

# Vliv přídavku fosfátů na texturu masných výrobků

Bc. Vlastislav Jokl

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie a mikrobiologie potravin  
akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vlastislav JOKL**  
Osobní číslo: **T10403**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vliv přídavku fosfátů na texturu masných výrobků**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Charakteristika fosfátových solí.
2. Využití fosfátových solí ve výrobě masných výrobků.

### II. Praktická část

1. Výroba a aplikace fosfátových solí do masných výrobků.
2. Hodnocení vlivu aplikace fosfátů na texturní vlastnosti masných výrobků.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] STEINHAUSER, Ladislav. Hygiena a technologie masa. Brno: Last, 1995, 664 s. 1. ed. ISBN 80-900260-4-4.

[2] STEINHAUSER, Ladislav. Produkce masa. Brno: Last, 2000, 464 s. 1. ed. ISBN 80-900260-7-9.

[3] JOSSEL, A. a E. TORNBORG. The relation between rheological properties at small and large deformations and sensory traits of whole meat. In: Annual Transactions of the Nordic Rheology Society. 1994, s. 59-61.

[4] MOORE, S. L., D. L. THENO, C. R. ANDERSON a G. R. SCHMIDT. Effect of salt, phosphate and some nonmeat proteins on binding strength and cook yield of a beef roll. Journal of Food Science. 1976(č. 41), 424-426.

[5] BAUBLITS, R. T., F. W. POHLMAN, J. A. H. BROWN a Z. B. JOHNSON. Effects of enhancement with varying phosphate types and concentrations, at two different pump rates on beef biceps femoris instrumental color characteristics. Meat Science. 2005(č. 71), 264-276.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

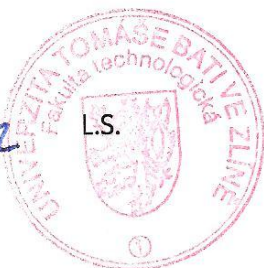
**1. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**2. května 2012**

Ve Zlíně dne 10. února 2012

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



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

## 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 2. 5. 2012



<sup>1)</sup> 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 nevydávalečně 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 bez nejmenší pěti pracovními ústředními pracovními obhajobami 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.*

<sup>2)</sup> *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).*

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá fosfátovými solemi, které jsou přidávány do masných výrobků a které ovlivňují jeho texturní vlastnosti. Práce se zabývá nejen způsobem, jakým fosfáty texturu ovlivňují ale i v jaké míře jsou tyto vlastnosti ovlivněny při určité koncentraci. Z texturních parametrů je sledována tvrdost, tuhost, lepivost a kohezivnost. Kromě toho je také sledována změna pH v závislosti na koncentraci fosfátu.

V práci je rozebrána i výroba a dělení masných výrobků a jsou zde zmíněny i další aditivní látky používané při jejich výrobě.

Klíčová slova: fosfát, textura, masný výrobek, přídatné látky, vaznost vody, pH, tvrdost, tuhost, lepivost, kohezivnost.

## **ABSTRACT**

This thesis is about the phosphate salts which are added to meat products. These salts affect textural properties of meat. This work deals not only the way how phosphate salts affect the texture of meat but also how these properties are affected at a certain concentration of phosphate salts. From the textural parameters are observed hardness, toughness, and stickiness cohesion. The change of the pH at certain concentrations of phosphate is also observed.

The thesis also describe the production and types of meat products. In the thesis is also mentioned others additives which are used in production of meat products.

Keywords: phosphate, texture, meat product, additives, water binding capacity, pH, hardness, toughness, adhesion, cohesion

Touto cestou bych rád poděkoval panu Ing. Robertu Gálovi Ph.D. za odborné rady, ochotu a čas, který mi po celou dobu vedení mé diplomové práce věnoval.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA A VÝROBA MASNÝCH VÝROBKŮ.....</b>	<b>13</b>
1.1 STRUKTURA MASNÝCH VÝROBKŮ .....	13
1.2 BARVA MASNÝCH VÝROBKŮ .....	13
1.3 TECHNOLOGIE VÝROBY MASNÝCH VÝROBKŮ.....	13
1.3.1 Trvanlivé tepelně opracované masné výrobky.....	14
1.3.1.1 Technologie výroby .....	14
1.3.2 Vařené masné výrobky.....	14
1.3.2.1 Technologie výroby .....	15
1.3.3 Pečené masné výrobky .....	15
1.3.3.1 Technologie výroby .....	16
1.3.4 Tepelně neopracované masné výrobky .....	16
1.3.4.1 Technologie výroby .....	17
1.3.5 Trvanlivé masné výrobky.....	18
1.3.6 Masné polotovary.....	18
1.3.7 Masné konzervy .....	18
1.4 OBALY PRO MASNÉ VÝROBKY .....	18
1.4.1 Přírodní střeva .....	19
1.4.2 Klihovkové obaly .....	19
1.4.3 Umělá střeva.....	20
1.4.4 Kovové obaly .....	20
1.4.5 Skleněné obaly .....	20
1.4.6 Textilní obaly .....	20
1.5 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ TEXTURU MASA .....	21
1.6 VAZNOST VODY.....	21
<b>2 FOSFÁTY .....</b>	<b>24</b>
2.1 VLASTNOSTI FOSFÁTŮ .....	24
2.2 VLASTNOSTI A POUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH SKUPIN FOSFÁTŮ.....	25
2.2.1 Kyselina fosforečná.....	25
2.2.2 Fosforečnany sodné.....	25
2.2.3 Fosforečnany draselné.....	25
2.2.4 Fosforečnany vápenaté.....	26
2.2.5 Fosforečnany amonné .....	26
2.2.6 Difosforečnany .....	26
2.2.7 Trifosforečnany .....	26
2.2.8 Polyfosforečnany.....	27
2.3 VÝZNAM FOSFÁTŮ V MASNÝCH VÝROBCÍCH .....	27
2.4 ÚČINEK FOSFÁTOVÝCH SOLÍ.....	27
2.5 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY FOSFÁTOVÝCH SOLÍ .....	28
2.6 KONZERVAČNÍ ÚČINKY FOSFÁTŮ .....	29
<b>3 OSTATNÍ PŘÍDATNÉ LÁTKY V MASNÝCH VÝROBCÍCH .....</b>	<b>30</b>
3.1.1 Dusitany a dusičnany .....	30
3.1.2 Antioxidanty.....	30



3.1.3	Barviva .....	31
3.1.4	Emulgátory .....	31
3.1.5	Látky zvýrazňující chuť .....	31
3.1.6	Konzervační činidla .....	31
3.1.7	Hydrokoloidy .....	33
3.1.8	Kyseliny .....	33
<b>4</b>	<b>TEXTURA .....</b>	<b>34</b>
4.1	METODY MĚŘENÍ TEXTURY .....	34
4.1.1	Senzorické metody .....	34
4.1.1.1	Metodologie .....	34
4.1.2	Fyzikální metody .....	35
4.1.2.1	Mlecí testy .....	36
4.1.2.2	Penetrace .....	36
4.1.2.3	Nůžkové testy .....	36
4.1.2.4	Kompresní testy .....	37
4.1.2.5	Tahové zkoušky .....	37
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>METODIKA .....</b>	<b>41</b>
6.1	POMŮCKY A MATERIÁL .....	41
6.1.1	Výroba fosfátů .....	43
<b>7</b>	<b>SROVNÁNÍ ÚČINKU JEDNOTLIVÝCH FOSFÁTOVÝCH SOLÍ O STEJNÉ KONCENTRACI .....</b>	<b>45</b>
7.1	PŘÍPRAVA VZORKU .....	45
7.2	MĚŘENÍ VZORKU .....	46
7.3	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	47
7.3.1	Zhodnocení vlivu fosfátů o stejné koncentraci .....	50
<b>8</b>	<b>SROVNÁNÍ ÚČINKU JEDNOTLIVÝCH FOSFÁTOVÝCH SOLÍ O VZRŮSTAJÍCÍ KONCENTRACI .....</b>	<b>52</b>
8.1	VÝPOČET SUŠINY MASA .....	52
8.2	PŘÍPRAVA VZORKU .....	53
8.2.1	Vybrané fosfáty pro experiment .....	54
8.3	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	54
8.3.1	MSP .....	54
8.3.1.1	Vliv na texturu .....	54
8.3.1.2	Vliv na pH .....	55
8.3.2	TKP .....	56
8.3.2.1	Vliv na texturu .....	56
8.3.2.2	Vliv na pH .....	57
8.3.3	TSPP .....	58
8.3.3.1	Vliv na texturu .....	58
8.3.3.2	Vliv na pH .....	59
8.3.4	TKPP .....	60
8.3.4.1	Vliv na texturu .....	60
8.3.4.2	Vliv na pH .....	61
8.3.5	SAPP .....	62

8.3.5.1	Vliv na texturu .....	62
8.3.5.2	Vliv na pH.....	63
8.3.6	PSTP.....	64
8.3.6.1	Vliv na texturu .....	64
8.3.6.2	Vliv na pH.....	65
8.3.7	PKTP.....	66
8.3.7.1	Vliv na texturu .....	66
8.3.7.2	Vliv na pH.....	67
8.3.8	Poly .....	68
8.3.8.1	Vliv na texturu .....	68
8.3.8.2	Vliv na pH.....	69
8.3.9	Zhodnocení vlivu fosfátů o vzrůstající koncentraci .....	70
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>72</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>73</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>		<b>78</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>79</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>80</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>		<b>81</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>82</b>
<b>PŘÍLOHA P I: NAMĚŘENÉ HODNOTY TEXTURY .....</b>		<b>83</b>
<b>PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY PH .....</b>		<b>86</b>

## ÚVOD

Maso a masné výrobky jsou jedním ze základních složek potravy, které jsou konzumované nejen kvůli své výživové hodnotě ale také kvůli svým organoleptickým vlastnostem. Existuje celá řada nejrůznějších masných výrobků, které se řadí do mnoha kategorií podle způsobu výroby, konzervační úpravou, mírou dezintegrace masové části apod.

V dnešní době jsou stále více žádány masné výrobky, které byly vyrobeny podle tradičních regionálních receptur. Ty jsou vyráběné podle mnohdy až stovky let starých postupů jen na určitém místě a z místních surovin. Typický je pro ně velký podíl ruční práce. To vše dohromady je také důvodem jejich obvykle vyšší ceně oproti masově vyráběným produktům. U těch je kladen stále větší důraz na ekonomiku výroby. Z tohoto důvodu jsou do masných výrobků přidávány nejrůznější aditiva, která mají nahrazovat jinou, dražší složku nebo takové, které zabraňují jejich ztrátě. Jedním z nich jsou soli kyseliny fosforečné neboli fosfáty. Ty zvyšují vaznost masa a tím zvyšují efektivnost při výrobě potlačením ztrát vody. Kromě jiného také upravují texturní vlastnosti.

Na rozhodování o preferenci určitého konkrétního výrobku má kromě jiných parametrů vliv právě také textura, neboli to, jak výrobek vnímáme na skusu. Pokud by výrobek vykazoval přílišnou tuhost nebo měkkost, jen těžko by si našel širokou škálu kupujících.

Protože každý druh fosfátu působí na texturní vlastnosti jiným způsobem, bylo cílem této práce změny některých těchto vlastností změřit a určit tak jejich vliv na texturu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 CHARAKTERISTIKA A VÝROBA MASNÝCH VÝROBKŮ

## 1.1 Struktura masných výrobků

V současné době tvoří největší podíl masných výrobků výrobky z mělněného masa. Rozpracovaná náplň masných výrobků neboli dílo se skládá z tzv. spojky, tedy jemně mělněného masa a kousků krájené či hrubě zrněné vložky, která je tvořená svalovinou či tukovou tkání. Součástí spojky může být i jemně rozpracované libové maso jednoho druhu jatečných zvířat s přidavkem solí směsi a pitné vody nebo ledu, tzv. prát. Pro zajištění maximální vaznosti (schopnosti masa vázat vlastní nebo přidanou vodu) se prát připravuje ještě z teplého masa maximálně 4 hodiny po porážení zvířete [1].

## 1.2 Barva masných výrobků

Požadovaná barva masných výrobků je tradičně červenorůžová. Toto zbarvení závisí na reakci svalového barviva myoglobinu s dusitanem za vzniku nitroxymyoglobinu. Vznikne tak růžové zbarvení, které se ještě zvýší během tepelného opracování, kdy vzniká denaturovaný nitroxihemochrom, který je poté stabilní vůči světlu i oxidaci.

Bez přísad dusitanů by barva masného výrobků po tepelném opracování byla šedá. Při solení velkých kusů masa se může objevit neprobarvená skvrna způsobená krátkým nasolením, kdy dusitanová solící směs nestihla proniknout do celé hloubky masa. U solení nastříkáváním může být příčinou nedostatečný počet vpichů. Ostatní příčiny mohou souviset se složením dusitanové soli [1,2].

## 1.3 Technologie výroby masných výrobků

Výroba masných výrobků začíná výběrem kvalitních surovin vyhovujících hygienickým požadavkům daných legislativou a systémem HACCP. Tyto standardy se dodržují v průběhu nejen celé výroby a přepravy ale i prodeje.

Masné výrobky se do roku 1997 dělily do osmi skupin podle způsobu výroby, velikosti, tepelného opracování a údržnosti. Skupiny výrobků byly následující:

1. drobné masné výrobky
2. měkké salámy
3. trvanlivé masné výrobky
4. speciální masné výrobky
5. vařené masné výrobky

6. pečené masné výrobky
7. ostatní a jiné masné výrobky
8. konzervy

V roce 1997 vešla v platnost Vyhláška č. 327/1997 kterou bylo zavedeno nové třídění do pěti skupin. Jsou to:

1. tepelně opracované masné výrobky
2. tepelně neopracované masné výrobky
3. trvanlivé masné výrobky
4. masné polotovary
5. masné konzervy [3]

### **1.3.1 Trvanlivé tepelně opracované masné výrobky**

Trvanlivosti je zde dosaženo tepelným ošetřením 70°C po dobu 10 minut v nejhůře prohřívávané části výrobku a následným sušením, tedy poklesem aktivity vody pod 0,93 [4].

#### **1.3.1.1 Technologie výroby**

Zpracování masa a vepřového sádla se provádí ideálně ve zmrazeném stavu. Dosáhne se tak vytvoření dokonalé mozaiky v konečném produktu. Další výhodným aspektem proč používat zmrazené suroviny je zabránění nechtěného přehřátí díla a zkrácení bílkovin. Z tohoto důvodu se přídavek vody děje pomocí šupinkového ledu, který dílo ochlazuje. Solení a přídavek koření se děje přímo do kutru. Po dokonalém promíchání se dílo narazí do klišovkových střev a nechá se 12 až 15 hodin odležet. Po této době se výrobek tepelně opracuje při 70°C po dobu 10 minut v nejhůře prohřívávaném místě výrobku a následně probíhá sušení za přesně definovaných a opakovatelných podmínek za občasného přivádění studeného kouře [1].

### **1.3.2 Vařené masné výrobky**

Základní surovinou, která dala této skupině výrobku název je vařené maso a droby. Výrobky v této skupině můžeme rozdělit na jemně mělněné homogenní díla, např. játrové salámy, zrnité výrobky, např. jitrnice a hrubě zrněné, např. tlačanky. Pokud je základní surovinou vedle masa a drobů i krev označujeme takovéto výrobky jako krevní [1,3].

### 1.3.2.1 Technologie výroby

Játrové salámy a játrovky jsou nejnáročnější skupinou vařených výrobků. Rozeznáváme dva způsoby mělnění jater. Při mělnění za studena, které je častější se používají většinou syrová nebo mrazem konzervovaná játra. Ty se nejemno vykutrují a přidají se ostatní suroviny. Kutrováním za tepla docílíme jemnější struktury díla. Surová játra se nejprve pořežou na řezačce na cca 2 mm velké kousky a následně se kutrují s přidavkem dusitanové soli. Po vyjmutí jater se do kutru za horka přidá masový vývar a zbývající suroviny. Poté se nechá směs vychladnout na teplotu nižší jak 50°C aby nedošlo k úplné denaturaci a koagulaci bílkovin jater, které se do směsi zakutrují. Celá směs se následně plní do obalů a okamžitě tepelně opracovává [1].

Jaternice se připravují z vepřových hlav, případně z vepřového výrobního masa s kůží, vepřových drobů (srdce, plíce), játra, žemle a koření. Maso včetně drobů se nejprve předváří a spolu s játry se pořežou na řezačce (játra jemněji) a žemle se rozmělní na kutru. Celé dílo se poté smísí s masovým vývarem, žemlemi, solí a kořením a plní do vepřových střívek a uzavírají se špejlováním nebo sponkováním. Postup výroby jelítek je podobný jako u jaternic ale mohou se místo žemlí použít vařené kroupy a místo vývaru se použije čerstvá stabilizovaná krev [1,3].

Tlačanky vyžadují hrubě zrněnou vložku, nejlépe kostkovanou. Výchozí surovinou je rozličné vařené vepřové maso, droby, jemně mělněné vepřové kůže, sůl a koření. Pojivovou složkou je u tlačanky želatina v koncentraci 3% a více. Od této koncentrace vzniká smísením s vodou po ochlazení pevný a pružný rosol, který může být někdy vybarvený čerstvou stabilizovanou krví nebo jemně nakutrovanými játry [1,5].

### 1.3.3 Pečené masné výrobky

Jsou to výrobky z mělněného nebo zrněného masa, které je různě tepelně opracované a v konečné fázi je na povrchu upečeno, tj. tepelně opracováno při teplotě vyšší než 100°C a snížené relativní vlhkosti. Přenos tepla probíhá nucenou konvekcí vzduchu nebo radiací. Na povrchu výrobku vlivem teploty dochází mimo denaturace a koagulace bílkovin k oxidačním změnám ale také k Maillardovým reakcím a karamelizaci díky vysokému přidavku glycidických složek jež jsou pro tuto skupinu výrobků typické (mouka, strouhanka, krupice apod.). U nás se takto vyrábí v podstatě jen sekané pečeně [1,2,3].

### 1.3.3.1 Technologie výroby

Postup výroby je obdobný s trvanlivými tepelně opracovanými výrobky. Suroviny jsou složeny z asi ¼ hovězího předního výrobního a zbytek z vepřového výrobního bez kůže a vepřovým výrobním s kůží, maso hlav a mohou zde být i některé droby. Vše se promíchá a přidají se pomocné suroviny jako strouhanka, pšeničná mouka hrubá nebo krupice. Vše se promísí ještě s kořením a dusitanovou solící směsí. Z díla se vytvarují šišky o různé hmotnosti požadované zákazníkem a pokládají se na pečící plech nebo do hliníkových pečících forem. Při pečení je výrobek nejprve vystaven vysokým teplotám pro vytvoření pevné zabarvené kůrky (cca 210°C po dobu 30 minut). Poté se teplota sníží na 150°C a při této teplotě se výrobek peče tak dlouho, dokud není dosaženo teploty 70°C v nejhůře prohřívávaném místě výrobku a poté se nechá vychladit na teplotu vhodnou k balení [1,4].

### 1.3.4 Tepelně neopracované masné výrobky

Trvanlivé tepelně neopracované masné výrobky nejsou během výroby ani před samotnou konzumací vystaveny tepelnému záhřevu. To představuje vysoké nároky na hygienu při výrobě a jakost surovin. Tyto výrobky se vyrábějí ze syrového mělněného masa a tukové tkáně (salámy), nebo z kusového masa (šunky). Konzervačního účinku je zde dosaženo procesem zrání a sušení, kdy poklesne pH výrobku vlivem tvorby organických kyselin, především kyseliny mléčné a sníží se aktivita vody. Zrání představuje procesy, během kterých dochází k vytvoření typického zabarvení a aroma. Nejdůležitějším procesem zrání je fermentace, při které dochází k tvorbě kyseliny mléčné a některých dalších organických kyselin vlivem mikroorganismů. Hotové, takto upravené výrobky nevyžadují skladování při chladírenských teplotách a před konzumací se nemusejí nijak tepelně upravovat. Podle konečné hodnoty pH rozlišujeme mezi výrobky s vysokou a nízkou konečnou hodnotou pH. Dále bychom je mohli dělit na výrobky s plísní na povrchu, podle stupně mělnění apod. [1,4,5].

Výroba fermentovaných výrobků má dlouhou tradici a jen v Evropě je technologie jejich výroby známá již více jak 270 let. I v dnešní jsou zachovány tradiční způsoby výroby. Klade se důraz nejen na tradiční technologii a recepturu ale i na geografické místo výroby. V různých oblastech totiž byla výroba přizpůsobena zdejšími klimatickým podmínkám a surovinám [1,2]. Řada tradičních výrobků proto má Chráněné označení původu nebo Chráněné zeměpisné označení, jež zaručuje, že daný výrobek byl vyroben v dané oblasti a ze surovin z oblasti pocházejících [6].



Fermentované výrobky s nízkou konečnou hodnotou pH se vyznačují přidavkem sacharidů a startovacích kultur do díla k zajištění dostatečné fermentace a poklesu pH pod 5,3. Sacharidy se přidávají v množství 0,3 až 0,7 %. Běžně se přidávají monosacharidy glukóza a fruktóza, disacharidy sacharóza a laktóza, případně oligosacharidy (škrobový sirup). Množství a druh přidaného sacharidu přímo ovlivňuje rychlost a intenzitu fermentace. Mezi startovací kultury, které se používají ve směsi, řadíme například bakterie mléčného kvašení *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Pediococcus acidilactici*, grampozitivní kataláza negativní koky *Staphylococcus carnosus*, *Micrococcus varians*, kvasinky *Debaryomyces hansenii*, plíseň *Penicillium nalgiovense* a další [1,7].

Pro fermentované výrobky s vysokou konečnou hodnotou pH je typická dlouhá doba zrání a sušení které může trvat i několik měsíců až se dosáhne hodnoty pH do 5,5 (prakticky 5,8 – 6,2) a aktivity vody 0,88 – 0,89. Nepřidávají se zde sacharidy a tak spolu s nízkými teplotami nedojde k vytvoření takového množství organických kyselin jako u výrobků s nízkou konečnou hodnotou pH. Ze začátku se suší při teplotách 10 až 12°C až do snížení  $a_w$  pod 0,96 [4].

Zároveň jsou do této skupiny výrobku podle Vyhlášky č. 327/1997 Sb. zařazovány také výrobky z mělněného díla, do kterých může být vmíchána vložka a které jsou určeny k přímé spotřebě bez další úpravy [1,2].

