

# **Vliv kombinací fosforečnanů a amarantu na technologické vlastnosti masných výrobků**

Bc. Eliška Gurská

---

Diplomová práce  
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin  
akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Eliška Gurská**  
Osobní číslo: **T12667**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vliv kombinací fosforečnanů a amarantu na technologické vlastnosti masných výrobků**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Technologické vlastnosti masa.
2. Přídavné látky v masných výrobcích.
3. Amarant jako možná náhrada fosforečnanů v masných výrobcích.

### II. Experimentální část

1. Laboratorní příprava vzorků masných výrobků.
2. Měření technologických vlastností masných výrobků.
3. Interpretace výsledků, diskuze a závěr.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] MOLINS, Ricardo A. Phosphates in food. Boca Raton: CRC Press, 1991, 261 p. ISBN 08-493-4588-X.

[2] HUYNH, B.S.L.N., GÁL, R., BUŇKA, F. Usage of Phosphates in Meat Products. African Journal of Biotechnology, 2011, 10, 86, 19874-19882.

[3] OSTOJA, H., M. CIERACH, H. KONOPKO a K. MAJEWSKA. Effect of Addition of Grit Made of Crude and Expanded Amaranth Seeds on the Quality of Canned Meat. Nahrung/Food. 2002, roč. 46, č. 4, 270 - 275.

[4] BEJOSANO, F.P. a H. CORKE. Amaranthus and Buckwheat Protein Concentrate Effects on an Emulsion-type Meat Product. Meat Science. 1998, roč. 50, č. 3, 343-353.

[5] ZHOU, C., L. ZHANG, H. WANG a C. CHEN. Effect of Amaranthus Pigments on Quality Characteristics of Pork Sausages. Asian - Australian Journal of Animal Science. 2012, roč. 25, č. 10, 1493 - 1498.

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

Datum zadání diplomové práce: **10. ledna 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **25. dubna 2014**

Ve Zlíně dne 3. února 2014

  
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 užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....25.4.2014.....

..........

<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 nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

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

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

<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 jim 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá vlivem přídavku samotné amarantové moučky a taktéž její kombinací s fosforečnanem na technologické vlastnosti jemně mēlněných masných výrobků. Na základě výsledků ztrát vařením, z předešlého výzkumu, byl vybrán dihydrogendifosforečnan sodný o koncentracích 0,20 % a 0,40 % (w/w) a k němu byla přidávána amarantová moučka o koncentracích 0,00 – 2,00 % (w/w) po kroku 0,25 %. Z technologických vlastností bylo sledováno pH, ztráty vařením (CL), vaznost vody (WHC) a z hlediska texturních vlastností byla sledována tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost masného výrobku.

Klíčová slova: dihydrogendifosforečnan sodný, amarantová moučka, pH, ztráty vařením, vaznost vody, texturní vlastnosti, tvrdost, tuhost, kohezivnost, gumovitost, masný výrobek.

## **ABSTRACT**

Diploma thesis deals with the effect of addition itself amaranth flour and it also combination of phosphate on the technological properties of minced meat product. On the basis of result the cooking loss was chosen disodium diphosphate about concentration 0,20 % and 0,40 % (w/w) and was added amaranth flour about concentration 0,00 % – 2,00 % after step 0,25 %. From the technological properties were monitored pH, cooking loss, water holding capacity and in term of textural properties were monitored hardness, rigidity, cohesivity and gumminess meat product.

Keywords: disodium diphosphate, amaranth flour, pH, cooking loss, water holding capacity, textural properties, hardness, rigidity, cohesivity, gumminess, meat product.

Nejprve bych chtěla poděkovat Ing. Robertu Gálovi, Ph.D., za vynikající vedení mé práce, cenné rady a vytvoření příjemného prostředí při výkonu experimentu. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Márii Plškové za odbornou pomoc při zpracování experimentu a cenné připomínky. Také bych chtěla poděkovat své rodině a přáteli, jež mi byli oporou po celou dobu studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 TECHNOLOGIE MASA</b> .....	<b>12</b>
1.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA.....	13
1.1.1 Voda.....	13
1.1.2 Bílkoviny.....	13
1.1.3 Lipidy.....	14
1.1.4 Minerální látky.....	15
1.1.5 Vitaminy.....	15
1.1.6 Extraktivní látky.....	15
1.2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA.....	16
1.2.1 Barva masa.....	16
1.2.2 Vaznost vody (WHC).....	18
1.2.3 Textura.....	19
1.3 ROZDĚLENÍ MASNÝCH VÝROBKŮ.....	21
<b>2 PŘÍDATNÉ LÁTKY</b> .....	<b>23</b>
2.1 ROZDĚLENÍ PŘÍDATNÝCH LÁTEK.....	23
2.2 FOSFOREČNANY.....	26
<b>3 FUNKCE FOSFOREČNANŮ V MASNÝCH VÝROBCÍCH</b> .....	<b>27</b>
3.1 APLIKACE FOSFOREČNANŮ DO MASNÝCH VÝROBKŮ.....	28
<b>4 AMARANT JAKO MOŽNÁ NÁHRADA FOSFOREČNANŮ V MASNÝCH VÝROBCÍCH</b> .....	<b>33</b>
4.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ AMARANTU A JEHO VLASTNOSTI.....	33
4.2 DÁVKOVÁNÍ AMARANTU DO MASNÝCH VÝROBKŮ.....	35
<b>5 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU</b> .....	<b>39</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>41</b>
<b>6 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>42</b>
<b>7 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>43</b>
7.1 MATERIÁL A METODY.....	43
7.2 PŘÍDATNÉ LÁTKY.....	45
<b>8 VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>46</b>
8.1 DIHYDROGENDIFOSFOREČNAN SODNÝ (SAPP).....	46
8.1.1 Vliv přídavku SAPP na pH.....	46
8.1.2 Vliv přídavku SAPP na ztráty vařením (CL).....	46
8.1.3 Vliv přídavku SAPP na vaznost (WHC).....	47
8.1.4 Vliv přídavku SAPP na texturní vlastnosti.....	48
8.2 AMARANT.....	50
8.2.1 Vliv přídavku amarantu na pH.....	50
8.2.2 Vliv přídavku amarantu na ztráty vařením (CL).....	50
8.2.3 Vliv přídavku amarantu na WHC.....	51
8.2.4 Vliv přídavku amarantu na texturní vlastnosti.....	52



8.3	KOMBINACE SAPP S AMARANTEM.....	54
8.3.1	Vliv přidavku amarantu s 0,20% (w/w) SAPP na pH.....	54
8.3.2	Vliv přidavku amarantu s 0,20% (w/w) SAPP na ztráty vařením (CL).....	55
8.3.3	Vliv přidavku amarantu s 0,20% (w/w) SAPP na WHC .....	55
8.3.4	Vliv přidavku amarantu s 0,20% SAPP (w/w) na texturní vlastnosti .....	56
8.3.5	Vliv přidavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na pH.....	58
8.3.6	Vliv přidavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na CL.....	58
8.3.7	Vliv přidavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na WHC .....	59
8.3.8	Vliv přidavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na texturní vlastnosti .....	60
8.4	DISKUZE.....	62
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>74</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>75</b>

## ÚVOD

Masné výrobky jsou konzumovány všemi věkovými kategoriemi téměř denně. Jejich konzumace čím dále více roste, ovšem konzumace masa klesá. Současný trend je kupovat masné výrobky nebo masný polotovar, aby byl ušetřen čas. Do masných výrobků i polotovarů jsou přidávány fosforečnanů a další přídatné látky, které mají za úkol změnit strukturální uspořádání příčných vazeb aktinu a myozinu, což má za následek zvýšení schopnosti masa vázat vodu. Zamezit ztrátám vaření a zajistit co největší schopnost vázat vodu jsou prioritními faktory při výrobě masných výrobků. Zajištění těchto vlastností vede ke zvýšení šťavnatosti, ovlivňuje barvu finálního výrobku a v neposlední řadě také texturní vlastnosti. Z texturních vlastností je nejdůležitější tvrdost výrobku jeho tuhost, kohezivnost a gumovitost. Přídavkem fosforečnanů dojde k optimalizaci těchto vlastností, ale také spotřebitel konzumuje příliš mnoho sodíku a fosforu. Fosforečnanů nejsou přidávány jen do masných výrobků, ale jsou obsaženy také v tavených sýrech, některých nápojích a jiných výrobcích. Ve velké míře je konzumován chlorid sodný, který je využíván při výrobě masných výrobků, sýrů, polotovarů. Chlorid sodný je přidáván ve větší míře skrze jeho technologické vlastnosti. Ovšem jeho nadměrný příjem vede ke kardiovaskulárním onemocněním u čím dál mladších lidí, protože ti konzumují vysoké dávky již od dětství.

