovou koncentrací těchto látek. V grafu lze pozorovat zřetelný nárůst hodnot tuhosti v souvislosti s rostoucím obsahem NaCl ve vzorku. Nejvyšší průměrná hodnota tuhosti byla naměřena u vzorků s 2% koncentrací NaCl. Nárůst hodnot tuhosti lze sledovat také u vzorků s rostoucím obsahem TKPP. Tento nárůst byl podpořen u vzorků s 0,25% obsahem TKPP přídavkem NaCl v koncentraci 1 %, naopak u vzorků s 0,45% obsahem TKPP způsobil přídavek 1 % NaCl snížení hodnot tuhosti. U vzorků s přídavkem TKPP a NaCl v koncentraci 2 % lze pozorovat pokles hodnot tuhosti ve srovnání se vzorky s odpovídajícím obsahem TKPP bez přídavku soli. Z hodnot tuhosti znázorněných v grafu je také zřejmé, že hodnota tuhosti u vzorků s 1 % NaCl spolu s 0,25 % TKPP je podobná, jako hodnota tuhosti vzorků s 2 % NaCl bez přídavku TKPP.

9.4.6 Vliv přídavku NaCl a TKPP na kohezivnost

Všechny průměrné hodnoty kohezivnosti jsou uvedeny v příloze P IV (tabulka 18). V grafu č. 27 jsou vyneseny hodnoty závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TKPP.

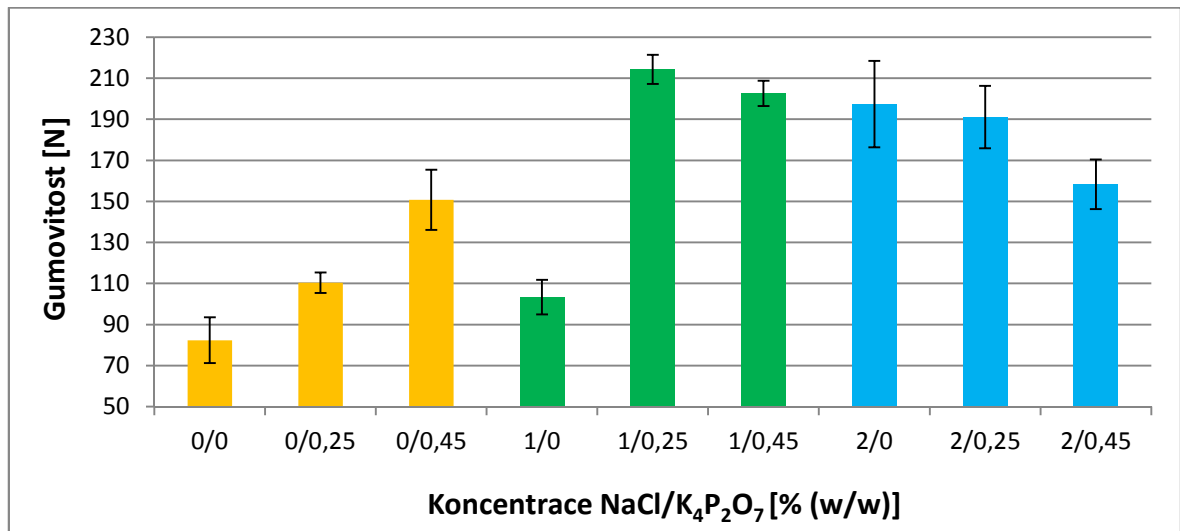


Graf č. 6: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl a TKPP

Z grafu závislosti kohezivnosti na koncentraci NaCl a TKPP je zřejmé, že přídavek NaCl a TKPP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích způsobil zvýšení hodnot kohezivnosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek. Lze pozorovat zvyšující se hodnoty kohezivnosti s rostoucí koncentrací NaCl. Nárůst kohezivnosti je také pozorován u vzorků s rostoucím obsahem TKPP. Přídavek NaCl ke vzorkům s TKPP nápadně podpořil vzestup hodnot kohezivnosti. Kohezivnost u vzorků s TKPP byla po přídavku 2 % NaCl mírně vyšší, než u vzorků s TKPP a přídavkem NaCl v množství 1 %. U vzorků s kombinací NaCl a TKPP lze vidět, že u stejné koncentrace NaCl není hodnota kohezivnosti výrazně ovlivněna odlišnou koncentrací přidaného TKPP. Nejvyšší průměrná hodnota kohezivnosti je pozorována u vzorků s 2 % NaCl spolu s 0,25 % TKPP.

9.4.7 Vliv přídavku NaCl a TKPP na gumovitost

Průměrné hodnoty gumovitosti jsou uvedeny v příloze P IV (tabulka 18). V grafu č. 28 jsou vyneseny hodnoty závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TKPP.



Graf č. 28: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl a TKPP

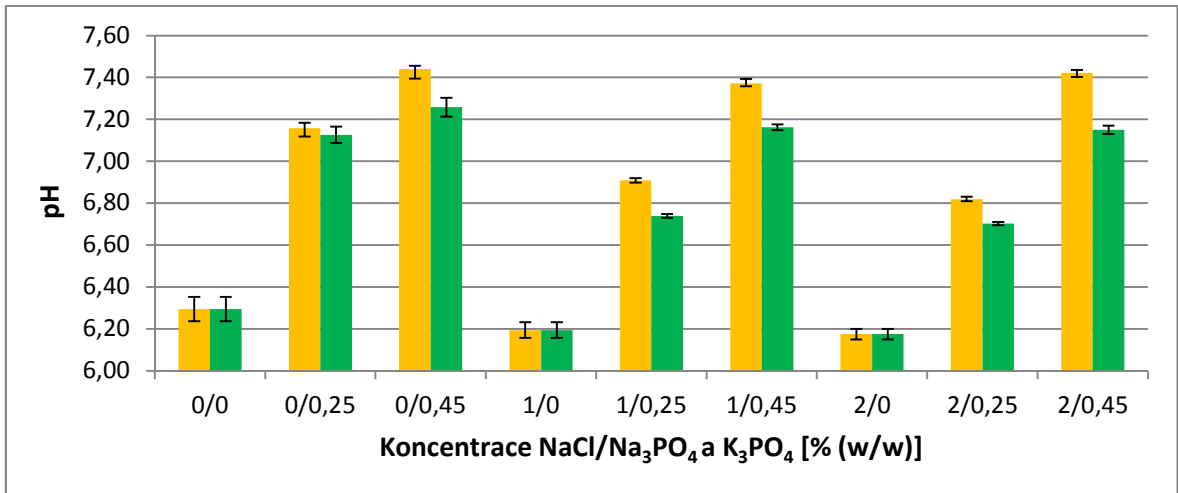
Z grafu závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a TKPP je zřejmé, že přídavek NaCl a TKPP ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích vyvolal zvýšení hodnot gumovitosti ve srovnání s kontrolním vzorkem s nulovou koncentrací těchto látek, u kterého byla průměrná gumovitost nejnižší. Lze pozorovat vzestup hodnot gumovitosti v závislosti na zvyšující se koncentraci NaCl, přičemž rozdíl mezi koncentracemi 0 a 1 % NaCl není tak významný, jako prudké zvýšení gumovitosti u vzorků s 2% obsahem soli. Z grafu je patrné, že hodnoty gumovitosti také stoupají se zvyšující se koncentrací TKPP. U vzorků s 0,25% obsahem TKPP je nárůst gumovitosti významně podpořen přídavkem NaCl, přičemž vyšší nárůst gumovitosti lze pozorovat po přídavku 1 % NaCl než u vzorku s vyšším přídavkem soli. Tento vzorek dosahuje nejvyšší průměrné hodnoty gumovitosti 214,24 N. Přídavek NaCl ve vzorcích s 0,45% koncentrací TSP vyvolává rovněž zvýšení průměrné gumovitosti ve srovnání se vzorky bez soli. Také v tomto případě je ale gumovitost výrazně vyšší po přídavku nižší koncentrace NaCl 1 %, než u vzorku s vyšším obsahem soli a 0,45 % TKPP.

9.5 Vliv sodných a draselných kationtů na vlastnosti masných výrobků

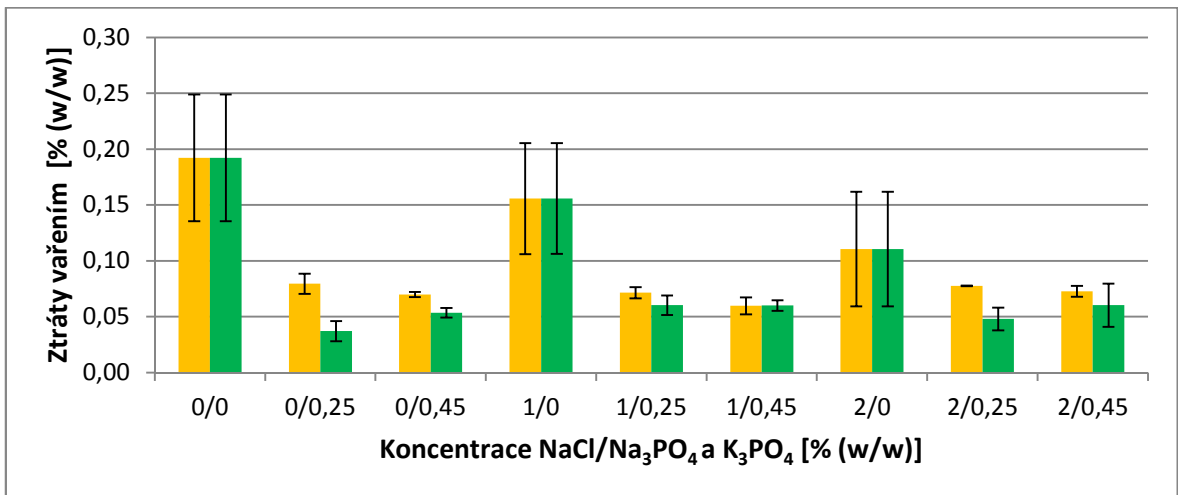
Součástí této kapitoly jsou grafická porovnání experimentů s dvěma fosforečnany, která popisují rozdílné působení sodných a draselných kationtů jednotlivých solí fosforečnanů spolu s účinkem NaCl. Srovnání účinku TSP a TKP na vlastnosti masných výrobků je uvedeno v grafech č. 29 – 35, srovnání účinku TSPP a TKPP v grafech č. 36 - 42.

9.5.1 Fosforečnan sodný a fosforečnan draselný

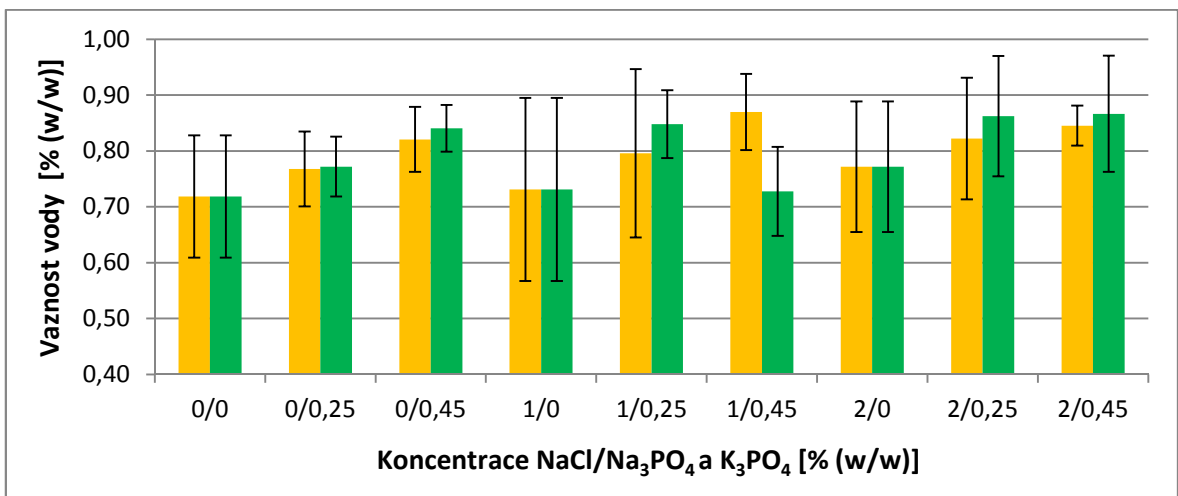
V následujících grafech (graf č. 29 – 35) jsou zobrazeny závislosti jednotlivých vlastností masných výrobků na koncentracích NaCl spolu s přidavkem TSP a TKP. V grafech jsou barevně odlišeny vzorky s rozdílnými fosforečnany (TSP - žlutě, TKP - zeleně). Z grafů vyplývá, že je pozorován stejný trend v případě růstu pH po přidavku obou fosforečnanů a snižování pH vlivem přidavku NaCl ke vzorkům s fosforečnany. Vlivem sodných kationtů po přidavku TSP bylo dosaženo vyšších průměrných hodnot pH ve srovnání s hodnotami pH vzorků s draselnými kationty po přidavku TKP. V případě ztrát vařením je pozorován rozdíl mezi vzorky stejných koncentrací jednotlivých fosforečnanů, kdy draselné ionty ve větší míře snižují ztráty vařením jak samostatně, tak u vzorků v kombinaci s NaCl. Vzhledem k překrývajícím se chybovým úsečkám však nelze hovořit o rozdílném účinku u všech vzorků s 0,45% koncentrací fosforečnanů. U vzorků s TSP došlo kromě koncentrace 2/0,45 po přidavku NaCl k snižování hodnot CL, naopak u vzorků s TKP došlo po přidavku NaCl k zvyšování hodnot CL ve všech koncentracích. Vzhledem k překrývajícím se chybovým úsečkám v grafu závislosti vaznosti vody lze říci, že rozdílné působení sodných a draselných kationtů je pozorováno pouze u vzorků s 1 % NaCl a 0,45 % fosforečnanu, přičemž vyšší hodnoty vaznosti vykazovaly vzorky s TSP. Přídavek TSP v koncentraci 0,45 % zvyšoval tvrdost a tuhost více, než přídavek TKP ve stejné koncentraci. U zbývajících koncentrací se zcela nebo z části překrývají chybové úsečky a nelze poukázat na nápadný rozdíl vlivu sodných a draselných kationtů na tyto vlastnosti. Lze však říci, že přídavek NaCl ke vzorkům s 0,45 % fosforečnanů rozdílné působení kationtů pozorovaných fosforečnanů snížil. Z grafu č. 34 vyplývá, že TSP způsobil zvýšení kohezivnosti ve větší míře než TKP. Přestože došlo po přidavku NaCl ke vzorkům s fosforečnany ke snížení rozdílného působení těchto fosforečnanů, lze říci, že u vzorků 1/0,25 a 2/0,45 lze pozorovat mírně vyšší kohezivnost u vzorků po přidavku TKP než TSP. Hodnotu gumovitosti zvyšuje ve větší míře přídavek TSP ve srovnání se vzorky s TKP. Tento rozdíl však už není zaznamenán u vzorků s kombinací NaCl a fosforečnanů.