#### **1.3.4.1 Technologie výroby**

Pro vytvoření správné mozaiky se používá zmrazeného masa a sádla. Při teplotách do 0°C lze dosáhnout hladkého řezu při mělnění. Podle míry mělnění použijeme více či méně zmrazenou surovinu, protože při výrobě tepelně neopracovaných výrobků se do díla nepřidává led, který by jinak dílo chladil. Vytříděné maso musí být nejprve zmrazeno na teplotu -5°C a méně jako ochrana před prvokem *Toxoplasma gondii*. Ještě před samotným kutrováním mohou být zmrazené suroviny nasekány na plátky, aby se snížilo zatížení nožů na kutru a nedocházelo ke zbytečnému zahřívání díla. Dílo se rozmělní a zamíchá spolu s dalšími surovinami jako dusitanovou solící směsí, kořením, sacharidy případně se startovací kulturou. Rozmělněné a smíchané dílo se naráží do obalů ještě ve zmrazeném stavu, aby na výstupu z narážečky nedocházelo k roztírání tuku na okrajích výrobku. Teplota by měla být optimálně -1°C. Při nižší teplotě by vložka se spojkou nemusela mít patřičnou soudržnost. Naražené dílo je uchováváno v klimatizovaných komorách, kde probíhá zrání. Nejprve se teplota udržuje při 25°C a nízké relativní vlhkosti aby se vodní pára nesrážela

na povrchu výrobku po dobu asi 2 – 6 hodin, aby došlo k vyrovnání teplot prostředí a výrobku. Teplotu poté udržujeme mezi 18 – 25°C při relativní vlhkosti 90 – 94 % po dobu 2 – 4 dnů. V této době dochází díky reakcím mezi dusitany a myoglobinem k vybarvení výrobku. Dalších 5 – 10 dnů výrobek zraje při o něco nižší teplotě 18 – 22°C a relativní vlhkosti 90 – 98 %. Pro zajištění dostatečné trvanlivost je po této době teplota snížena na 12 – 15°C při relativní vlhkosti 65 – 80 % po dobu dnů, týdnů až měsíců. Některé druhy výrobků ještě prochází fází uzení. To má vliv hlavně na povrch salámu. Zabraňuje růstu plísní a mikroorganismů a stabilizuje obalové střevo [1,4].

### **1.3.5 Trvanlivé masné výrobky**

K této skupině náleží všechny výrobky, u nichž došlo různými technologickými zásahy k prodloužení údržnosti na minimálně 21 dní při teplotě skladování 15°C a maximální hodnotě  $a_w = 0,93$ . Technologickými zákroky se zde rozumí např. vaření, pečení, uzení, sušení, zrání apod. Patří sem tedy výrobky jak tepelně opracované tak tepelně neopracované[3].

### **1.3.6 Masné polotovary**

Jsou to tepelně neopracovaná upravená masa nebo směsi mas a případných aromatických látek a dalších surovin. Jsou určeny k tepelné úpravě před samotnou konzumací. Za masný polotovar se považuje i výrobek z mletého masa, který obsahuje alespoň 1 % přidané kuchyňské soli [3].

### **1.3.7 Masné konzervy**

Jsou to hotové masné výrobky nebo upravená masa k další úpravě sterilovaná v neprodyšných obalech. Masové konzervy obsahují převážný podíl masové složky, dále pak kolagenní spojky, bílkovinné přísady, koření a vodu. V nejhůře prohřivaném místě přitom muselo dojít k působení teploty 121°C po dobu nejméně 10 min. Známé jsou výrobky jako vepřové maso ve vlastní šťávě, hovězí maso ve vlastní šťávě, luncheon meat pork, apod. [3,4].

## **1.4 Obaly pro masné výrobky**

Po vypracování díla je třeba udělit tvar a velikost budoucímu výrobku což se většinou děje plněním do příslušného obalu [5].

### 1.4.1 Přírodní střeva

Přírodní střeva jsou nejlepším technologickým obalem pro masné výrobky. Jsou zcela stravitelná a mají podobné chemické složení jako samotné dílo, což umožňuje jejich dobré vzájemné propojení. Díky tomu je vytvořen dojem kompaktního výrobku. Velkou výhodou je schopnost regulovat objemové změny způsobené vysycháním. Navíc přírodní střeva umožňují dobrou prostupnost pro složky udíčího kouře. Stejně jako množství výhod pro použití přírodních střev je i množství nevýhod hovořících proti nim. Ještě před použitím je střevo nutno důkladně oprát a vytřídit, vhodné je použití kyselých roztoků slabých organických kyselin aby se zabránilo mikrobiální kontaminaci, která u přírodních střev akutně hrozí. Při špatném promytí mohou na stěnách střev zůstat zbytky střevního tuku, který může posléze žluknout a znehodnotit tak celý výrobek. Při samotném zpracování je pak nevýhodou nižší produktivita práce při narážení a nestejný kalibr jednotlivých výrobků [5].

Různé druhy přírodních střev se vyznačují různými vlastnostmi a tím i různého použití.

- skopová střevo jsou nejtenčí a nejjemnější přírodní střevo. Používají se na výrobu vídeňských, debrecínských nebo frankfurtských párků. Jsou dobře propustné pro složky udíčího kouře a vynikají také sensorickými vlastnostmi na skusu.
- vepřová tenká střevo jsou používána při výrobě rozličných masných výrobků od párků až po salámy.
- tučná vepřová střevo mají výbornou schopnost absorbovat složky udíčího kouře a dodat tak výrobku typické aroma a vzhled. U tepelně neopracovaných výrobků jsou střevo převazována a lze je tak před konzumací snadno odstranit.
- tlustá hovězí střevo kromě schopnosti absorbovat do výrobku složky udíčího kouře navíc výrobku dodávají charakteristický vzhled. Spíše jsou využívány pro výrobu tepelně neopracovaných masných výrobků.
- hovězí věncová střevo jsou častým obalem pro lyonský a métský salám [8]

### 1.4.2 Klihovkové obaly

Klihovková střevo jsou dnes nejčastější náhradou za střevo přírodní. Vyrábí se z štípenkové klihovky, což je spodní vrstva kůže, která zůstane po odříznutí svrchní vrstvy kůže v koželužnách. Zpracovávají se výhradně hovězí kůže. Vepřové kůže jsou nevhodné pro svůj vysoký obsah tuku. Klihovková střevo jsou stejně jako přírodní střevo stravitelná, oproti nim jsou o něco tlustší a méně pružná. Při vypařování vody z výrobku nemají schopnost kopírovat objemové ztráty a na povrchu tak vznikají záhyby [1,3].

### 1.4.3 Umělá střeva

Celulósová střeva se vyrábějí z různých derivátů celulósy jako ethyl, propyl a hydroxycelulósových esterů. Tyto střeva jsou elastická a loupateľná. Toho se dosahuje pokrytí vnitřní stěny derivátem celulósy rozpustným ve vodě. Pokud nejsou vrstvená a lakovaná jsou propustná pro plyny a vodní páru [5].

Nátronová, neboli papírová střeva jsou vyrobeny především z papíru v kombinaci s dalšími materiály. Používají se především u větších masných výrobků [5].

Střeva z umělých hmot jsou nepropustné pro kouř a hodí se tak spíše pouze pro výrobky vařené ve vodě nebo výrobky speciální, které se neudí. Materiálem pro jejich výrobu je polyamid (PA), polyvinyliden (PVDC), polyestery a jiné. Některá mohou být navíc vnitřně lakovaná. Výhodou těchto střev je možnost jejich pigmentace a vytvoření tak atraktivního obalu. Jsou dobře loupateľné a při sesychání se smršťují spolu s dílem a vytváří tak pružné salámy s hladkými tvary [9].

### 1.4.4 Kovové obaly

Nejběžněji používanými kovovými obaly jsou plechovky vyráběné z pocínovaného ocelového plechu. Plechovky mohou být dvoudílné vyrobené tažením z kruhového výřezu, nebo trojdílné složené ze dna, válcové stěny a víčka spojené pětivrstevným zažehleným švem [4].

Dalším typem kovových obalů jsou hliníkové misky, tzv. alkovky. Vyrábějí se lisováním z upravené hliníkové fólie. Víčko je opatřeno termoplastickou vrstvou, která se při zažehlení spojí s hranou misky a vznikne tak neprodyšný spoj. Výhodou je nižší hmotnost při relativně vysoké odolnosti a lepší možnosti při potisku víčka oproti potisku stěny konzervy. Využití však mají spíše u menších kalibrů výrobku [4,5].

### 1.4.5 Skleněné obaly

Použití skleněných obalů je poměrně vzácné. Využívá se tam, kde je žádoucí průhlednost obalu tak, aby vynikl obsah. Jejich vysoká hmotnost a snadná rozbitelnost spolu vysokou cenou těchto obalů jsou důvodem, proč se pro masné výrobky prakticky nepoužívají. Výjimku tvoří některé prémiové paštiky kde je jejich použití naopak časté [4,5].

### 1.4.6 Textilní obaly

Jako technologický obal se používají pro kusové výrobky. Pružné textilní sítěky nahrazují pracný a pomalý způsob převazování motouzem [9].

## 1.5 Faktory ovlivňující texturu masa

Na texturní vlastnosti hotového masného výrobku má vliv celá řada faktorů. Mezi intravitalní vlivy, tedy vlivy které působí na zvíře během jeho života, můžeme zařadit plemeno, věk, pohlaví, kastrace, způsob výživy, nemoci, použití léků, únava, hladovění, podmínky při přepravě apod. [10].

K postmortálním vlivům je třeba zařadit především změny, které zásadním způsobem ovlivňují vaznost masa a tím jeho křehkost. Při ukončení vaskulárně buněčného dýchání dochází ke spotřebě kyslíků v buňkách a během několika minut dojde ke spotřebování dostupných zásobních látek, především ATP a kreatinfosfátu. Zajištění regenerace těchto látek vyžaduje změnu z aerobního dýchání na anaerobní. Při anaerobní glykolýze dojde k rychlému spotřebování svalového glykogenu a nahromadění produktu anaerobního dýchání kyseliny mléčné [11]. Maximální tuhost se pak objevuje po 12 – 24 hodinách. (u drůbeže zhruba po dvou hodinách). Rozvoj rigor mortis lze tedy indikovat na základě měnicích se texturních vlastností. Po rigor mortis nastává fáze zrání masa, jež je charakteristická opětovným zvyšováním vaznosti [12].

Svalová myopatie je další z faktorů ovlivňující texturní vlastnosti masa. V zásadě se jedná o jev, kterému chceme předejít. Příčinou je vystavení zvířat stresu a to jak dlouhodobému tak krátkodobému krátce před porážkou. To je příčinou poklesu obsahu glykogenu a v konečném důsledku je konečné pH vyšší jak 6,2 a nedojde tak k dostatečnému okyselení pomocí kyseliny mléčné [13].

Svalové bílkoviny důležité pro vaznost jsou rozpustné jen v solných roztocích, nikoli v čisté vodě. Z tohoto důvodu je podstatné, aby v díle bylo určité minimální množství soli, zhruba 1,8 %. Zpravidla se kuchyňská sůl používá v kombinaci s dalšími látkami, jež sami vážou vodu (např. bílkovinné nebo škrobnaté látky), nebo látky, které zvyšují rozpustnost svalových bílkovin. Z tohoto hlediska se nejvíce využívají polyfosfátové a citrátové soli [3,5,14].

## 1.6 Vaznost vody

Vaznost vody je jedním z nejdůležitějších parametrů masa, protože ovlivňuje nejen jakost výrobku ale také ztráty při opracování a skladování. Vaznost je definována jako schopnost udržet svoji vlastní a popřípadě přidanou vodu při působení síly a vyjadřuje se jako poměr

vody vázané k celkovému obsahu vody. Právě pro zvýšení vaznosti vody jsou do díla přidávány fosfátové soli [10].

Voda jako součást svaloviny (v libovém mase jí je až 75% obsahu) je vázána různými mechanismy a různě pevně. Zhruba 70 % vody je obsaženo v myofibrilách, 20 % v sarkoplazmě a 10 % v extracelulárním prostoru [15].

Vodu v mase podle způsobu jejího vázání v mase můžeme rozlišit na:

- hydratační
  - o monomolekulárně vázaná – pravá hydratační voda
  - o multimolekulární vázaná
- imobilizovaná ve filamentách
- imobilizovaná mezi filamenty
- uzavřená v sarkoplazmatickém prostoru
- extracelulární vázaná kapilárně
- volně vytékající z masa – volná voda

Nejpevněji je vázaná hydratační voda vázaná v monomolekulární nebo multimolekulární vrstvě na hydrofilní skupiny bílkovin. Uplatňují se zde vazby elektrostatické na disociované skupiny postranních bílkovinných řetězců a vodíkové můstky na nedisociované skupiny postranních bílkovinných řetězců i na karboxylové skupiny a aminoskupiny v peptidové vazbě. V monomolekulární vrstvě je hydratační voda na bílkoviny vázána tak silně, že ani při teplotě  $-50^{\circ}\text{C}$  netvoří ledové krystaly [10].

Největší podíl vody obsažené v mase představuje voda volná. Jen její malá část je však voda volně pohyblivá. Ta při naříznutí z masa volně odtéká. Větší část je voda imobilizovaná. Ta při naříznutí z masa volně nevytéká a k jejímu uvolnění je potřeba zvýšeného tlaku, aby byly narušeny buněčné obaly [10,15].

Vazba vody je silnější v dezintegrovaném mase než v mase celistvém. Se zvětšující se dezintegrací je sarkolema více roztrhána a filamenta jsou uvolněná z fibril. Díky tomu může filamenta prakticky neomezeně bobtnat, protože není omezena sarkolemou, popřípadě vazivovými obaly svalu. Jemně homogenizovaná tkáň je schopna imobilizovat 700 až 800 g vody na 100 g bílkovin [10].

Vaznost také závisí na obsahu solí, průběhu posmrtných změn, pH a dalších faktorech. Nejnižší vaznost je v izoelektrickém bodě pI. Ten je u masa přibližně při pH 5 až 5,3. Při této hodnotě je počet kladných a záporných iontů na molekule bílkoviny vyrovnán. Tyto

bílkoviny jsou poté jen minimálně odpuzovány elektrostatickými silami mezi souhlasnými náboji a naopak jsou nejvíce přitahovány elektrostatickými silami opačně nabitých skupin. Směrem od izoelektrického bodu vaznost masa prudce stoupá. V alkalické oblasti se přidavkem solí ještě více zvyšuje iontová síla roztoku a vaznost tak dále stoupá. Naopak vícemocné ionty vápníku, hořčíku a železa na vaznost působí negativně a proto se vyvazují přidavkem fosfátových solí a nahrazují ionty alkalických kovů. Vícemocné ionty totiž tvoří příčné vazby mezi peptidovými řetězci tak, že dojde k jejich zesílení. Těmito ionty jsou vzájemně vázány kromě peptidů téže bílkoviny také aktin a myosin [10].

Vaznost naopak klesá při teplotě nad 45°C vlivem počínající denaturace bílkovin nebo posunem pH do kyselé oblasti kdy může dojít ke kyselé denaturaci [10].

Měření vaznosti se provádí různými metodami, obvykle je to však na principu vystavení masa určité, většinou mechanické síle a zjištění takto uvolněné vody. Mezi tyto metody řadíme lisovací a centrifugační metody, kapilární volumetrii, extrakční refraktometrickou metodu a mezi metody bez použití mechanické síly ztráty okapáním nebo ztráty vývarem [10,15].

## 2 FOSFÁTY

Fosfáty, též fosforečnany neboli soli kyseliny fosforečné. Značeny jsou pomocí E kódů E 339 až E 343 a E 450 až E 452. Význam přídavku fosfátu spočívá především v navázání vody do masa a obnovení přirozené hydratační kapacity. Pozitivních výsledků lze dosáhnout i u PSE masa (bledé, měkké, vodnaté), kde hodnota pH nemá přímý vliv na kvalitu masných výrobků.

Fosfáty mohou být také použity k úpravě povrchu masných výrobků a mohou ovlivnit i tepelně nepracované výrobky v jejich stabilizaci a sklonu k oxidaci. Fosfáty mají také jistý bakteriostatický účinek. Ten však sám o sobě není ani zdaleka dostačující [8].

### 2.1 Vlastnosti fosfátů

Fosfáty používané v masném průmyslu jsou sodné nebo draselné soli kyseliny fosforečné. V závislosti na počtu atomů fosforu v molekule rozlišujeme:

1. monofosfáty
  - krátký řetězec
  - vysoká pufrovací schopnost
  - malá schopnost vázat vápenaté ionty a ionty těžkých kovů
  - malá schopnost vázat vodu
2. difosfáty (též pyrofosfáty)
  - řetězec tvořený dvěma atomy fosfátu
  - středně vysoká pufrovací schopnost
  - malá schopnost vázat vápenaté ionty a ionty těžkých kovů
  - vysoká schopnost vázat vodu
  - malá rozpustnost ve vodě
  - zabraňují uvolňování vody během tepelného opracování
3. trifosfáty
  - řetězec tvořený třemi atomy fosfátu
  - velmi malou pufrovací schopnost
  - velmi dobrá schopnost vázat vápenaté ionty a ionty těžkých kovů



- malá schopnost vázat vodu
- velmi dobrá rozpustnost ve vodě
- během tepelného opracování více uvolňují vodu (větší ztráta)

#### 4. polyfosfáty

- mají řetězec tvořen až 200 atomy fosfátu
- velmi malá pufrovací schopnost
- nejvyšší schopnost vázat vápenaté ionty a ionty těžkých kovů
- malá schopnost vázat vodu
- velmi dobrá rozpustnost ve vodě [16,17,18]

## 2.2 Vlastnosti a použití jednotlivých skupin fosfátů

### 2.2.1 Kyselina fosforečná

Pro své silné okyselující účinky a nízkou cenu je v potravinářství hojně používána. Zabraňuje nežádoucím reakcím kovů, posiluje antioxidační účinky jiných látek, vytváří kyselé prostředí a slouží také jako zdroj fosforu. Běžně se používá při výrobě nápojů, tavených sýrů, tuku apod. [19].

### 2.2.2 Fosforečnany sodné

- dihydrogenfosforečnan sodný
- hydrogenfosforečnan disodný
- fosforečnan trisodný

Sodné fosforečnany se do potravin přidávají jako stabilizátory a tavicí soli. Okyselují prostředí a zabraňují reakcím kovů v potravinách, zvyšují vaznost u masných výrobků. Používají se v masných výrobcích, tavených sýrech, v náhražkách mléka do kávy, v práškových nápojích a dalších výrobcích [19].

### 2.2.3 Fosforečnany draselné

- dihydrogenfosforečnan draselný
- hydrogenfosforečnan didraselný
- fosforečnan tridraselný

Draselné fosforečnany mají podobné vlastnosti jako sodné fosforečnany. Stejně tak je i obdobné jejich použití, tedy masné výrobky, náhražky mléka do kávy, práškové nápoje apod. [19].

#### **2.2.4 Fosforečnany vápenaté**

- bis(dihydrogenfosforečnan) vápenatý
- hydrogenfosforečnan vápenatý
- fosforečnan vápenatý

Vápenaté fosforečnany se používají k úpravě reologických vlastností těsta, upravují pH a zabraňují nežádoucím reakcím kovů v potravinách. Působí také jako stabilizátory a také jako kypřící a protispékavé látky. Přidávají se do plátkovaných tavených sýrů, koření, zavařenin a želé [19].

#### **2.2.5 Fosforečnany amonné**

Amonné fosforečnany se používá v pekárenství pro zvýšení vaznosti těsta, fungují jako kypřící látky a upravují pH. V ČR použití těchto fosforečnanů není dovoleno [19].

#### **2.2.6 Difosforečnany**

- difosforečnan disodný
- difosforečnan trisodný
- difosforečnan tetrasodný
- difosforečnan didraselný
- difosforečnan tetradraselný
- difosforečnan divápenatý
- dihydrogendifosforečnan divápenatý

Difosforečnany se hojně používají do masných výrobků, kde zvyšují vaznost a upravují pH. Rovněž brání nežádoucím reakcím přítomných kovů, působí jako emulgátory a stabilizátory a také jako tavící soli v tavených sýrech [19].

#### **2.2.7 Trifosforečnany**

- trifosforečnan pentasodný
- trifosforečnan pentadraselný

Stejně jako ostatní fosfáty zabraňují nežádoucím reakcím přítomných kovů. Využívají se ale kvůli své schopnosti vázat a zadržovat vodu v masných výrobcích, kam se také nejčastěji přidávají [19].

### 2.2.8 Polyfosforečnany

- polyfosforečnan sodný
- polyfosforečnan draselný
- polyfosforečnan sodno-vápenatý
- polyfosforečnan vápenatý

Polyfosforečnany se přidávají do masných výrobků pro svou schopnost vázat a zadržovat vodu a také jako tavící soli do tavených sýrů [19].

## 2.3 Význam fosfátů v masných výrobcích

Téměř veškeré fosfáty používané v masném průmyslu jsou alkalické fosfáty. Jejich přídavek tak tedy vede k nárůstu pH masa a k jeho posunu dále od izoelektrického bodu. Posun pH od izoelektrického bodu má za následek zvýšení vaznosti. Toto zvýšení vaznosti je způsobeno zvýšením elektrostatických sil, které vytváří větší prostor mezi aktinem a myosinem [18,20,21,22,23]. Fosfáty tak způsobují zeslabení příčných vazeb mezi aktinem a myosinem. V důsledku toho se vlákna aktinu mění na tenkou vrstvu nabobtnalých struktur a vlákna myosinu tvoří dlouhé trojrozměrné struktury. Na tuto strukturu je pak navázána voda. Účinek chloridu sodného podpořený účinkem fosfátu poté zabraňuje zpětné synerzi vody tím, že udržuje vlákna aktinu a myosinu od sebe nadále oddělená [8]. Vazba fosforečnanů s vápenatými a hořečnatými ionty přispívá k oddělení aktinu a myosinu při rigor mortis. Fosfátové soli přidávané do díla zvyšují rozpustnost vzniklého aktomyosinu náhradou přirozeného polyfosfátu ATP, který je přítomný v teplém mase a který je enzymaticky odbouráván při nástupu rigoru. Největšího účinku přídavku fosfátů je dosaženo jeho přidáváním právě ve stádiu rigoru, kdy je rozpustnost svalových bílkovin minimální. Přidáním fosfátů v této fázi dosáhneme zvýšení vaznosti prakticky až na úroveň masa teplého [21].

## 2.4 Účinek fosfátových solí

Nejvíce funkční fosfáty jsou difosfáty, zejména pak tetrasodný difosfát (TSPP), protože působí ihned přímo na aktomyosinový komplex a má vysoké pH, což všechno vede ke zvýšené rozpustnosti bílkovin a velké vaznosti vody oproti například polyfosfátům [17,24].

Nevýhodou této soli je ovšem její velmi nízká rozpustnost (jen 6 g/100 g H<sub>2</sub>O při 20°C). Naopak například TKPP (tetrardaselný difosfát) má rozpustnost velmi dobrou (180 g/100 g H<sub>2</sub>O při 20°C), ale nemá takový vliv na vaznost jako TSPP. Proto se běžně používají různé směsi fosfátů pro konkrétní výrobek, podle toho co od přídavku fosfátu očekáváme [17,20,25,].

Jednotlivé fosfáty vykazují výrazné rozdíly v hodnotách pH. Pro úpravu pH jsou ve směsi nejčastěji používány monofosfáty. Ty ale nemají takový přímý vliv na svalové bílkoviny [21].

Nezanedbatelný účinek mají fosfáty také na chuťové vlastnosti výrobku. Jejich hořká chuť je vnímána negativně a při koncentracích od 0,3 % mohou ovlivňovat chuť samotného výrobku. Proto je vhodné vytvořit takovou směs fosfátů, která by byla účinná již při minimálních koncentracích ve výrobku, aby pokud možno nedošlo k ovlivnění chuti [26].

## 2.5 Zdravotní aspekty fosfátových solí

Fosfor obsažený ve fosfátech je po vápníku druhým nejvíce zastoupeným prvkem v lidském těle. Fosfor jako takový je nositelem makroergických vazeb. Je důležitý pro stavbu všech buněk a pro syntézu genetických stavebních bloků DNA a RNA. Ve formě fosforečných esterů je součástí fosfolipidů, fosfoproteinů a dalších fyziologicky důležitých sloučenin. V kostech je ho asi 700 g, kde je doprovázen vápníkem v poměru 1:2. Doporučený denní příjem by měl být 1,2 g denně [27]. Zdroje fosforu jsou pro lidský organismus dvojího druhu a to organický a anorganický. Organický fosfor přijímáme především z ovoce a zeleniny. Jeho obsah je zde však malý. Jako hlavní zdroj fosforu pro lidský organismus jsou dnes považovány fosfáty přidávané do potravin [28].