Skrze tyto důvody vznikl tento experiment, jenž má nahradit fosforečnanů v masných výrobcích nebo alespoň snížit jejich dávkování a zvýšit tak nutriční vlastnosti masného výrobku. Jako možná náhrada byla vybrána amarantová moučka, která má dobré nutriční vlastnosti. Ovšem důležitým kritériem jsou požadované technologické vlastnosti, které by tato plodina mohla splňovat. Amarant není náročný na pěstování ani z hlediska finančního. Jeho výhodou je, že lze zpracovat celou rostlinu, je odolný vůči škůdcům a dá se pěstovat na půdách o nižší bonitě. Výhoda pro konzumenty je, že amarantová moučka neobsahuje lepkové bílkoviny, tudíž je vhodná pro osoby trpící celiakií.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 TECHNOLOGIE MASA

Jako maso jsou definovány všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, určené k výživě lidí a o jejichž použitelnosti bylo rozhodnuto podle zvláštního právního předpisu. Tato definice je někdy omezována pouze na teplokrevné živočichy. Mezi maso patří při výrobě masných výrobků všechny části jatečných zvířat, ale i živočišné tuky, krev, droby, kůže a kosti (pokud se konzumují) [1,2].

Průměrná spotřeba masa v ČR roku 2012 byla 77,4 kg na obyvatele za rok. Z toho 41,3 kg byla spotřeba masa vepřového, 25,2 kg masa drůbežího, 8,1 kg masa hovězího, 0,4 kg masa skopového, koziho a koňského a 0,1 kg masa telecího. Spotřeba masa souvisí jak s ekonomickou úrovní státu, tak s výživovými zvyklostmi obyvatel. V tabulce 1 jsou uvedeny spotřeby masa v letech 2004 – 2012. Maso je uvedeno v hodnotě na kosti, což znamená hmotnost jatečně upravených těl opouštějících jateční zpracovatelské linky [3,4].

Tabulka 1- Spotřeba masa v ČR v letech 2004 – 2012 (kg na osobu / rok) [3]

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Celková spotřeba</b>	<b>80,5</b>	<b>81,4</b>	<b>80,6</b>	<b>81,5</b>	<b>80,4</b>	<b>78,8</b>	<b>79,1</b>	<b>78,6</b>	<b>77,4</b>
Vepřové	41,1	41,5	40,7	42,0	41,3	40,9	41,6	42,1	<b>41,3</b>
Hovězí	10,3	9,9	10,4	10,8	10,1	9,4	9,4	9,1	<b>8,1</b>
Telecí	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>0,1</b>
Skopové, kozí, koňské	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	<b>0,4</b>
Drůbeží	25,3	26,1	25,9	24,9	25,0	24,8	24,5	24,5	<b>25,2</b>

Z tabulky 1 je zřejmé, že celková spotřeba masa v ČR mírně klesá. Maso je z nutričního hlediska velmi cennou komoditou, neboť je zdrojem bílkovin s vysokou biologickou hodnotou, dále pak vitaminů, nenasycených mastných kyselin a minerálních látek. Biologická hodnota je dána podle obsahu jednotlivých esenciálních aminokyselin a jejich vyvážeností z hlediska fyziologických požadavků člověka. Živočišné bílkoviny obsahují esenciální aminokyseliny, které jsou v příznivém poměru oproti rostlinným. Rostlinné bílkoviny obsahují většinou některou aminokyselinu, která je limitující (díky svému nízkému obsahu limituje rozsah proteosyntézy např. lysin). Doporučená denní potřeba bílkovin pro dospělého člověka je asi 0,6 – 0,8 g bílkoviny na 1 kg tělesné

hmotnosti, přičemž poměr živočišných a rostlinných bílkovin by měl být 1:1. Pod touto hladinou mohou nastat zdravotní komplikace jako snížená funkce imunitního systému, opožděný růst u dětí aj. U dětí je doporučována dávka 2 g na 1 kg tělesné hmotnosti, protože děti potřebují bílkoviny pro růst [2,4].

## 1.1 Chemické složení masa

Chemické složení masa je značně rozdílné a závisí hlavně na druhu masa. Jiné složení bude mít drůbeží, vepřové, hovězí, maso z ryb a jiných vodních živočichů. Také jeho složení závisí na plemenu, věku, pohlaví, krmivu, chovu, přepravě a nemalý podíl mají i sezónní vlivy. Obecně čistá svalovina obsahuje 70 – 75 % vody, 18 – 22 % bílkovin, 2 – 3 % lipidů, 1 – 1,5 % minerálních látek, extraktivní látky a vitamíny [1,2].

### 1.1.1 Voda

Obsah vody v mase má velmi široký rozptyl. U některých druhů zvířat může být 46 %, ale u jiných až 78 %. V tučnějším mase je obsah vody menší než v mase libovém. Voda se vyskytuje ve volné, ale i vázané formě. Pro údržnost masa je podstatná volná voda, která je prostředím pro chemické reakce a mikroorganismy. Fyzikálně vázaná voda je krystalizační a absorpční, ta se na změnách masa moc neuplatňuje. Vliv na vysoušení potravin má voda kapilární. Vázaná do různých složek je voda konstituční, která může mít vliv při chemických změnách tkání. Velmi podstatná je voda vázaná vodíkovými můstky na organické látky, hlavně hydrofilní koloidy (např. bílkoviny). Tyto látky jsou obklopeny vrstvami nemobilního obalu, který je tvořen právě molekulami vody. Jeho vnitřní vrstvy jsou podstatou pravé hydratační vody, která jde odstranit těžce. Většinou je toto odstranění důsledkem nevratné koagulace [1,4].

### 1.1.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou z hlediska technologického a nutričního velmi významnou složkou masa. Při výrobě masných výrobků je důležitá rozpustnost bílkovin. Proto jsou děleny podle jejich rozpustnosti ve vodě a solných roztocích následujícím způsobem:

Sarkoplazmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě a ve slabých roztocích solí. Nelze je rozpustit v deionizované vodě, je třeba připravit podmínky, při nichž budou narušeny mezimolekulární interakce bílkovin. Jsou obsaženy nejvíce v sarkoplazmě. Nejvýznamnější z nich z hlediska technologie jsou hemová barviva – hemoglobin a

myoglobin, jež způsobují červené zbarvení masa a krve. Základem je bílkovinný nosič tzv. globin a hem, na nějž je vázán komplexně atom dvojmocného železa [2,5,6].

Myofibrilární bílkoviny jsou rozpustné v roztocích solí, ale nejsou rozpustné v deionizované vodě. Pro jejich rozpuštění je třeba vytvořit příhodné podmínky, při nichž budou narušeny mezimolekulární interakce bílkovin. Tyto bílkoviny jsou převažující frakcí masa. Ovlivňují vlastnosti masa v průběhu postmortálních změn, zejména schopnost vázat vodu. Tato vlastnost je z hlediska technologického velmi důležitá, hlavně pro strukturu masných výrobků. Nejvýznamnější z této frakce je myozin, který je složkou tlustých filament a aktin, který je součástí složkou tenkých filament. Při postmortálních změnách nebo při svalové kontrakci dochází ke spojení aktinu a myozinu do komplexu aktomyozin. Přesněji dojde k zasunutí tenkých a tlustých filament do sebe a k jejich vazbě prostřednictvím hlaviček myozinových molekul prostřednictvím vápenatých můstků, iontových vazeb a disulfidových můstků [2,5,6].