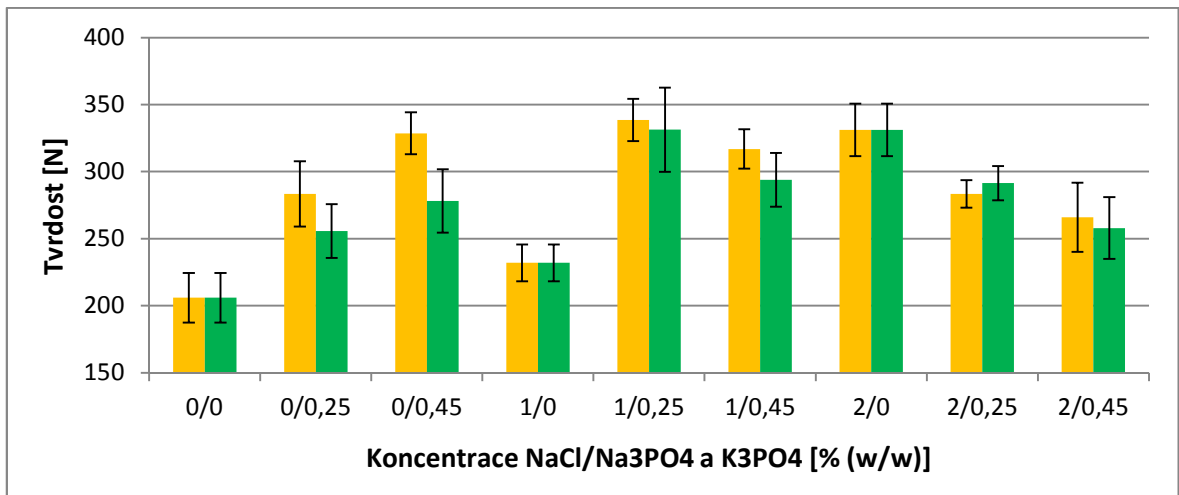
Graf č. 29: Závislost pH na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKP



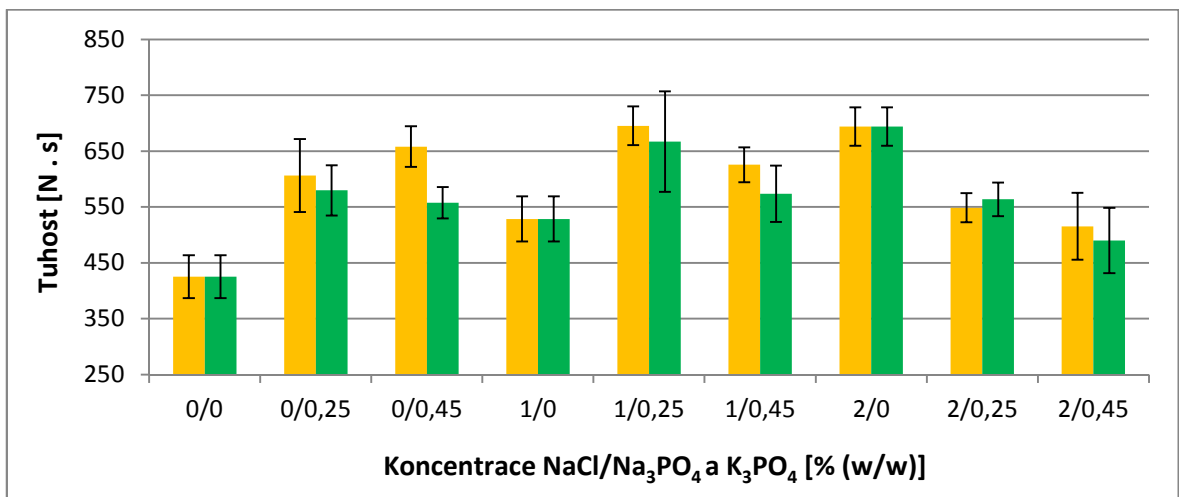
Graf č. 30: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKP



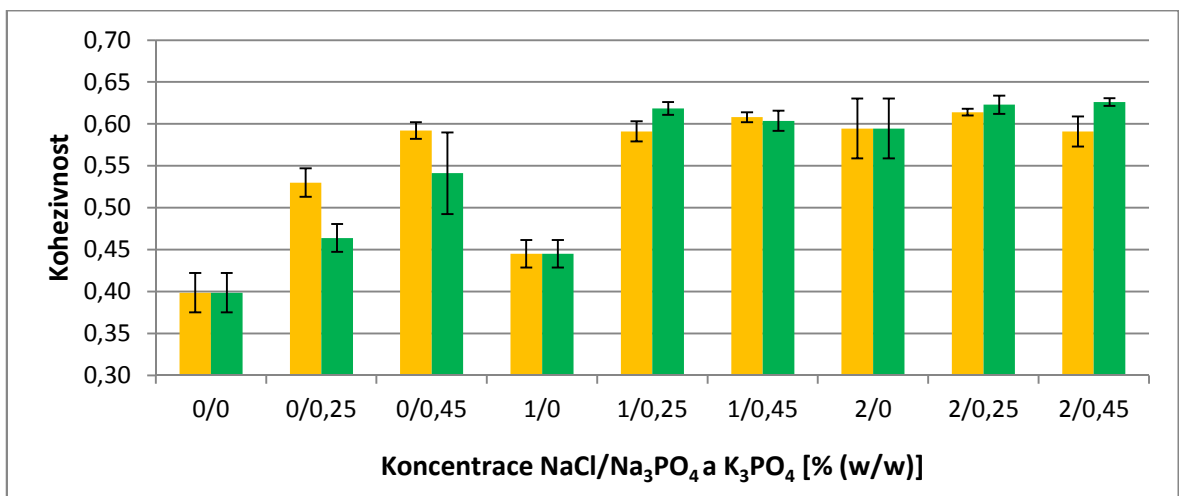
Graf č. 31: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKP



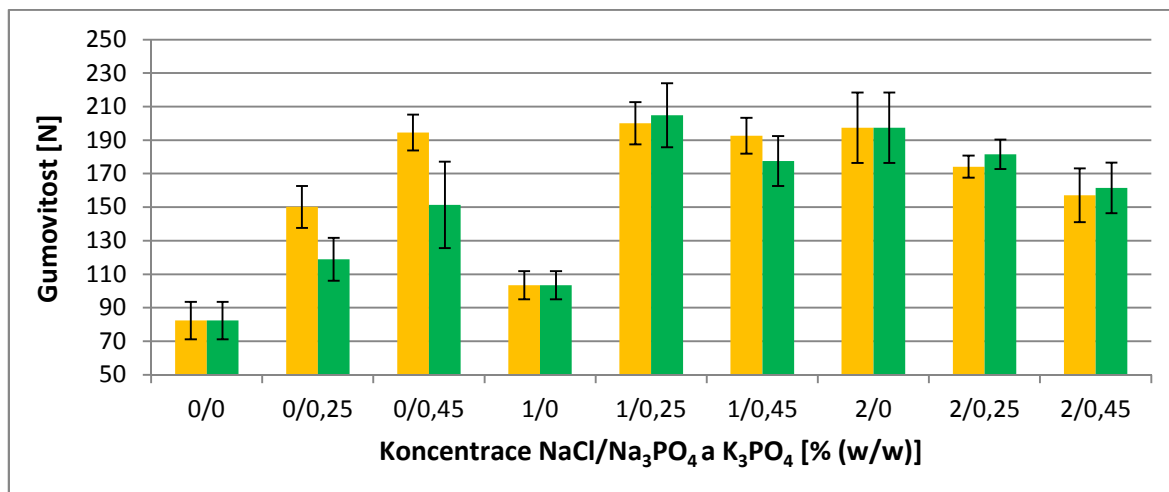
Graf č. 32: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKP



Graf č. 33: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKP



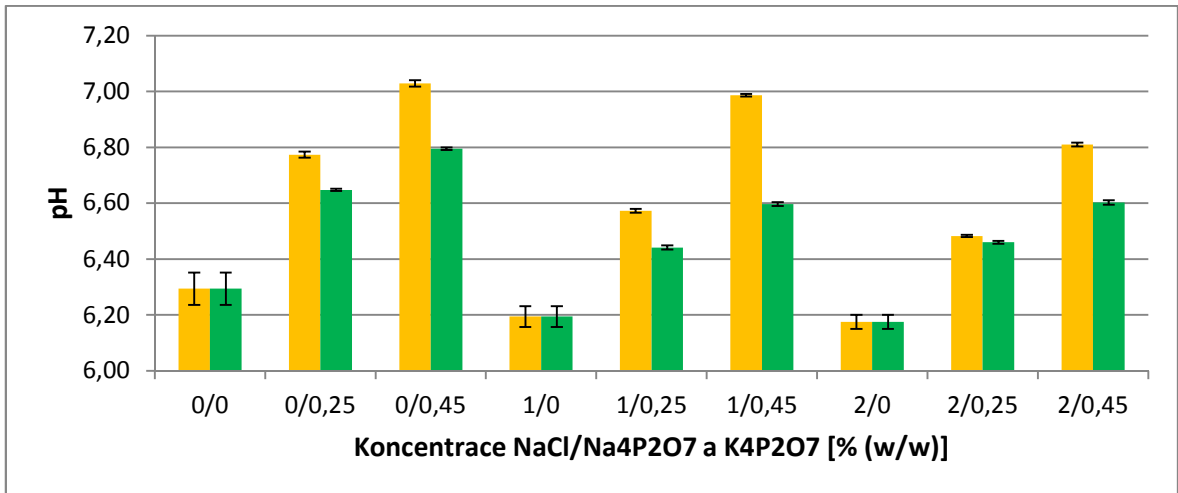
Graf č. 34: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKP



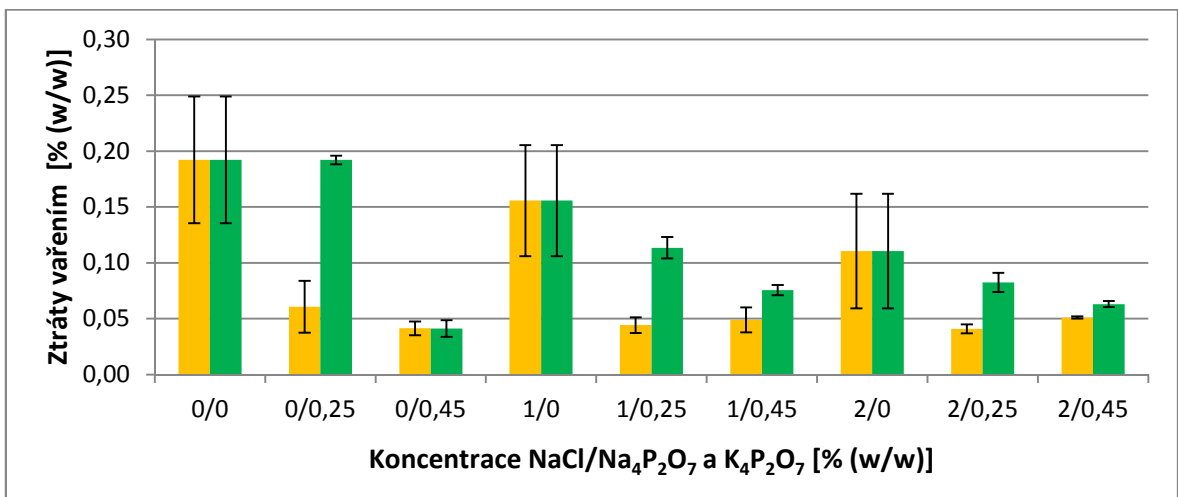
Graf č. 35: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKP

9.5.2 Difosforečnan sodný a difosforečnan draselný

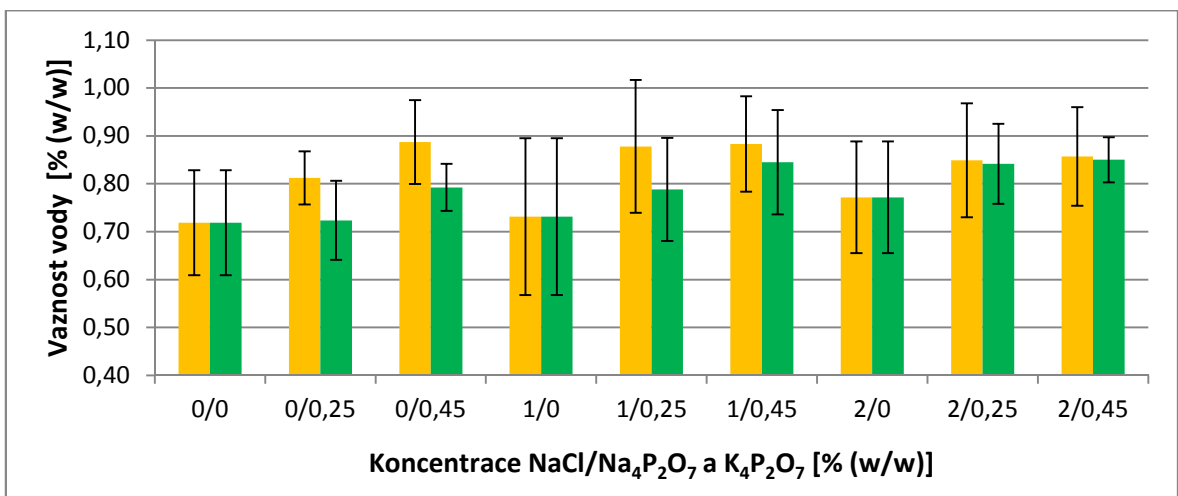
V níže uvedených grafech (graf č. 36 - 42) jsou zobrazeny závislosti vlastností masných výrobků na koncentracích NaCl spolu s přidavkem TSPP a TKPP. V grafech jsou barevně odlišeny vzorky s rozdílnými fosforečnany (TSPP - žlutě, TKPP - zeleně). Z grafů vyplývá, že pH je vždy vyšší u vzorků s TSPP než s TKPP. Ztráty vařením jsou výrazně vyšší u vzorků s TKPP v koncentraci 0,25 %, avšak u koncentrace 0,45 % tento rozdíl pozorován není. Vyšší hodnoty CL jsou také u všech vzorků s TKPP v kombinaci fosforečnanu s NaCl. Pozorované rozdíly se však snižují se zvyšujícím se přidavkem NaCl. Přestože se částečně překrývají chybové úsečky u vzorků v koncentracích 0/0,25 a 0/0,45, mírně nižší vaznost vody je pozorována u vzorků s přidavkem TKPP ve srovnání se vzorky s TSPP. U zbylých vzorků se z velké části překrývají chybové úsečky a nelze tak mluvit o výrazně odlišném působení TSPP a TKPP na vaznost. Nápadný rozdíl je však pozorován u tvrdosti a tuhosti, kdy jsou hodnoty těchto vlastností výrazně vyšší u vzorků s TSPP, než u vzorků s TKPP. Po přidavku NaCl k těmto vzorkům jsou naopak hodnoty tvrdosti a tuhosti nápadně vyšší u vzorků s TKPP. Z grafu závislosti kohezivnosti na koncentracích NaCl a pozorovaných fosforečnanů vyplývá, že průměrné hodnoty kohezivnosti jsou ve větší míře zvýšeny vlivem přidavku TSPP ve srovnání se vzorky s přidavkem TKPP. Po přidavku NaCl k těmto vzorkům však lze pozorovat výrazné snížení či vymizení rozdílných hodnot kohezivnosti mezi vzorky s TSPP a TKPP. Zřetelně vyšší hodnoty gumovitosti vykazují vzorky s přidavkem TSPP ve srovnání se vzorky s TKPP. Po přidavku NaCl ke vzorkům s těmito fosforečnany však lze naopak zaznamenat, že vyšší průměrné hodnoty gumovitosti vykazují vzorky s obsahem TKPP.