Legislativa stanovuje maximální množství přidaného fosfátu. V Evropské unii se maximálními limity přídatných látek zabývá směrnice 95/2 ES podle které se smí do masných výrobků přidat maximálně 5 g/kg vyjádřené jako P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> přidané jednotlivě nebo v kombinaci. FAO a WHO uvádí jako maximální přípustné množství přidaného fosforu 2200 mg/kg, což v přepočtu na P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> odpovídá 5041 mg/kg [29].

Přebytek fosforu má pro tělo negativní vliv. Ten je pak totiž z těla vylučován jako fosforečnan vápenatý což má za následek snížení obsahu vápníku v krvi. Aby byl zajištěn jeho dostatek v krevním oběhu, je odebírán ze zubů a kostí. To může mít za následek vznik osteoporózy, tedy řidnutí kostí a dalších potíží s tím spojených [20,30]. Nelze však říci, že by

již nepatrně zvýšený příjem fosfátu měl negativní vliv na zdraví kostí nebo ovlivňoval vylučování vápníku močí, kromě lidí mající problémy s ledvinami, játry, srdcem nebo vysokým krevním tlakem [31].

Nejen nadměrný přebytek ale i nedostatek fosforu má negativní dopady na zdraví. U takto postihnutých jedinců se mohou projevat úzkosti, podrážděnost, únava, otupělost, nepravidelné dýchání, problémy s kostmi a zuby, přecitlivělost pokožky, třes, tělesná slabost a jiné zdravotní komplikace [32].

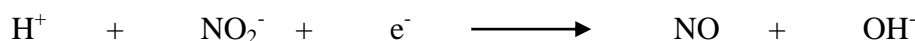
## 2.6 Konzervační účinky fosfátů

Fosfáty nelze přímo považovat za konzervační látky. Jejich účinek spočívá především ve zpomalování růstu grampozitivních bakterií, jako *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus brevis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus sphaericus*, *Micrococcus luteus*, *Corynebacterium glutamicum* a další a to hlavně v kombinaci s dalšími látkami jako nizin, NaCl, dusitany, kyselinou ethylendiamintetraocetovou (EDTA) apod. Značně menší bakteriostatický účinek mají fosfáty na gramnegativní bakterie jako *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* a další. [17,33,34,35,36,37].

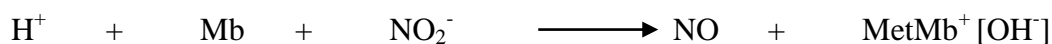
### 3 OSTATNÍ PŘÍDATNÉ LÁTKY V MASNÝCH VÝROBCÍCH

#### 3.1.1 Dusitany a dusičnany

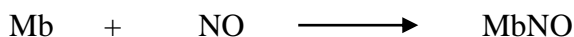
Dusitany a dusičnany se do masných výrobků přidávají z důvodů udržení červenorůžové barvy. Vytvoření této barvy spočívá v reakci dusitanů s hemovými barvivy kdy se zabrání oxidaci atomu železa v hemu. Jedná se o soubor reakcí, při kterých nejprve dojde k redukci dusitanu v kyselém prostředí na oxid dusnatý:



Tato redukce může nastat i samotným myoglobinem:



Vzniklý oxid dusnatý poté reaguje s další molekulou myoglobinu za vzniku nitroxy-myoglobinu:



Do výrobku můžeme pro prakticky stejný efekt přidávat dusičnany nebo dusitany.

Dusičnany se dnes ale používají již jen omezeně a to výhradně u trvanlivých masných výrobků. Dusičnany totiž nereagují s hemovými barvivy přímo a proto musí být nejprve převedeny na dusitan nebo oxid dusný pomocí nitrát redukující mikroflóry jako jsou bakterie rodu *Micrococcus*, *Streptococcus* aj. Nitrát redukující bakterie jsou účinné jen při vyšších hodnotách pH. Pro přeměnu dusičnanů na dusitany je zapotřebí delší doba, proto se dusičnany používají pouze pro trvanlivé masné výrobky, kde je jisté, že dojde k přeměně dostatečného množství dusičnanů [5,38].

Daleko častěji se proto využívá přídavek dusitanů. Pro vybarvení však není využit všechen dusitan. Jeho větší část reaguje s ostatními složkami masa. Dusitan tak může být například redukován na hydroxylamin a vytvořený oxid dusnatý může být naopak zoxidován na dusitany a dusičnany [5].

#### 3.1.2 Antioxidanty

Antioxidanty mají redukční schopnosti a podporují tvorbu barvy vzniklou působením solí-cích směsí. Antioxidanty podporují redukci dusitanů na oxid dusný, který reaguje s myoglobinem za vzniku nitroxymyoglobinu. Jako antioxidantu se hojně využívá kyselina

askorbová (E 300) nebo askroban sodný (E 301). Méně často se již využívá kyseliny izoaskorbové (E 315) nebo izoaskorban sodný (E 316) [8].

### 3.1.3 Barviva

Barviva se dělí na přírodní a syntetické. Přírodní jsou většinou získány extrakcí z rostlinných zdrojů. Často používané barvivo v masných výrobcích je Karmín (E 120) díky své intenzivní a stabilní červené barvě [8].

### 3.1.4 Emulgátory

Přidávají se do masných výrobků z důvodů zabránění oddělování tuku od ostatních složek, zlepšení konzistence a snížení ztrát vzniklých vařením. Běžně se používají mono a diglyceridy a jejich estery s kyselinou mléčnou a citrónovou [30].

### 3.1.5 Látky zvýrazňující chuť

Látky zvýrazňující chuť jsou látky zintenzivňující určitou chuť potraviny, aniž by tuto chuť sami měli [39]. Účinek těchto látek je dán jednak zvýšením citlivosti chuťových pohárků, jednak také zvýšením tvorby slin a tím většímu pocitu plnosti v ústech [8,30].

Typickým příkladem použití těchto látek je kyselina glutamová (E 620) a její soli glutamáty (E 621 – 625), přičemž účinná je jejich L-forma. Účinek látek na bázi kyseliny glutamové je závislý na hodnotě pH samotného výrobku. Nejúčinnější jsou při hodnotách pH 5 až 8 [8,30].

Dalšími látkami používaných pro zvýraznění chuti jsou nukleotidy (E 631 – 633), které se však pro svou vysokou cenu používají jen zřídka. Jejich účinnost je však 10 až 20krát vyšší oproti glutamátům [8].

### 3.1.6 Konzervační činidla

Mezi rozličná konzervační činidla používaných v masném průmyslu patří například soli kyseliny mléčné tzv. mléčnany (E 325 – E 327) [8].

Mléčnan sodný má vliv především na gramnegativní mikroorganismy jak aerobní, tak anaerobní. Jeho bakteriostatická účinnost závisí na aktivitě vody, pH, teplotě a přítomnosti kyslíku. Účinkem mléčnanu sodného lze snižovat pH substrátu za vzniku podílů kyseliny mléčné a jejich vniknutí do buněk mikroorganismů. V masných výrobcích se však nepoužívá pouze pro svůj bakteriostatický účinek, ale také pro svou antioxidační činnost. Mléč-

nan sodný je totiž schopný utvářet komplexní sloučeniny, které na sebe vážou těžké kovy a plní tak funkci antioxidantů [8].

Mléčnan sodný má také schopnost narušovat bílkoviny a vázat tak vodu, čímž napomáhá snižovat ztráty při tepelném opracování. Mléčnan se obvykle přidává do výrobku v roztoku společně s kyselinou mléčnou. Čím vyšší je pak podíl kyseliny mléčné, tím účinnější je pak bakteriostatický efekt samotné směsi. Tyto roztoky se hojně používají k marinování nej-různějších masných polotovarů [8].

Na grampozitivní bakterie účinkuje nisin (E 234), který bakterie ničí tak, že vytváří póry v jejich cytolazmatické membráně. Nisin je bakteriocin produkovaný bakterií *Lactococcus Lactis*. Běžně se nisin používá k biologické konzervaci tepelně opracovaných masných výrobků. Není však účinný na gramnegativní bakterie což je značná nevýhoda při konzervování nisinem [8].

K ošetření zejména povrchu fermentovaných výrobků proti plísním a kvasinkám se v poslední době k ošetření často využívá bakteriocin natamycin (E 235). Je špatně rozpustný ve vodě, což sice komplikuje jeho aplikaci, ale také zhoršuje jeho prostupnost pod povrch výrobku, což lze vnímat jako pozitivní fakt. Již 5 mm pod povrchem obvykle není látka zjištělná. Účinek natamycinu je dán jeho reakcí s ergosteroly a dalšími steroly které jsou obsaženy v membránách kvasinek a vegetativních myceliích plísní a dojde tak jejich narušení a rozpadu buňky. Ani při dlouhodobém používání natamycinu nebyla prokázána vzrůstající odolnost kvasinek a plísní ani zdravotní závadnost pro spotřebitele [8].

Dalšími hojně používanými konzervačními činidly při výrobě masných výrobků jsou složky udíčího kouře. Ty se do výrobku dostávají přes povrch během uzení, kdy se může výrobek zároveň tepelně opracovat (uzení horkým kouřem) nebo se pouze sníží obsah vody (uzení studeným kouřem) [4].

Složky udíčího kouře lze rozdělit na látky netěkavé, těkavé a plynné. Látky netěkavé (saze a popel) jsou v kouři nežádoucí a nemají konzervační účinek. Látky těkavé (formaldehyd, acetaldehyd, aceton, methylethylketon, kyselina octová, mravenčí, propionová, máselná, valerová, olejová, palmitová, látky fenolické povahy – fenol, kresol, xylen, estery aj. jsou za normálních podmínek kapalné a pro konzervační účinek jsou nejdůležitější. Látky plynné (kyslík, dusík, oxid uhličitý, oxid uhelnatý) nemají z konzervačního ani technologického hlediska význam [4].



### 3.1.7 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy se do masných výrobků přidávají pro své zahušťující a gelotvorné vlastnosti. Většinou mají strukturu polysacharidů. Po přidání hydrokoloidů do díla dochází nejprve k bobtnání polysacharidu vazbou vody a následně vzniká trojrozměrná síť [8].

Do masných výrobků se často přidává hydrokoloid karagenan (E 407) získaný z mořských řas. Celkem jsou známy tři frakce karagenanu – kappa, jóta a lambda [8].

Kappa a jóta-karagenan při teplotě 55 – 65 °C tvoří roztoky. Při jejich ochlazení vzniká trojrozměrný dvoušroubovicový systém, tedy gel. Tento gel je reverzibilní a při zvýšení teploty opět přejde do kapaliny. Při použití spolu s fosfátovými solemi se může hmotnost konečného výrobku, díky navázání vody zvednout o 100 až 200 % [8].

Ve větší míře se poté používají hydrokoloidy guma guar (E 412) a xanthan (E 415), jež se používají přibližně v koncentraci 0,3 % [30].

### 3.1.8 Kyseliny

Nejčastěji přidávanou kyselinou do masných výrobků je bezesporu kyselina askorbová (E 300) a její sodná sůl askorban sodný (E 301). Tyto látky patří mezi pomocná konzervační činidla. Jejich hlavní funkcí je však urychlení redukce dusitanu na oxidy dusíku, čímž napomáhají vybarvení výrobku. Se stejným technologickým účinkem lze použít i kyselinu izoaskorbovou (E 315) nebo izoaskorban (E 316). Ty však v těle nepůsobí jako vitamín [8,30].

Soli organických kyselin (citrónová E 330, mléčná E 270, octová E 260 a vinná E 334) vedou ke zvýšení iontové síly směsi a podpoře bobtnání. Obdobného účinku lze však dosáhnout také pomocí chloridu sodného [8].

## 4 TEXTURA

Textura je definována jako „senzorická a funkční manifestace strukturálních, mechanických a povrchových vlastností potravin, určitelných pomocí vizuálních, sluchových, dotykových a kinestetických smyslů“. Strukturálními (geometrickými) vlastnostmi se zde myslí ty vlastnosti, jež se vztahují k rozměru, tvaru a uspořádání výrobku vnímatelné prostřednictvím mechanických, hmatových nebo zrakových a sluchových receptorů. Mechanickými vlastnostmi jsou ty vlastnosti, jež se vztahují k reakci na namáhání výrobku. Mechanické vlivy bychom v tomto smyslu mohli dále rozdělit na tvrdost, soudržnost, viskozitu, pružnost, žvýkatelnost, rozpadavost a přilnavost. Povrchové vlastnosti se vztahují na počitky vyvolané vlhkostí anebo obsahem tuku. V ústech se rovněž vztahují také na to, jakým způsobem jsou tyto složky uvolňovány [39,40].

### 4.1 Metody měření textury

#### 4.1.1 Senzorické metody

Senzorické měření textury se řídí Českou technickou normou *ČSN ISO 11036 – Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury*. Touto metodou jsou texturometrické vlastnosti zaznamenávány jako počitky pomocí receptorů v dutině ústní a rtech nebo pomocí počítka polohy, pohybu a napětí části těla, vnímané prostřednictvím nervů a orgánů svalstva, šlach a kloubů. V případě senzorických zkoušek je nutné rozlišovat rozdíl mezi pojmy textura jakožto vlastnost výrobku a konzistencí, kdy jde o počitek a následný vjem vznikající drážděním receptorů texturou výrobku [39].

##### 4.1.1.1 Metodologie

Hodnocení textury má obdobné principy jako profilování chuti a vůně. Hodnocení textury proto může zahrnovat:

- vnímatelné vlastnosti textury, tj. mechanické, geometrické a jiné charakteristiky,
- intenzitu, tj. stupeň, do něhož je vlastnost vnímatelná,
- pořadí výskytu vlastností. To může být stanoveno následovně:
  - o před žvýkáním nebo bez žvýkání (všechny geometrické, vlhkostní a tukové vlastnosti vnímané vizuálně nebo dotykem),
  - o první skousnutí (mechanické a geometrické vlastnosti a vlastnosti tuku a vlhkosti, vnímané ústy),

- fáze žvýkání (vlastnosti vnímané dotykovými receptory v ústech během žvýkání anebo absorpce),
- reziduální fáze (změny, nastávající v průběhu žvýkání anebo absorpce, jako je rozsah a typ rozmělnění),
- polykání (snadnost polknutí a popis jakýchkoliv zbytků, zbývajících v ústech) [39,40]

Oproti jiným sensorickým atributům nejsou na hodnocení textury žádné specifické receptory. Některé texturní parametry jsou vnímány ihned po vložení vzorku do úst. Většina parametrů je však vnímána až po deformaci vzorku žvýkáním, manipulaci jazykem, smísením se slinami apod. Do tohoto procesu je zapojeno několik tkání (periodontální, kožní) a receptorů (somastetické, kinestetické) [41].

#### 4.1.2 Fyzikální metody

Fyzikální metody měření textury se používají především díky rychlosti, snadnému provedení a menší ekonomické náročnosti oproti sensorickým metodám. Nezbytnou podmínkou pro použití fyzikálních metod je vzájemná souvislost s daty zjištěnými sensorickými metodami [42]. Problémem fyzikálních metod je nemožnost hédonického hodnocení. Při sensorické analýze je textura vnímána mnoha různými receptory a tak je možné současně vnímat mnoho různých vlastností jako například tvrdost, křehkost, elasticita. Naproti tomu u instrumentálních metod lze zpravidla zjišťovat jen jednu vlastnost v jednom testu. Naopak výhodou oproti sensorickým metodám je přesně stanovená nebo měřitelná síla působící na vzorek a také lépe definovatelný stupeň rozmělnění vzorku stejně jako počet mělnicích kroků, tedy počet skusů u sensorické analýzy [41]. Na tento fakt má například vliv obsah tuku v masě. Bylo zjištěno, že zvýšený obsah tuku v masě má za následek menší počet skusů k dosažení stejného rozmělnění jako u suchého masa. To má za následek, že šťavnaté maso může být sensoricky hodnoceno jako křehčí, ačkoliv by při měření na texturometru vykazovalo stejnou tuhost [43].

Na instrumentální měření textury byly vyvinuty tři základní typy přístrojů:

- Přístroje k měření základních charakteristik (viskozita, mez toku, tvrdost) neboli přístroje fundamentální. Většinou není zjištěn průkazný vztah k sensorické jakosti pro širší intervaly naměřených hodnot.

- Přístroje empirické (pro měření určité poživatiny a určité vlastnosti). Dávají dobré výsledky pro rozpětí hodnot v praxi, byly zjištěny průkazné vztahy k textuře určené senzoricky.
- Přístroje napodobující (imitující), které simulují operace při degustaci, hlavně při žvýkání [44].

#### **4.1.2.1 Mlecí testy**

Mlecí testy v sobě zahrnují kompresi, stříh, protlačování, napínání, tření a fragmentaci. Poprvé byla tato metoda použita v roce 1955, kdy byl motor mixéru sériově zapojen s ampérmetrem. Pomocí hodnot odečtených z ampérmetru byla vyčíslena energie potřebná k rozemletí daného vzorku. Tato metoda však není příliš používaná [45].

#### **4.1.2.2 Penetrace**

Metoda je založena na pronikání sondy do vzorku, přičemž se může postupovat dvěma způsoby. Buď můžeme sondou pronikat konstantní rychlostí a měřit budeme sílu potřebnou k tomuto průniku nebo konstantní bude síla i doba pronikání a měřit budeme hloubku průniku sondy. Penetrační sondy jsou různého tvaru (kuželový, válcový, jehlanový, kulovitý apod.) [46].

#### **4.1.2.3 Nůžkové testy**

Nůžkové testy při měření textury de facto imitují první skus řezáků. Vhodné je to především u vláknitých potravin, kde by například nebylo možné použít kompresní metodu, protože by nedošlo k narušení integrity vláken a stanovení mezní hodnoty soudržnosti. Nejčastěji se zde používají dvě odlišné metody stanovení – tzv. Kramerovy nůžky a WB nůžky [46].

Kramerovy nůžky jsou soustavou deseti nožů. Jejich počet se však může lišit. Výsledek měření je pak průměrem sil potřebných pro krájení masa závislý na počtu nožů a jejich tloušťce. Ke vzorku je nutné zvolit nože o správných parametrech. Kdybychom pro tuhý vzorek zvolili širší nože, mohl se vzorek spíše stlačovat, u příliš tenkých naopak krájet. Ideálně zvolené nože poskytují při měření informace o deformaci stlačováním, stříháním, řezáním a extruzí. Nejvíce se Kramerovy nůžky používají na měření textury ovoce a zeleniny [46].

Metoda měření textury pomocí Weber-Bratzlerových nůžek byla vyvinuta již ve 30. letech 20. století a dodnes je často používanou metodou. Principem je podobně jako u Kramero-vých nůžek měření síly potřebné k přeříznutí vzorku o definovaných rozměrech. Vzorek je umístěn na podložce a z vrchu je krájen nožem. Vyskytuje se zde mnoho modifikací, např. velikost vzorku, směr vláken u vláknitých vzorků potravin, tvar nože, rychlost pronikání nože, tepelná úprava, tvar vzorku apod. [47].

#### **4.1.2.4 Kompresní testy**

Tato metoda spočívá v působení tlaku v jedné ose na vzorek až do jeho zdeformování. Vzorek je stlačován tak, že může docházet k laterální deformaci pouze v jednom směru. Rozšířením této metody je metoda TPA (texturní profilová analýza). Je založená na dvou-cyklickém působení komprese [48]. Takto je simulován proces žvýkání. Výsledky TPA v sobě zahrnují hodnoty tvrdosti (maximální síla při prvním stlačení), pružnosti, koheze, lepidlosti a žvýkatelnosti (maximální síla při druhém stlačení) [49]. V případě tuhých vzor-ků se jedná o velmi rozšířenou a často používanou metodu. Vzorek bývá umístěn mezi dvě desky, kde jedna je statická a druhá na vzorek působí silou rychlostí 300 až 500 mm/min, což zhruba odpovídá rychlosti skusu u člověka. Vyhodnocuje se síla, která působí na tlač-nou desku a vyhodnocením testu je tzv. zatěžovací křivka, tedy závislost síly  $F$  na relativní deformaci. Tlačná deska působící na vzorek je zpravidla kruhová, o podstatně větším prů-měru než vzorek, jež je zpravidla válec o vhodně zvolené šířce a výšce (optimálně je výška vzorku stejná jako šířka). Pro každý následující test poté musí být zvoleny stejné parametry vzorku, aby byla zachována stejná relativní deformace. Ta se provádí až do ztráty soudrž-nosti vzorku a na zatěžovací křivce se poté hodnotí body jako maximální síla (největší síla, která na vzorek působila a byl ještě soudržný) a relativní deformace při dosažení maximál-ní síly (odpovídá definici sensorické soudržnosti) [50,51].

#### **4.1.2.5 Tahové zkoušky**

Tahové zkoušky působí na vzorek podobně jako kompresní testy na vzorek silou v jedné ose ale v opačném směru. Jistou výhodou lze spatřovat v tom, že u těchto zkoušek můžeme přímo pozorovat šíření zlomu ve vzorku [51,52]. Na druhou stranu metoda jako taková přímo nevypovídá o textuře a je proto vhodné jí používat spolu s dalšími metodami měření textury. Napětí v tahu je obvykle měřeno až do přetržení vzorku. Síla k tomu potřebná se udává v Pascalech. Měřit lze i další parametry, jako celková energie potřebná k přetržení,

maximální natažení vzorku apod. Důležité je mít správně připravený vzorek, který by měl být co do šířky a tloušťky pásku identický se vzorkem předchozím [53].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo zjistit vliv fosfátových solí na vybrané texturní vlastnosti masných výrobků. V první fázi byl zjišťován vliv různých fosfátů na texturu. V další fázi byl zkoumán vliv vybraných fosfátů na texturu a pH v různých koncentracích. Před samotným měřením bylo třeba připravit příslušné vzorky s danými fosfátovými solemi a zajistit reprodukovatelnost těchto vzorků. V závěru jsou naměřená data vyhodnocena a vliv jednotlivých fosfátů na texturu a pH zhodnocen.

Z texturních vlastností byly u srovnávacích testů fosfátů o stejné koncentraci hodnoceny tyto parametry:

- tvrdost
- tuhost
- lepivost
- kohezivnost

U srovnávacích testů se vzrůstající koncentrací fosfátu byly hodnoceny tyto texturní parametry:

- tvrdost
- kohezivnost



## 6 METODIKA

Experimentální část práce byla vykonána mezi říjnem roku 2011 a dubnem roku 2012 v rámci Ústavu technologie a mikrobiologie potravin Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Nejprve byl experimentálně zjištěn postup získávání vzorků, který by byl reprodukovatelný a který by zajišťoval pokaždé stejné vzorky, co se týče rozměru, hmotnosti a homogenizace díla. Po zajištění tohoto postupu, kdy byly získávány co nejvíce identické vzorky, byly do díla přidávány fosfáty o neměnné koncentraci a měřeny na texturometru pro posouzení vlivu jednotlivých fosfátů na texturu. V poslední fázi výzkumu byly připraveny vzorky se stoupající koncentrací fosfátových solí od 0 % do 4,5 % a měřeny texturní vlastnosti a hodnota pH v závislosti jak na konkrétním fosfátu, tak na jeho vzrůstající koncentraci.

### 6.1 Pomůcky a materiál

Pro práci bylo použito hluboce mrazené drůbeží strojně oddělené maso od firmy RACIOLA – JEHLIČKA s.r.o. sídlící v Uherském Brodě.