Stromatické bílkoviny nejsou ve vodě ani v solných roztocích rozpustné. Jsou obsaženy v pojivových tkáních jako například v kůži, vazivech, šlachách. Z výživového hlediska jsou označovány za neplnohodnotné, protože neobsahují všechny esenciální aminokyseliny. Nejvýznamnější z této frakce je kolagen, elastin a keratin. Ačkoliv není kolagen z nutričního hlediska důležitý, tak z hlediska technologického přínosný je. Nejvíce při výrobě vařených masných výrobků a konzerv. Kolagen ve vodě bobtná a při dlouhodobém zahřívání ve vodě o teplotě 65 – 90 °C dochází k rozpuštění všech příčných vazeb a přechází na želatinu (rozpustnou látku). Tento děj je podstatou měknutí některých druhů masa (např. kliška). Želatina je přidávána do konzerv, kde vazbou vody do rosolu zajišťuje přijatelný vzhled výrobku [2,5,6].

### 1.1.3 Lipidy

V mase jsou lipidy nejvíce přítomny v podobě tuku (estery mastných kyselin a glycerolu). Dále jsou v menší míře přítomny polární lipidy (fosfolipidy) a doprovodné látky. Z doprovodných látek je významný cholesterol, který patří mezi steroly. Cholesterol je provitaminem vitamínu D<sub>3</sub>, který z něho vzniká působením ultrafialového záření. Také je důležitým prvkem při stavbě buněčných membrán a při syntéze hormonů. Ovšem zvýšená hladina LDL cholesterolu v krvi lidí není žádoucí, protože je zde riziko arteriosklerotických změn (tvrdnutí cév, může vést až k mrtvičce nebo infarktu) [1,7].

Tuk je v tělech zvířat velmi nerovnoměrně rozložen. Nachází se pod kůží jako tzv. podkožní tuk, dále obklopuje vnitřní orgány tzv. depotní tuk (kolem ledvin, srdce), a také jej můžeme nalézt mezi svalovými vlákny jako tzv. intramuskulární tuk. Intramuskulární tuk má vliv na křehkost masa, neboť je rozložen mezi buňkami ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa. Tuk má v mase a masných výrobcích význam především senzorický, je nositelem arómat. Avšak do masných výrobků je přidáván i proto, aby měly jemnější strukturu [2,7].

#### **1.1.4 Minerální látky**

Většina minerálních látek je přítomna v mase ve formě iontové, protože jsou rozpustné ve vodě. Rozložení iontů v mase není rovnoměrné a tím, že na bílkoviny je navázáno více kationtů než aniontů, zůstává v sarkoplazmě více aniontů. Tímto jevem se pohybuje celková reakce masa spíše v kyselé oblasti. Přítomnost minerálních látek je podstatná jak z hlediska technologického, tak nutričního. V mase je z popelovin přítomen vápník, hořčík draslík, fosfor a ze stopových prvků zinek, železo, měď a mnoho dalších. Z hlediska technologie je důležitý obsah hořčíku, který ovlivňuje aktivitu ATPasy a také enzymy metabolismu sacharidů. Vápník se při svalové kontrakci účastní reakcí srážení krve. Obsah železa je podstatný, protože jeho nedostatek způsobuje anémii [1,7].

#### **1.1.5 Vitaminy**

Maso a masné výrobky jsou vynikajícím zdrojem vitaminů skupiny B, zejména B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> a B<sub>12</sub>. Vitamin B<sub>12</sub> (kobalamin) se vyskytuje výhradně v potravinách živočišného původu. Lipofilní vitaminy (A, D, E, K) jsou přítomny v tukové tkáni a v játrech. Vitamin C se vyskytuje pouze v malých množstvích a to jen v játrech a krvi. Vitaminy jsou v mase v průběhu tepelného zpracování relativně stabilní, největší ztráty jsou způsobeny vyluhováním [1,7].

#### **1.1.6 Extraktivní látky**

Extraktivní látky jsou extrahovatelné vodou během zpracování masa při teplotě 80 °C. Jejich obsah v mase je velmi malý, ale jsou významné pro tvorbu typické chuti a vůně masa např. glutamin. Pro plnost typické chuti a vůně je třeba maso nechat zrát dostatečně dlouho [1,6].

Sacharidy patří mezi bez dusíkaté extraktivní látky. Významným zástupcem je glykogen. Na jeho obsahu závisí údržnost a vaznost masa. Po porážce dojde k rozložení glykogenu na kyselinu mléčnou, která okyseluje tkáň a dojde ke zvýšení údržnosti [1,6].

Organické fosfáty jsou také bez dusíkaté extraktivní látky a do této skupiny patří nukleotidy, nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty. Změna ATP v masě post mortem vede k redukci na ADP, AMP, ta přechází na kyselinu inosinovou, která je z těla odstraňována přeměnou na hypoxantin, ribosu a kyselinu fosforečnou. Hypoxantin tvoří typickou chuť a vůni masa [1,6].

Dusíkaté extraktivní látky jsou tvořeny volnými aminokyselinami, některými peptidy (karnosin, glutation). Jsou nositeli typické chuti a vůně masa. Při rozkladu masa a při technologických operacích (fermentaci) mohou vznikat z těchto látek biogenní aminy [1,6].

## 1.2 Technologické vlastnosti masa

Technologické vlastnosti masa se odvíjí od jeho složení. Mezi nejvýznamnější technologické vlastnosti patří barva masa, vaznost vody a textura.

### 1.2.1 Barva masa

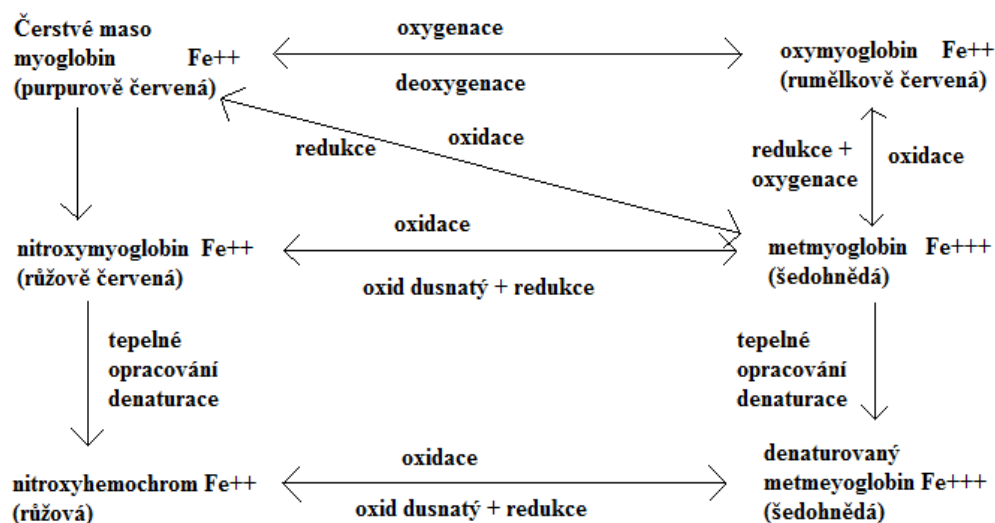
Barva masa je prvotní znak, který konzument ihned zaregistruje a podle nějž hodnotí kvalitu výrobku. Také podává zpracovatelům informace o správnosti a šetrnosti technologických postupů. Zbarvení masa způsobuje myoglobin, který je označován jako svalové barvivo. Slouží jako zásobárna kyslíku ve svalech. Čím je větší koncentrace myoglobinu, tím je maso tmavší. To lze vidět na první pohled u masa drůbeže, které má malou koncentraci myoglobinu, proto je světlé a u hovězího masa, které obsahuje vysoké koncentrace myoglobinu, proto je maso tmavé. Hemoglobin je krevní barvivo, jeho úkolem je přenos kyslíku z plic do svalů. Od myoglobinu se liší větší relativní molekulovou hmotností. Není svalovým barvivem, ale ve svalech je obsažen podle toho, jak dostatečně bylo zvíře vykřveno [5,7,8]. Centrální atom železa v myoglobinu má schopnost vázat různé ligandy a tím vznikají tyto deriváty:

- Oxymyoglobin – má rumělkově červené zbarvení a je zde reverzibilně navázána molekula kyslíku na centrální atom železa. Oxygenace probíhá při vyšších parciálních tlacích [5,7].