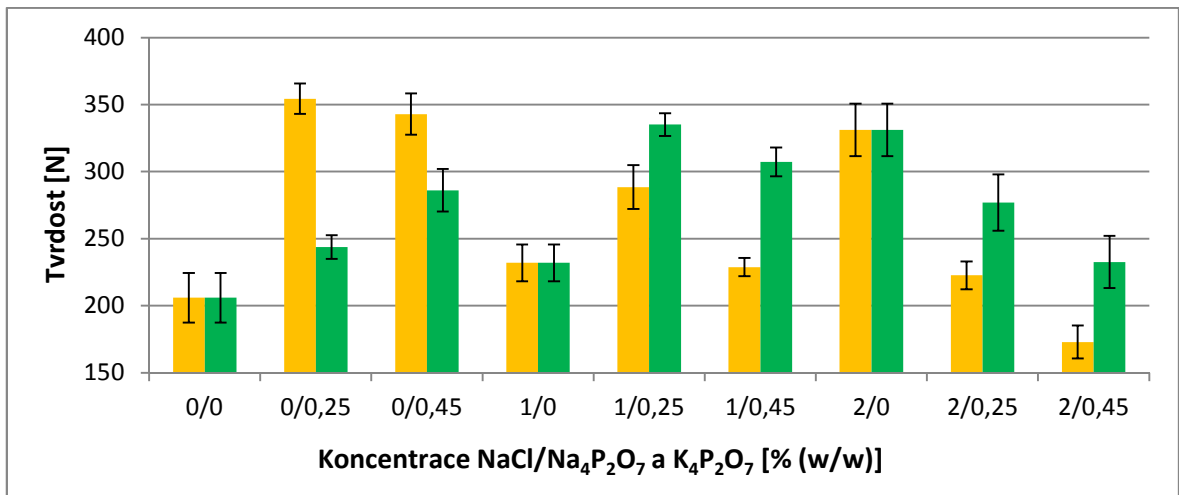
Graf č. 36: Závislost pH na koncentraci NaCl/TSPP a NaCl/TKPP



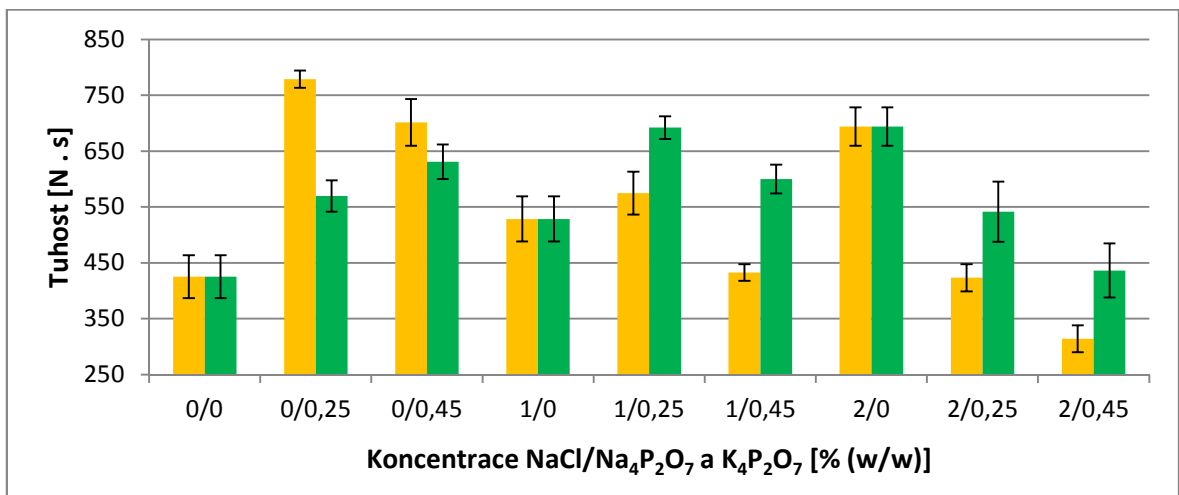
Graf č. 37: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl/TSPP a NaCl/TKPP



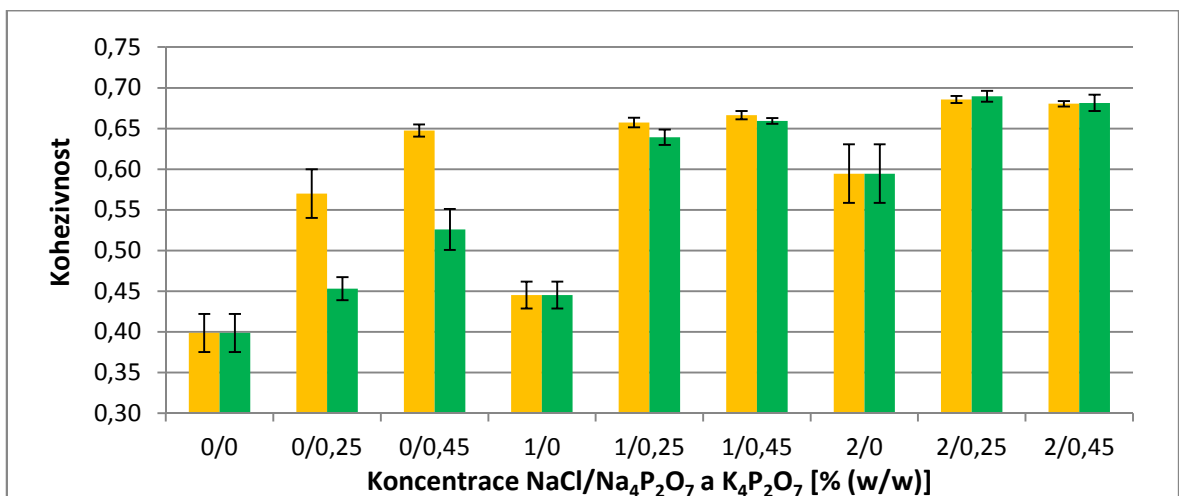
Graf č. 38: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl/TSPP a NaCl/TKPP



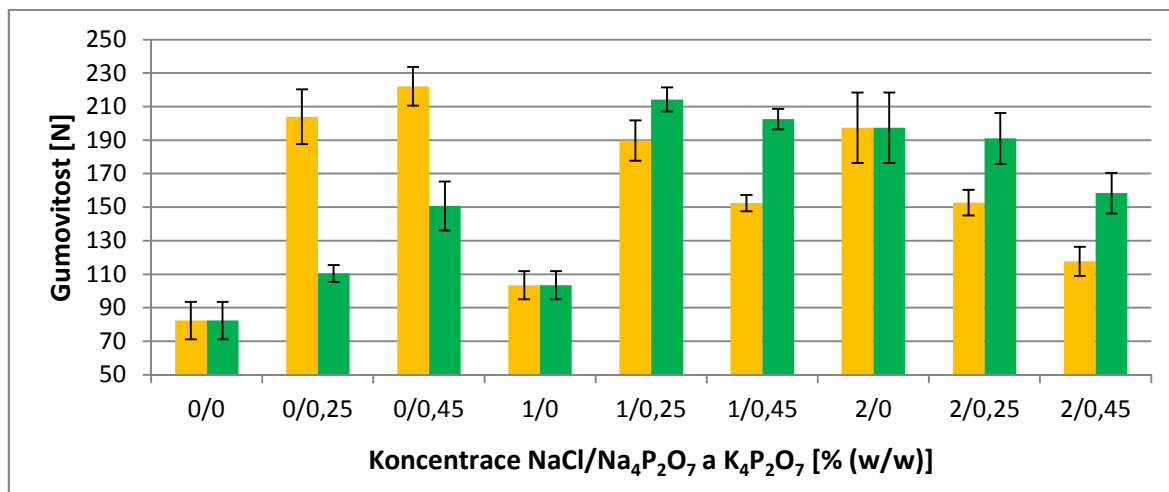
Graf č. 39: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKPP



Graf č. 40: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKPP



Graf č. 41: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKPP



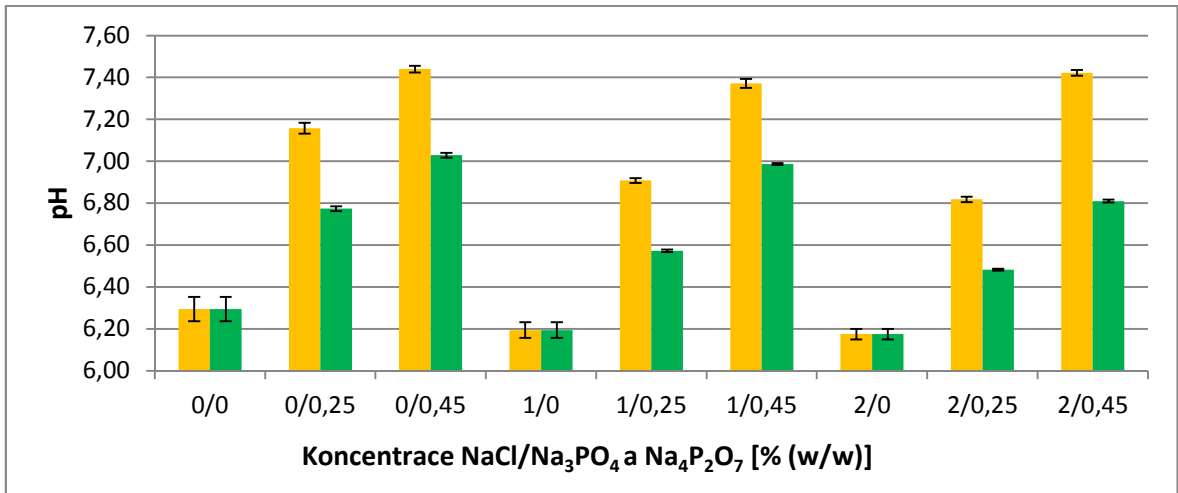
Graf č. 42: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TKPP

9.6 Vliv fosforečnanových a difosforečnanových aniontů na vlastnosti masných výrobků

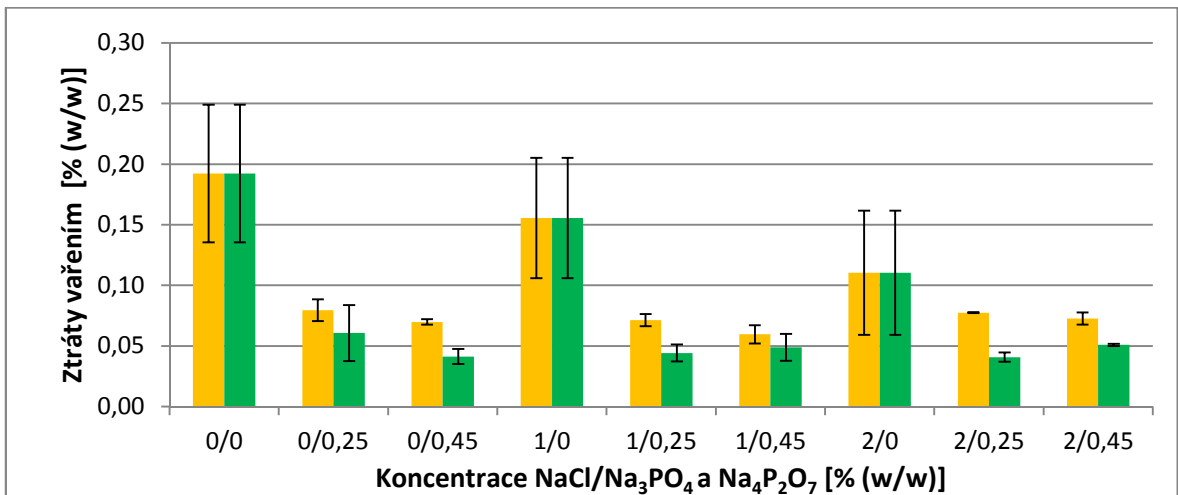
Součástí kapitoly jsou grafická porovnání experimentů s fosforečnanem, která popisují rozdílné působení fosforečnanových a difosforečnanových aniontů solí fosforečnanů spolu s účinkem NaCl. Srovnání účinku TSP a TSPP na vlastnosti masných výrobků je uvedeno v grafech č. 43 – 49, srovnání účinku TKP a TKPP v grafech č. 50 - 56.