Fosfátové soli dodala firma Fosfa Trading a.s. sídlící v Břeclavi. Pro experiment byly dodány tyto fosfáty:

- DSP  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- MSP  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- TSP  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
- TKP  $\text{K}_3\text{PO}_4$
- TSPP  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$
- TKPP  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$
- SAPP  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$
- PSTP  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
- PKTP  $\text{K}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
- Poly  $(\text{NaPO}_3)_n$

Kromě fosfátových solí byla díla přidávána vždy také dusitanová solící směs a voda o stejné navážce pro všechny vzorky.

Veškeré ingredience byly míchány a kutrovány na přístroji Vorwerk Thermomix TM 31. Při míchání byla do díla přidávána navážená voda teplotě cca 5°C.

Takto připravené dílo bylo poté plněno do sklenic o objemu 270 ml a uzavřeno příslušným TWIST uzávěrem.

K měření texturních vlastností byla použita metoda bicyklického kompresního testu (TPA analýza) na texturovém analyzátoru TA.XT plus od společnosti Stable Micro Systems. K měření byla použita kruhová sonda 100 mm Platen dodaná společně s texturometrem. Rychlost pohybu sondy při měření byly 2 mm/s. Výsledky poté byly zpracovány pomocí programu Exponent Lite v. 4.0.13.0.

*Obrázek 1 Vorwerk Thermomix TM 31*



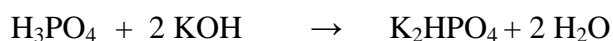
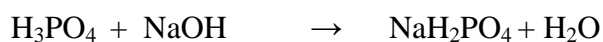
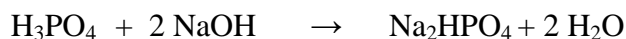
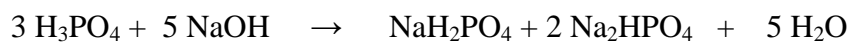
Obrázek 2 Texturometr TA.XT plus



### 6.1.1 Výroba fosfátů

Výroba fosfátů probíhá neutralizací kyseliny fosforečné hydroxidem sodným nebo draselným. Množství těchto surovin je upravováno pomocí molárního poměru Na/P, příp. K/P, který je pro každý druh produktu jiný. Roztok po neutralizaci, mající správný poměr Na/P (či K/P), je soustavou trysek nastříkovan do sušárny, která je vyhřívána spaliny z procesního ohřevu (spalováním zemního plynu). Voda z roztoku se odpaří kontaktem spalin s chemickou látkou [54].

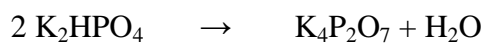
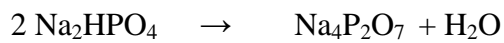
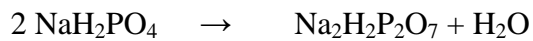
Některé reakce při sušení:



Produkt ze sušení postupuje do kalcinační pece vyhřívané spaliny zemního plynu z procesního ohřevu. Při kalcinaci dojde ke kondenzaci ortofosfátů na di- či trifosforečna-

ny. Teploty v sušárně a kalcinátoru jsou charakteristické pro každý produkt, obecně se jedná o stovky °C, poté je produkt vychlazen [54].

Některé reakce při kalcinaci:



Jiný způsob výroby se uplatňuje při výrobě hexametafosfátu (polyfosforečnanu) sodného, kdy je třeba z neutralizačního roztoku nejprve vytvořit taveninu, která se poté chladí (vzniká tzv. fosfátové sklo) a drtí na potřebnou granulaci [54].

Proces probíhá podle následující rovnice:



## 7 SROVNÁNÍ ÚČINKU JEDNOTLIVÝCH FOSFÁTOVÝCH SOLÍ O STEJNÉ KONCENTRACI

Tyto vzorky měly pevně stanovenou hmotnost navážek veškerých surovin tak, že výsledná koncentrace fosfátu v díle byla 0,25 %.

### 7.1 Příprava vzorku

Pro přípravu díla byly naváženy tyto suroviny:

Strojně oddělené maso	525 g
Voda	161 g
Dusitanová solící směs	14 g
Fosfát	1,5 g
celkem	701,5 g

Strojně oddělené drůbeží maso, voda, dusitanová solící směs a fosfátová sůl byly mělněny za průběžného měření teploty. Při dosažení teploty 12 – 13 °C bylo mělnění považováno za dokončené. Do vyšších teplot se nepokračovalo, neboť by se mohly začít zkracovat některé bílkovinné řetězce vlivem zvýšené teploty. Takto rozmělněné dílo bylo naplněno do skleněných obalů, asi 10 mm pod okraj. Při plnění bylo dbáno na to, aby nedocházelo k tvorbě vzduchových kavern, které by nepříznivě ovlivňovaly a zkreslovaly měření textury. Ještě před plněním bylo dno skleněných obalů vymazáno stolním olejem. Pokud by dno nebylo vymazané, dílo by po tepelném ošetření ulpělo na dně a vzorek by šel jen obtížně odebrat. Po naplnění a uzavření těchto skleněných obalů následovalo tepelné ošetření, které probíhalo ve vodě sahající cca 15 mm pod okraj uzávěru skleněného obalu. Najednou bylo obvykle tepelně ošetřeno 15 sklenic a jeden vzorek s tepelnou sondou měřící teplotu vprostřed díla. Teplota stoupala až do 70 °C, která byla držena po dobu 10 minut stejně tak, jako je vyžadováno legislativou na teplotu a čas pro tepelně opracované masné výrobky. Po dobu výdrže bylo kontrolováno, aby již teplota nekolísala o více jak 2 °C. Celý proces tepelného ošetření trval cca 80 minut včetně výdrže. Ihned poté byly sklenice vyjmuty a chlazeny studenou tekoucí vodou nejméně půl hodiny. Následně byly uskladněny v chladicím zařízení při teplotě 6 až 7 °C. Od každého fosfátu byly takto připraveny vždy tři vzorky.

*Obrázek 3 Namíchaný vzorek*

## **7.2 Měření vzorku**

Texturní vlastnosti vzorku byly měřeny vždy po 7 dnech od jejich přípravy a to tak, že ze sklenice byl dutým hliníkovým válcem k tomu určeným vykrojen válec o průměru 35 mm. Tento váleček byl poté ještě rozkrojen pomocí strunového kráječe na plátky o tloušťce 15 mm. Z tohoto rozkrojení se pro měření používala střední vrstva výkroje.



*Obrázek 4 Vyříznutý vzorek**Obrázek 5 Střední výkroj použitý k měření textury*

### **7.3 Výsledky a diskuze**

Nejprve byl změřen vzorek bez přidavku fosfátových solí jako standard, vůči němuž byly ostatní vzorky přirovnávány. Tvrdost byla měřena jako síla v Newtonech, tuhost byla vyjádřena jako plocha největšího píku v grafickém vyjádření a kohezivnost jako poměr plo-

chy píku při prvním a druhém stlačení. Lepivost byla vyjádřena v  $N/m^2$ . Pro lepší porovnání byly naměřené hodnoty přepočteny na procenta vzhledem ke standardu bez fosfátu a porovnány.

*Tabulka 1 První série vzorků*

	<b>tvrdost</b>	<b>tuhost</b>	<b>lepivost</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>standard</b>	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>DSP</b>	94 %	96 %	254 %	88 %
<b>MSP</b>	95 %	99 %	408 %	98 %
<b>TSP</b>	83 %	79 %	197 %	85 %
<b>TKP</b>	75 %	69 %	264 %	88 %
<b>TSPP</b>	97 %	104 %	269 %	89 %
<b>TKPP</b>	95 %	99 %	335 %	96 %
<b>SAPP</b>	112 %	122 %	297 %	95 %
<b>PSTP</b>	92 %	100 %	353 %	88 %
<b>PKTP</b>	85 %	87 %	289 %	92 %
<b>Poly</b>	89 %	89 %	287 %	102 %

V první sérii měřených vzorků došlo ke snížení tvrdosti v průměru o 11 %. Pouze u fosfátu SAPP došlo ke zvýšení této hodnoty o 12 %.

U tuhosti vlivem fosfátů došlo ke snížení této hodnoty v průměru o 10 %. Byly zde však větší rozdíly mezi jednotlivými fosfáty. K největšímu snížení došlo u soli TKP a to o celých 31 %. Ke zvýšení tuhosti došlo pouze u TSPP o 4 % a u SAPP o 22 %.

Největší nárůst hodnot a zároveň největší rozdíly v působení jednotlivých fosfátů byl u lepivosti. U všech fosfátů došlo ke zvýšení této hodnoty v průměru o 195 %. Největší vliv na zvýšení lepivosti měl MSP (o 308 %) a nejmenší u TSP (o 97 %).

Nejmenší vliv měly soli na hodnotu kohezivnosti (v průměru pokles o 9 %). MSP a Poly však kohezivnost prakticky neovlivnily (98 a 102 % oproti standardu).



Tabulka 2 Druhá série vzorků

	<b>tvrdost</b>	<b>tuhost</b>	<b>lepivost</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>standard</b>	100 %	100 %	100 %	100%
<b>DSP</b>	94 %	97 %	121 %	91 %
<b>MSP</b>	90 %	89 %	68 %	102 %
<b>TSP</b>	70 %	66 %	103 %	65 %
<b>TKP</b>	76 %	69 %	36 %	94 %
<b>TSPP</b>	71 %	69 %	195 %	106 %
<b>TKPP</b>	71 %	68 %	133 %	104 %
<b>SAPP</b>	93 %	99 %	75 %	101 %
<b>PSTP</b>	77 %	78 %	119 %	94 %
<b>PKTP</b>	82 %	89 %	75 %	86 %
<b>Poly</b>	96 %	95 %	19 %	98 %

U druhé série vzorků byla data oproti první sérii poněkud odlišná. Například u tvrdosti došlo ke snížení průměrné hodnoty o 18 % oproti 11 % u první série. U žádného vzorku nedošlo k nárůstu tvrdosti nad hodnotu standardu.

Podobně jako tvrdost i tuhost měla podobné hodnoty. Tedy snížení tuhosti v průměru o 18 % a ani zde oproti první sérii nevzrostla hodnota tuhosti u vzorku nad hodnotu tuhosti u standardu.

Lepivost měla zcela odlišné hodnoty. Zatímco v první sérii došlo pouze ke zvýšení lepivosti, u druhé došlo v několika případech i k jejímu snížení. Nejnižší hodnota byla pouhých 19 % (Poly) a nejvyšší 195 % (TSPP) ve srovnání se standardem.

U kohezivnosti došlo v průměru k podobnému složení této hodnoty jako u první série (o 12 %). Oproti první sérii zde však byly větší rozdíly u jednotlivých fosfátů – 65 % u TSP a až 106 % u TSPP oproti standardu.

Tabulka 3 Třetí série vzorků

	<b>tvrdost</b>	<b>tuhost</b>	<b>lepivost</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>standard</b>	100 %	100 %	100 %	100 %
<b>DSP</b>	102 %	105 %	209 %	97 %
<b>MSP</b>	107 %	113 %	142 %	95 %
<b>TSP</b>	72 %	71 %	111 %	93 %
<b>TKP</b>	86 %	88 %	123 %	93 %
<b>TSPP</b>	75 %	81 %	149 %	86 %
<b>TKPP</b>	87 %	94 %	214 %	93 %
<b>SAPP</b>	104 %	117 %	150 %	92 %
<b>TSPP</b>	87 %	93 %	190 %	89 %
<b>PKTP</b>	96 %	105 %	669 %	94 %
<b>Poly</b>	96 %	104 %	222 %	87 %

Hodnoty u třetí série vzorků byla poměrně identické se vzorky z první série. Tvrdost byla v průměru snížena o 14 % a zvýšena byla nejvýše na 107 % oproti standardu.

K největšímu nárůstu tuhosti došlo u fosfátu SAPP (o 17 %). Podobně tomu bylo i u první série, kde k největšímu nárůstu tuhosti (o 22 %) došlo také u SAPP.

U lepivosti byly hodnoty opět velmi rozdílné. Nejvyšší lepivost byla naměřena u PKTP a to celých 669 % oproti standardu. Oproti druhé sérii však zde hodnota lepivosti u žádného vzorku ve srovnání se standardem neklesla.

Ve třetí sérii vzorků byl průměrný pokles kohezivnosti 9 % a byly tak velmi podobné jako u první série (o 8 %) a stejně tak zde nebyly výraznější výkyvy mezi hodnotami jednotlivých fosfátů.

### 7.3.1 Zhodnocení vlivu fosfátů o stejné koncentraci

Z výsledků je patrné že došlo k ovlivnění texturních vlastností po přidavku fosfátových solí. Z hodnot lze vysledovat určitý trend, například že tvrdost i tuhost v naprosté většině případů dosahovala nižších hodnot než bez fosfátu. To mohlo být nejspíše způsobeno větším oddělením aktinu a myosinu a zeslabením tak příčných vazeb mezi nimi což potvrzuje i použitá literatura v teoretické části práce a snížením tak jejich mechanické odolnosti. Mezi fosfáty které měli svou sodnou a draselnou variantu nebyly naměřeny výrazné rozdíly a měli tak při této koncentraci obdobný účinek.

Kohezivnost také nabývala nižších hodnot nebo zůstávala v podstatě nezměněna. U lepivosti byly hodnoty nejvíce rozdílné. Nejen mezi jednotlivými fosfáty ale také mezi jednotlivými sériemi. Jako možnou příčinu lze určit póry uvnitř vzorku. Výskyt a velikost těchto pórů byl u vzorků různý. Čím více jich ve vzorku bylo a čím byly tyto póry větší, tím větší mohla být také synereze vody. Toto uvolnění vody ze vzorku mělo za následek výrazné ovlivnění lepivosti u jednotlivých vzorků. Problém je také v samotném měření textury, které je velmi problematické a nemusí poskytovat relevantní výsledky.

## 8 SROVNÁNÍ ÚČINKU JEDNOTLIVÝCH FOSFÁTOVÝCH SOLÍ O VZRŮSTAJÍCÍ KONCENTRACI

V této části výzkumu jsme u vybraných fosfátových solí zjišťovali, jak v závislosti na vzrůstající koncentraci ovlivňují texturní vlastnosti. Byly zde hodnoceny parametry tvrdost a kohezivnost. Koncentrace byly zvoleny od 0 % (srovnávací standard) do 0,45 % po 0,05 % dávkování. Zároveň s tím bylo také měřeno pH u každého vzorku. Přídavek vody zde byl upraven tak, aby výsledná sušina byla vždy 30 %.

### 8.1 Výpočet sušiny masa

Pro zjištění vlastní sušiny ve strojně odděleném mase byla zvolena klasická metoda založená na rozetření vzorku s mořským pískem a jeho sušením do konstantní hmotnosti.

Tabulka 4 Navážky k zjištění sušiny

vzorek	Hmotnost vysoušečky + písek [g]	Hmotnost masa [g]	Celková hmotnost před sušením [g]	Hmotnost po vysušení [g]
1	43,712	5,001	48,713	45,6145
2	46,645	5,337	51,982	48,7075
3	44,470	5,180	49,65	46,4445
4	44,967	5,620	50,587	49,0903
5	45,810	5,192	51,002	47,8410

Z těchto hodnot byl nejdříve vypočten obsah vody podle následujícího vzorce:

$$V = \left( \frac{m_1 - m_2}{n} \right) * 100$$

Kde:

$m_1$  = hmotnost vysoušečky s pískem a masem před usušením

$m_2$  = hmotnost vysoušečky s pískem a masem po usušení

$n$  = hmotnost masa

Byly zjištěny tyto hodnoty:

*Tabulka 5 Zjištěná sušina*

<b>vzorek</b>	<b>obsah vody [%]</b>	<b>sušina [%]</b>
1	61,96	38,04
2	61,35	38,65
3	61,88	38,12
4	62,22	37,78
5	60,88	39,12
$\Sigma$	61,58	38,42

## 8.2 Příprava vzorku

Pro přípravu vzorku byly naváženy tyto suroviny:

Strojně oddělené maso	525 g
Dusitanová solící směs	14 g

Tyto navážky byly fixní a neměnily se s koncentrací fosfátu. Navážka studené vody se měnila tak, aby byla výsledná sušina vždy 30 %. Pro jednotlivé koncentrace byly vypočteny následující navážky fosfátu a studené vody:

*Tabulka 6 Navážky fosfátu a vody*

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,15</b>	<b>0,2</b>	<b>0,25</b>	<b>0,3</b>	<b>0,35</b>	<b>0,4</b>	<b>0,45</b>
<b>navážka fosfátu [g]</b>	0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7
<b>navážka vody [g]</b>	161	177	177	178	179	180	180	181	182	183

Všechny navážené suroviny byly mlety a následně tepelně opracovány stejně jako vzorky se stejnou koncentrací fosfátu. Měření samotné textury probíhalo také stejným způsobem.

K měření pH byl použit vpichový pH metr pH spear for food testing od firmy EUTECA INSTRUMENTS.

Měřena byla hodnota uprostřed sklenky z boku po vyříznutém vzorku pro měření textury. Pro určení pH byl určen střed v masitém díle právě proto, že opakovaným zkušební měřením se lišily hodnoty naměřené na povrchu nebo naopak u dna sklenky.

### 8.2.1 Vybrané fosfáty pro experiment

Pro experiment se vzrůstající koncentrací fosfátů bylo vybráno celkem osm fosfátů. Pro tento experiment byly vybrány tyto fosfáty:

- MSP  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- TKP  $\text{K}_3\text{PO}_4$
- TSPP  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$
- TKPP  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$
- SAPP  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$
- PSTP  $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
- PKTP  $\text{K}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$
- Poly  $(\text{NaPO}_3)_n$

## 8.3 Výsledky a diskuze

### 8.3.1 MSP

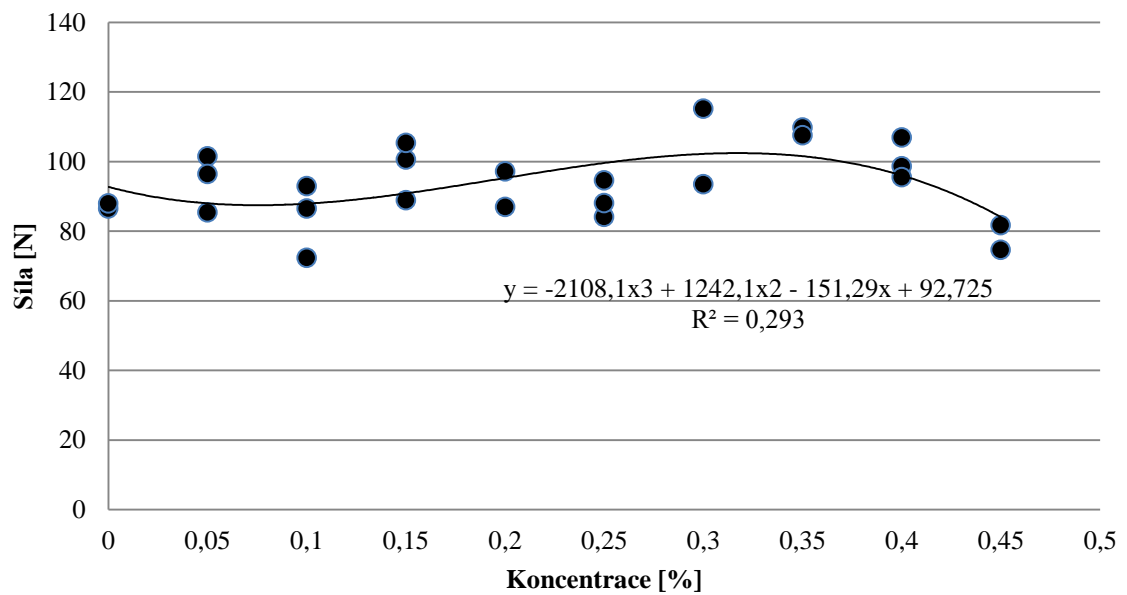
Dihydrogenfosforečnan sodný ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) je bílá sypká látka se sypnou hmotností 650 – 850 g/dm<sup>3</sup>. Používá se jako víceúčelová přísada v potravinářském průmyslu. Působí jako pufr, stabilizátor zbarvení výrobků z vajec, činidlo pro úpravu pitné vody a v kosmetickém průmyslu jako přísada do zubních past. V přepočtu obsahuje průměrně 59,4 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Značí se E kódem E 339 (i) [54].

#### 8.3.1.1 Vliv na texturu

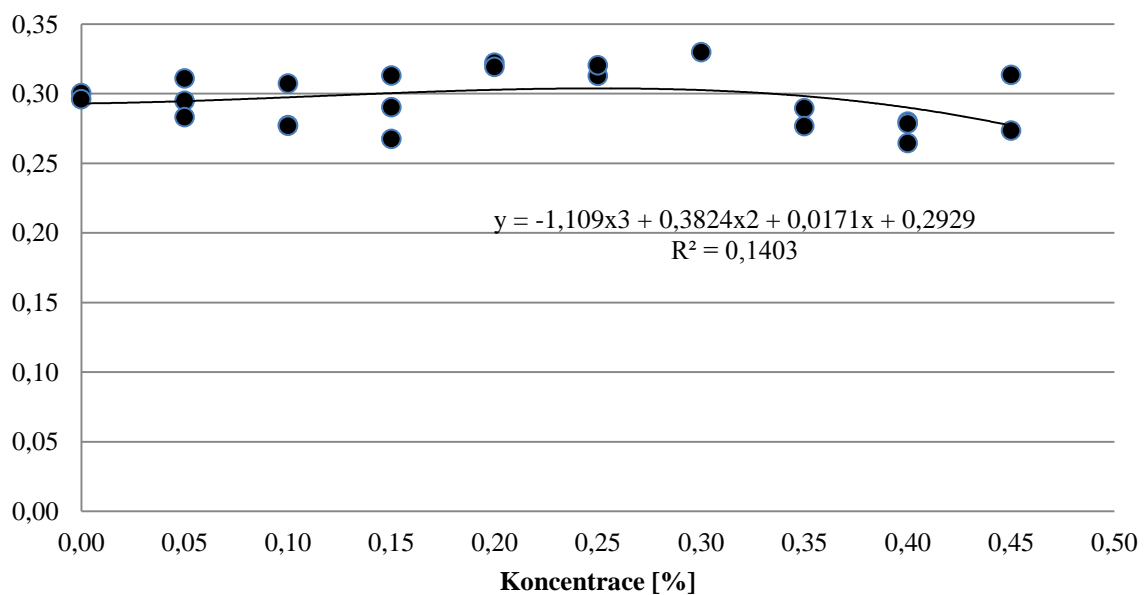
Přídavkem MSP došlo nejprve k nepatrnému snížení tvrdosti a to mezi koncentracemi 0 % – 0,20 %. V koncentracích 0,20 % – 0,30 % byla tvrdost na maximum a od této koncentrace již tvrdost klesala až na počáteční úroveň při nulové koncentraci.

Kohezivnost se po přidání fosfátu MSP měnila jen minimálně. I Zde však byly nejvyšší hodnoty zaznamenány při koncentracích 0,20 % – 0,30 %, od kterých již klesala na hodnotu nižší, než byla při nulové koncentraci fosfátu.