- Karboxymyoglobin – má stabilní třešňově červené zbarvení. Na centrální atom železa je navázán oxid uhelnatý. Vědecká komise pro potraviny Evropské unie rozhodla, že lze bezpečně přidávat 0,3 % – 0,5 % oxidu uhelnatého ve směsi plynů oxidu uhličitého a dusíku jako modifikovaného prostředí [5,9].
- Nitroxymyoglobin – má růžově červené zbarvení. Je zde na centrální atom železa navázána molekula oxidu uhelnatého [5,8].
- Metmyoglobin – má šedohnědou barvu. Probíhá zde oxidace centrálního atomu železa působením oxidačních činidel např. kyslík, peroxid vodíku při nižším parciálním tlaku [5,8].

Za vznik výše uvedených derivátů může složení atmosféry v okolí masa. Největší vliv má parciální tlak kyslíku, který určuje, v jaké formě budou hemová barviva (oxidované, oxygenované nebo redukované). Proto při skladování masa je třeba zvolit vhodnou ochrannou atmosféru. Při tepelném opracování masa dochází k denaturaci globinu a následné oxidaci železa v hemové skupině, to má za následek změny barvy na hnědou nebo šedohnědou. Této změně nezabrání ani přidavek redukčních látek ani redukční podmínky, jež vznikají při tepelném opracování. Do masa jsou za účelem udržení růžového zbarvení i po tepelném opracování přidávány dusitanové nebo dusičnanové solící směsi. V jejich přítomnosti je na železo navázán oxid dusnatý, který zabraňuje oxidaci a způsobuje růžovou barvu výrobku, vzniká tak nitroxyhemochrom [5,8]. Reakce hemových barviv jsou znázorněny na obr. 1.



Obr. č. 1: Reakce myoglobinu [10]

Hodnota pH také ovlivňuje barvu masa a to především jeho světlost. Čím blíže je pH k izoelektrickému bodu, tím více klesá rozpustnost bílkovin, ty pak vážou méně vody. Světlo tedy proniká do malé hloubky a více je odraženo od povrchových vrstev, tím se zdá být maso světlejší. Tato vada se projevuje u PSE a DFD masa. PSE maso se vyznačuje tím, že je bledé, měkké a vodnaté. Je to způsobeno prudkým poklesem pH, kdy je maso ještě teplé a dojde tak k částečné denaturaci bílkovin. Příčinou světlé barvy je změna hydratace svalových vláken, ty vážou málo vody. Je tedy zvýšen podíl vody volné, na povrchu masa, tak dochází k většímu rozptylu světla, tím je maso světlejší. Naopak u DFD masa (tmavé, tuhé, suché) dochází pouze k malému poklesu pH. Toto maso má vysokou vaznost vody, svalová vlákna jsou nabobtnalá a povrch méně rozptyluje dopadající světlo, proto je maso tmavší. Tvrdost je důsledkem vysokého pH, které ovlivňuje průběh zrání. DFD maso je nedostatečně vyzrálé, má nevýraznou chuť a vůni [1,7,8].

### 1.2.2 Vaznost vody (WHC)

Schopnost masa vázat vodu je jedna z nejdůležitějších technologických vlastností, neboť významně ovlivňuje sensorické ukazatele (šťavnatost, tvrdost), ale hlavně ekonomiku výroby. Při použití PSE masa, může dojít ke ztrátám na hmotnosti až 10 %. Kromě ztrát na hmotnosti však dojde také ke ztrátám látek ve vodě rozpustných např. sarkoplazmatických bílkovin, hydrofilních vitaminů, extraktivních látek aj [11,12].

Vaznost je definována jako schopnost masa udržet svoji vlastní, popřípadě přidanou vodu při působení síly. Čím větší je působení této síly, tím více vody přejde z imobilizovaného stavu do volně pohyblivého stavu. Maso obsahuje vodu jak pohyblivou, tak imobilizovanou. Část vody volně pohyblivé je uzavřena v buňkách a svalových vláknech, takže pro odstranění této vody je třeba porušit buněčné obaly. Schopnost masa vázat vodu závisí na pH, koncentraci solí, rozmělnění masa, průběhu posmrtných změn, obsahu některých iontů ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) a intravitálních vlivech [2,11,12]. Princip schopnosti masa vázat vodu je závislý jak na změnách příčných vazeb mezi aktinem a myozinem. Tak také na elektrostatických silách působící na peptidové řetězce bílkovin. Pokud dojde ke zvětšení celkového náboje bílkoviny, anebo rozpuštění příčných vazeb, pak dojde ke zvětšení vzdálenosti mezi aktinem a myozinem a tím i přírůstku imobilizované vody. Vaznost zásadně ovlivňuje pH. V mase a masných výrobcích je pH v rozmezí 4,5 – 7,0. Pokud pH klesne k izoelektrickému bodu  $pI=5,0 - 5,3$  pak dojde v tomto bodě k vyrovnání kladných a záporných nábojů, což má za následek minimální vaznost. Také koncentrace solí má vliv

na vaznost masa. Působením solí nejprve vaznost stoupá, ale jakmile dosáhne k maximu, tak klesá na původní hladinu. Je to způsobeno tím, že při vyšších iontových silách dojde k až denaturaci bílkovin. Vícemocné ionty jako  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  mají vliv na vaznost tím, že tvoří příčné vazby mezi peptidovými řetězci (dojde k zesíťování struktury) a tím k poklesu schopnosti vázat vodu. Vaznost lze ovlivnit i při technologickém zpracování. Je dokázáno, že pokud je maso rozmělněno, více váže vodu, než maso, které je v celku. U rozmělněného masa dojde k uvolnění tkáně a bílkovinné struktury mohou lépe bobtnat [11,12].

### 1.2.3 Textura

Textura je komplex různých vlastností potraviny či výrobku, které jsou senzorycky nebo pomocí přístrojů detekovány a kvantifikovány. Je významným aspektem kvality masa a masných výrobků. Lze ji hodnotit senzorycky, ale také instrumentálně [13].

Při senzoryckém hodnocení je textura posuzována pohledem, pohmatem a v dutině ústní ochutnáváním. Ochutnávání je děleno do tří fází: kousání, žvýkání a polykání. Během těchto fází je pozorováno až 20 fyzikálních vlastností, které se dělí na mechanické, geometrické a povrchové. Při senzorycké analýze má hodnotitel za úkol kvalitativně určit vlastnosti a kvantitativně určit jejich intenzitu [13,14].

Instrumentální metody pro měření textury jsou objektivnější (nezávisí na lidském faktoru). Nelze však jimi posoudit všechny parametry, protože lidská ústa dokážou ve stejném čase hodnotit, vnímat a propojovat více různých vjemů, zatímco přístroje na měření textury toho schopny nejsou. Pro napodobení dějů, které probíhají v ústech, se používá instrumentální analýza texturního profilu (TPA). Tato technika zahrnuje stlačování cylindrických vzorků mezi dvěma deskami ve dvou cyklech. Tato zkouška simuluje první dvě skousnutí (mezi stoličkami) při žvýkání potravy. Je zde měřená potřebná síla pro dosažení deformace [13,15].