9.6.1 Fosforečnan sodný a difosforečnan sodný

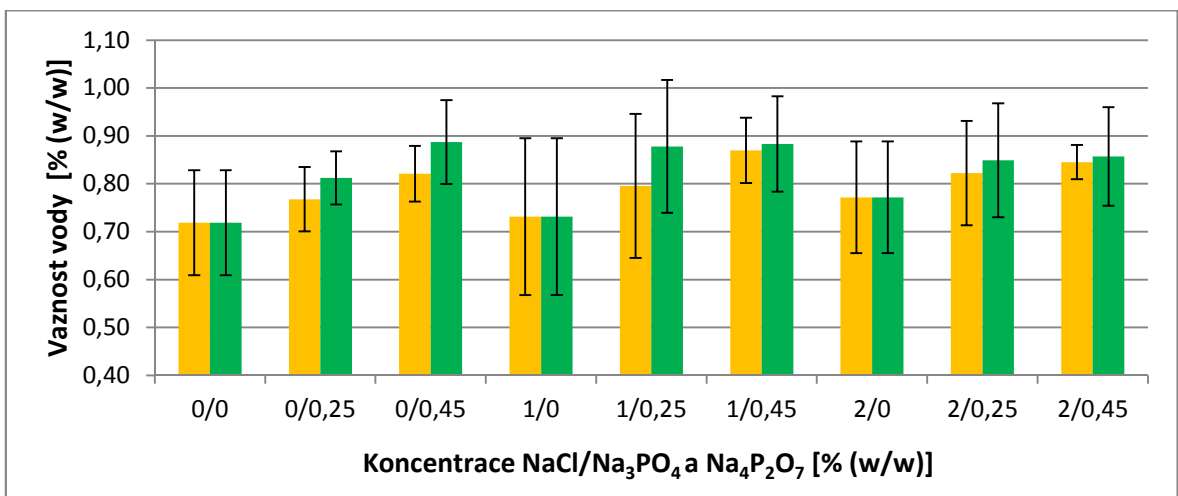
V níže uvedených grafech (graf č. 43 - 49) jsou zobrazeny závislosti jednotlivých vlastností masných výrobků na koncentracích NaCl spolu s přidavkem TSP a TSPP. V grafech jsou barevně odlišeny vzorky s rozdílnými fosforečnanem (TSP - žlutě, TSPP - zeleně). Z grafů vyplývá, že pH je u vzorků s TSP u všech koncentrací výrazně vyšší, než u vzorků s TSPP. Průměrné hodnoty ztrát vařením jsou mírně vyšší u vzorků s TSP ve srovnání se vzorky s TSPP. Výjimkou jsou koncentrace 0/0,25 a 1/0,45, ve kterých se z větší části překrývají chybové úsečky a nelze tak hovořit o zřetelně odlišných hodnotách CL. Nejsou pozorovány žádné výrazné rozdíly u hodnot WHC mezi vzorky s TSP a TSPP. Výrazně vyšší hodnoty tvrdosti a tuhosti jsou u vzorků s 0,25 % TSPP, avšak u vzorků s přidavkem fosforečnanů spolu s NaCl jsou naopak výrazně vyšší hodnoty těchto vlastností u vzorků s TSP. Průměrné hodnoty kohezivnosti jsou u všech vzorků vyšší po přidavku TSPP ve srovnání se vzorky s TSP. Gumovitost je výrazně vyšší u vzorků s TSPP ve srovnání se vzorky s TSP. Zjevný je rozdíl hodnot gumovitosti po přidavku NaCl k fosforečnanům, kdy jsou hodnoty gumovitosti vyšší u vzorků s TSP.



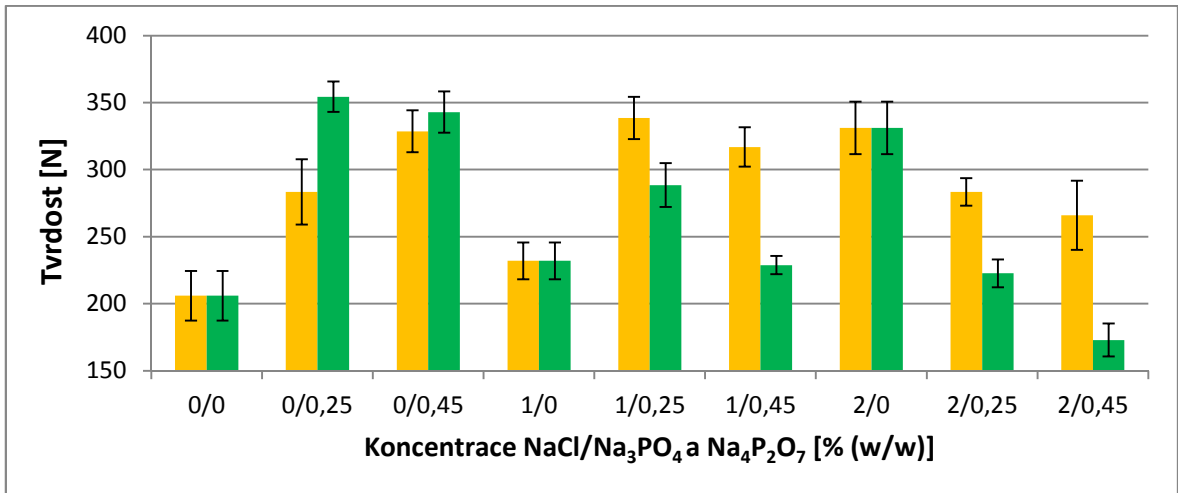
Graf č. 43: Závislost pH na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TSP



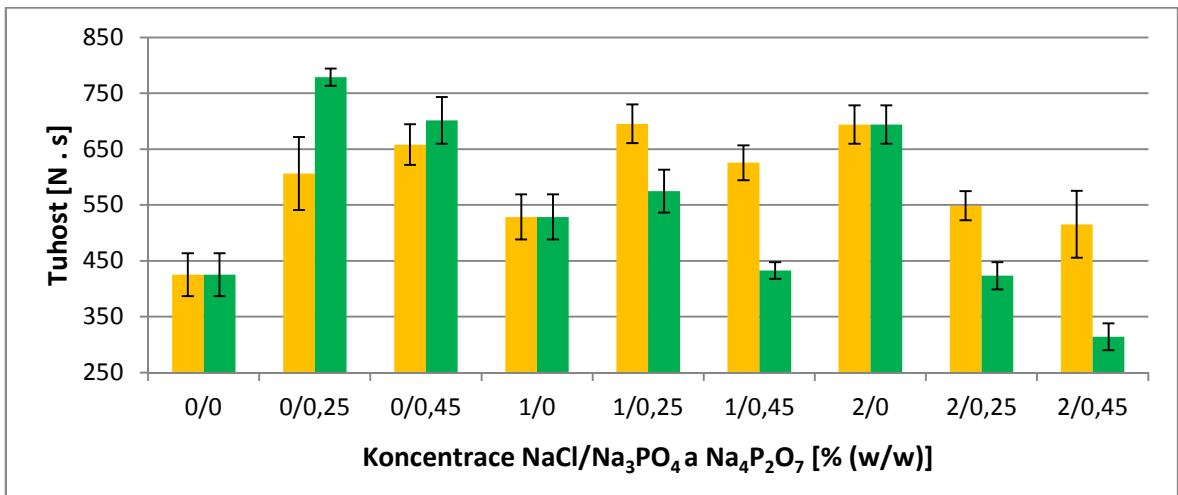
Graf č. 44: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TSP



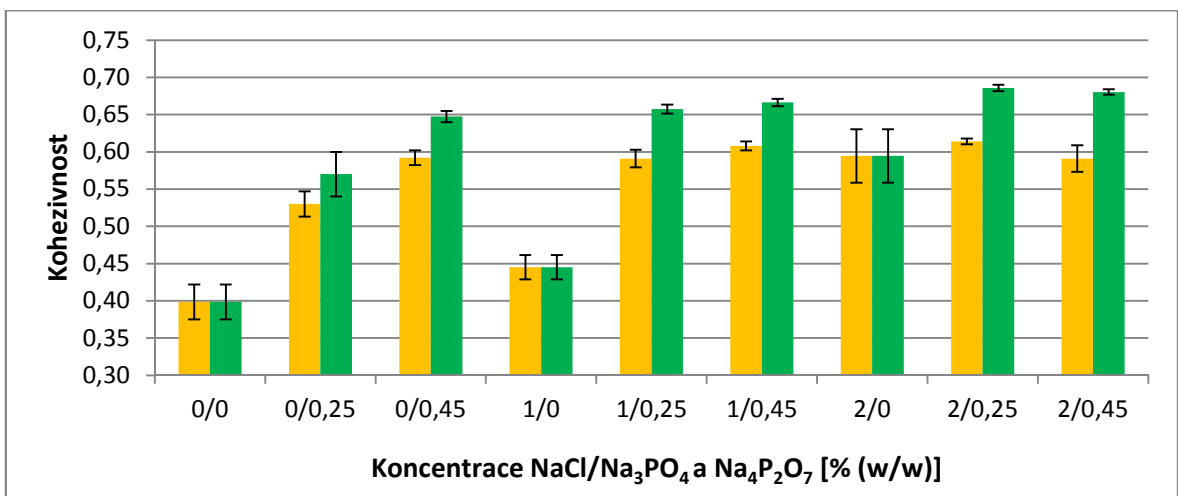
Graf č. 45: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TSP



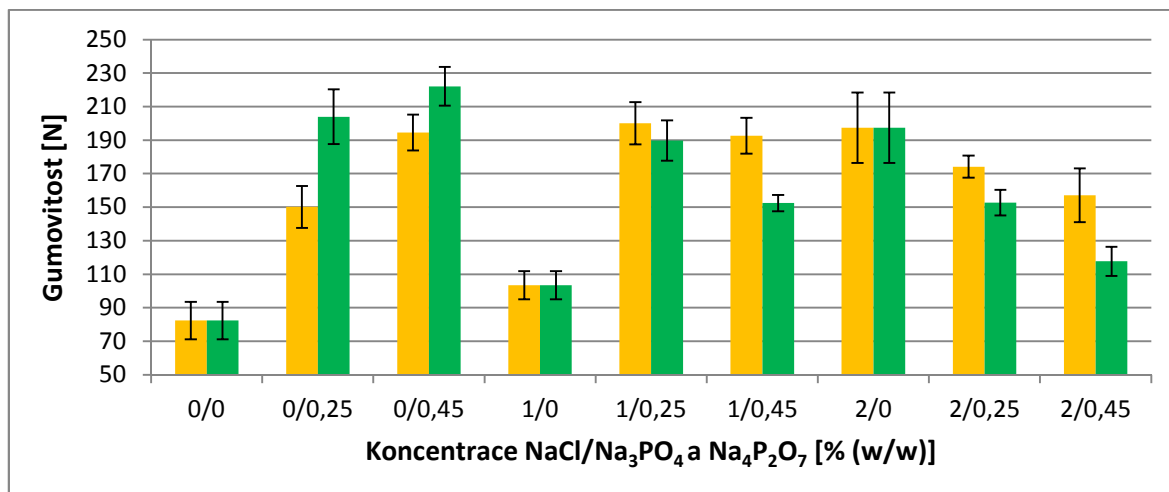
Graf č. 46: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TSP



Graf č. 47: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TSP



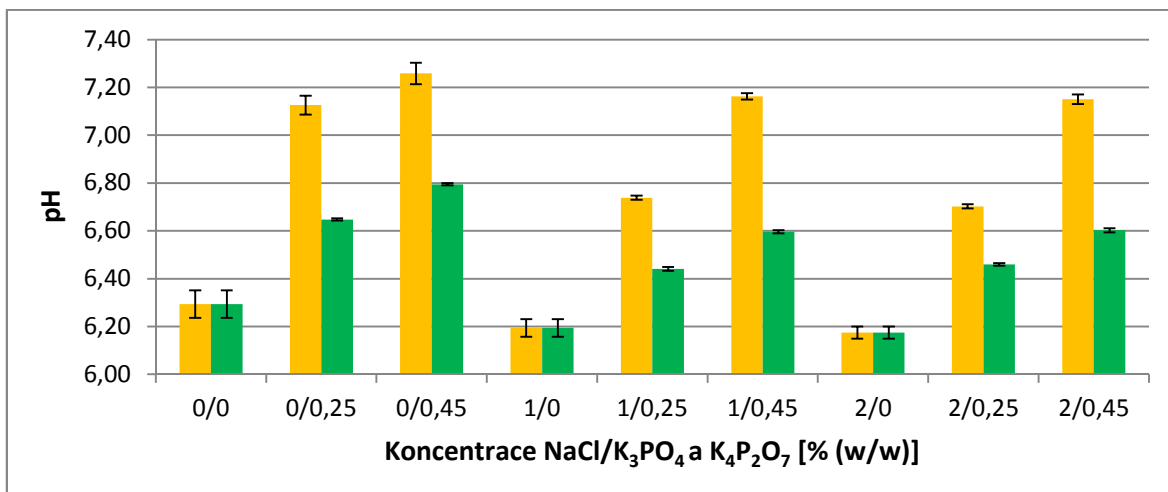
Graf č. 48: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TSP



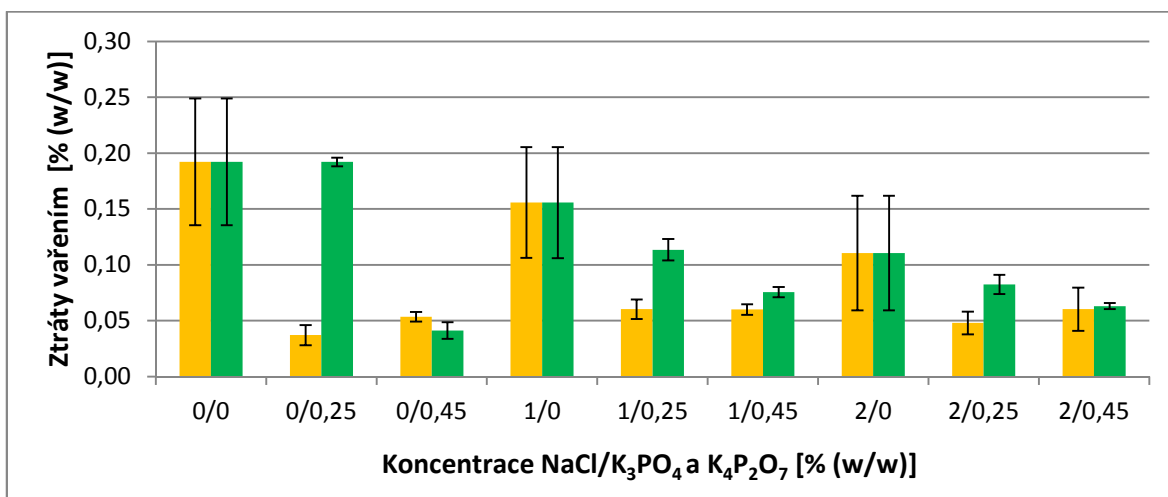
Graf č. 49: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl/TSP a NaCl/TSP