Graf 1 Vliv MSP na tvrdost



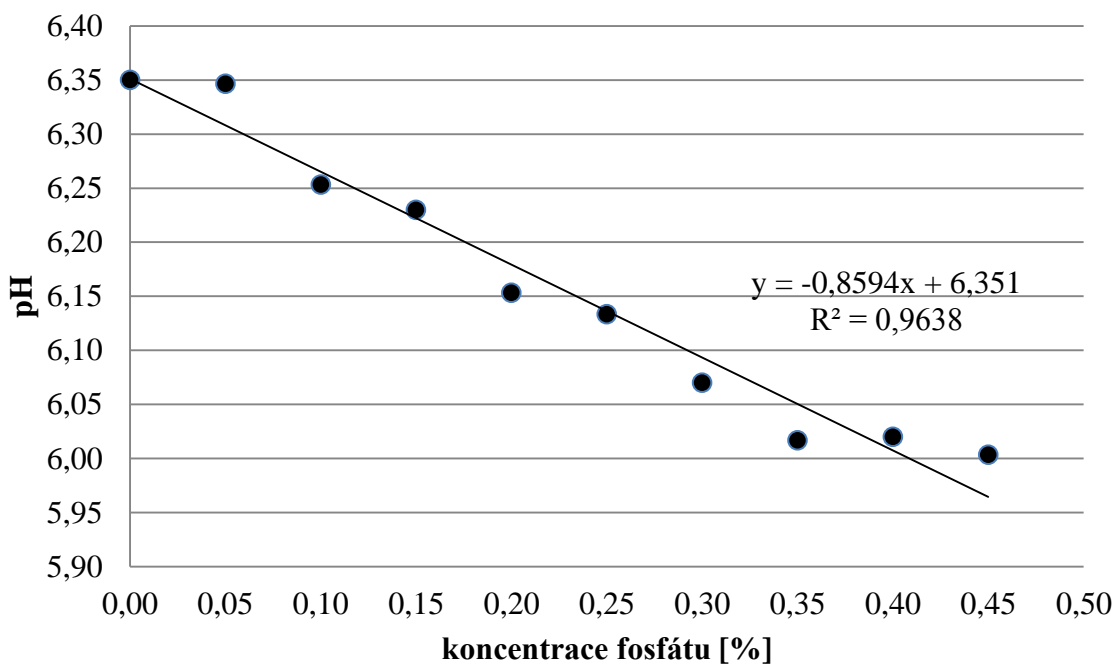
Graf 2 Vliv MSP na kohezivnost



### 8.3.1.2 Vliv na pH

Dihydrogenfosforečnan sodný (MSP) je okyselující fosfát, jehož přidavek vede ke snížení pH. Při vzrůstajícím přidavku pH lineárně klesalo a při koncentraci 0,45 % přidaného fosfátu dosáhlo pH hodnoty 6,00.

Graf 3 Vliv MSP na pH



### 8.3.2 TKP

Trifosforečnan draselný ( $K_3PO_4$ ) je bílá syvká látka. Jeho využití v potravinách je jako regulátor kyselosti, emulgátor a stabilizátor. Používá se při zpracování masa, ryb a také do práškových nápojů. Používá se také v pivovarnictví a při výrobě šumivých vín. Mimo jiné odstraňuje nežádoucí účinky těžkých kovů. Uplatňuje se také v lékařství, kde se používá k úpravě pH moči. V přepočtu obsahuje průměrně 55,7 %  $P_2O_5$ . Značí se E kódem E 340 (i) [54].

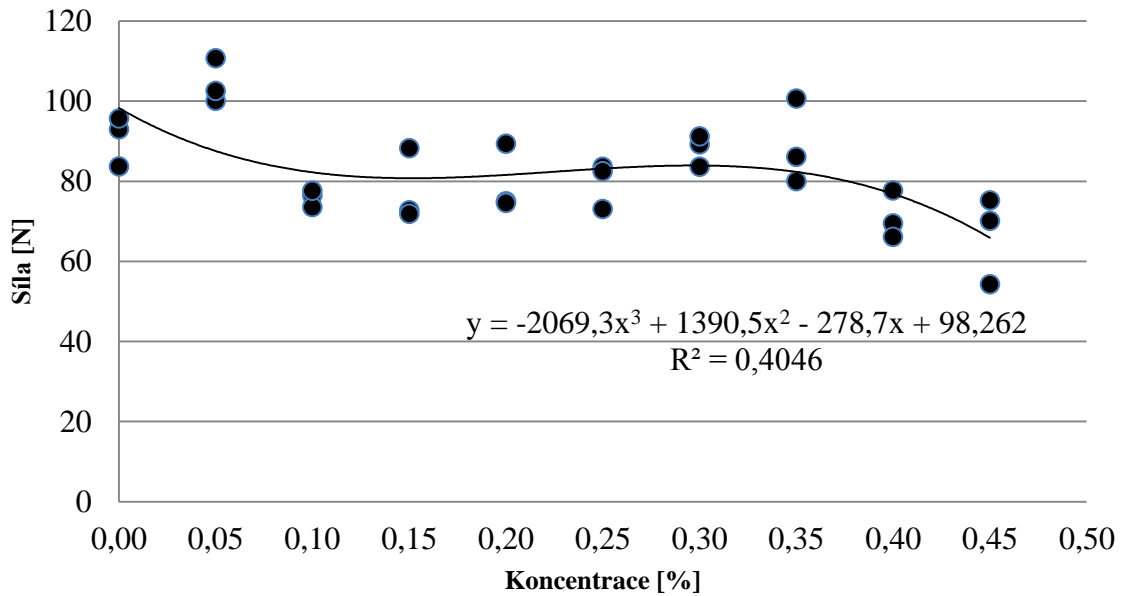
#### 8.3.2.1 Vliv na texturu

Vlivem přídavku fosfátové soli TKP došlo celkově ke snížení tvrdosti. Po prvotním snížení docházelo od koncentrace 0,15 % k nárůstu tvrdosti až do maxima v koncentraci 0,35 %. Tato hodnota však byla nižší než výchozí při nulové koncentraci. Dalším přídavkem fosfátu tvrdost klesala.

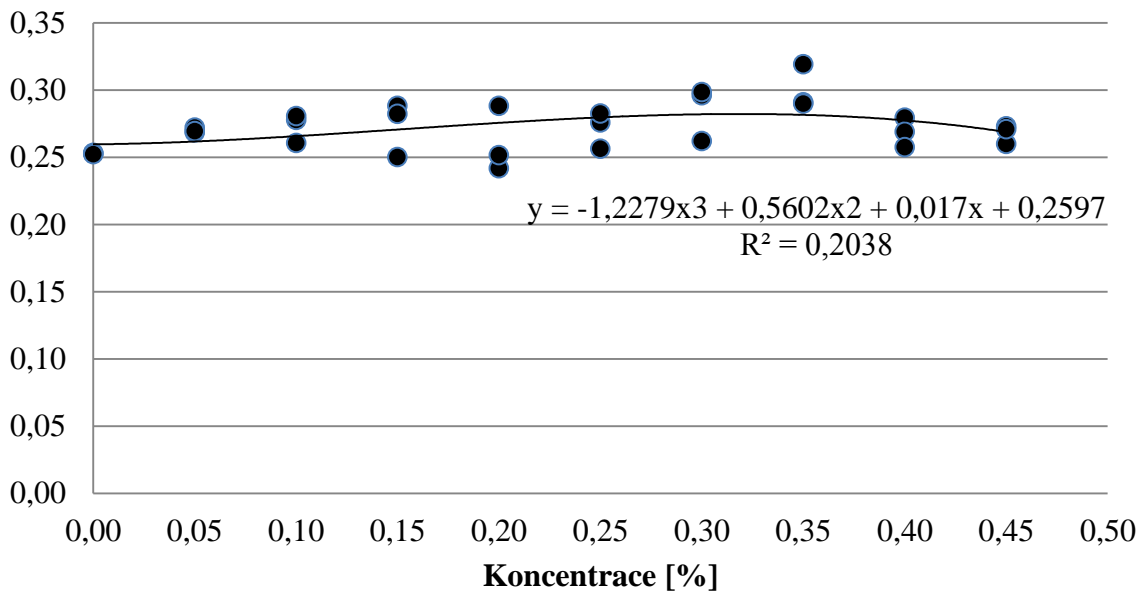
Kohezivnost se se zvyšující se koncentrací fosfátu zvyšovala do svého maxima při koncentraci 0,35 %. Při vyšší koncentraci se kohezivnost nepatrně snížila.



Graf 4 Vliv TKP na tvrdost



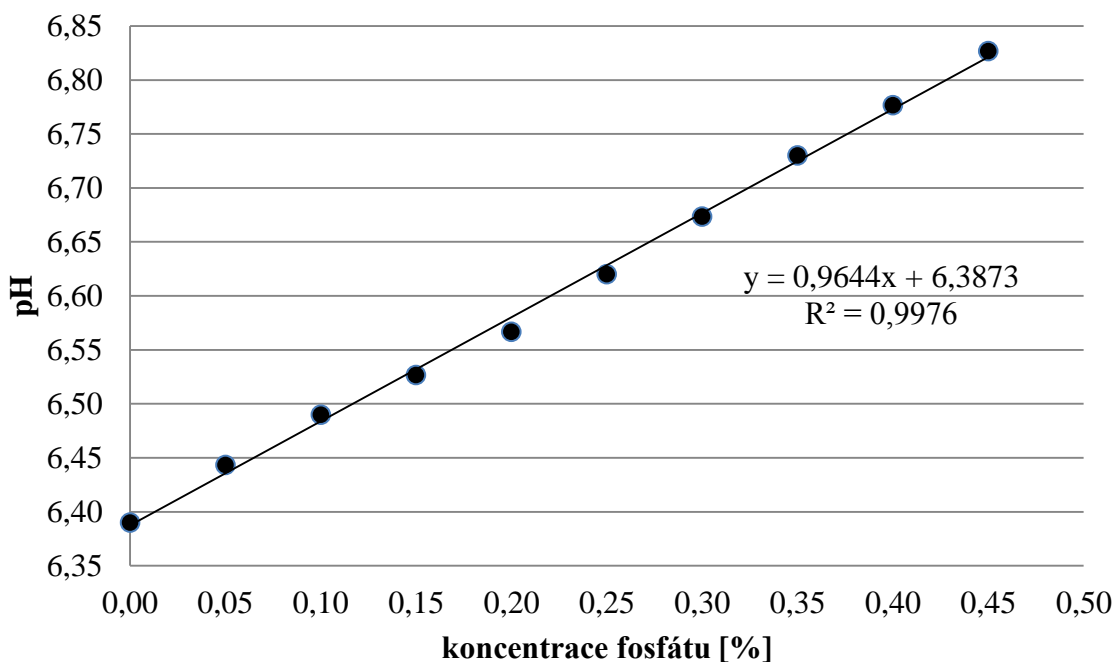
Graf 5 Vliv TKP na kohezivnost



### 8.3.2.2 Vliv na pH

Trifosforečnan draselný (TKP) je fosfát alkalické povahy. Zvyšováním jeho koncentrace v masném výrobku tak dochází ke zvyšování pH. S 0,05 % přidavkem fosfátu vzrostlo pH zhruba o 0,05. Celkově byl u tohoto fosfátu největší nárůst pH. Mezi koncentrací 0,05 % a 0,45 % byl rozdíl pH 0,39.

Graf 6 Vliv TKP na pH



### 8.3.3 TSPP

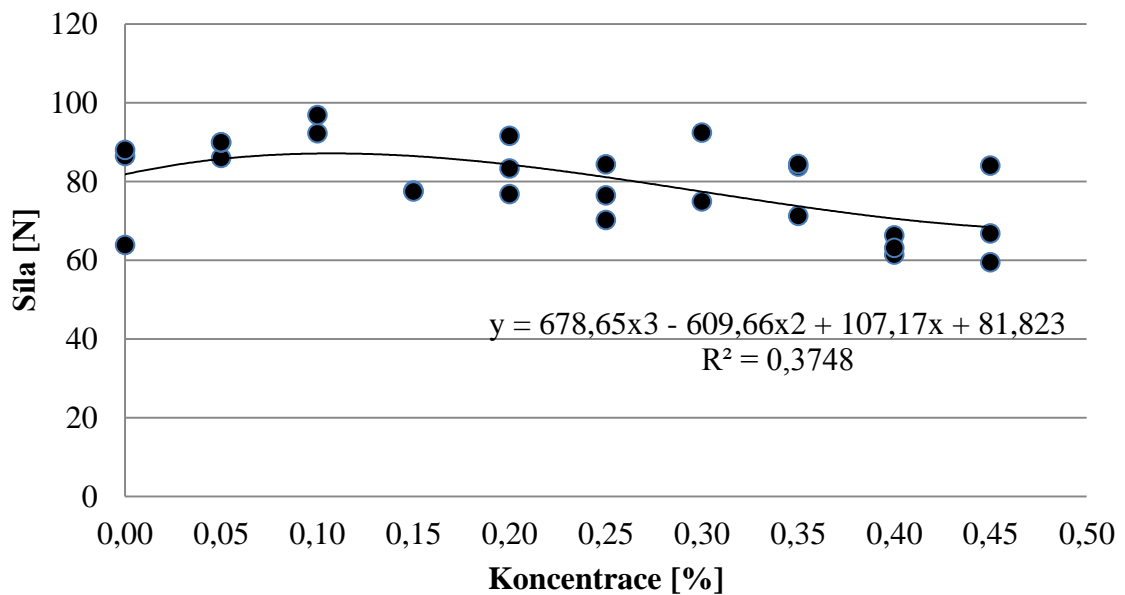
Difosforečnan tetrasodný ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) je bílá práškovitá látka o sypné hmotnosti 550 – 700  $\text{g}/\text{dm}^3$ . Je dobře rozpustný a používá se jako emulgátor a pufr při zpracování masa, ryb a sýrů. Používá se také jako želatinové činidlo v instantních pudincích a dezertech. V přepočtu obsahuje průměrně 53,4 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Značí se E kódem E 450 (iii) [54].

#### 8.3.3.1 Vliv na texturu

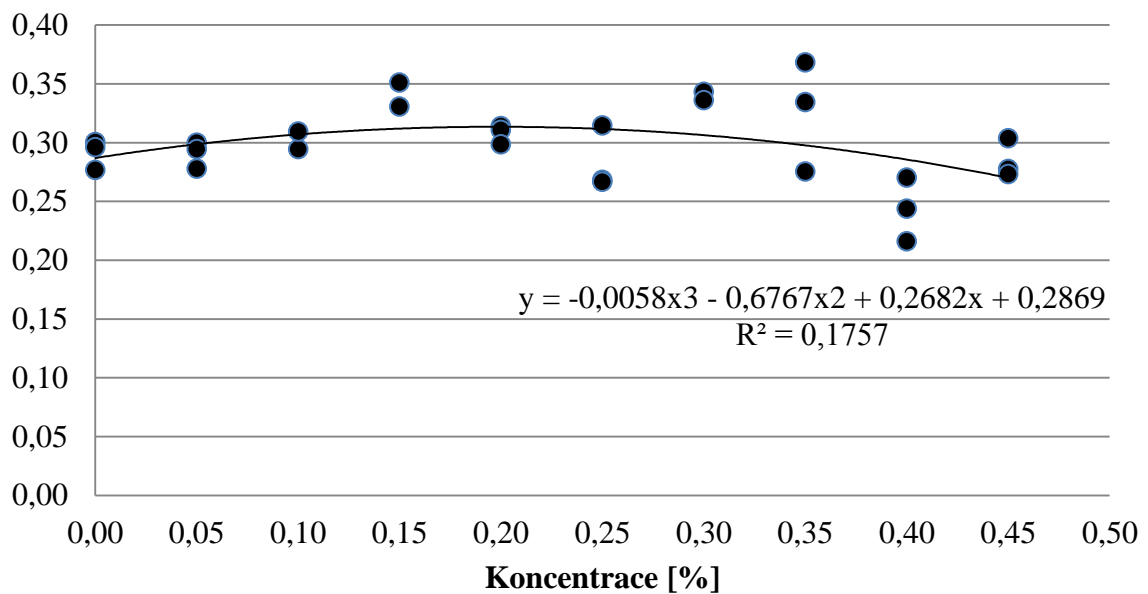
Oproti prvním dvěma fosfátům bylo u TSPP maxima tvrdosti dosaženo již při koncentraci 0,1 %. Při koncentraci 0,25 % bylo ovlivnění tvrdosti oproti nulové koncentraci nevýznamné. Při koncentracích 0,40 % a 0,45 % již byl patrný pokles této hodnoty, kdy minimum mělo výrazně menší hodnotu oproti nulové koncentraci fosfátu.

U kohezivnosti byly vlivem TSPP největší rozdíly v hodnotách maxima a minima. Stejně jako u tvrdosti již od nejnižší koncentrace byl patrný růst těchto hodnot až do maxima při koncentraci 0,30 – 0,35 %. Dalším přidavkem fosfátových solí již kohezivnost měla klesající tendenci.

Graf 7 Vliv TSPP na tvrdost



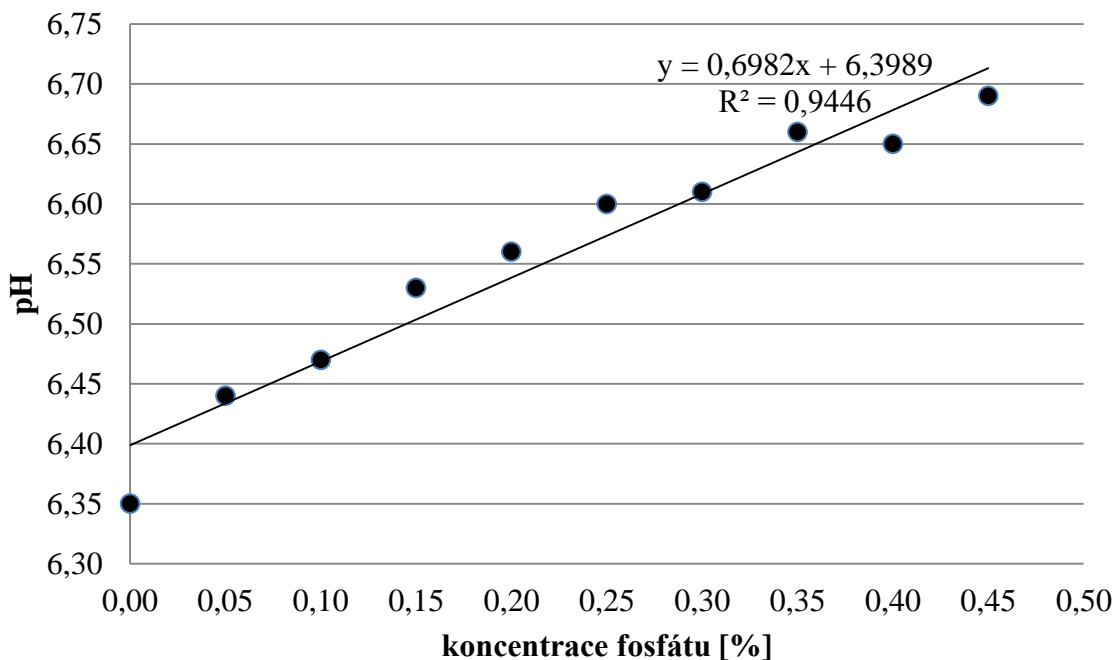
Graf 8 Vliv TSPP na kohezivnost



### 8.3.3.2 Vliv na pH

Přídavek difosforečnanu tetrasodného (TSPP) zvyšuje pH masného výrobku. Nejvyšší hodnota pH 6,69 byla při koncentraci 0,45 %, což je méně než u trifosforečnanu draselného (TKP).

Graf 9 Vliv TSPP na pH



### 8.3.4 TKPP

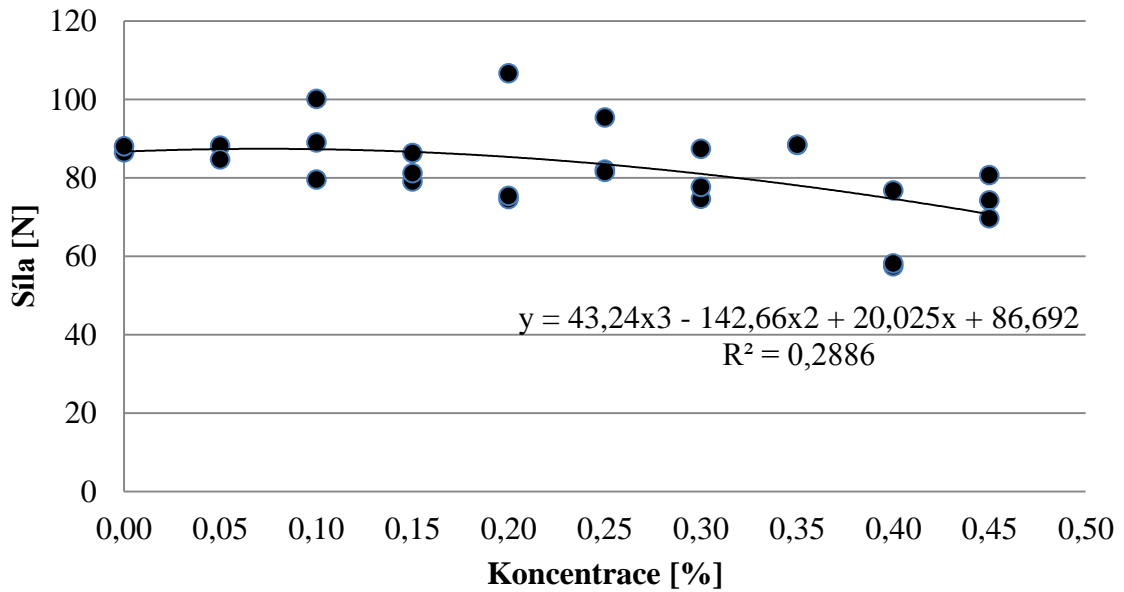
Difosforečnan tetradraselný ( $K_4P_2O_7$ ) je bílá, ve vodě dobře rozpustná látka se sypnou hmotností 450 – 700 g/dm<sup>3</sup>. Používá se jako emulgátor a pufr při zpracování masa, ryb a sýrů. Dále se používá jako želatinové činidlo v instantních pudincích a dezertech. V přepočtu obsahuje průměrně 43,3 %  $P_2O_5$ . Značí se E kódem E 450 (v) [54].

#### 8.3.4.1 Vliv na texturu

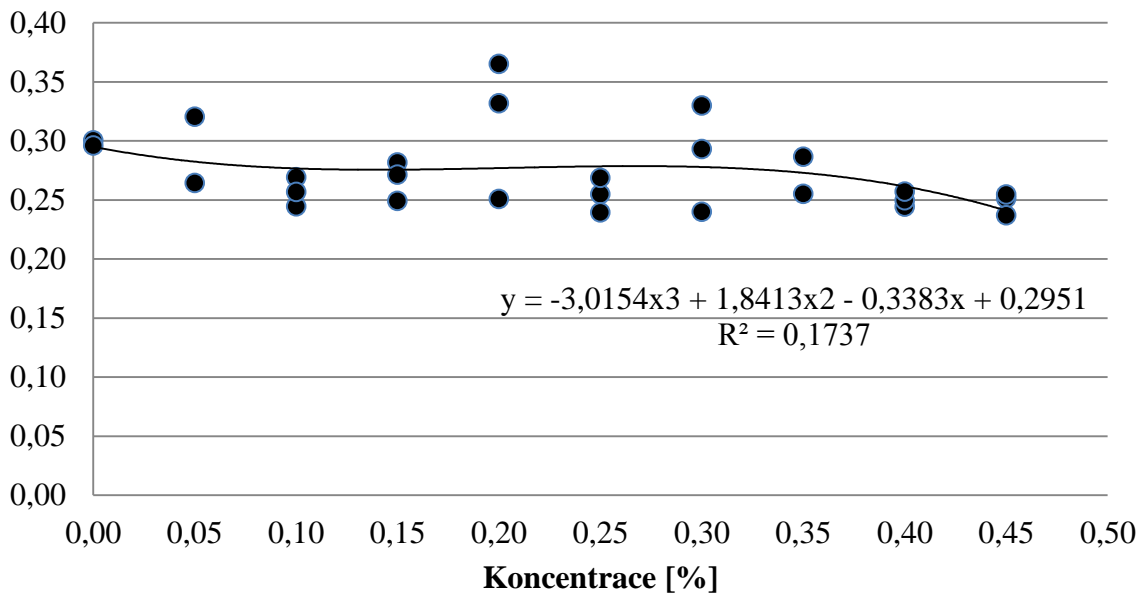
Přidáním fosfátu TKPP došlo nejprve jen k nepatrnému zvýšení tvrdosti při koncentraci 0,1 %. Nadále již tvrdost jen pozvolně klesala.