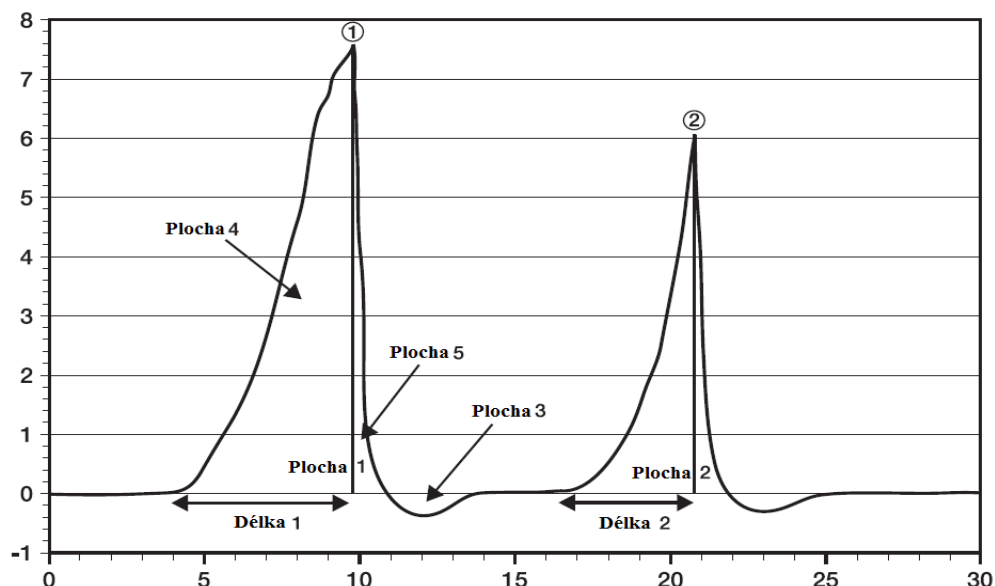
Mechanické vlastnosti se vztahují k reakci potraviny na mechanické namáhání a dělí se do těchto parametrů:

- Tvrdost – podle fyzikální definice je síla potřebná pro dosažení dané deformace. Senzorycká definice udává tvrdost jako mechanickou texturní vlastnost, vztahující se k síle potřebné k dosažení deformace nebo penetrace výrobku. V ústech je vnímána stlačením výrobku mezi zuby, jazykem nebo patrem [13,14].

- Kohezivnost (soudržnost) – je fyzikálně definována jako míra, do které je materiál deformován před tím, než je rozrušen. Dle sensoriky je soudržnost mechanická vlastnost, vztahující se ke stupni, do něhož může být látka deformována, než se rozpadne [13,14].
- Viskozita – je fyzikálně definována jako rychlost toku podle jednotky síly. Z hlediska sensoriky je definována jako síla potřebná k přetáhnutí tekutiny ze lžice na jazyk [13,14].
- Pružnost – podle fyzikální definice je míra deformace materiálu, kdy při působení deformující síly se deformovaný materiál vrátí zpět do nedeformovaného stavu. Dle sensorické definice je pružnost stupeň, u něhož se produkt vrací do svého původního tvaru. Stlačení materiálu mezi zuby [13,14].
- Lepivost – dle fyzikální definice je práce nezbytná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem potraviny a povrchem jiných materiálů, se kterými přijde potravina do kontaktu. Dle sensoriky je přilnavost síla potřebná k odstranění materiálu, který přilnul k ústům (patru) během příjmu potravy [13,14].
- Žvýkatelnost – je definována jako energie potřebná ke žvýkání pevné potraviny na stav, který je vhodný pro polknutí. Je to výsledek tvrdosti, soudržnosti a pružnosti. Z hlediska sensoriky je žvýkatelnost definována jako mechanická texturní vlastnost, vztahující se k soudržnosti a k době žvýkání nebo počtu žvýknutí potřebných k rozmělnění tuhého výrobku do stavu vhodného k polknutí [13,14].
- Gumovitost – je definována jako energie potřebná k rozrušení polotuhé potraviny na stav, který je vhodný k polknutí. Je to výsledek nízkého stupně tvrdosti a vysokého stupně soudržnosti. Podle sensoriky je gumovitost definována jako vlastnost, vztahující se k soudržnosti měkkého výrobku. V ústech se vztahuje na sílu potřebnou k rozmělnění výrobku do stavu vhodného k polknutí [13,14].

Obrázek č. 2 (který je uveden pod textem) podává informace o měření textury. Jednotlivé vlastnosti buď z grafu přímo odečte textuometr (z ploch píků), anebo jsou některé vypočítány součinem určitých parametrů. Tvrdost je maximální síla během prvního stlačení vzorku. Na obr. č. 2 je představována prvním píkem. Lepivost je síla potřebná k překonání síly mezi povrchem vzorku a povrchem zatěžovací desky, se kterou vzorek přijde do kontaktu na obr. č. 2 je představována plochou 3. Pružnost je činná deformační délka v mm druhého stlačení dělená výškou vzorku. Vypočítat ji lze podílem délky 2 ku délce 1. Kohezivnost je poměr ploch energie druhého cyklu k energii prvního cyklu

(plocha 2/plocha 1). Žvýkatelnost je vypočítána součinem gumovitosti a pružnosti nebo také součinem tvrdosti, kohezivnosti a pružnosti. Gumovitost je vypočítána součinem tvrdosti a kohezivnosti [16].



Obr. č. 2: Analýza texturního profilu [16]

### 1.3 Rozdělení masných výrobků

Dělení masných výrobků do 8 skupin upravuje vyhláška č. 326/2001 Sb. Jednotlivé skupiny a jejich charakteristika je uvedena níže:

1. Tepelně opracované masné výrobky – za tepelně opracovaný masný výrobek může být označen pouze ten, u nějž bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícímu působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut.
2. Tepelně neopracovaný masný výrobek – může být označen ten, který je určený k přímé spotřebě bez další úpravy a u něhož neproběhlo tepelné opracování surovin ani výrobku.
3. Trvanlivý tepelně opracovaný – je to výrobek, u kterého ve všech částech bylo dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty plus 70 °C po dobu 10 minut a navazujícím technologickým opracováním (zrání, uzení, sušení za definovaných podmínek) došlo k poklesu aktivity vody na hodnotu  $a_{w(\max)} = 0,93$ . A také došlo k prodloužení doby trvanlivosti na 21 dní při teplotě skladování +20 °C.

4. Trvanlivý fermentovaný masný výrobek – je výrobek tepelně neopracovaný určený k přímé spotřebě, u něž v průběhu fermentace, zrání, sušení, popřípadě uzení (za definovaných podmínek) došlo ke snížení vodní aktivity na hodnotu  $a_{w(\max)} = 0,93$ . A doba trvanlivosti je minimálně 21 dní při teplotě + 20 °C.
5. Masný polotovar – je vyroben z rozbouraného výsekového masa tepelně neopracovaného, u kterého zůstala zachována vnitřní buněčná struktura masa a vlastnosti čerstvého masa a ke kterému byly přidány potraviny, koření přípravky nebo přídatné látky, které jsou určeny k tepelné nebo kuchyňské úpravě před spotřebou. Musí splňovat požadavky zvláštního právního předpisu. Masným polotovarem je i výrobek z mletého masa, obsahující přídavek jedlé soli vyšší než 1 % hmotnosti.
6. Kuchyňský masný polotovar – je částečně tepelně opracované upravené maso nebo směs mas, přídatných a pomocných látek, popřípadě dalších surovin a látek určených k aromatizaci, jež jsou určeny k tepelné kuchyňské úpravě.
7. Konzerva – výrobek neprodyšně uzavřený v obalu, sterilovaný za definovaných podmínek uvedených ve zvláštním právním předpise, tak aby byla zachována obchodní sterilita.
8. Polokonzerva – výrobek neprodyšně uzavřený v obalu, pasterovaný za definovaných podmínek, které jsou uvedeny ve zvláštním právním předpise [17].

## 2 PŘÍDATNÉ LÁTKY

Přidatnými látkami podle Zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů se rozumí všechny látky, bez ohledu na jejich výživovou hodnotu, které se zpravidla nepoužívají samostatně ani jako potravina, ani jako charakteristická potravní přísada a přidávají se do potravin při výrobě, balení, přepravě nebo skladování, čímž se sami nebo jejich vedlejší produkty stávají nebo mohou stát součástí potravin [18].

Přidatné látky lze používat podle vyhlášky č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin pouze u potravin a skupin potravin, v nichž se mohou přídatné látky vyskytovat. V této vyhlášce je také stanoveno, že přídatné látky mohou být použity nejvýše do hodnoty nejvyššího povoleného množství. Hodnoty nejvyššího povoleného množství se vztahují na potraviny ve stavu, v kterém jsou uváděny na trh, pokud není dále stanoveno jinak [19]. U přídatných látek, u nichž není stanoveno nejvyšší povolené množství konkrétní číselnou hodnotou. Tak u těchto látek se při výrobě potravin uplatňuje zásada *quantum satis* což znamená, že je použita v nezbytně nutném množství [20].