9.6.2 Fosforečnan draselný a difosforečnan draselný

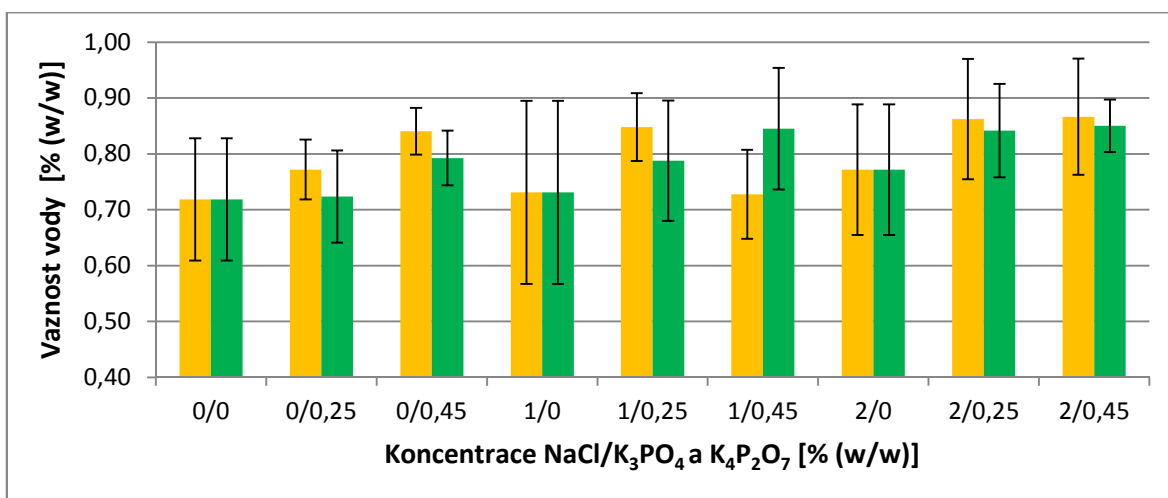
V níže uvedených grafech č. 50 - 56 jsou zobrazeny závislosti vlastností masných výrobků na koncentracích NaCl spolu s přidavkem TKP a TKPP. V grafech jsou barevně odlišeny vzorky s rozdílnými fosforečnany (TKP - žlutě, TKPP - zeleně). Z grafů vyplývá, že výrazně vyšší hodnoty pH jsou naměřeny u vzorků s TKP ve srovnání se vzorky s TKPP. Výrazně nižších ztrát vařením bylo dosaženo u vzorků s TKP bez NaCl i v kombinaci s NaCl, než u vzorků s TKPP. Tento účinek však nelze pozorovat u vzorků 0/0,45, kdy jsou hodnoty CL mírně nižší u přidavku TKPP a u vzorků 2/0,45 u kterých odlišné anionty nevyvolaly nápadně odlišný účinek. Vzhledem k částečně či zcela se překrývajícím chybovým úsečkám v grafu závislosti vaznosti vody na koncentraci pozorovaných látek lze říci, že nebylo zaznamenáno výrazné ovlivnění hodnot vaznosti vlivem rozdílných aniontů. Taktéž u hodnot tvrdosti a tuhosti nebyl vzhledem k částečně se překrývajícím chybovým úsečkám pozorován nápadný rozdíl v účinku TKP a TKPP. Mírný rozdíl lze pozorovat pouze u tuhosti vzorků 0/0,45, při níž přidavek TKPP zvýšil tuhost více než TKP. Vzhledem k překrývajícím se chybovým úsečkám nelze pozorovat výrazný rozdíl u vzorků s TKP a TKPP bez přidaného NaCl ani u hodnot kohezivnosti, avšak u těchto vzorků po přidavku NaCl je z grafu patrná vyšší míra vzrůstu hodnot kohezivnosti u vzorků s TKPP. V grafu závislosti gumovitosti na koncentraci NaCl a pozorovaných fosforečnanů lze zaznamenat rozdílné působení aniontů pouze v případě koncentrace 1/0,45, při které byla ve vyšší míře zvýšena průměrná hodnota gumovitosti u vzorků s přidavkem TKPP ve srovnání se vzorkem s TKP. U zbývajících koncentrací nelze vzhledem k překrývajícím se chybovým úsečkám poukázat na odlišné působení pozorovaných aniontů na gumovitost.



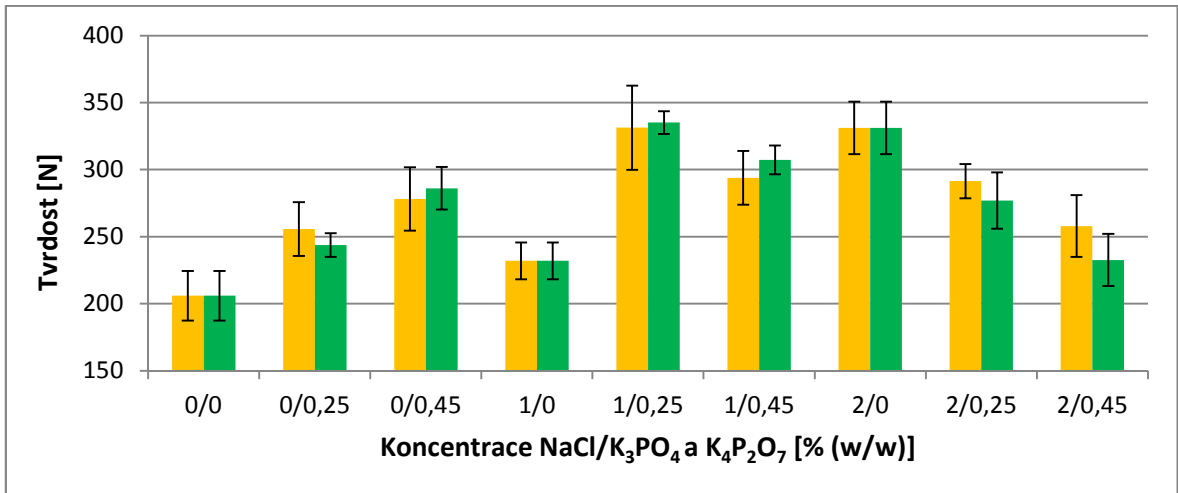
Graf č. 50: Závislost pH na koncentraci NaCl/TKP a NaCl/TKPP



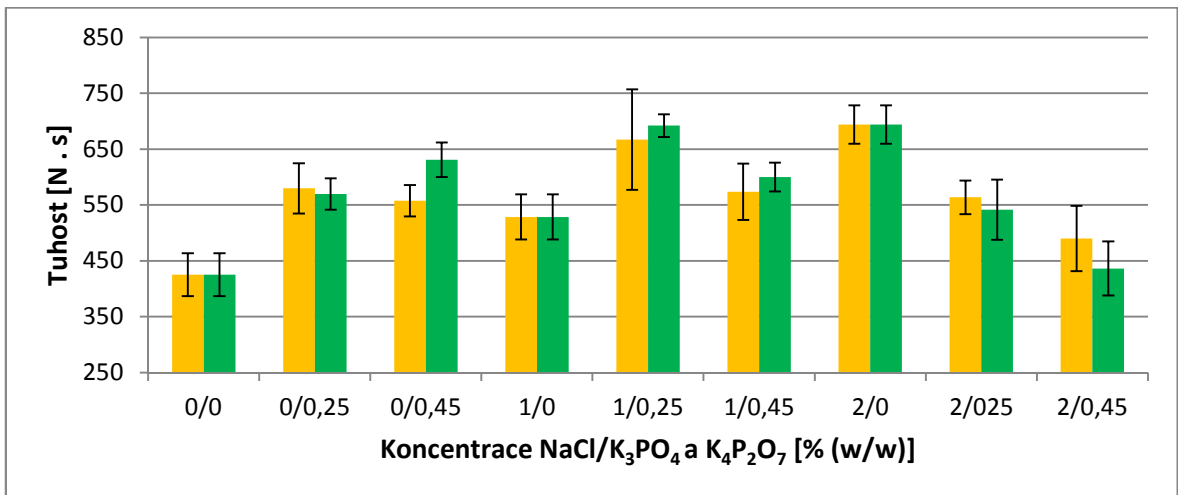
Graf č. 51: Závislost ztrát vařením na koncentraci NaCl/TKP a NaCl/TKPP



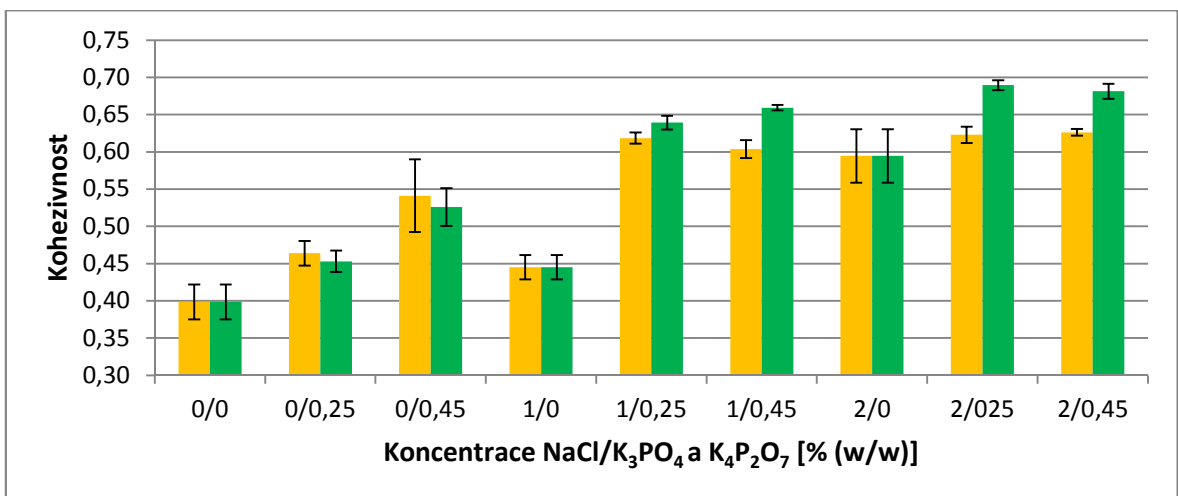
Graf č. 52: Závislost vaznosti vody na koncentraci NaCl/TKP a NaCl/TKPP



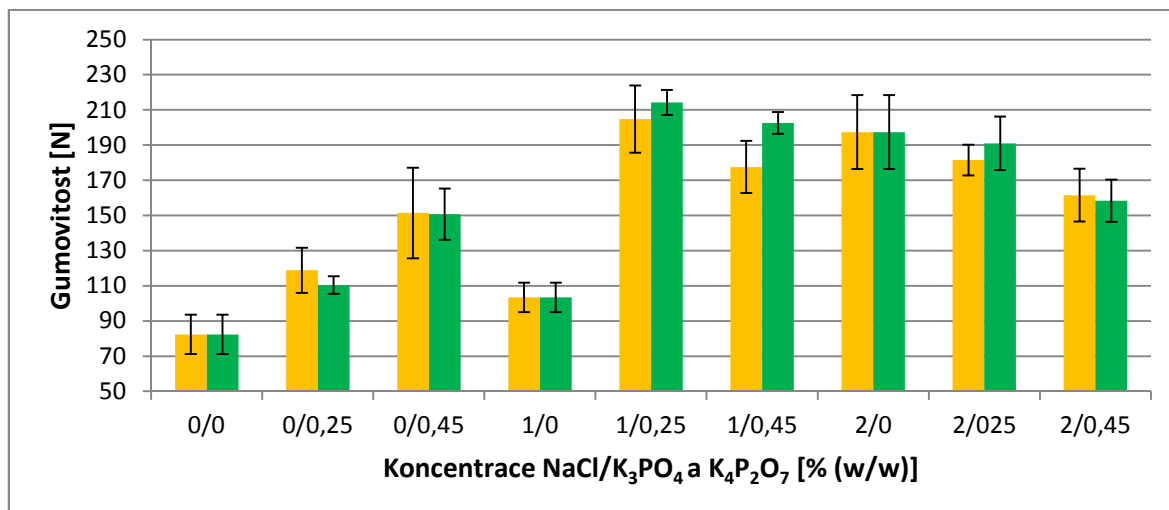
Graf č. 53: Závislost tvrdosti na koncentraci NaCl/TKP a NaCl/TKPP



Graf č. 54: Závislost tuhosti na koncentraci NaCl/TKP a NaCl/TKPP



Graf č. 55: Závislost kohezivnosti na koncentraci NaCl/TKP a NaCl/TKPP



Graf č. 56: Závislost gumovitosti na koncentraci NaCl/TKP a NaCl/TKPP

10 DISKUSE

V této diplomové práci byl zkoumán vliv koncentrace chloridu sodného a vybraných solí fosforečnanů (fosforečnan sodný, fosforečnan draselný, difosforečnan sodný a difosforečnan draselný), přidávaných do masných výrobků jednotlivě či v kombinacích vybraných koncentrací těchto látek, na vlastnosti masných výrobků. Pozorováno bylo pH, vaznost vody, ztráty vařením a texturní parametry – tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost.

V literatuře se zpravidla nachází tvrzení, že přídavek NaCl většinou nemá významný účinek na hodnotu pH masa. Přesto však existují studie, ve kterých je zaznamenáno mírné zvýšení, ale i snížení hodnot pH v závislosti na zvyšujícím se přídávku NaCl [17, 36]. Z výsledků vlivu fosforečnanů a NaCl na pH v této diplomové práci vyplývá, že přídavek samostatného NaCl způsobil mírné snížení hodnoty pH ve srovnání s kontrolním vzorkem. Se vzrůstající koncentrací všech čtyř pozorovaných fosforečnanů došlo k zvyšování hodnot pH ve srovnání s kontrolním vzorkem. Toto potvrzuje i studie Fernández – López et al., kteří uvádějí, že se zvyšující se koncentrací fosforečnanů roste hodnota pH. Hodnoty však závisí na typu a koncentraci daného fosforečnanu [17]. Zvýšení pH díla po aplikaci fosforečnanů pozoroval ve své studii i Puolanne et al. [25].

Hodnotu pH určuje množství kladných a záporných nábojů myofibrilárních bílkovin. Pokud se velikost těchto nábojů rovná a celkový náboj je nulový, dochází k snížení hodnoty pH na hodnotu izoelektrického bodu. Při této hodnotě pH se svalová vlákna neodpužují a do prostor mezi vlákny se tak vměstná nejméně vody. Vaznost vody je tedy nejnižší, když pH dosahuje hodnot izoelektrického bodu. Čím více se však pH od hodnoty izoelektrického bodu vzdaluje, tím je vaznost vyšší [22].