Naopak přidavkem TKPP kohezivnost nejprve klesala a celkově byla tato veličina snížena oproti nulové koncentraci fosfátu. Nejnižší kohezivnost přitom byla naměřena při nejvyšší koncentraci, tedy 0,45 %.

Graf 10 Vliv TKPP na tvrdost



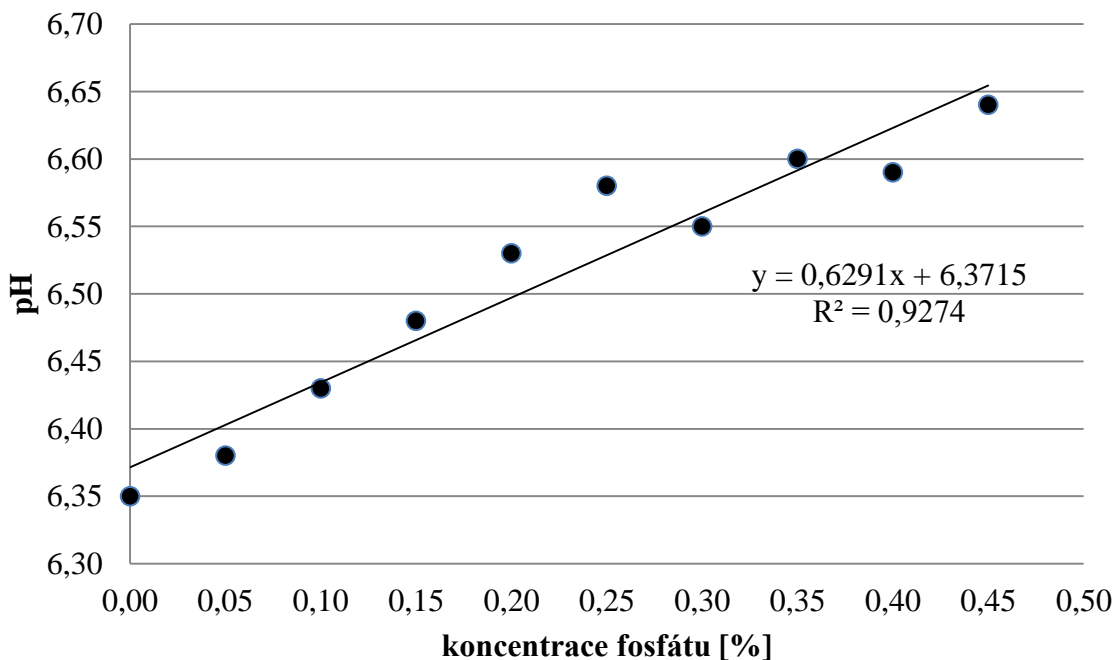
Graf 11 Vliv TKPP na kohezivnost



#### 8.3.4.2 Vliv na pH

Difosforečnan tetradraselný (TKPP) je další z alkalických fosfátů. Zvýšením jeho koncentrace o 0,05 % se zvýší hodnota pH zhruba o 0,05. Těmito vlastnostmi je tak podobný trifosforečnanu draselnému (TKP). Konečné pH při koncentraci 0,45 % bylo však jen 6,64 oproti pH 6,83 u TKP.

Graf 12 Vliv TKPP na pH



### 8.3.5 SAPP

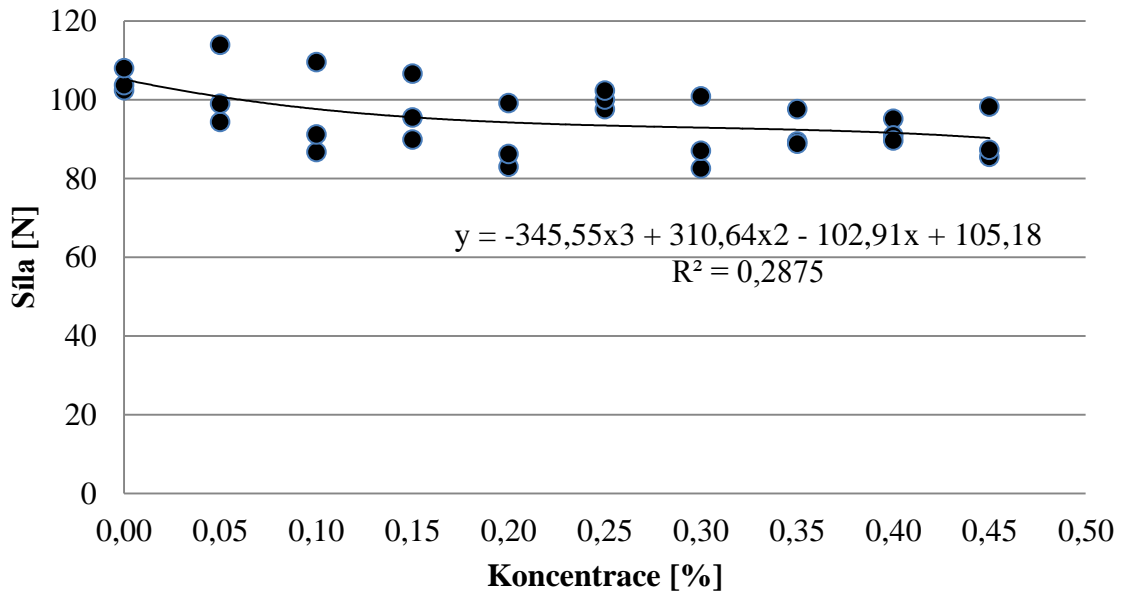
Difosforečnan disodný ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ), nebo též kyselý pyrofosfát je bílá, semigranulovaná látka. Je dobře rozpustný ve vodě. Nejvýznamnější vlastností tohoto fosfátu je schopnost vázat ionty vápníku a další dvojmocné kationty. Kyselý difosfát se nejčastěji používá jako polotovar pro výrobu dalších potravinářských aditiv. Dále se používá při výrobě bramborových lupínků a tavených sýrů. V nepotravinářských aplikacích se přidává do zubních past, kyselých čisticích prostředků a prostředků pro povrchovou úpravu kovů. Uplatňuje se také jako stabilizátor do vrtných a uzavíracích suspenzí při těžbě ropy. V přepočtu obsahuje v průměru 63,5 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Značí se E kódem E 450 (i) [54].

#### 8.3.5.1 Vliv na texturu

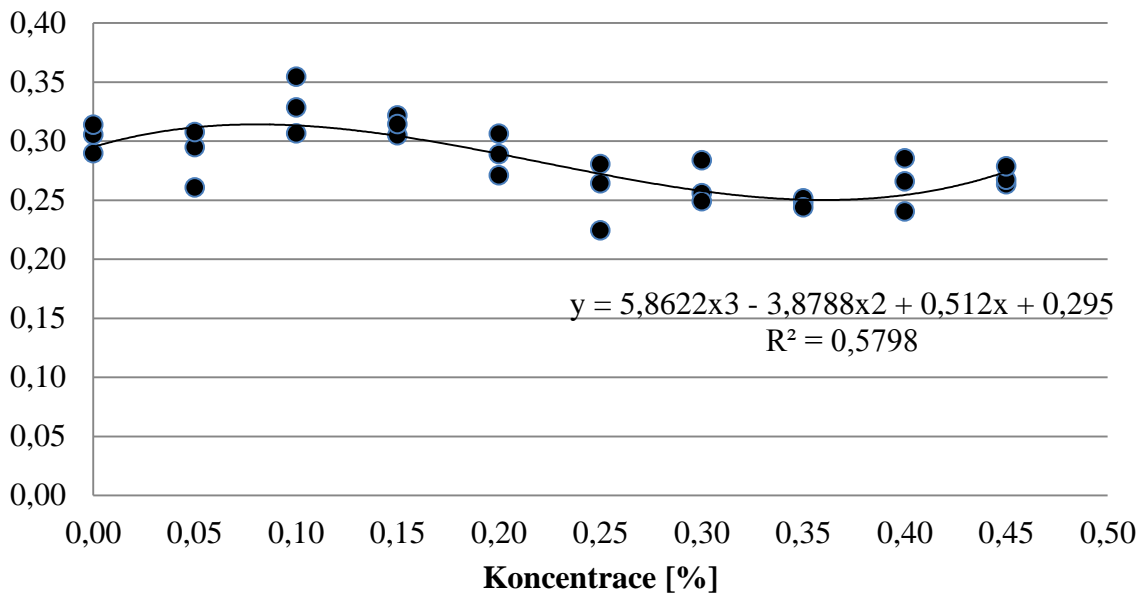
Po přidání fosfátu SAPP byly u tvrdosti pozorovány nejmenší odchylky. Také to byl jediný fosfát, který tvrdost pouze snižoval. Největší hodnota byla tedy změřena při nulové koncentraci fosfátu a naopak nejnižší při maximálním přídatku 0,45 % fosfátu.

Kohezivnost naopak zprvu stoupala až do koncentrace 0,10 %. Následně klesala a při koncentraci 0,20 % bylo ovlivnění cca stejné jako bez přídatku fosfátu. Pokles kohezivnosti byl největší při 0,35 % a od této koncentrace opět stoupala.

Graf 13 Vliv SAPP na tvrdost



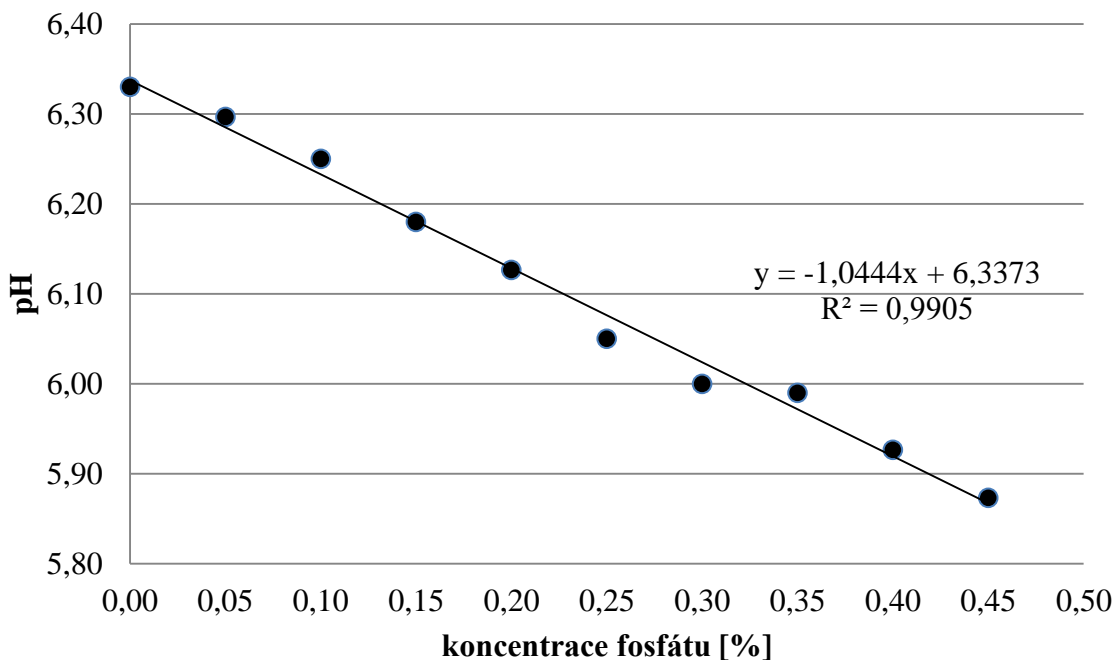
Graf 14 Vliv SAPP na kohezivnost



### 8.3.5.2 Vliv na pH

Difosforečnan disodný (SAPP) je okyselující fosfát, který v masném výrobku snižuje pH. U tohoto okyselujícího fosfátu došlo k největšímu snížení pH a z 6,30 při koncentraci 0,05 % až na pH 5,87 při koncentraci 0,45 %.

Graf 15 Vliv SAPP na pH



### 8.3.6 PSTP

Trifosforečnan pentasodný ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) je rychle rozpustný trifosfát. Je to bílá, semigranulovaná látka o sypné hmotnosti 500 – 650 g/dm<sup>3</sup>. Nejčastěji se v potravinářském průmyslu používá jako víceúčelové aditivum. Používá se při zpracování masa a ryb kde funguje jako pufr a emulgační činidlo a také se používá pro úpravu krmiva pro domácí zvířata. Lze jej používat i při velmi nízkých teplotách (0 – 4 °C). V přepočtu obsahuje průměrně 57,7 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Značí se E kódem E 451 (i) [54].

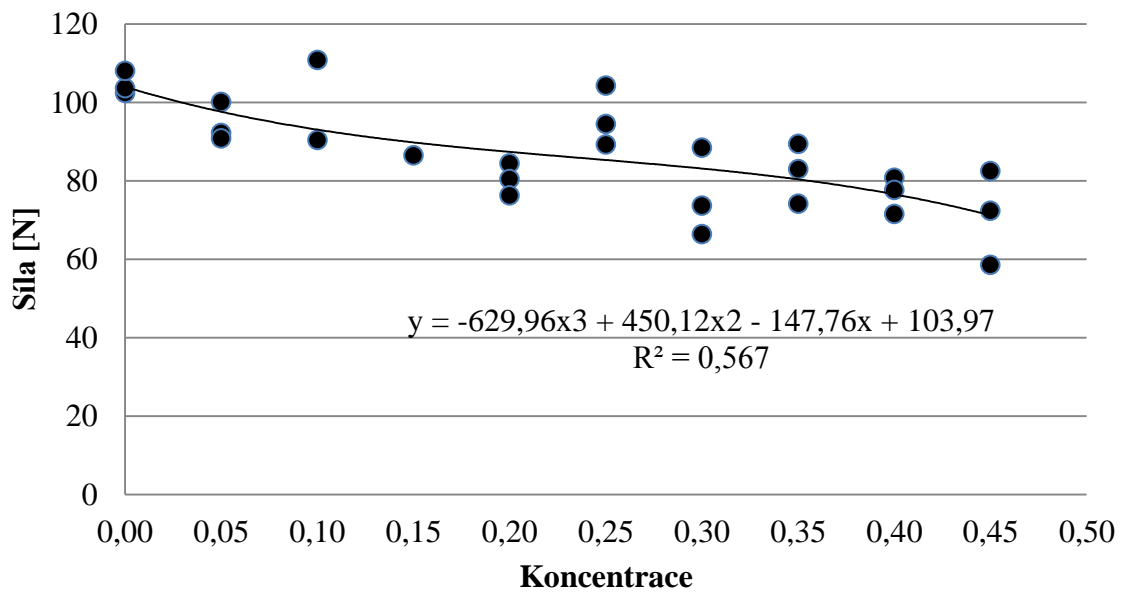
#### 8.3.6.1 Vliv na texturu

Fosfát PSTP je další z fosfátů, který tvrdost pouze snižoval. Při žádné koncentraci tak nebyla větší než bez přídavku fosfátu. Nejnižší tvrdost tak byla opět naměřena při nejvyšší koncentraci 0,45 %.

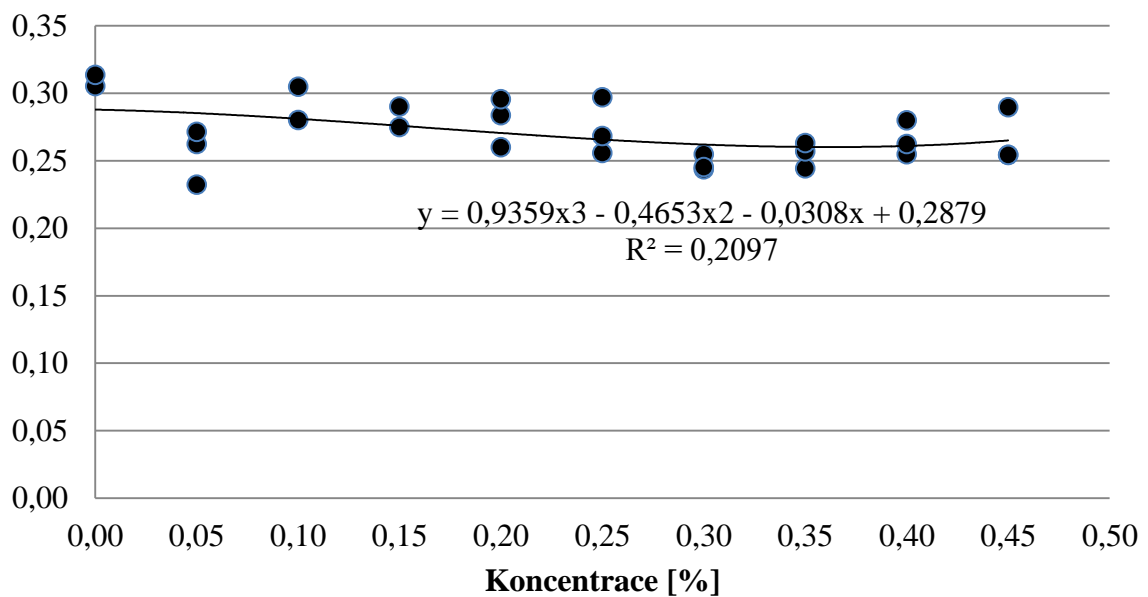
Kohezivnost stejně jako tvrdost také přídavkem PSTP klesala. Zde ale s tím rozdílem, že nejnižší hodnota kohezivnosti nebyla naměřena při nejvyšší koncentraci ale v koncentracích 0,30 % a 0,35 %. Při koncentracích 0,40 % a 0,45 % byla kohezivnost nepatrně vyšší.



Graf 16 Vliv PSTP na tvrdost



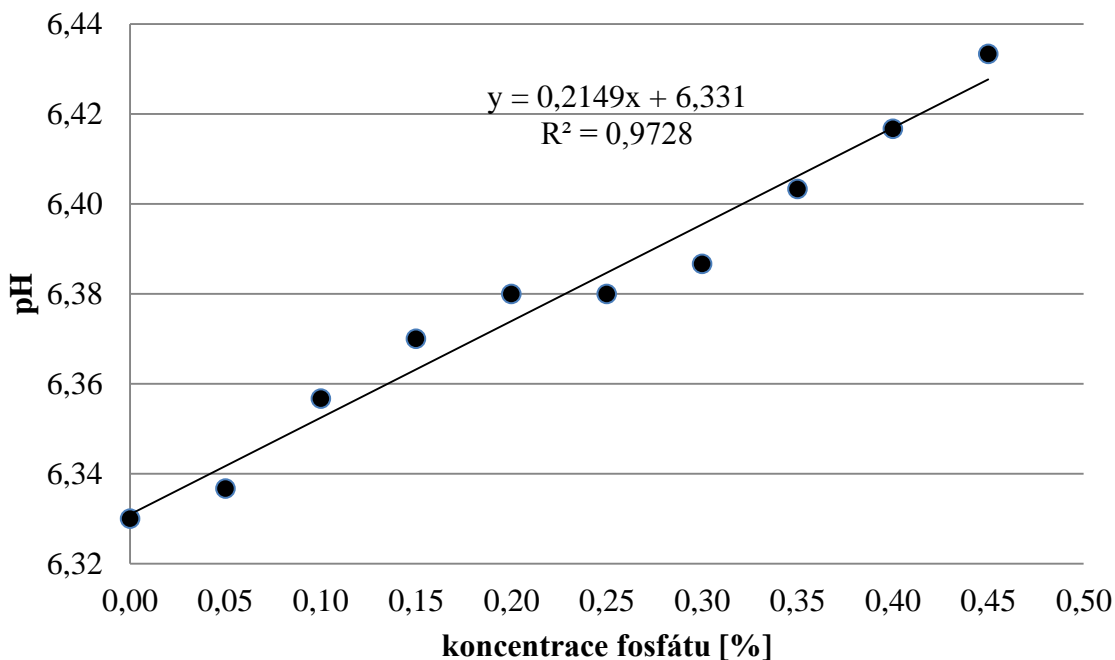
Graf 17 Vliv PSTP na kohezivnost



### 8.3.6.2 Vliv na pH

U trifosforečnanu pentasodného (PSTP) došlo k nárůstu pH. Tento nárůst však nebyl tak výrazný jako u ostatních alkalizujících fosfátů. Mezi nejnižší a nejvyšší koncentrací fosfátu byl rozdíl pH jen 0,09.

Graf 18 Vliv PSTP na pH



### 8.3.7 PKTP

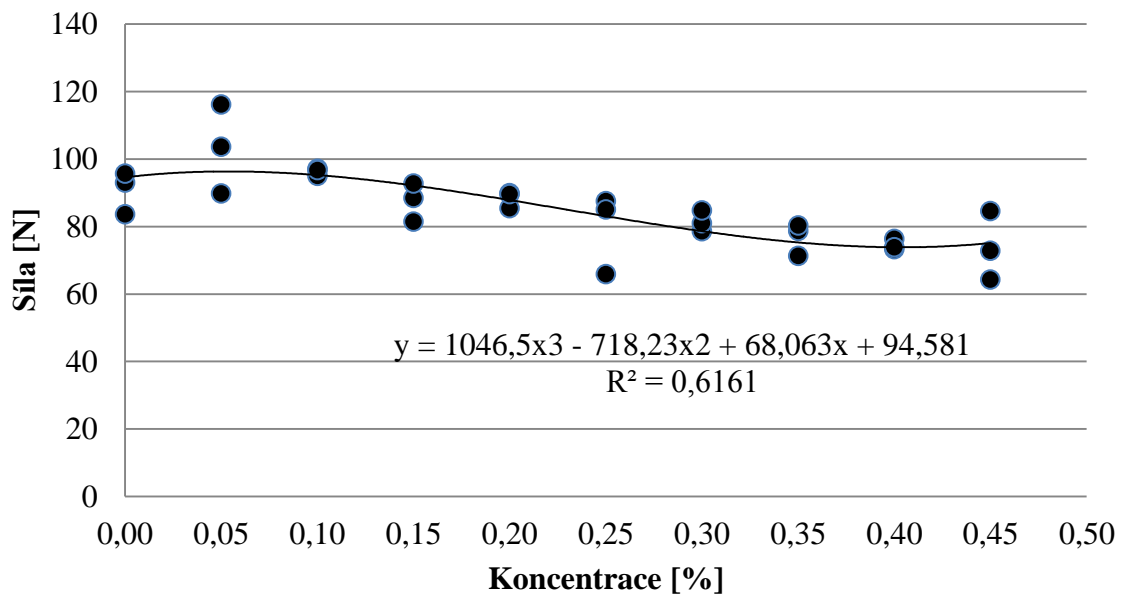
Trifosforečnan pentadraselný ( $K_5P_3O_{10}$ ) je bílá práškovitá látka o sytné hmotnosti 500 – 720 g/dm<sup>3</sup>. V potravinářském průmyslu se používá jako víceúčelová přísada. Působí zde jako pufr a emulgační činidlo. Uplatňuje se při zpracování masa a ryb. Také se používá pro úpravu krmiva pro domácí zvířata. V přepočtu obsahuje průměrně 47,5 %  $P_2O_5$ . Značí se E kódem E 451 (ii) [54].