Při výrobě potravin lze používat jen ty přídatné látky, které byly schváleny postupem podle Nařízení ES č. 1333/2008, kterým se stanovuje jednotný postup pro posuzování a povolování přídatných látek, potravinářských enzymů a potravinářských arómat, které jsou uvedeny na seznamech potravinářských látek EU v přílohách tohoto nařízení [21].

### 2.1 Rozdělení přídatných látek

Přidatné látky sloužící pro výrobu potravin jsou rozděleny podle technologické funkce do funkčních tříd, které jsou uvedeny níže. Každá přídatná látka musí obsahovat E – kód, ale také název příslušné kategorie (třídy), do které patří. Pokud přídatná látka podle účelu spadá do více kategorií, pak se uvádí pouze název kategorie, která odpovídá konkrétnímu účelu, pro který byla látka v potravině použita. Níže jsou uvedeny všechny třídy přídatných látek a jejich stručný popis [19,22]:

- Antioxidanty – látky, které prodlužují údržnost potraviny tím, že je chrání před oxidací, která způsobuje např. žluknutí tuků, změnu barev. Patří sem látky s označením E 300 – E 321.

- Barviva – jsou látky udělující potravině barvu, kterou by bez jejich použití neměla, či došlo během technologického procesu k jejímu zeslabení nebo poškození. Patří sem látky s označením E 100 – E 182.
- Sladidla – respektive náhradní sladila, jsou látky, které udělují potravinám sladkou chuť, ale přitom nepatří mezi monosacharidy, disacharidy a potraviny se sladkou chutí (med). Také jsou označeny E – kódy např. aspartam má označení E 951.
- Konzervační látky – jsou látky, prodlužují údržnost potravin tím, že je chrání před činností mikroorganismů. Jejich označení je E 200 – E 290.
- Kyseliny – látky, které zvyšují kyselost potravin nebo jí udělují kyselou chuť.
- Regulátory kyselosti – látky, které mění, řídí kyselost nebo alkalitu potravin.
- Emulgátory – jsou povrchově aktivní látky, které umožňují vytvořit nebo zachovat v potravině stejnorodou směs dvou nebo více nemísitelných fází. Látky patřící do této kategorie jsou označeny E 322 – E 495.
- Zahuš'ovadla – jsou látky, které mají potravinu zahustit nebo zvýšit její viskozitu a udržet její žádoucí texturu. Patří sem např. karagenan E 407.
- Želírující látky – udělují potravině texturu tím, že vytvoří gel. Do této kategorie patří např. pektin E 440.
- Stabilizátory – jsou látky, které umožňují udržovat fyzikálně – chemické vlastnosti potraviny. Mezi stabilizátory patří látky, které umožňují udržet jednotný rozptyl dvou nebo více navzájem se nesměšujících látek v potravinách. Dále sem patří látky, které stabilizují, udržují nebo zintenzivňují stávající barvu potravin a látky, které zvyšují pojivost určité potraviny, včetně vytváření vzájemných vazeb mezi bílkovinami, které umožňují spojení kusů potravin do rekonstituované potraviny. Patří sem např. fosforečnan sodný E 339.
- Modifikované škroby – jsou látky získané chemickými změnami z jedlých škrobů v nativním stavu nebo škrobů pozměněnými fyzikálními či enzymovými postupy. Ale také škroby, které byly pozměněny působením kyselin, zásad nebo bělicích činidel. Označeny jsou E 1400 – E 1450.
- Látky zvýrazňující chuť a vůni – látky, které zvýrazňují již stávající chuť či vůni potraviny. Do této skupiny patří např. glutaman L – monosodný E 621.
- Kypřící látky – jsou látky nebo směsi látek, které zvětšují objem těsta působením plynu (CO<sub>2</sub>). Mezi nejznámější patří uhličitan sodný E 500.

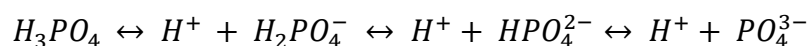


- Tavicí soli – látky, které převádějí bílkoviny obsažené v sýru do disperzní formy za účelem homogenního rozložení tuku a ostatních složek. Pro tento účel je používán např. fosforečnan sodný E 339.
- Nosiče a rozpouštědla – jsou látky, které se používají k rozpouštění, ředění, disperzi nebo k jiné fyzikální úpravě potravinářské látky, potravinářského aroma, potravinářského enzymu, živiny nebo další látky přidané do potraviny pro nutriční nebo fyziologický účinek s cílem usnadnit jejich použití a nakládání s nimi, aniž by přitom měnily jejich funkci a aniž by vykazovaly vlastní technologický účinek. Patří sem např. křemičitan vápenatý E 552.
- Protispékavé látky – jsou látky, které jsou přidávány do potravinářských výrobků za účelem snížení tendence jednotlivých částic vzájemně na sobě ulpívat a vytvářet hrudky či spečené kousky. Patří sem např. fosforečnany vápenaté E 341.
- Leštící látky – jsou látky, které po nanesení na vnější povrch udělují potravině lesklý vzhled nebo vytváří ochranný povlak. Do této kategorie lze zařadit např. karnaubský vosk E 903.
- Balící plyny a propelanty – balící plyny jsou plyny jiné než vzduch. Zavádějí se do obalu před, během nebo po naplnění potraviny do obalu např. dusík E 941. Propelanty jsou plyny jiné než vzduch, které vytlačují potraviny z obalu (např. u šlehačky). Patří sem látky s označením E 942 – E 944.
- Odpěňovače a pěnotvorné látky – odpěňovače jsou látky, které zabraňují tvorbě pěny nebo snižují pění např. dimethylpolysiloxan E 900. Naopak pěnotvorné látky patří mezi povrchově aktivní látky, které umějí vytvářet stejnorodé disperze plynné fáze v kapalně či tuhé potravině jako oxid dusný.
- Zvlhčující látky – jsou to látky, které chrání potravinu před vysycháním. A to tak, že působí proti účinkům vzduchu s nízkou relativní vlhkostí a také podporují rozpouštění práškovitých potravin ve vodném prostředí např. mléčnan sodný E 325.
- Plnidla – jsou přídatné látky, které přispívají k objemu potraviny, ale nezvyšují významně její energetickou hodnotu např. citráty vápenaté E 399.
- Zpevňující látky – tyto látky činí tkáň ovoce a zeleniny pevnými nebo křehkými nebo tuto pevnost udržují. Jsou to také látky, které reagují se želírujícími látkami a vytvářejí nebo ztužují gel. Je zde používán např. chlorid vápenatý E 170.
- Sekvestranty – jsou látky vytvářející chemické komplexy s ionty kovů. Lze sem zařadit např. octan sodný E 262.

- Látky zlepšující mouku – jsou jiné látky než emulgátory, které se přidávají do těsta nebo k mouce za účelem zlepšení pekařské kvality např. síran amonný E 517 [19,22].

## 2.2 Fosforečnany

Fosforečnany jsou soli kyseliny trihydrogenfosforečné. Kyselina trihydrogenfosforečná je trojsytná kyselina a disociuje podle následující rovnice:



Podle výše zmíněné rovnice je patrné, že tato trojsytná kyselina disociuje na tři řady solí, a to dihydrogenfosforečnany  $M^I H_2PO_4$ , jejichž vodný roztok je slabě kyselý. Dále to jsou slabě alkalické hydrogenfosforečnany  $M^I HPO_4$  a fosforečnany  $M^I PO_4$ , které jsou ve vodném roztoku silně alkalické. Tyto uvedené fosforečnany jsou nazývány jako monofosforečnany, protože obsahují pouze jeden atom fosforu, který má tetraedrickou strukturu  $(PO_4)^{3-}$ . Fosforečnany, které obsahují dva atomy fosforu v molekule, se nazývají difosforečnany  $(P_2O_7)^{4-}$ . Jsou složeny ze dvou tetraedrických jednotek, které jsou spojeny přes společný atom kyslíku. Fosforečnany, které obsahují tři atomy fosforu, se nazývají trifosforečnany  $(PO_3)^{3-}$ . Další, jež obsahují více než tři atomy fosforu, se nazývají polyfosforečnany  $(P_n O_{3n+1})^{(n+2)-}$ . Existují dvě základní formy fosforečnanů a to cyklická a lineární. Ve většině zemí, jsou v potravinářském průmyslu používány pouze lineární formy. Cyklické formy fosforečnanů jsou používány v jiných než potravinářských odvětví průmyslu např. výroba detergentů, úprava vody aj [23,24].