Přídavek NaCl ke vzorkům s fosforečnany vyvolal ve všech případech pokles hodnot pH ve srovnání se vzorky bez soli, přesto však byly hodnoty pH u vzorků s kombinací NaCl a fosforečnanu vyšší, než pH kontrolního vzorku s nulovou koncentrací pozorovaných látek. Zároveň však bylo vlivem přídávku NaCl ke vzorkům s fosforečnany zaznamenáno u většiny vzorků zvýšení průměrných hodnot vaznosti ve srovnání se vzorky bez soli, což mohlo být vyvoláno právě posunem izoelektrického bodu bílkovin do kyselé oblasti po aplikaci NaCl. Ze všech pozorovaných fosforečnanů způsobil přídavek TSP u všech vzorků zvýšení hodnot pH na nejvyšší hodnoty, naopak nejnižší míra vzestupu hodnot pH byla dosažena u všech koncentrací po přídávku TKPP. Pro zjištění rozdílného působení

sodných a draselných kationtů na pH byly porovnány experimenty s fosforečnany TSP a TKP a experimenty s TSPP a TKPP. Z výsledků vyplývá, že sodné kationty fosforečnanů zvyšovaly hodnoty pH ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích s NaCl ve větší míře, než kationty draselné. Stejným způsobem bylo porovnáno rozdílné působení aniontů solí fosforečnanů. Z výsledků srovnávajících účinek TSP a TSPP a účinek TKP a TKPP vyplývá, že monofosforečnanové anionty ve všech pozorovaných koncentracích a kombinacích s NaCl zvyšovaly pH ve větší míře, než anionty difosforečnanové. Z tohoto důvodu jsou monofosforečnany podle některých autorů obvykle používány k nastavení určitých hodnot pH [47].

Hodnoty pH souvisí s barvou masa. Podle Bianchi et al. může světlá barva masa způsobená nízkým pH negativně ovlivnit vaznost vody. Toto tvrzení demonstrovali ve studii, jejíž výsledky ukázaly vyšší hodnoty CL u masa bledého ve srovnání s hodnotami CL masa normální barvy. Podle autorů může být negativní vliv nízkého pH na vaznost částečně zlepšen úpravou hodnoty pH [6]. Přestože v této diplomové práci nebyl zkoumán vliv pH masa na jeho barvu, bylo po přidavku fosforečnanů pozorováno zvýšení hodnot pH, které podle všeho souvisí s poklesem hodnot CL a zvýšením průměrných hodnot WHC.

Z výsledků vlivu fosforečnanů a NaCl na ztráty vařením (CL) vyplývá, že nejvyšší hodnoty ztrát vařením byly naměřeny u kontrolních vzorků s nulovou koncentrací pozorovaných látek. Se vzrůstajícím přídatkem NaCl došlo k snižování průměrných hodnot CL. Mnohem výraznější snížení hodnot CL však bylo pozorováno po přidavku samostatných fosforečnanů. Výjimkou se však v této práci ukázalo působení TKPP v koncentraci 0,25 %, které nezpůsobilo výrazný pokles hodnot CL ve srovnání s průměrnou hodnotou CL kontrolního vzorku. Podle studií Roldán et al. a Ruusunen et al. došlo také vlivem aplikace fosforečnanů k výraznému snížení hodnot CL masných výrobků [29, 41].

Přídavek NaCl k masným výrobkům s fosforečnany hodnotu CL v některých případech mírně zvýšil, v některých naopak mírně snížil. Toto chování ovlivnil nejen typ přidaného fosforečnanu, ale také jednotlivé kombinace koncentrací NaCl a fosforečnanu. Při srovnání hodnot CL všech provedených experimentů lze říci, že TKPP téměř ve všech pozorovaných kombinacích a koncentracích vyvolal nejnižší pokles hodnot CL, naopak nejvyšší pokles hodnot CL byl u vzorků s 0,25 % TKP a u vzorků s kombinací NaCl a fosforečnanu TSPP. Pro zjištění rozdílného působení sodných a draselných kationtů na CL byly porovnány experimenty s fosforečnany TSP a TKP a experimenty s TSPP

a TKPP. Z výsledků vyplývá, že draselné ionty TKP snižují ve větší míře hodnoty CL než TSP, avšak výrazný rozdíl není sledován u koncentrací 0,45 % fosforečnanu s přídatkem NaCl. Ve srovnání vlivu sodných a draselných kationtů difosforečnanů na ztráty vařením je naopak znázorněno výraznější snížení hodnot CL vlivem sodných kationtů. Výjimkou je pouze koncentrace 0,45 % fosforečnanů, u které není pozorován výrazný rozdíl hodnot CL mezi vzorky s TSP a TKPP. Z výsledků srovnávacích účinek TSP a TSP a účinek TKP a TKPP vyplývá, že TSP snižují hodnoty CL více než TSP a TKPP snižují hodnoty CL naopak méně než TKP.

Bílkoviny masa tvoří síť. Spojení mezi filamenty v této síti dovoluje pouze omezené bobtnání myofibril. Množství vody vázané v této síti je určeno nábojem sítě bílkovin a množstvím a silou vazeb mezi myofibrilami. Přídavek NaCl a fosforečnanů podpoří rozpustnost myozinu a bobtnání myofibril. Míra bobtnání závisí na pH, které je ovlivněno nábojem sítě bílkovin. Postranní řetězce bílkovin masa jsou kladně i záporně nabitě. Vlivem přídatku chloridu sodného a alkalických fosforečnanů dojde ke zvýšení záporného náboje řetězců bílkovin, čímž se zvýší odpor mezi řetězci a dojde k větší míře odpuzování jednotlivých řetězců bílkovin vlivem elektrostatických sil. Oddálením filament se tak zajistí větší prostor pro navázání většího množství vody a snížení ztrát vody během tepelné denaturace bílkovin [4, 16, 23].

Vzhledem k vysokým hodnotám směrodatných odchylek u měření vaznosti vody (WHC), které signalizují větší odlišnost v hodnotách dat naměřeného souboru ve všech měřených vzorcích lze říci, že se jedná o metodu s poměrně velkou chybou stanovení. Průměrné hodnoty WHC se zvyšovaly u vzorků s rostoucím obsahem NaCl. Výraznější nárůst hodnot WHC byl však sledován po přídatku fosforečnanů. Jediným vzorkem, u kterého nevyvolal přídavek fosforečnanu výrazný nárůst průměrné hodnoty WHC byl vzorek s 0,25 % TKPP.

Fernández-López et al., kteří prováděli studii na vepřovém mase s přídatkem NaCl a fosforečnanem $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ potvrdili, že se vaznost zvyšovala jak s rostoucím obsahem soli, tak s rostoucím obsahem fosforečnanu. Podle autorů nejsou však dosud přesné mechanismy zvýšení hydratace masa vlivem fosforečnanů zcela jasně pochopeny. Možné mechanismy účinků na zvýšení vaznosti mohou zahrnovat účinek fosforečnanů na pH a iontovou sílu, ale také specifické interakce fosforečnanových aniontů s dvojmocnými kationty a svalovými bílkoviny [17].

Přídavek NaCl ke vzorkům s fosforečnany vyvolal u většiny vzorků zvýšení průměrných hodnot WHC ve srovnání se vzorky se stejnou koncentrací fosforečnanů bez soli, avšak u vzorků 1/0,45 s fosforečnanem TKP a 2/0,45 s fosforečnanem TSPP byl pozorován pokles průměrných hodnot WHC, přičemž u vzorků s 1/0,45 TKP je pokles hodnot WHC téměř na hodnotu vaznosti kontrolního vzorku. Fosforečnany zvyšují iontovou sílu masa a tím zvyšují vaznost vody [47]. Podle Puolanne et al. může být snížení vaznosti u vzorků s vysokými hodnotami pH způsobeno tím, že se na bílkoviny vážou méně ionty Cl^- a více ionty Na^+ [24].

Podle Petracci et al. aplikace kombinace látek NaCl a fosforečnanů zlepšuje funkčnost bílkovin. Po štěpení některých vazeb aktomyozinového komplexu fosforečnany dojde vlivem NaCl k zvýšení iontové síly a zvýšení rozpustnosti svalových bílkovin, které pak mají vyšší schopnost vázat vodu. Synergického působení těchto látek na vaznost tak může být využito při vývoji masných výrobků se sníženým obsahem soli [8].

Ze srovnání rozdílného působení sodných a draselných kationtů a fosforečnanových a difosforečnanových aniontů na WHC vyplývá, že vzhledem ke zcela nebo z větší části se překrývajícím chybovým úsečkám nelze poukázat na výrazný rozdíl v působení pozorovaných kationtů a aniontů na hodnoty WHC. Jedinou výrazně nižší hodnotu WHC v grafech srovnávajících vliv kationtů na WHC je vzorek 1/0,45 s fosforečnanem TKP ve srovnání se vzorkem TSP.

Chlorid sodný disociuje v mase na ionty. Chloridové anionty jsou na proteiny masa vázány silněji než kationty sodíku. [8, 36]. Zvyšují záporný náboj a podporují bobtnání myofilament. Sodné ionty tvoří iontový mrak kolem filament a způsobují lokální rozdíly v koncentracích, které vedou k zvýšení osmotického tlaku uvnitř myofibril způsobující také bobtnání filament. Působením iontové síly dojde až k rozpadu filament [25].

Přídavek NaCl dle literatury vyvolává mírný posun hodnoty izoelektrického bodu bílkovin masa do kyselé oblasti. Samostatný posun izoelektrického bodu podpoří vaznost vody zvýšením vzdálenosti od aktuální hodnoty pH, která po přídavku NaCl zůstává v normálních hodnotách 6,0 – 6,2 [20, 22].

Zalkalizování svaloviny fosforečnany vyvolává změnu disociace funkčních skupin bílkovin a tím změnu rozložení kladných a záporných nábojů na molekule bílkovin. Fosforečnany také mohou vyvolat rozštěpení některých příčných elektrostatických vazeb

mezi řetězci peptidů a zvýšením koncentrace stejně nabitých skupin zvýšit odpudivé síly a následně i vaznost vody [4].

Podle Hughes et al. má nízká vaznost za následek vysoké ztráty vody [16]. Na toto tvrzení lze poukázat u vzorků s 0,25 % TKPP, jejichž průměrná vaznost téměř nebyla zvýšena vlivem přídavku tohoto fosforečnanu ve srovnání s vazností kontrolního vzorku a zároveň byla také u těchto vzorků naměřena téměř stejná průměrná hodnota ztrát vařením, jako byla naměřena hodnota CL u kontrolního vzorku.

Hodnoty tvrdosti a tuhosti se chovaly velmi podobně. Tvrdost a tuhost se s rostoucí koncentrací NaCl zvyšovaly. Zvyšování tvrdosti a tuhosti bylo zaznamenáno také s rostoucím obsahem fosforečnanů. Pouze u vzorků s 0,25 % TSPP byla průměrná hodnota tvrdosti a tuhosti vyšší, než u vzorků s vyšší koncentrací fosforečnanu. Po přídavku NaCl ke vzorkům s fosforečnanem došlo v některých vzorcích ke zvýšení a v některých naopak ke snížení hodnot tvrdosti či tuhosti. Toto chování ovlivnil nejen typ přidaného fosforečnanu, ale také jednotlivé kombinace koncentrací NaCl a fosforečnanu.

Při sledování rozdílného účinku sodných a draselných kationtů solí fosforečnanů na tvrdost a tuhost lze poukázat na výraznější zvýšení průměrných hodnot vlivem přídavku TSP ve srovnání se vzorky s TKP. U vzorků s TSPP a TKPP je nápadnější zvýšení tvrdosti a tuhosti u vzorků s TSPP, avšak po přídavku NaCl ke vzorkům s těmito fosforečnanem jsou naopak výrazně vyšší hodnoty naměřeny u vzorků s TKPP. Ve srovnání vlivu aniontů TSP a TSPP na tvrdost a tuhost bylo zjištěno, že výrazně vyšší hodnoty jsou u vzorků s 0,25 % TSPP ve srovnání se vzorky s TSP, po přídavku NaCl k těmto vzorkům je naopak vyšší tvrdost a tuhost u vzorků s TSP. Rozdílné působení aniontů na tvrdost u vzorků s TKP a TKPP nebylo pozorováno, větší hodnoty tuhosti jsou však sledovány u vzorků s 0,45 % TKPP. Po přídavku NaCl ke vzorkům s fosforečnanem TKP a TKPP nebyl zaznamenán rozdíl v tuhosti, avšak u tvrdosti vykazovaly vyšší hodnoty vzorky s difosforečnanem. Zajímavostí je, že pouze u vzorků s 0,45 % TSPP po přídavku 2 % NaCl došlo k výraznému snížení průměrné hodnoty tvrdosti pod hodnotu tvrdosti kontrolního vzorku. Takové snížení je také pozorováno u tuhosti po přídavku 2 % NaCl u obou vzorků s TSPP.

Z výsledků vlivu fosforečnanů a NaCl na kohezivnost vyplývá, že s rostoucím obsahem NaCl dochází k nápadnému zvyšování hodnot kohezivnosti. S rostoucím obsahem všech fosforečnanů také hodnoty kohezivnosti masných výrobků vzrůstají. Zřetelně nejvyšších hodnot kohezivnosti bylo dosaženo u vzorků s TSPP. Přídavek NaCl ke všem vzorkům

podpořil další nárůst hodnot kohezivnosti. Pro zjištění rozdílného působení sodných a draselných kationtů na kohezivnost byly porovnány experimenty s fosforečnaný TSP a TKP a experimenty s TSPP a TKPP. Z výsledků vyplývá, že přídavek TSP zvyšoval kohezivnost výrazněji než TKP, avšak u vzorků s kombinací s NaCl je pozorována naopak vyšší kohezivnost u vzorků s TKP v koncentracích 1/0,25 a 2/0,45. U vzorků s TSPP bez soli a s 1 % NaCl byla kohezivnost vyšší než u vzorků s TKPP. U vzorku s 2% přídavkem NaCl není pozorován výrazný rozdíl kohezivnosti mezi vzorky s TSPP a TKPP. Srovnání působení aniontů fosforečnanů na kohezivnost ukázalo, že u vzorků s TSP a TSPP je kohezivnost u všech vzorků významněji zvyšována difosforečnanovými anionty. U vzorků s TKP a TKPP není pozorován výrazný rozdíl kohezivnosti, ale v kombinaci s NaCl jsou výrazně vyšší hodnoty kohezivnosti pozorovány také u vzorků s difosforečnanovými anionty.