#### 8.3.7.1 Vliv na texturu

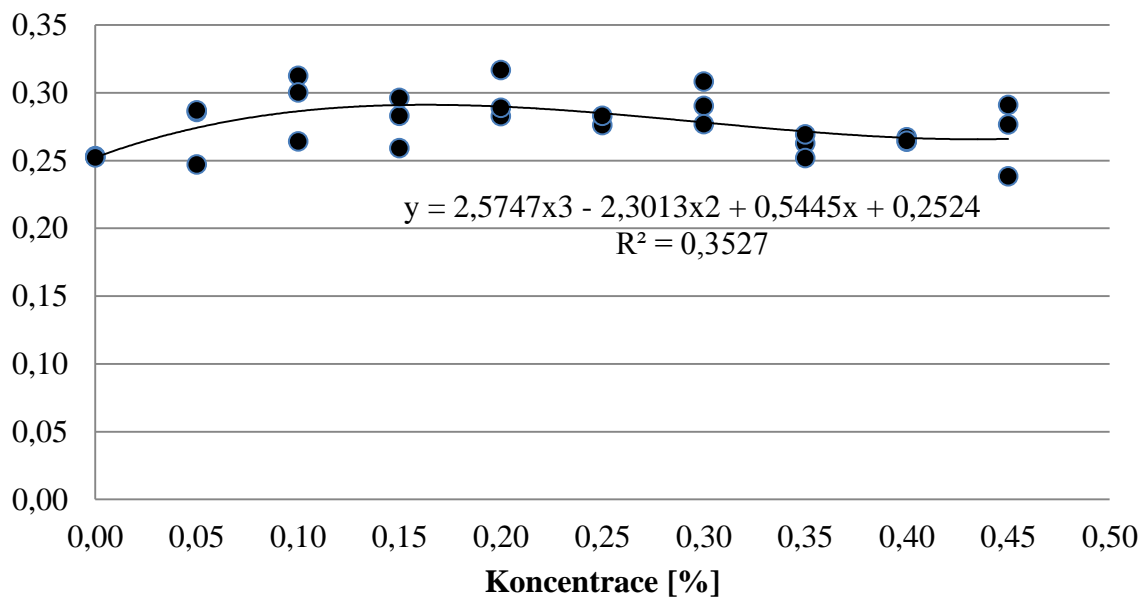
Ovlivnění textury pomocí soli PKTP probíhalo nejprve zvýšením tvrdosti, kdy při koncentraci 0,05 % byla naměřena nejvyšší hodnota a následným poklesem tohoto parametru.

V případě kohezivnosti byly použitím této soli dosaženy nejmenší odchylky mezi nejnižší a nejvyšší naměřenou hodnotou při koncentraci 0,20 %. Po tomto maximu postupně klesala avšak i při maximálním použitím přídavku 0,45 % byla kohezivnost stále vyšší než při nulové koncentraci.

Graf 19 Vliv PKTP na tvrdost



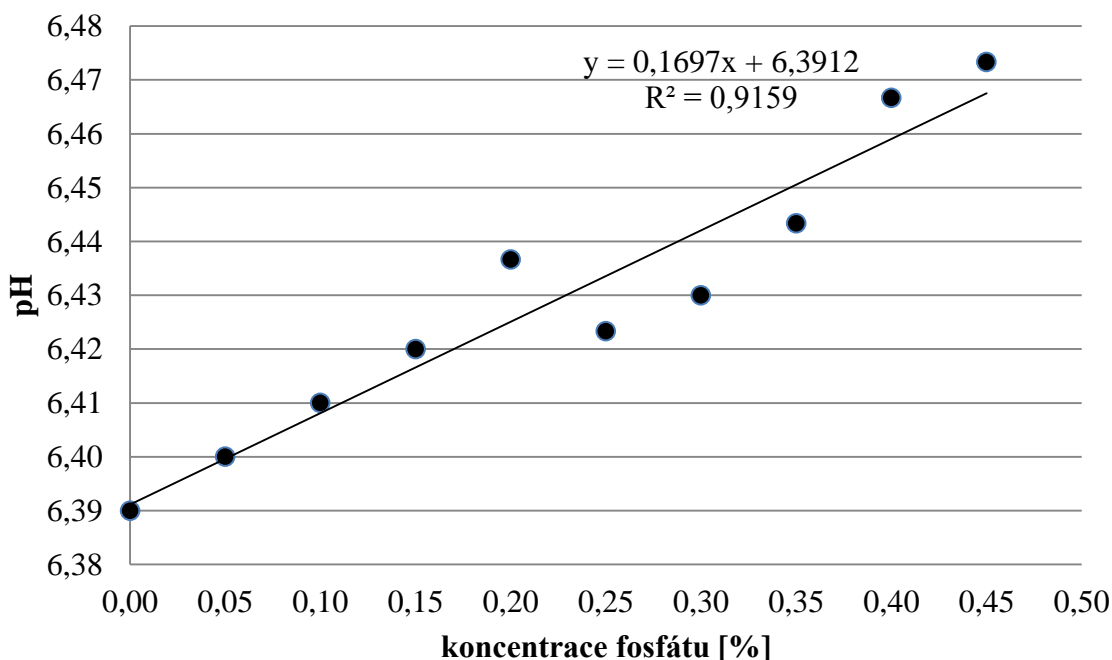
Graf 20 Vliv PKTP na kohezivnost



### 8.3.7.2 Vliv na pH

U trifosforečnanu pentadraselného (PKTP) byl zaznamenán nejmenší vliv na pH. Jeho vlivem se zvýšila mezi nejnižší (0,05 %) a nejvyšší (0,45 %) koncentrací fosfátu v masném výrobku pouze o 0,7, což je ještě méně než u trifosforečnanu pentasodného (PSTP), kde byl nárůst pH mezi nejnižší a nejvyšší koncentrací 0,9.

Graf 21 Vliv PKTP na pH



### 8.3.8 Poly

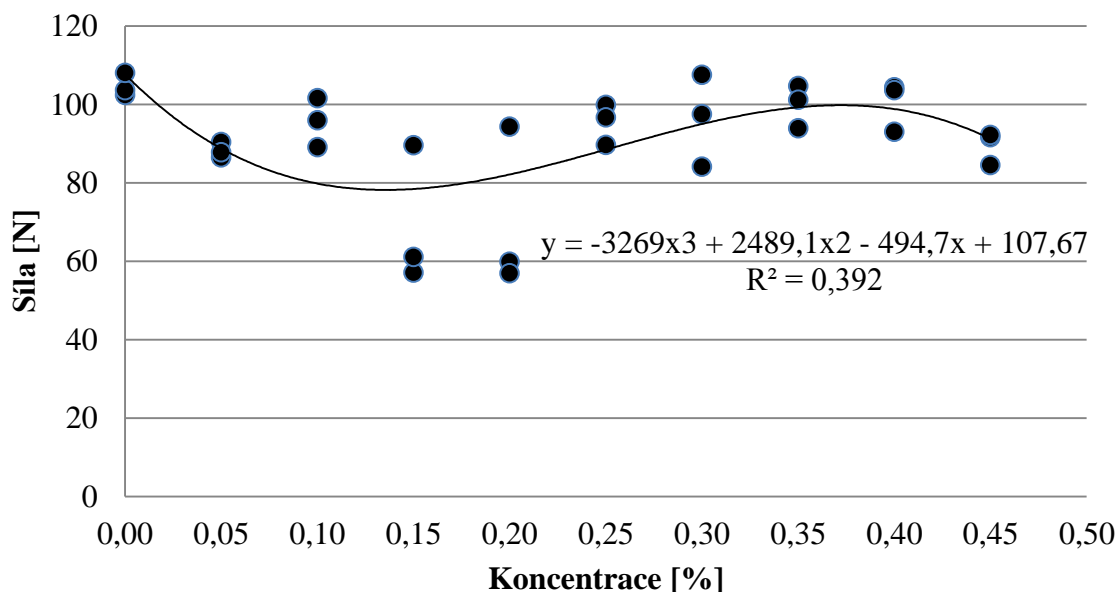
Polyfosforečnan sodný nebo také tzv. Grahamova sůl  $((\text{NaPO}_3)_n$ , kde  $n \approx 15 - 20$ ) je jemný bílý prášek o sypané hmotnosti  $1100 - 1500 \text{ g/dm}^3$ , který je velmi dobře rozpustný ve vodě. Používá se zejména při výrobě mlékařenských produktů, především těch, které jsou tepelně ošetřeny vysokými teplotami. Snadno tvoří komplex s vápenatými ionty, a proto může při požití většího množství dojít k aktuálnímu snížení hladiny ionizovaného vápníku v krevním séru. Požití většího množství může také vyvolat žaludeční nevolnost či průjem. V přepočtu obsahuje průměrně 68,6 %  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Značí se E kódem E 452 (i) [54].

#### 8.3.8.1 Vliv na texturu

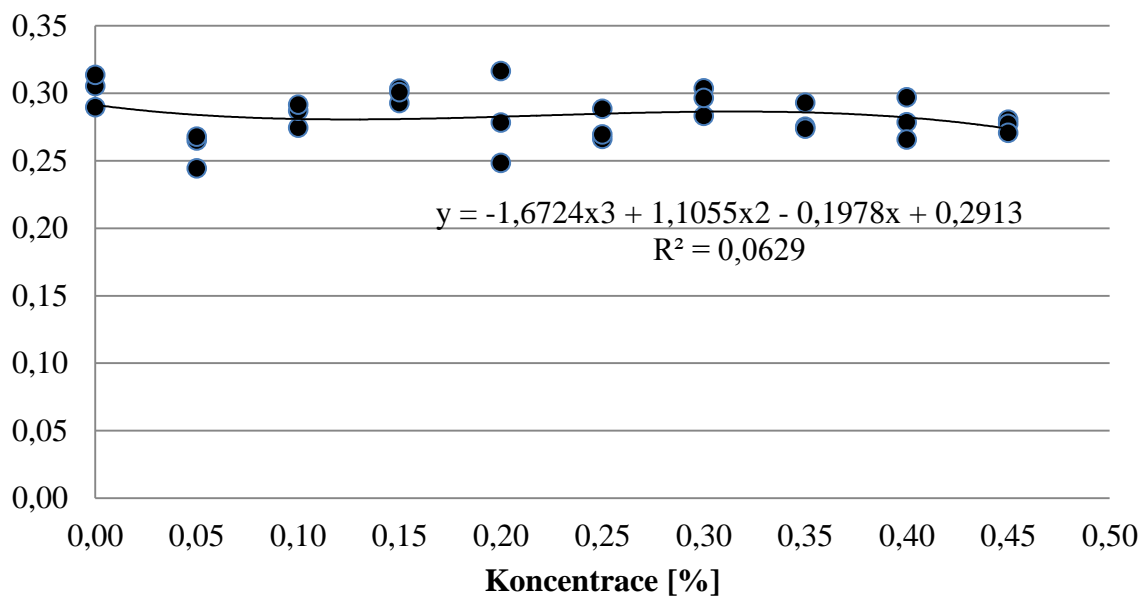
Z celkového hlediska sůl Poly tvrdost vzorku snížila. Minimum tvrdosti bylo dosaženo při koncentraci 0,15 %. Dalším zvyšováním koncentrace ale tvrdost roste až do maxima při koncentracích 0,35 % a 0,40 %. Při koncentraci 0,45 % byl opět zaznamenán pokles tvrdosti.

Podobný průběh avšak s menšími odchylkami měla po přidání Poly i kohezivnost, která nejprve klesala a následně rostla až do koncentrace 0,15 %, kdy byla tato hodnota stejná jako u vzorku bez fosfátu a následně kohezivnost opět klesala.

Graf 22 Vliv Poly na tvrdost



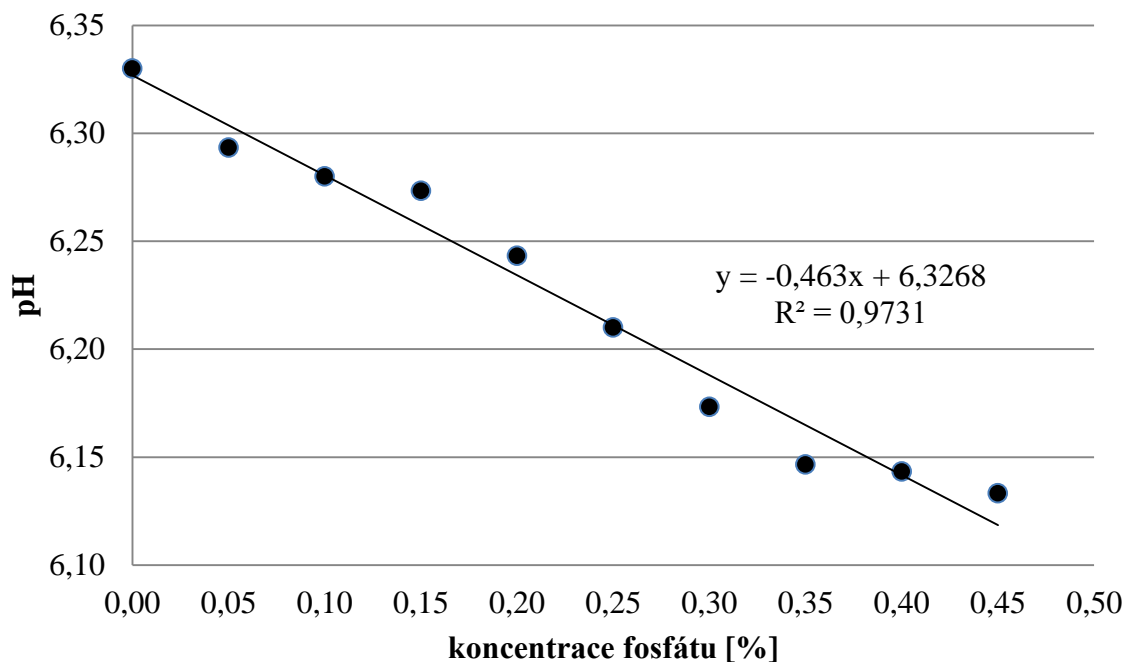
Graf 23 Vliv Poly na kohezivnost



### 8.3.8.2 Vliv na pH

Polyfosforečnan sodný je třetí okyselující fosfát, který byl v experimentu použit. Ze všech tří však pH snížil nejméně. Mezi nejnižší a nejvyšší koncentrací fosfátu byl rozdíl v hodnotě pH jen 0,16 oproti dihydrogenfosforečnanu sodnému (MSP) kdy byl rozdíl pH 0,35 a difosforečnanu disodném (SAPP) s rozdílem pH 0,43.

Graf 24 Vliv Poly na pH



### 8.3.9 Zhodnocení vlivu fosfátů o vzrůstající koncentraci

Z výsledků je patrné že přidavkem fosfátových solí došlo k ovlivnění texturních vlastností i ke změně pH. Průběh změny texturních parametrů byly u každého fosfátu jiné. U tvrdosti došlo celkově vždy ke snížení této hodnoty. U poloviny fosfátů však při určité koncentraci došlo k nárůstu tvrdosti, která byla vyšší než před přidavkem fosfátu. Při dané koncentraci se ovšem nejednalo o trend ale o maximum hodnoty, po které následoval pokles. Takovýto průběh ovlivnění tvrdosti byl pozorován u fosfátu TSPP, TKPP a PKTP. U MSP bylo nejprve pozorováno sedlo s minimální hodnotou tvrdosti a následný nárůst do maxima a další pokles. U polyfosforečnanu a TKP byl průběh prakticky stejný s tím rozdílem, že i v maximum se tvrdost nacházela pod původní hodnotou bez přidavku fosfátu. Pouze u SAPP a PSTP byl jednoznačný pokles bez nárůstu do maxima.

Draselné varianty TKPP a PKTP sodných fosfátů TSPP a PSTP měli při určité koncentraci stejné hodnoty, což bylo naměřeno již při prvním experimentu při koncentraci 0,25 %. Ve druhém experimentu se však ukázalo, že draselné a sodné varianty téhož fosfátu měli zcela jiný průběh kohezivnosti. U PSTP a TKPP kohezivnost ihned klesala, zatímco u PKTP a TSPP ihned stoupala. Sodný ani draselný kationt v molekule fosfátu tedy nemá vliv na to, jestli kohezivnost bude narůstat nebo klesat. U tvrdosti byl mezi variantami PSTP/PKTP zaznamenán zcela odlišný průběh na rozdíl od TSPP/TKPP, kde byl průběh obdobný. Ani

u tvrdosti tedy nelze hovořit o prokazatelném vlivu sodného nebo draselného kationtu na průběh tvrdosti.

Kohezivnost byla obecně přídatkem fosfátů ovlivněna jen minimálně. U MSP, TKP, TSPP a PKTP došlo k pozvolnému nárůstu a následnému pozvolnému poklesu kohezivnosti. U TKPP na rozdíl došlo přidáním fosfátu k celkovému poklesu kohezivnosti stejně tak jako u soli PSTP. Přídatkem SAPP došlo k poklesu po předchozím nárůstu, přičemž od koncentrace 0,35 % začala kohezivnost stoupat. U Poly byl vliv fosfátu naprosto minimální. Byl zde zaznamenán pouze mírný pokles hodnoty kohezivnosti.

Jednoznačný průběh u všech fosfátů byl po jejich přídatku zaznamenán u změny pH, které stoupalo či klesalo zcela závisle na přídatku fosfátu, čímž se nepotvrdila pufrční schopnost udávaná v literatuře. Největší pufrční schopnost přitom byla přisuzována monofosfátům ale u TKP byl naměřen největší nárůst pH. Nebyla také zjištěna spojitost mezi tím, zda je fosfát alkalizující (MSP, SAPP, Poly) či okyselující (TKP, TSPP, TKPP, PSTP, PKTP) na hodnotu tvrdosti nebo kohezivnosti.

## ZÁVĚR

Fosfáty mají v potravinářství široké uplatnění a v masném průmyslu se využívají z mnoha důvodů, zejména pak kvůli jejich schopnost zvyšovat vaznost vody. Ovlivňují však i další parametry masných výrobků jako například texturu. Cílem této práce bylo zjistit vliv fosfátů právě na texturní vlastnosti masných výrobků.

Měření probíhalo pomocí bicyklického kompresního testu, tzv. TPA analýzy, která přesně zaznamenává sílu působící na vzorek. Textura byla měřena nejprve při jednotné koncentraci 0,25 %. Měřenými parametry byly tvrdost, tuhost, lepivost a kohezivnost. Při této koncentraci bylo zjištěno, že fosfáty skutečně texturu masných výrobků ovlivňují a to tak, že tvrdost i tuhost ve většině vzorků klesla, kohezivnost zůstala prakticky nezměněna a lepivost vykazovala nerepresentativní výsledky. Následně byla textura měřena ve vzorcích s postupným přidavkem fosfátu. Od osmi vybraných fosfátů byla připravena řada vzorků s koncentrací od 0 % do 0,45 %, u které byly měřeny hodnoty tvrdosti a kohezivnosti. Tuhost již měřena nebyla, protože výsledky z předchozího měření ukázali, že hodnoty tuhosti odpovídali naměřeným hodnotám tvrdosti a stejně tak měřena nebyla ani lepivost, jejíž výsledky z předchozího testu nebyly dostatečně vypovídající kvůli problematice měření tohoto parametru. Z textury tak byla měřena pouze tvrdost a kohezivnost. Výsledky měření tvrdosti ukázali na to, že tvrdost není ovlivněna lineárně, ale že se maximum nebo minimum tvrdosti dostavuje při určité koncentraci. V praxi by to mohlo znamenat, že by přísadka fosfátů do masných výrobků nebo do potravin obecně mohl být jen takový, aby se projevil jeho maximální nebo minimální hodnoty v určitém požadovaném parametru. Stejně tak nebyla lineárně ovlivněna ani kohezivnost. V šesti případech došlo k mírnému nárůstu a ve dvou k mírnému poklesu. Ve všech případech došlo při určité koncentraci v námi zvoleném rozpětí k vytvoření maxima nebo minima. Z praktického hlediska je však ovlivnění kohezivnosti nevýznamné.

Souběžně s měřením tvrdosti a kohezivnosti bylo měřeno také pH. Zde byly předpokládány pufrční schopnosti zejména u monofosfátu MSP a TKP. Tyto předpoklady se však nepotvrdily neboť námi naměřené pH vykazovalo lineární závislost na koncentraci fosfátu. Lineární závislost pH na koncentraci nám mimo jiné dokázala správnost připravených vzorků.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] STEINHAUSER, Ladislav. *Hygiena a technologie masa*. Brno: Last, 1995, 664 s. 1. ed. ISBN 80- 900260-4-4.
- [2] STEINHAUSER, Ladislav. *Produkce masa*. Brno: Last, 2000, 464 s. 1. ed. ISBN 80-900260-7-9.
- [3] BEZDĚK, Jaroslav. *Výroba uzenin, specialit a konserv*. Vyd. 3., upr. Tábor: OSSIS, 1999, 208 s. ISBN 80-902-3916-1.
- [4] VALÁŠEK, Pavel a Otakar ROP. *Základy konzervace potravin: doplňkové texty k základnímu kurzu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. ISBN 978-80-7318-587-9.
- [5] PIPEK, Petr. *Technologie masa II*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1992, 215 s. ISBN 80-708-0143-3.
- [6] Evropská unie. O ochraně zeměpisných označení a označení původu zemědělských produktů a potravin. In: *NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 510/2006*. 2006. Dostupné z: <http://www.upv.cz/cs.html>
- [7] BUŇKOVÁ, Leona a Magda DOLEŽALOVÁ. *Obecná mikrobiologie*. Vyd. 2., nezměn. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 190 s. ISBN 978-80-7318-973-0.
- [8] HVÍZDALOVÁ, Iva. Masné výrobky. In: *Agronavigator* [online]. 2010 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: [http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/masn\\_vrobky.pdf](http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Agronavigator/masn_vrobky.pdf)
- [9] LÁTA, Jaromír et al. *Technologie masa*. Praha: SNTL, 1984, 664 s. ISBN 04-846-84.
- [10] PIPEK, Petr. *Technologie masa*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991, 174 s. ISBN 80-708-0106-9.
- [11] LYON, C.E. a R.J. BUHR. *Biochemical basis of meat texture*. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing, 1999, s. 99-129. Poultry Meat Science. ISBN 0-85199-237-4.
- [12] KOOHMARIE, M. J., M. E. DOUMIT a T. L. WHEELER. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. *Journal of Animal Science*. 1996, č. 74, s. 2935-2942.