Fosforečnany se využívají v potravinářství k výrobě tavených sýrů, zahuštěného a sušeného mléka, kde přeměňují koagulující kaseinát vápenatý na sodný a jehož emulzi s tukem stabilizují. Také jsou přidávány do masných výrobků, kde zabráňují změnám struktury proteinů a tím následující ztrátě vody. Do masných výrobků jsou nejvíce přidávány sodné a draselné fosforečnany [23,24]. Fosforečnany jsou vyráběny z kyseliny fosforečné a to dvěma způsoby. První způsob je termický. Výroba vychází z elementárního fosforu, kdy je vyráběna velmi čistá a koncentrovaná kyselina. Druhý způsob je nazýván extrakční (na mokré cestě) a jeho podstata je rozklad přírodního fosforečnanu minerální kyselinou, nejčastěji je používána kyselina sírová. Produktem je zředěná a znečištěná kyselina. Ovšem termický proces je daleko finančně náročnější než extrakční, proto je také z 95 % používán extrakční způsob [24].

### 3 FUNKCE FOSFOREČNANŮ V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Funkcí mají fosforečnany přidávané do masných výrobků několik. Jsou přidávány především kvůli jejich schopnosti vázat vodu v mase, dále pak kvůli úpravě pH, puфраčních vlastnostech, schopnosti měnit iontovou sílu prostředí nebo také kvůli bakteriostatickým účinkům [25].

Jak již bylo zmíněno, tak nejdůležitější vlastnost je vaznost vody. Fosforečnany, které jsou přidávány do masných výrobků, jsou především alkalické povahy. Princip jejich účinku je následující. Maso po porážce je mírně kyselé, a pokud je k němu přidán fosforečnan alkalické povahy, tak dojde ke zvýšení pH uvnitř masného výrobku. Tím nastane posun od izoelektrického bodu proteinu a nárstu elektrostatických (odpudivých) sil. Kvůli elektrostatickým silám se vytvoří prostor mezi vlákny aktinem a myozinem a může zde být navázána přidaná voda. Čím větší působení elektrostatických sil, tím vznikne větší prostor a tím může být navázáno větší množství přidané vody. Fosforečnany odštěpují z masa  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  ionty a tvoří s nimi komplexní sloučeniny.  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  ionty tvoří můstky v komplexu aktomyozinu. Jejich odštěpením napomáhají fosforečnany k oddělení aktinu a myozinu po rigor mortis. Tyto uvedené procesy přispívají ke zvýšení vaznosti masných výrobků, k udržení měkké konzistence a také barevné stabilitě. Schopnost fosforečnanů vázat těžké kovy je pokládána za antioxidační účinek [25].

Přídavek fosforečnanů zvyšuje rozpustnost komplexu aktomyozinu náhradou za přirozeně se v mase vyskytující ATP (adenosintrifosfát), který je při nástupu rigoru enzymaticky odbouráván. Způsobuje bobtnání svalových vláken a aktivaci proteinů. Bobtnání proteinů podporuje imobilizaci přidané vody a emulgaci tuku v masných výrobcích. Největší účinnost fosforečnanů je jejich přidání ve fázi rigor mortis, kdy jsou svalové bílkoviny nejméně rozpustné [26].

Další složkou přidávanou do masných výrobků je sůl. Zvyšuje bobtnavost proteinů, ale ne jejich rozpustnost. Tu způsobují fosforečnany, které odstraňují vazby mezi aktinem a myozinem. Takto aktivované a rozpustné proteiny jsou schopny vázat vodu a emulgovat tuk. Sůl zde má velmi důležitou funkci, zabráňuje zpětné synerezi vody a to tak, že udržuje vlákna aktinu a myozinu od sebe oddělená [23,26].

Při rozhodování, který fosforečnan je vhodný pro daný produkt, je třeba zvážit jeho rozpustnost, uvažovanou hodnotu pH produktu a jejich účinek na proteiny. Například monofosforečnany jsou využívány pro jejich puфраční schopnost. Ovšem mají malou

schopnost vázat vodu, proto nejsou přidávány do masných výrobků samostatně, ale většinou v kombinaci s jinými fosforečnany. Na druhé straně difosforečnany mají vysokou schopnost vázat vodu, ale jejich nevýhoda je, že jsou špatně rozpustné ve vodě. Zatímco trifosforečnany mají velmi dobrou schopnost vázat  $\text{Ca}^{2+}$  ionty a ionty těžkých kovů. Jsou také velmi dobře rozpustné ve vodě, ale během tepelného opracování uvolňují vodu, což má za následek velké ztráty vařením. A nakonec polyfosforečnany jsou velmi dobře rozpustné ve vodě, mají největší schopnost vázat  $\text{Ca}^{2+}$  ionty a ionty těžkých kovů. Ovšem nemají schopnost dobře vázat vodu [26].

### 3.1 Aplikace fosforečnanů do masných výrobků

Aplikace fosforečnanů je legislativně omezen podle druhu fosforečnanu a také podle charakteru výrobku. Většinou je nejvyšší povolené množství vztaženo na  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Účinkem kombinací fosforečnanů a soli v párcích a jejich vlivem na vaznost vody, dále pak WHC, se zabývali Puolanne et al. [27]. Pro tento výzkum bylo použito vepřové a hovězí maso s určitým pH. Oba druhy masa byly rozmělněny, vakuově zabaleny a zamrazeny na  $-18\text{ }^\circ\text{C}$ . Pro stanovení WHC byla použita laboratorní metoda podle Puolanne a Rusuunen (1978). Po rozmrazení byly připraveny vzorky s přísádkou fosforečnanu a bez přísádky fosforečnanu. Dále byla ke směsi přidána voda a sůl. NaCl byla přidávána o koncentracích 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 %. Fosforečnan byl přidán v množství 0,25 % (vztaženo na  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Vzorky byly vařeny při  $75\text{ }^\circ\text{C}$  po dosažení teploty v jádru  $72\text{ }^\circ\text{C}$  byla zahájena výdrž 30 minut. Po konci výdrže byly vzorky zchlazeny na teplotu  $3\text{ }^\circ\text{C}$  a skladovány přes noc. Bylo měřeno pH ve všech částech procesu výroby a WHC u hotových výrobků. Bylo zjištěno, že vzorky s přísádkou nebo bez přísádky fosforečnanů, které obsahovaly 2,5 % NaCl a o pH 6,3 mají maximální hodnotu WHC. Tudíž při této koncentraci NaCl a o tomto pH výrobku WHC není ovlivněna přísádkou fosforečnanů. Ovšem při nižším obsahu NaCl než 2,5 % se WHC snižuje, a tudíž je pro udržení vody nutné přidávat fosforečnany (nebo jejich náhrady), které zvýší pH a tudíž i vaznost vody. Lze i kombinovat vyšší pH s nižší koncentrací NaCl.