Z výsledků vlivu NaCl a fosforečnanů na gumovitost vyplývá, že dochází k výraznému zvyšování hodnot gumovitosti u vzorků s rostoucí koncentrací NaCl. U vzorků s rostoucím podílem pozorovaných fosforečnanů také docházelo k nárůstu hodnot gumovitosti. Nejvyšší hodnoty gumovitosti byly naměřeny u vzorků s TSPP bez přidané soli. Přídavek NaCl ke vzorkům s 0,25 % fosforečnanů TSP, TKP a TKPP vyvolal zvýšení hodnot gumovitosti ve srovnání se vzorky bez soli, ale u vzorků s TSPP přídavek NaCl průměrnou gumovitost naopak snížil. Přídavek NaCl ke vzorkům s 0,45 % fosforečnanů TKP a TKPP vyvolal zvýšení průměrných hodnot gumovitosti ve srovnání se vzorky bez soli, u vzorků se sodnými solemi fosforečnanů vyvolal přídavek NaCl naopak pokles hodnot gumovitosti. Zároveň lze říci, že větší míra zvýšení gumovitosti byla pozorována po přídavku nižší koncentrace NaCl a větší pokles gumovitosti byl pozorován u vzorků s vyšší koncentrací NaCl. Pro zjištění rozdílného působení sodných a draselných kationtů na gumovitost byly porovnány experimenty s fosforečnaný TSP a TKP a experimenty s TSPP a TKPP. Z výsledků vyplývá, že v obou případech zvyšovaly gumovitost více fosforečnaný se sodnými kationty ve srovnání s draselnými solemi fosforečnanů. Po přídavku NaCl ale nebyl pozorován mezi vzorky s TSP a TKP výrazný rozdíl v hodnotách gumovitosti, ale u vzorků s TSPP a TKPP spolu s NaCl jsou zaznamenány výrazně vyšší hodnoty gumovitosti po aplikaci TKPP. Srovnání působení aniontů fosforečnanů na gumovitost ukázalo, že u vzorků s TSP a TSPP je gumovitost více zvyšována difosforečnanovými anionty, avšak po aplikaci NaCl byla gumovitost vyšší u vzorků s TSP. Mezi vzorky s draselnými solemi monofosforečnanů a difosforečnanů nebyl pozorován výrazný rozdíl

v gumovitosti, avšak po aplikaci NaCl lze zaznamenat vyšší gumovitost u vzorku s přísadkou TKPP v koncentraci 1/0,45 ve srovnání se stejnou koncentrací vzorků s TKP.

Long et al. ve své studii textury na výrobcích z drůbežího separátu popsal snižování tvrdosti a kohezivnosti [26] po aplikaci stejných fosforečnanů, které byly pozorovány v této diplomové práci. Tyto fosforečnany vyvolaly zvýšení hodnot tvrdosti a kohezivnosti. Na zesíťování bílkovin se mohou také podílet dvojmocné kationty. Z důvodu technologie výroby drůbežího separátu je v této surovině přirozeně vyšší obsah vápenatých a hořečnatých iontů, které se do struktury sítě bílkovin mohou zapojovat a tvořit příčné iontové vazby mezi filamenti, které se mohou podílet na omezení vaznosti vody udržováním určité vzdálenosti mezi vlákny bílkovin. Přídavek fosforečnanů ve studii Long et al. mohl tedy vyvolat vyvázání těchto dvojmocných iontů ze sítě, což mohlo způsobit rozrušení příčných vazeb a porušením zesíťujícího účinku bivalentních iontů mohlo dojít k snížení hodnot tvrdosti výrobků z drůbežího separátu. V této práci však byla použita kuřecí prsní svalovina, která pravděpodobně neobsahuje tak velké množství těchto bivalentních iontů. Z tohoto důvodu zde mohl převažovat jiný mechanismus působení fosforečnanů, a to takový, že se fosforečnany mohly navázat na svalové bílkoviny a zvýšením odpuzivých sil mohlo dojít ke zvýšení vaznosti vody zvětšením prostoru pro molekuly vody mezi řetězci bílkovin. Tento odlišný mechanismus zvýšení vaznosti pak mohl vyvolat odlišný účinek na texturu masných výrobků ze separátu a z drůbežího masa. Zvýšení tvrdosti jehněčího masa po aplikaci fosforečnanů zaznamenal také Roldán et al. při úpravě vzorků metodou sous-vide. U pečených vzorků tento účinek nebyl tak zřetelný [29].

Z výše uvedeného vyplývá, že účinek NaCl a fosforečnanů na vlastnosti masných výrobků závisí nejen na typu fosforečnanu a použitém množství těchto látek, ale vlastnosti masných výrobků mohou být také ovlivněny i metodou tepelného ošetření a řadou jiných specifických vlastností masných výrobků.

ZÁVĚR

V této diplomové práci byl vykonán dvoufaktorový tříúrovňový experiment, jehož cílem bylo pozorování vlivu měnící se koncentrace NaCl a vybraných fosforečnanů na vlastnosti mělněných masných výrobků z kuřecí prsní svaloviny. Měřenými vlastnostmi bylo pH, vaznost vody, ztráty vařením a texturní vlastnosti – tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Pozorovanými faktory tohoto experimentu byly NaCl a fosforečnan, úrovněmi byly tři koncentrace těchto látek. Experiment byl proveden se čtyřmi fosforečnany: Na_3PO_4 (TSP), K_3PO_4 (TKP), $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (TSP) a $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (TKPP) v kombinaci s NaCl. Fosforečnany byly do masných výrobků přidávány v koncentracích 0; 0,25; 0,45 % P_2O_5 a chlorid sodný byl přidáván v koncentracích 0; 1 a 2 %.

Bylo zjištěno, že jak přídavek vybraných fosforečnanů, tak přídavek NaCl ovlivňují vlastnosti masných výrobků. Přídavek fosforečnanů snižuje ztráty vařením a zvyšuje pH, vaznost, tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost masných výrobků z kuřecí prsní svaloviny. Pouze aplikace fosforečnanu TKPP v koncentraci 0,25 % výrazně neovlivnila průměrnou hodnotu ztrát vařením a vaznosti vody. Po aplikaci NaCl do masných výrobků došlo v porovnání s kontrolními vzorky k mírnému snížení průměrné hodnoty pH vzorků, mírnému vzrůstu průměrných hodnot vaznosti vody a k poklesu hodnot ztrát vařením. S rostoucí koncentrací NaCl ve vzorcích byl také pozorován výrazný vzestup hodnot tvrdosti, tuhosti, kohezivnosti a gumovitosti.

Přídavek NaCl k masným výrobkům s fosforečnany může ovlivnit hodnoty pozorovaných vlastností masných výrobků oběma směry. Z výsledků této práce vyplývá, že přídavek NaCl k masným výrobkům s fosforečnany ve srovnání s výrobky s obsahem daného fosforečnanu ve stejné koncentraci avšak bez přídavku NaCl může snižovat pH výrobku a zvyšovat nebo snižovat ztráty vařením, vaznost vody, tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Podle výsledků této práce může účinek přídavku NaCl k masným výrobkům s přidanými fosforečnany na pozorované vlastnosti masných výrobků ovlivňovat nejen typ fosforečnanu aplikovaného do výrobku, ale také jednotlivé kombinace koncentrací NaCl a vybraných fosforečnanů.

Při srovnání účinků sodných a draselných kationtů a fosforečnanových a difosforečnanových aniontů může být pozorován ve vybraných koncentracích rozdíl v naměřených hodnotách vybraných vlastností.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. [online] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853&from=en> [citováno 11. listopadu 2014].
- [2] ČURLEJ, J.; ČURLEJOVÁ, E.; ZAJÁC, P. et al. Textural properties of chicken breast treated by different means. *Potravinářstvo*. 2013, vol. 7, no. 1, s. 179 - 201.
- [3] BLATTNÁ, J.; DOSTÁLOVÁ, J.; PERLÍN, C. et al. *Výživa na začátku 21. století aneb o výživě aktuálně a se zárukou*. Praha: Společnost pro výživu, 2005, 79 s. ISBN: 80-239-6202-7.
- [4] PIPEK, P. *Základy technologie masa*. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV, 1998, 104 s. ISBN: 80-7231-010-0.
- [5] PIPEK, P. *Technologie masa I*. 2. vyd. Praha: VŠCHT, 1991, 172 s. ISBN: 80-7080-106-9.
- [6] BIANCHI, M.; FLETCHER, D. L.; SMITH, D. P. Physical and Functional Properties of Intact and Ground Pale Broiler Breast Meat. *Poultry Science*. 2005, vol. 84, s. 809 - 808.
- [7] HRABĚ, J.; BŘEZINA, P.; VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu, bakalářský směr*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 180 s. ISBN: 80-7318-405-2.
- [8] PETRACCI, M.; BIANCHI, M.; MUDALAL, S.; CAVANI, C. Functional ingredients for poultry meat products. *Trends in Food Science & Technology*. 2013, vol. 33, s. 27 - 39.
- [9] MLČEK, J.; ROP, O.; ŠUSTOVÁ, K. et al. Možnosti využití spektroskopie NIR v masném průmyslu. *Chemické listy*. 2010, vol. 104, no. 9, s. 855 - 860.
- [10] SIMEONOVÁ, J. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 247 s. ISBN: 80-7157-405-8.
- [11] BERÁNKOVÁ, J. *Nutriční vlastnosti drůbežního masa*. [online] Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/nutricni-vlastnosti-drubezihomasa.aspx> [citováno 21. února 2015].

- [12] HUI, Y. H. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering - 4 Volume Set*. 1.vyd. Boca Raton, FL: CRC Press, 2006, 3632 s. ISBN: 978-1-4665-0787-6.
- [13] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Situační a výhledová zpráva drůbeže a vajec 2012*. [online] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/187086/SVZ_Drubez_2012.pdf [citováno 23. prosince 2014].
- [14] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Statistická ročenka České republiky 2014: Statistical yearbook of the Czech Republic 2014*. 1. vyd. Praha: Český statistický úřad, 2014, 815 s. ISBN: 978-80-250-2580-2.
- [15] NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. *Handbook of Processed Meats and Poultry Analysis*. 1.vyd. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009, 760 s. ISBN: 978-1-4200-4533-8.
- [16] HUGHES, J. M.; OISETH, S. K.; PURSLOW, P. P. et al. A structural approach to understanding the interactions between colour, water – holding capacity and tenderness. *Meat Science*. 2014, vol. 98, s. 520 – 532.
- [17] FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; ARANDA-CATALÁ, V. Effect of Sodium Chloride, Sodium Tripolyphosphate and pH on Color Properties of Pork Meat. *Color Research and Application*. 2004, vol. 29, no. 1, s. 67 - 74.
- [18] SAMS, A. R. *Poultry Meat Processing*. 1.vyd. Boca Raton, FL: CRC Press, 2001, 334 s. ISBN: 978-1-4200-4217-7.
- [19] SEN, A. R.; NAVEENA, B. M.; MUTHUKUMAR, M. et al. Effect of chilling, polyphosphate and bicarbonate on quality characteristics of broiler breast meat. *British Poultry Science*. 2005, vol. 46, no. 4, s. 451 - 456.
- [20] KAMENÍK, J.; JANŠTOVÁ, B.; SALÁKOVÁ, A. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. 1.vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014, 199 s. ISBN: 978-80-7305-723-7.
- [21] HUI, Y. H. *Handbook of Meat and Meat Processing*. 2.vyd. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012, 1000 s. ISBN: 978-1-4398-3684-2.
- [22] OWENS, C. M.; ALVARADO, CH.; SAMS, A. R. *Poultry Meat Processing, Second edition*. 2.vyd. Boca Raton, FL: CRC Press, 2010, 448 s. ISBN: 978-1-4398-8216-0.
- [23] PUOLANNE, E.; HALONEN, M. Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat Science*. 2010, vol. 86, no. 1, s. 151 - 165.

- [24] PUOLANNE, E.; PELTONEN, J. The effects of high salt and low pH on the water – holding of meat. *Meat Science*. 2013, vol. 93, s. 167 – 170.
- [25] PUOLANNE, E. J.; RUUSUNEN, M. H.; VAINIONPÄÄ, J. I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*. 2001, vol. 58, s. 1 - 7.
- [26] LONG, N. H. B. S.; GÁL, R.; BUŇKA, F. The effect of selected phosphate salts on the textural properties of deboned poultry meat batters. In: *Advances in Environment, Biotechnology and Biomedicine*. Zlín: WSEAS Press, 2012, s. 219 - 223. ISBN: 978-1-61804-122-7.
- [27] NEDOMOVÁ, Š. *Texturní vlastnosti potravin*. [online] Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/texturni-vlastnosti-potravin> [citováno 18. února 2015].
- [28] ČURLEJ, J.; ZAJÁC, P.; ČAPLA, J. et al. Comparison of textural attributes of selected meat sausages using instrumental analysis. *Potravinářstvo*. 2013, vol. 1, no. 1, s. 67 - 70.
- [29] ROLDÁN, M.; ANTEQUERA, T.; PÉREZ-PALACIOS, T.; RUIZ, J. Effect of added phosphate and type of cooking method on physico-chemical and sensory features of cooked lamb loins. *Meat Science*. 2014, vol. 97, s. 69 - 75.
- [30] SOMBOOBPANYAKUL, P.; BARBUT, S.; JANTAWAT, P. et al. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate. *LWT*. 2007, vol. 40, s. 498 – 505.
- [31] Předpis č. 326/2001 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. [online] Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-326> [citováno 20. listopadu 2014].
- [32] KAMENÍK, J.; ŠUŠKA, M.; JANDÁSEK, J. et al. *Řízení kvality potravin živočišného původu*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2013, 192 s. ISBN: 978-80-7305-648-3.
- [33] BARBUT, S. *Poultry Products Processing: An Industry Guide*. 1.vyd. Boca Raton, FL: CRC Press, 2002, 560 s. ISBN: 978-1-4200-3174-4.

- [34] BUDIG, J.; MATHAUSER, P. *Technicko-technologické aspekty výroby díla mělněných masných výrobků v minulosti a v současnosti*. [online] Dostupné z: <http://www.dera.cz/cz/documents/14> [citováno 16. února 2015].
- [35] POSPIECH, M.; TREMLOVÁ, B.; JAVŮRKOVÁ, Z. et al. *Mikroskopie potravin*. 1.vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014, 150 s. ISBN: 978-80-7305-697-1.
- [36] PETRACCI, M.; RIMINI, S.; MULDER, R. W. A. W. et al. Quality Characteristics of Frozen Broiler Breast Meat Pretreated with Increasing Concentrations of Sodium Chloride. *Journal of Poultry Science*. 2013, vol. 50, no. 4, s. 396 - 401.
- [37] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 328 s. ISBN: 80-902391-4-5.
- [38] DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*. 2006, vol. 74, s. 188 – 196.
- [39] DIKEMAN, M.; DEVINE, C.; JENSEN W. K. *Encyclopedia of Meat Sciences*. 1.vyd. Academic Press, 2004, 1500 s. ISBN: 9780080924441.
- [40] RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*. 2005, vol. 70, s. 531 – 541.
- [41] RUUSUNEN, M.; VAINIONPÄÄ, J.; LYLTY, M. et al. Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Science*. 2005, vol. 69, s. 53 – 60.
- [42] PETRACCI, M.; BIANCHI, M. *Functional ingredients for poultry meat products*. [online] Dostupné z: http://www.facta.org.br/wpc2012-cd/pdfs/plenary/Massimiliano_Petracci_.pdf [citováno 21. února 2015].
- [43] OPLETAL, L.; WIMMER, Z.; ČOPÍKOVÁ, J. et al. Slaná chuť přírodních látek a jejich derivátů. *Chemické listy*. 2011, vol. 105, no. 10, s. 761 - 765.
- [44] GELABERT, J.; GOU, P.; GUERRERO, L. et al. Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*. 2003, vol. 65, s. 833 – 839.
- [45] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách. [online] Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1333&from=EN> [citováno 20. února 2015].