- [13] TORNBERG, Eva. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*. 1996, č. 43, s. 175-191.
- [14] MOORE, S. L., D. L. THENO, C. R. ANDERSON a G. R. SCHMIDT. Effect of salt, phosphate and some nonmeat proteins on binding strength and cook yield of a beef roll. *Journal of Food Science*. 1976(č. 41), s. 424-426.
- [15] HRABĚ, Jan. *Technologie výroby potravin živočišného původu pro kombinované studium*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 185 s. ISBN 978-80-7318-521-3.
- [16] BAUBLITS, R. T., F. W. POHLMAN, J. A. H. BROWN a Z. B. JOHNSON. Effects of enhancement with varying phosphate types and concentrations, at two different pump rates on beef biceps femoris instrumental color characteristics. *Meat Science*. 2005(č. 71), 264-276.
- [17] MOLINS, R. A. *Phosphates in Food*. Boca Raton: CRC Press, Inc. 1991
- [18] Lampila, L. E., & Godber, J. P. Food Phosphates. In A. L. Branen, P. M. Davidson, S. Salminen & J. H. T. III (Eds.), *Food Additives - 2nd edition*. New York: Marcel Dekker, Inc. 2002, s 809-896
- [19] VRBOVÁ, Tereza. *Víme, co jíme?: aneb: průvodce "Éčky" v potravinách*. Eco-House, 2001, 268 s. ISBN 80-238-7504-3.
- [20] ANJANEYULU, A. S. R., N. SHARMA a N. KONDAIAH. Evaluation of salt, polyphosphates and their blends at different levels on physicochemical properties of buffalo meat and patties. *Meat Science*. 1989, 25(4), s. 293-306.
- [21] FEINER, Gerhard. *Meat products handbook practical science and technology*. Repr. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. ISBN 18-456-9050-8.
- [22] PUOLANNE, E. J., M. H. RUUSUNEN a J. I. VAINIONPÄÄ. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*. 2001, 58(1), s. 1-7.
- [23] YOUNG, O. A., S. X. ZHANG, M. M. FAROUK a C. PODMORE. Effects of pH adjustment with phosphates on attributes and functionalities of normal and high pH beef. *Meat Science*. 2005, 70(1), s. 133-139.
- [24] ZAYAS, J. F. *Functionality of Proteins in Food*. Berlin: Springer-Verlag. 1997
- [25] ALVARADO, C. a S. MCKEE. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *J APPL POULT RES*. 2007, 16(1), s. 113-120.

- [26] RANKEN, Michael D. *Handbook of meat product technology*. Malden, MA, USA: Blackwell Science, 2000, 212 s. ISBN 06-320-5377-1.
- [27] JIRÁK, Zdeněk. *Fyziologie pro bakalářské studium na ZSF OU. 2.*, přeprac. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2005, 248 s. ISBN 80-736-8092-0.
- [28] YOUNG, V. R., ERDMAN, J., W., KING, J. C., *Standing committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes*. 1997, p. 454.
- [29] Codex Stan 192-1995. General standard for food additives. *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Codex Stan 192-1995. Rev. 2010*. Dostupné z <http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/index.html;jsessionid=6420081DE12C429CB2FD2FA1086AC2BE>.
- [30] KLESCHT, Vladimír, Iva HRNČIŘÍKOVÁ a Lucie MANDELOVÁ. *Éčka v potravinách*. Brno: Computer Press, 2006, 108 s. Zdraví pro každého (Computer Press). ISBN 80-251-1292-6.
- [31] WHYBRO, A., H. JAGGER, M. BARKER a R. EASTELL. Phosphate supplementation in young men: lack of effect on calcium homeostasis and bone turnover. *European journal of clinical nutrition*. 1998, 52(1), s. 29-33.
- [32] OBIKOYA, G., The Benefits of Phosphorus. *The Vitamin and Nutrition Center*, 2010.
- [33] BUŇKOVÁ, Leona, Pavel PLEVA, František BUŇKA, Pavel VALÁŠEK a Stanislav KRÁČMAR. Antibacterial effects of commercially available phosphates on selected microorganisms. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2008, č. 56, s. 19-24.
- [34] DICKSON, J. S., C. G. N. CUTTER a G. R. SIRAGUSA. Antimicrobial effects of trisodium phosphate against bacteria attached to beef tissue. *Journal of food protection*. 1994, 57(11), s. 952-955.
- [35] MOLINS, R. A., A. A. KRAFT a D. G. OLSON. Effect of phosphates on bacterial growth in refrigerated uncooked Bratwurst. *Journal of Food Science*. 1985, 50(2), s. 531-532.
- [36] SOFOS, J. N. Use of phosphates in low-sodium meat products. *Food Technology*, 1986, 40(9), s. 53-63.

- [37] TOMPKIN, R. B. Indirect antimicrobial effects in foods: Phosphates. *Journal of Food Safety*, 1984, 6(1), s. 13-27.
- [38] INGR, Ivo. *Produkce a zpracování masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004, 202 s. ISBN 80-7157-719-7.
- [39] BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumír VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 145 s. ISBN 978-80-7318-628-9.
- [40] ČSN ISO 110 36. *Senzorická analýza – Metodologie – Profil textury*. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [41] SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. 2002, č. 13, s. 215.
- [42] SWATLAND, H. *On-line evaluation of meat*. Lancaster, Pa.: Technomic Pub. Co., c1995, 347 s. ISBN 15-667-6333-9.
- [43] SZCZESNIAK, A. S. Correlations between objective and sensory texture measurements. *Food Technology*. 1968, č. 22, s. 981-986.
- [44] CONFERENCE REPORT. Food texture: perception and measurement. Report of an international workshop held at conference center “De Wageningse Berg” Wageningen, The Netherlands, 28 November – 1 December 1999. *Food Quality and Preference*, 2002, 13, s. 237 – 255.
- [45] KAMDEM, A. T. K., HARDY, J. Grinding as a Method of Meat Texture Evaluation. *Meat Science*, 1995, 39, s. 225 – 236.
- [46] KRAMER, A. Texture – its definition, measurement and relation to other attributes of food quality. *Food Technology*, 1972, 34, s. 1 - 6.
- [47] SAVELL, J., MILLER, R., WHEELER, T., KOOHMARAIE, M., SHACKELFORD, S., MORGAN, B., CALKINS, CH., MILLER, M., DIKEMAN, M., MCKEITH, F., DOLEZAL, G., HENNING, B., BUSBOOM, J., WEST, R., PARRISH, F., WILLIAMS, S. Standardized Warner-Bratzler Shear Force Procedures for Genetic Evaluation. National Beef Tenderness Plan Conference, 1994, s. 1 – 3.
- [48] SBORNÍK. Kurz reometrie potravin. VÚPP, 1999, 20 s.

- [49] MEULLENET, J., CARPENTER, J. A., LYON, B. G., LYON, C. E. Bi-cyclical instrument for assessing texture profile parameters and its relationship to sensory evaluation of texture. *Journal of Texture Studies*, 1997, 28, s. 101 – 118.
- [50] HOUŠKA, M., PAULÍČKOVÁ, I., POKORNÝ, J. Korelace hodnocení senzorické a přístrojové tvrdosti. *Potravinářské vědy*, 1994, 12, s. 475 – 488.
- [51] JOSSEL, A. a E. TORNBERG. The relation between rheological properties at small and large deformations and sensory traits of whole meat. In: *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society*. 1994, s. 59-61.
- [52] TORNBERG, E. Biophysical aspects of meat tenderness. *Meat Science*, 1996, 43, s. 175 – 191.
- [53] HONIKEL, K.O. Standardisierung physikalischer messerfahren bei fleisch. *Fleischwirtschaft*, 2000, 7, s. 75 – 81.
- [54] Potravinářské aplikace. *Fosfa* [online]. 2012 [cit. 2012-01-25]. Dostupné z: <http://web.fosfa.cz/cs/potravinarske-aplikace/text.html?id=119>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ATP	Adenosintrifosfát.
EDTA	Ethylendiamintetraoctová kyselina.
DNA	Deoxyribonukleová kyselina.
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství.
HACCP	Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů.
PA	Polyamid.
PVDC	Polyvinyliden.
RNA	Kyselina ribonukleová.
RV	Relativní vlhkost.
TPA	Texturní profilová analýza

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Vorwerk Thermomix TM 31 .....	42
Obrázek 2 texturometr TA.XT plus .....	43
Obrázek 3 Namíchaný vzorek .....	46
Obrázek 4 Vyříznutý vzorek .....	47
Obrázek 5 Střední výkroj použitý k měření textury .....	47

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 První série vzorků.....	48
Tabulka 2 Druhá série vzorků.....	49
Tabulka 3 Třetí série vzorků.....	50
Tabulka 4 Navážky ke zjištění sušiny.....	52
Tabulka 5 Zjištěná sušina.....	53
Tabulka 6 Navážky fosfátu a vody.....	53
Tabulka 7 Naměřené hodnoty vlivu MSP na texturu.....	83
Tabulka 8 Naměřené hodnoty vlivu TKP na texturu.....	83
Tabulka 9 Naměřené hodnoty vlivu TSPP na texturu.....	84
Tabulka 10 Naměřené hodnoty vlivu TKPP na texturu.....	84
Tabulka 11 Naměřené hodnoty vlivu SAPP na texturu.....	84
Tabulka 12 Naměřené hodnoty vlivu PSTP na texturu.....	85
Tabulka 13 Naměřené hodnoty vlivu PKTP na texturu.....	85
Tabulka 14 Naměřené hodnoty vlivu Poly na texturu.....	85
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu MSP na pH.....	86
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu TKP na pH.....	86
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu TSPP na pH.....	86
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu TKPP na pH.....	86
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu SAPP na pH.....	87
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu PSTP na pH.....	87
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu PKTP na pH.....	87
Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu Poly na pH.....	87



**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1 Vliv MSP na tvrdost.....	55
Graf 2 Vliv MSP na kohezivnost.....	55
Graf 3 Vliv MSP na pH.....	56
Graf 4 Vliv TKP na tvrdost.....	57
Graf 5 Vliv TKP na kohezivnost.....	57
Graf 6 Vliv TKP na pH.....	58
Graf 7 Vliv TSPP na tvrdost.....	59
Graf 8 Vliv TSPP na kohezivnost.....	59
Graf 9 Vliv TSPP na pH.....	60
Graf 10 Vliv TKPP na tvrdost.....	61
Graf 11 Vliv TKPP na kohezivnost.....	61
Graf 12 Vliv TKPP na pH.....	62
Graf 13 Vliv SAPP na tvrdost.....	63
Graf 14 Vliv SAPP na kohezivnost.....	63
Graf 15 Vliv SAPP na pH.....	64
Graf 16 Vliv PSTP na tvrdost.....	65
Graf 17 Vliv PSTP na kohezivnost.....	65
Graf 18 Vliv PSTP na pH.....	66
Graf 19 Vliv PKTP na tvrdost.....	67
Graf 20 Vliv PKTP na kohezivnost.....	67
Graf 21 Vliv PKTP na pH.....	68
Graf 22 Vliv Poly na tvrdost.....	69
Graf 23 Vliv Poly na kohezivnost.....	69
Graf 24 Vliv Poly na pH.....	70

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Naměřené hodnoty textury.....	83
Příloha P II: Naměřené hodnoty pH.....	84

**PŘÍLOHA P I: NAMĚŘENÉ HODNOTY TEXTURY***Tabulka 7 Naměřené hodnoty vlivu MSP na texturu*

<b>koncentrace</b>	<b>tvrdost [N]</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	87,2 ± 0,8	0,30 ± 0,002
<b>0,05 %</b>	94,4 ± 6,7	0,30 ± 0,011
<b>0,10 %</b>	83,9 ± 8,6	0,29 ± 0,014
<b>0,15 %</b>	98,3 ± 6,9	0,29 ± 0,019
<b>0,20 %</b>	92,1 ± 5,1	0,32 ± 0,002
<b>0,25 %</b>	88,9 ± 4,3	0,32 ± 0,004
<b>0,30 %</b>	104,3 ± 10,8	0,33 ± 0,000
<b>0,35 %</b>	108,6 ± 1,1	0,28 ± 0,006
<b>0,40 %</b>	100,4 ± 4,8	0,27 ± 0,007
<b>0,45 %</b>	78,2 ± 3,5	0,29 ± 0,020

*Tabulka 8 Naměřené hodnoty vlivu TKP na texturu*

<b>koncentrace</b>	<b>tvrdost [N]</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	90,8 ± 5,1	0,25 ± 0,000
<b>0,05 %</b>	104,4 ± 4,5	0,27 ± 0,001
<b>0,10 %</b>	75,9 ± 1,7	0,27 ± 0,009
<b>0,15 %</b>	77,6 ± 7,5	0,27 ± 0,017
<b>0,20 %</b>	79,6 ± 6,9	0,26 ± 0,020
<b>0,25 %</b>	79,7 ± 4,7	0,27 ± 0,011
<b>0,30 %</b>	88,0 ± 3,2	0,29 ± 0,017
<b>0,35 %</b>	88,9 ± 8,7	0,30 ± 0,014
<b>0,40 %</b>	71,1 ± 4,9	0,27 ± 0,009
<b>0,45 %</b>	66,5 ± 8,9	0,27 ± 0,006

Tabulka 9 Naměřené hodnoty vlivu TSPP na texturu

<b>koncentrace</b>	<b>tvrdost [N]</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	79,5 ± 11,0	0,29 ± 0,010
<b>0,05 %</b>	88,6 ± 1,9	0,29 ± 0,009
<b>0,10 %</b>	94,5 ± 2,3	0,30 ± 0,007
<b>0,15 %</b>	77,6 ± 0,1	0,34 ± 0,010
<b>0,20 %</b>	83,9 ± 6,1	0,31 ± 0,007
<b>0,25 %</b>	77,0 ± 5,8	0,28 ± 0,022
<b>0,30 %</b>	83,7 ± 8,7	0,34 ± 0,004
<b>0,35 %</b>	79,8 ± 6,0	0,33 ± 0,038
<b>0,40 %</b>	63,6 ± 2,0	0,24 ± 0,022
<b>0,45 %</b>	70,1 ± 10,3	0,28 ± 0,013

Tabulka 10 Naměřené hodnoty vlivu TKPP na texturu

<b>koncentrace</b>	<b>Tvrdost [N]</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	87,2 ± 0,8	0,30 ± 0,002
<b>0,05 %</b>	86,4 ± 1,7	0,29 ± 0,028
<b>0,10 %</b>	89,6 ± 8,4	0,26 ± 0,010
<b>0,15 %</b>	82,2 ± 3,1	0,27 ± 0,014
<b>0,20 %</b>	85,5 ± 14,9	0,32 ± 0,048
<b>0,25 %</b>	86,3 ± 6,4	0,25 ± 0,012
<b>0,30 %</b>	79,9 ± 5,5	0,29 ± 0,037
<b>0,35 %</b>	88,4 ± 0,0	0,27 ± 0,016
<b>0,40 %</b>	64,1 ± 9,0	0,25 ± 0,005
<b>0,45 %</b>	74,9 ± 4,5	0,25 ± 0,008

Tabulka 11 Naměřené hodnoty vlivu SAPP na texturu

<b>koncentrace</b>	<b>tvrdost [N]</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	104,7 ± 2,4	0,30 ± 0,010
<b>0,05 %</b>	102,4 ± 8,4	0,29 ± 0,020
<b>0,10 %</b>	95,8 ± 9,9	0,33 ± 0,020
<b>0,15 %</b>	97,3 ± 7,0	0,31 ± 0,007
<b>0,20 %</b>	89,5 ± 7,0	0,29 ± 0,014
<b>0,25 %</b>	100,0 ± 1,9	0,26 ± 0,024
<b>0,30 %</b>	90,1 ± 7,8	0,26 ± 0,015
<b>0,35 %</b>	91,9 ± 4,0	0,25 ± 0,003
<b>0,40 %</b>	91,9 ± 2,3	0,26 ± 0,018
<b>0,45 %</b>	90,4 ± 5,6	0,27 ± 0,006

Tabulka 12 Naměřené hodnoty vlivu PSTP na texturu

<b>koncentrace</b>	<b>tvrdost [N]</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	104,7 ± 2,4	0,31 ± 0,004
<b>0,05 %</b>	94,4 ± 4,1	0,26 ± 0,017
<b>0,10 %</b>	100,6 ± 10,2	0,29 ± 0,012
<b>0,15 %</b>	86,5 ± 0,0	0,28 ± 0,008
<b>0,20 %</b>	80,4 ± 3,3	0,28 ± 0,015
<b>0,25 %</b>	96,0 ± 6,2	0,27 ± 0,017
<b>0,30 %</b>	76,2 ± 9,2	0,25 ± 0,005
<b>0,35 %</b>	82,2 ± 6,3	0,25 ± 0,008
<b>0,40 %</b>	76,7 ± 3,9	0,27 ± 0,011
<b>0,45 %</b>	71,1 ± 9,8	0,27 ± 0,017

Tabulka 13 Naměřené hodnoty vlivu PKTP na texturu

<b>koncentrace</b>	<b>tvrdost</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	90,8 ± 5,1	0,25 ± 0,000
<b>0,05 %</b>	103,2 ± 10,8	0,27 ± 0,019
<b>0,10 %</b>	96,3 ± 0,9	0,29 ± 0,021
<b>0,15 %</b>	87,6 ± 4,6	0,28 ± 0,015
<b>0,20 %</b>	88,3 ± 2,0	0,30 ± 0,015
<b>0,25 %</b>	79,5 ± 9,7	0,28 ± 0,003
<b>0,30 %</b>	81,4 ± 2,6	0,29 ± 0,013
<b>0,35 %</b>	76,7 ± 3,9	0,26 ± 0,007
<b>0,40 %</b>	74,5 ± 1,3	0,26 ± 0,001
<b>0,45 %</b>	73,9 ± 8,3	0,27 ± 0,022

Tabulka 14 Naměřené hodnoty vlivu Poly na texturu

<b>koncentrace</b>	<b>tvrdost [N]</b>	<b>kohezivnost</b>
<b>0,00 %</b>	104,7 ± 2,4	0,30 ± 0,010
<b>0,05 %</b>	88,2 ± 1,6	0,26 ± 0,010
<b>0,10 %</b>	95,6 ± 5,1	0,28 ± 0,007
<b>0,15 %</b>	69,3 ± 14,5	0,30 ± 0,005
<b>0,20 %</b>	70,4 ± 17,0	0,28 ± 0,028
<b>0,25 %</b>	95,4 ± 4,2	0,27 ± 0,010
<b>0,30 %</b>	96,4 ± 9,6	0,29 ± 0,008
<b>0,35 %</b>	99,9 ± 4,5	0,28 ± 0,009
<b>0,40 %</b>	100,3 ± 5,2	0,28 ± 0,13
<b>0,45 %</b>	89,5 ± 3,5	0,28 ± 0,004

**PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY pH***Tabulka 15 Naměřené hodnoty vlivu MSP na pH*

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,34	6,33	6,26	6,21	6,15	6,11	6,06	6,01	6,02	6,00
2. vzorek	6,35	6,36	6,25	6,24	6,15	6,12	6,07	6,03	6,03	6,00
3. vzorek	6,36	6,35	6,25	6,24	6,16	6,17	6,08	6,01	6,01	6,01
<b>průměr</b>	<b>6,35</b>	<b>6,35</b>	<b>6,25</b>	<b>6,23</b>	<b>6,15</b>	<b>6,13</b>	<b>6,07</b>	<b>6,02</b>	<b>6,02</b>	<b>6,00</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00

*Tabulka 16 Naměřené hodnoty vlivu TKP na pH*

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,40	6,44	6,50	6,53	6,56	6,61	6,68	6,73	6,79	6,84
2. vzorek	6,39	6,45	6,49	6,52	6,57	6,62	6,67	6,73	6,77	6,82
3. vzorek	6,39	6,44	6,48	6,53	6,57	6,63	6,67	6,73	6,77	6,82
<b>Průměr</b>	<b>6,39</b>	<b>6,44</b>	<b>6,49</b>	<b>6,53</b>	<b>6,57</b>	<b>6,62</b>	<b>6,67</b>	<b>6,73</b>	<b>6,78</b>	<b>6,83</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01

*Tabulka 17 Naměřené hodnoty vlivu TSPP na pH*

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,34	6,48	6,49	6,53	6,56	6,60	6,60	6,66	6,64	6,71
2. vzorek	6,35	6,42	6,46	6,54	6,56	6,59	6,62	6,65	6,66	6,68
3. vzorek	6,35	6,41	6,46	6,52	6,56	6,60	6,62	6,66	6,65	6,69
<b>průměr</b>	<b>6,35</b>	<b>6,44</b>	<b>6,47</b>	<b>6,53</b>	<b>6,56</b>	<b>6,60</b>	<b>6,61</b>	<b>6,66</b>	<b>6,65</b>	<b>6,69</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01

*Tabulka 18 Naměřené hodnoty vlivu TKPP na pH*

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,34	6,37	6,43	6,48	6,55	6,59	6,53	6,61	6,58	6,64
2. vzorek	6,35	6,38	6,44	6,47	6,53	6,58	6,56	6,60	6,59	6,63
3. vzorek	6,36	6,39	6,43	6,48	6,50	6,58	6,56	6,60	6,60	6,64
<b>průměr</b>	<b>6,35</b>	<b>6,38</b>	<b>6,43</b>	<b>6,48</b>	<b>6,53</b>	<b>6,58</b>	<b>6,55</b>	<b>6,60</b>	<b>6,59</b>	<b>6,64</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00

Tabulka 19 Naměřené hodnoty vlivu SAPP na pH

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,33	6,30	6,23	6,17	6,10	6,05	6,00	6,05	5,91	5,87
2. vzorek	6,33	6,30	6,28	6,18	6,14	6,05	5,99	5,95	5,94	5,88
3. vzorek	6,34	6,29	6,24	6,19	6,14	6,05	6,01	5,96	5,93	5,87
<b>průměr</b>	<b>6,33</b>	<b>6,30</b>	<b>6,25</b>	<b>6,18</b>	<b>6,13</b>	<b>6,05</b>	<b>6,00</b>	<b>5,99</b>	<b>5,93</b>	<b>5,87</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00

Tabulka 20 Naměřené hodnoty vlivu PSTP na pH

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,33	6,34	6,35	6,37	6,39	6,37	6,38	6,41	6,42	6,44
2. vzorek	6,33	6,34	6,37	6,37	6,37	6,38	6,39	6,41	6,42	6,43
3. vzorek	6,34	6,33	6,35	6,37	6,38	6,39	6,39	6,39	6,41	6,43
<b>průměr</b>	<b>6,33</b>	<b>6,34</b>	<b>6,36</b>	<b>6,37</b>	<b>6,38</b>	<b>6,38</b>	<b>6,39</b>	<b>6,40</b>	<b>6,42</b>	<b>6,43</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00

Tabulka 21 Naměřené hodnoty vlivu PKTP na pH

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,40	6,40	6,41	6,41	6,44	6,42	6,42	6,43	6,47	6,47
2. vzorek	6,39	6,40	6,41	6,43	6,43	6,45	6,43	6,46	6,46	6,48
3. vzorek	6,39	6,40	6,41	6,42	6,44	6,40	6,44	6,44	6,47	6,47
<b>průměr</b>	<b>6,39</b>	<b>6,40</b>	<b>6,41</b>	<b>6,42</b>	<b>6,44</b>	<b>6,42</b>	<b>6,43</b>	<b>6,44</b>	<b>6,47</b>	<b>6,47</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00

Tabulka 22 Naměřené hodnoty vlivu Poly na pH

<b>koncentrace [%]</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,20</b>	<b>0,25</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	<b>0,40</b>	<b>0,45</b>
1. vzorek	6,33	6,29	6,29	6,28	6,25	6,21	6,18	6,16	6,14	6,13
2. vzorek	6,33	6,28	6,28	6,28	6,25	6,20	6,18	6,12	6,14	6,14
3. vzorek	6,34	6,31	6,27	6,26	6,23	6,22	6,16	6,16	6,15	6,13
<b>průměr</b>	<b>6,33</b>	<b>6,29</b>	<b>6,28</b>	<b>6,27</b>	<b>6,24</b>	<b>6,21</b>	<b>6,17</b>	<b>6,15</b>	<b>6,14</b>	<b>6,13</b>
<b>sm. odchylka</b>	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00