- [46] KUNDRÍKOVÁ, P.; PAVELKOVÁ, K. *Přídatné látky (aditiva)*. [online] Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005724&docType=ART> [citováno 20. února 2015].
- [47] LONG, N. H. B. S.; GÁL, R.; BUŇKA, F. Use of phosphates in meat products. *African Journal of Biotechnology*. 2011, vol. 10, no. 86, s. 19874 - 19882.
- [48] VILLAMONTE, G.; SIMONIN, H.; DURANTON, F. et al. Functionality of pork meat proteins: Impact of sodium chloride and phosphates under high-pressure processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2013, vol. 18, s. 15 – 23.
- [49] FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE. *Statistika a výpočetní technika: Vylučování extrémních hodnot souboru*. [online]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn2/extremy.htm> [citováno 1. dubna 2015].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADP	adenosindifosfát
ATP	adenosintrifosfát
CL	cooking loss – ztráty kapalného podílu způsobené tepelnou úpravou
DFD	dark, firm, dry – vada masa, kdy je maso tmavé, tuhé, suché
DSP	fosforečnan disodný
EDTA	etylendiamintetraoctová kyselina
KCl	chlorid draselný
KTPP	trifosforečnan draselný
MSP	fosforečnan monosodný
NaCl	chlorid sodný
PSE	pale, soft, exudative – vada masa, kdy je maso světlé, měkké, vodnaté
SAPP	difosforečnan disodný
SHMP	hexametafosforečnan sodný
STDEV	standard deviation – směrodatná odchylka
STPP	trifosforečnan sodný
STTP	tripolyfosforečnan sodný
TKP	fosforečnan tridraselný
TKPP	difosforečnan tetradraselný
TSP	fosforečnan trisodný
TSPP	difosforečnan tetrasodný
WHC	water holding capacity – vaznost vody

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Spotřeba masa v kg na obyvatele za rok [13].....	14
Tabulka 2: Označení koncentrací NaCl a fosforečnanů	45
Tabulka 3: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TSP	104
Tabulka 4: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TSP.....	104
Tabulka 5: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TSP	105
Tabulka 6: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TSP.....	105
Tabulka 7: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TKP.....	106
Tabulka 8: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TKP	106
Tabulka 9: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TKP.....	107
Tabulka 10: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TKP	107
Tabulka 11: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TSPP	108
Tabulka 12: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TSPP.....	108
Tabulka 13: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TSPP	109
Tabulka 14: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TSPP...	109
Tabulka 15: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TKPP	110
Tabulka 16: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TKPP	110
Tabulka 17: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TKPP	111
Tabulka 18: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TKPP.....	111

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA - P I: Naměřené hodnoty - přídavek chloridu sodného a fosforečnanu sodného (TSP)	104
PŘÍLOHA - P II: Naměřené hodnoty - přídavek chloridu sodného a fosforečnanu draselného (TKP)	106
PŘÍLOHA - P III: Naměřené hodnoty - přídavek chloridu sodného a difosforečnanu sodného (TSPP)	108
PŘÍLOHA - P IV: Naměřené hodnoty - přídavek chloridu sodného a difosforečnanu draselného (TKPP)	110

PŘÍLOHA - P I: NAMĚŘENÉ HODNOTY - PŘÍDAVEK CHLORIDU SODNÉHO A FOSFOREČNANU SODNÉHO (TSP)

Tabulka 3: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TSP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSP}}$ [%]	pH	
	průměr	STDEV
0/0	6,29	0,06
0/0,25	7,16	0,03
0/0,45	7,44	0,02
1/0	6,19	0,04
1/0,25	6,91	0,01
1/0,45	7,37	0,02
2/0	6,17	0,03
2/0,25	6,82	0,01
2/0,45	7,42	0,01

Tabulka 4: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TSP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSP}}$ [%]	CL		WHC	
	průměr [% (w/w)]	STDEV	průměr [% (w/w)]	STDEV
0/0	0,1922	0,0568	0,7187	0,1094
0/0,25	0,0795	0,0090	0,7676	0,0671
0/0,45	0,0699	0,0023	0,8206	0,0581
1/0	0,1557	0,0496	0,7312	0,1638
1/0,25	0,0714	0,0050	0,7956	0,1507
1/0,45	0,0597	0,0075	0,8697	0,0684
2/0	0,1105	0,0512	0,7716	0,1168
2/0,25	0,0775	0,0003	0,8223	0,1088
2/0,45	0,0727	0,0049	0,8452	0,0358

Tabulka 5: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TSP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSP}} [\%]$	TVRDOST		TUHOST	
	průměr [N]	STDEV	průměr [N·s]	STDEV
0/0	205,93	18,44	425,23	38,56
0/0,25	283,28	24,36	606,12	65,26
0/0,45	328,62	15,72	658,00	36,59
1/0	232,01	13,74	528,55	40,64
1/0,25	338,52	15,79	695,25	34,65
1/0,45	316,87	14,63	625,48	31,42
2/0	331,21	19,60	693,88	34,22
2/0,25	283,36	10,18	548,57	26,09
2/0,45	266,03	25,79	515,22	59,91

Tabulka 6: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TSP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSP}} [\%]$	KOHEZIVNOST		GUMOVITOST	
	průměr	STDEV	průměr [N]	STDEV
0/0	0,40	0,02	82,35	11,14
0/0,25	0,53	0,02	150,14	12,59
0/0,45	0,59	0,01	194,52	10,68
1/0	0,45	0,02	103,36	8,40
1/0,25	0,59	0,01	200,12	12,58
1/0,45	0,61	0,01	192,65	10,69
2/0	0,59	0,04	197,38	21,05
2/0,25	0,61	0,00	174,13	6,57
2/0,45	0,59	0,02	157,09	16,01

PŘÍLOHA - P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY - PŘÍDAVEK CHLORIDU SODNÉHO A FOSFOREČNANU DRASELNÉHO (TKP)

Tabulka 7: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TKP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKP}} [\%]$	pH	
	průměr	STDEV
0/0	6,29	0,06
0/0,25	7,13	0,04
0/0,45	7,26	0,04
1/0	6,19	0,04
1/0,25	6,74	0,01
1/0,45	7,16	0,01
2/0	6,17	0,03
2/0,25	6,70	0,01
2/0,45	7,15	0,02

Tabulka 8: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TKP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKP}} [\%]$	CL		WHC	
	průměr [% (w/w)]	STDEV	průměr [% (w/w)]	STDEV
0/0	0,1922	0,0568	0,7187	0,1094
0/0,25	0,0371	0,0090	0,7720	0,0537
0/0,45	0,0535	0,0044	0,8406	0,0418
1/0	0,1557	0,0496	0,7312	0,1638
1/0,25	0,0602	0,0089	0,8478	0,0606
1/0,45	0,0600	0,0047	0,7276	0,0797
2/0	0,1105	0,0512	0,7716	0,1168
2/0,25	0,0480	0,0102	0,8622	0,1077
2/0,45	0,0603	0,0193	0,8663	0,1040

Tabulka 9: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TKP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKP}} [\%]$	TVRDOST		TUHOST	
	průměr [N]	STDEV	průměr [N·s]	STDEV
0/0	205,93	18,44	425,23	38,56
0/0,25	255,69	20,15	579,71	45,05
0/0,45	278,03	23,63	557,43	27,91
1/0	232,01	13,74	528,55	40,64
1/0,25	331,26	31,39	666,93	89,94
1/0,45	293,87	20,03	573,67	50,42
2/0	331,21	19,60	693,88	34,22
2/0,25	291,44	12,80	563,66	30,15
2/0,45	257,86	23,03	489,95	58,61

Tabulka 10: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TKP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKP}} [\%]$	KOHEZIVNOST		GUMOVITOST	
	průměr	STDEV	průměr [N]	STDEV
0/0	0,40	0,02	82,35	11,14
0/0,25	0,46	0,02	118,83	12,81
0/0,45	0,54	0,05	151,36	25,71
1/0	0,45	0,02	103,36	8,40
1/0,25	0,62	0,01	204,83	19,11
1/0,45	0,60	0,01	177,53	14,82
2/0	0,59	0,04	197,38	21,05
2/0,25	0,62	0,01	181,54	8,72
2/0,45	0,63	0,00	161,51	15,02

PŘÍLOHA - P III: NAMĚŘENÉ HODNOTY - PŘÍDAVEK CHLORIDU SODNÉHO A DIFOSFOREČNANU SODNÉHO (TSPP)

Tabulka 11: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TSPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSPP}}$ [%]	pH	
	průměr	STDEV
0/0	6,29	0,06
0/0,25	6,77	0,01
0/0,45	7,03	0,01
1/0	6,19	0,04
1/0,25	6,57	0,01
1/0,45	6,99	0,00
2/0	6,17	0,03
2/0,25	6,48	0,00
2/0,45	6,81	0,01

Tabulka 12: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TSPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSPP}}$ [%]	CL		WHC	
	průměr [% (w/w)]	STDEV	průměr [% (w/w)]	STDEV
0/0	0,1922	0,0568	0,7187	0,1094
0/0,25	0,0607	0,0232	0,8124	0,0555
0/0,45	0,0414	0,0062	0,8871	0,0877
1/0	0,1557	0,0496	0,7312	0,1638
1/0,25	0,0443	0,0070	0,8780	0,1386
1/0,45	0,0489	0,0125	0,8829	0,0995
2/0	0,1105	0,0512	0,7716	0,1168
2/0,25	0,0409	0,0039	0,8493	0,1190
2/0,45	0,0510	0,0009	0,8571	0,1029

Tabulka 13: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TSPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSPP}} [\%]$	TVRDOST		TUHOST	
	průměr [N]	STDEV	průměr [N·s]	STDEV
0/0	205,93	18,44	425,23	38,56
0/0,25	354,39	11,31	778,80	15,35
0/0,45	342,94	15,47	701,34	41,74
1/0	232,01	13,74	528,55	40,64
1/0,25	288,50	16,41	574,73	38,22
1/0,45	228,81	6,76	432,54	14,76
2/0	331,21	19,60	693,88	34,22
2/0,25	222,67	10,32	423,23	24,26
2/0,45	172,96	12,39	314,11	23,97

Tabulka 14: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TSPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TSPP}} [\%]$	KOHEZIVNOST		GUMOVITOST	
	průměr	STDEV	průměr [N]	STDEV
0/0	0,40	0,02	82,35	11,14
0/0,25	0,57	0,03	203,91	16,33
0/0,45	0,65	0,01	222,11	11,61
1/0	0,45	0,02	103,36	8,40
1/0,25	0,66	0,01	189,69	12,00
1/0,45	0,67	0,01	152,45	4,89
2/0	0,59	0,04	197,38	21,05
2/0,25	0,69	0,00	152,68	7,56
2/0,45	0,68	0,00	117,70	8,69

PŘÍLOHA - P IV: NAMĚŘENÉ HODNOTY - PŘÍDAVEK CHLORIDU SODNÉHO A DIFOSFOREČNANU DRASELNÉHO (TKPP)

Tabulka 15: Průměrné hodnoty pH po přidavku NaCl a TKPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKPP}} [\%]$	pH	
	průměr	STDEV
0/0	6,29	0,06
0/0,25	6,65	0,00
0/0,45	6,80	0,00
1/0	6,19	0,04
1/0,25	6,44	0,01
1/0,45	6,60	0,01
2/0	6,17	0,03
2/0,25	6,46	0,00
2/0,45	6,60	0,01

Tabulka 16: Průměrné hodnoty CL a WHC po přidavku NaCl a TKPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKPP}} [\%]$	CL		WHC	
	průměr [% (w/w)]	STDEV	průměr [% (w/w)]	STDEV
0/0	0,1922	0,0568	0,7187	0,1094
0/0,25	0,1920	0,0039	0,7236	0,0827
0/0,45	0,0411	0,0075	0,7925	0,0489
1/0	0,1557	0,0496	0,7312	0,1638
1/0,25	0,1135	0,0096	0,7880	0,1077
1/0,45	0,0756	0,0046	0,8450	0,1087
2/0	0,1105	0,0512	0,7716	0,1168
2/0,25	0,0824	0,0086	0,8418	0,0836
2/0,45	0,0630	0,0027	0,8501	0,0470

Tabulka 17: Průměrné hodnoty tvrdosti a tuhosti po přidavku NaCl a TKPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKPP}} [\%]$	TVRDOST		TUHOST	
	průměr [N]	STDEV	průměr [N·s]	STDEV
0/0	205,93	18,44	425,23	38,56
0/0,25	243,72	8,91	569,58	27,85
0/0,45	286,05	15,89	630,85	30,87
1/0	232,01	13,74	528,55	40,64
1/0,25	335,14	8,44	692,02	20,36
1/0,45	307,31	10,77	599,94	25,53
2/0	331,21	19,60	693,88	34,22
2/0,25	276,95	20,95	541,42	53,90
2/0,45	232,60	19,46	436,15	48,48

Tabulka 18: Průměrné hodnoty kohezivnosti a gumovitosti po přidavku NaCl a TKPP

$c_{\text{NaCl}}/c_{\text{TKPP}} [\%]$	KOHEZIVNOST		GUMOVITOST	
	průměr	STDEV	průměr [N]	STDEV
0/0	0,40	0,02	82,35	11,14
0/0,25	0,45	0,01	110,40	5,05
0/0,45	0,53	0,03	150,72	14,62
1/0	0,45	0,02	103,36	8,40
1/0,25	0,64	0,01	214,24	7,13
1/0,45	0,66	0,00	202,58	6,17
2/0	0,59	0,04	197,38	21,05
2/0,25	0,69	0,01	191,00	15,18
2/0,45	0,68	0,01	158,36	12,08