Vlivem přísádky fosforečnanů do párků a jejich vlivem na vaznost vody a texturu během skladování se zabývali ve své práci Wang et al. (2009). Pro výrobu párků bylo použito vepřové maso ve fázi pre – rigor, vyzrálé a zamražené. Ke všem bylo přidáno vepřové sádlo v poměru 8:2. Takto ke všem druhům masa se sádlem bylo přidáno 3 % NaCl, 0,05 % izoaskorbát sodný, 0,01 %  $\text{NaNO}_2$  a fosforečnan o koncentraci 0,0; 0,1; 0,2; 0,3;

0,4 a 0,5 %. Dále po 24 hodinách bylo ke směsi přidáno 6 % škrobu, 30 % vody a koření. Takto připravené dílo bylo naraženo do kolagenních střev, tepelně opracováno při teplotě 80 °C po dobu 30 minut a zchlazeno. Textura byla měřena pomocí texturního analyzátoru TA – XT2i. Z každého vzorku byl vykrojen díl o průměru 2,5 cm a výšce 1 cm. Takto připravený vzorek byl podroben kompresi dvakrát s 50% deformací. Předběžné zkoušky rychlost před testem 2,0 mm.s<sup>-1</sup>, rychlost při testu 0,5 mm.s<sup>-1</sup> a rychlost po testu 0,5 mm.s<sup>-1</sup>. Doba mezi dvěma kompresemi 5 s. U všech vzorků byla stanovena výtěžnost, což je ukazatel ztrát kapalného podílu ze vzorku. Výsledky ukazují, že výtěžnost by mohla být ovlivněna druhem masa a typem fosforečnanu. Největší výtěžnost měly párky vyrobené z masa ve fázi pre- rigor. Výtěžnost byla vyšší u přídavku fosforečnanu o koncentraci více než 0,4 %, bez ohledu na typu masa. Nejmenší odloučení kapalného podílu bylo u masa pre- rigor a koncentraci fosforečnanu 0,4 %. Během skladování po 10, 20 a 30 dnech nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl na pokles výtěžnosti z hlediska fosforečnanů. Avšak bylo zjištěno, že na výtěžnost má vliv druh použitého masa. Z hlediska textury bylo zjištěno, že druh masa nemá vliv na tvrdost, ale tuto vlastnost velmi ovlivňuje přídavek fosforečnanu, nejvíce o koncentraci 0,5 %, který tvrdost zvyšuje v průběhu skladování 30 dnů [28].

Vlivem vybraných solí fosforečnanů na texturní vlastnosti drůbežního strojně odděleného masa se zabývali ve své publikaci Long et al. (2012). Byl zde použit drůbeží separát, ledová voda, dusitanová solící směs a vybrané soli fosforečnanů o koncentraci 0,25 % (w/w). Z fosforečnanů byly vybrány následující: fosforečnan sodný (MSP), fosforečnan disodný (DSP), fosforečnan trisodný (TSP), difosforečnan tetrasodný (TSPP), difosforečnan disodný (SAPP), trifosforečnan sodný (STPP), hexametafosforečnan sodný (SHMP), fosforečnan draselný (TKP), difosforečnan draselný (TKPP) a trifosforečnan draselný (KTPP). Také byl připraven kontrolní vzorek bez přídavku fosforečnanu. Bylo připraveno dílo, které bylo naplněno do skleněné nádoby. Takto připravené dílo bylo zahříváno na 70 °C v jádře po dobu 20 minut, následně zchlazeno na teplotu 4 ± 1 °C a bylo udrženo při této teplotě po dobu 7 dní. Po uplynutí této doby byla měřena textura na texturním analyzátoru TA.XT plus Stable Micro System s kruhovou sondou. Vzorek byl stlačen do 75% původní výšky. Parametry měření jsou rychlost před testem 2,0 mm.s<sup>-1</sup>, rychlost při testu 0,5 mm.s<sup>-1</sup> a čas mezi dvěma kompresemi byl 5,0 s. Byla měřena tvrdost a kohezivnost. Také bylo měřeno pH. Z výsledků vyplývá, že přídavek ovlivňuje hodnotu pH v porovnání s kontrolním vzorkem. Hodnota pH vlivem těchto fosforečnanů vzrostla:

TSP, DSP, TSPP, STPP, TKP, TKPP a KTPP. Naopak hodnota pH byla snížena těmito fosforečnany: MSP, SAPP a SHMP. Z hlediska texturních vlastností vzorky, které obsahovaly TSP, TSPP, SHMP, STPP, TKP a TKPP snižovaly tvrdost. Kohezivnost snižovaly fosforečnany DSP, STPP a TKP [29].

V experimentu autorů Ünal et al. [30] je popsána vaznost masa ponořeného do roztoku trifosforečnanu. Roztok trifosforečnanu sodného je o koncentracích 0%, 2%, 4%, a 6% (w/w). Bylo použito hovězí maso, které bylo nakrájeno na kousky o velikosti 2x2x2 cm. Jako kontrola byl použit vzorek ponořený pouze do destilované vody (o  $c=0\%$  (w/w)). Nakrájené maso bylo ponořeno do roztoků o určitých koncentracích a v nich ponecháno dobu 10, 20, 30, 45, 60, 75 a 90 minut. Celý experiment byl prováděn při teplotě 20 °C. Po vytáhnutí z roztoku byly vzorky opláchnuty a homogenizovány s vodou. Dále následovala vakuová filtrace a úprava pH. Měření koncentrace fosforečnanu bylo provedeno pomocí UV/VIS spektrofotometru při 690 nm (modifikace spektrofotometrické metody molybdenu amonného). Pro vyhodnocení byla sestavena kalibrační přímka, z které byla vypočítána koncentrace fosforečnanů ve vzorku. Dále byl sestaven graf závislosti přirozeného logaritmu koncentrace na čase ponoření vzorku. Z grafů vyplývá, že během 15 minut ponoření došlo k poklesu koncentrace, ale během delšího ponoru se koncentrace fosforečnanů ve vzorcích opět zvýšila. Tento jev je vysvětlen tím, že při prvním styku trifosforečnanu sodného s bílkovinami rozpustnými ve vodě dojde na povrchu masa k tvorbě bariéry (gelové povahy). Nejlepší vaznost vody v masě měl trifosforečnan sodný o koncentraci 4 % a 6 %.

Tito autoři se dále zabývali, jak ovlivní různá teplota difuzi. Pro experiment byly použity stejné vzorky, fosforečnany o stejných koncentracích a doba ponoření vzorku jako u předchozího experimentu. Teplota lázně byla 18 – 20 °C ( $c=0-6\%$ ), 20 – 22 °C ( $c=0\%$  a 6 %), 28 – 30 °C ( $c=0-6\%$ ) a 34 – 36 °C ( $c=0\%$  a 2 %). Bylo zjištěno, že teplota lázně významně ovlivňuje difuzi, čím vyšší teplota, tím lépe probíhala difuze [31].

Působením vysokého tlaku na masné výrobky a jeho vlivem na texturu, retenci vody, barvu a tepelné vlastnosti se zabývali Villamonte et al. [32]. Bylo použito vepřové maso, chlorid sodný o koncentraci 1, 5 – 3,0 % a polyfosforečnany o koncentraci 0,25 – 0,50 %. Byl použit difosforečnan sodný a trifosforečnan sodný v poměru 1:1. Kontrolní vzorek neobsahoval ani sůl, ani polyfosforečnany. Vzorky byly vystaveny tlaku 350 MPa při 20 °C po 6 minut. Dále byly tepelně opracovány ve vodní lázni při 70 °C v jádře po dobu 21 minut a rychle zchlazeny. Z výsledků vyplývá, že vysokotlaké ošetření masných

výrobků má vliv na zpevnění jejich textury. Sůl změkčuje jejich konzistenci. Polyfosforečnany působí také na tvrdost výrobku, když jsou přidávány o koncentraci 0,50 %. Tvrdost může být způsobena působením vysokého tlaku na myofibrilární bílkoviny, které jeho působením denaturují a vytváří tak nové struktury. Na WHC neměl vliv ošetření vysokým tlakem ani na ztráty vařením u vzorků bez přídatku chloridu sodného. U vzorků, které obsahovaly 0,5 – 2,0 % soli, bylo dokázáno, že ztráty vařením byly sníženy působením vysokého tlaku. Působením vysokého tlaku u vzorků, které obsahovaly polyfosforečnany a sůl, byla zlepšena WHC a sníženy ztráty vařením. Ovšem u vzorků (ošetřených vysokým tlakem), které obsahovaly pouze polyfosforečnany a neobsahovaly chlorid sodný, byly ztráty vařením zvýšeny. Destabilizující vliv vysokého tlaku na interakci mezi solí a kolagenem může mít vliv na vaznost masných výrobků. Barva vařených masných výrobků byla ovlivněna působením vysokého tlaku. U masných výrobků po působení vysokého tlaku byla snížena světlost. Podobnou studii se zabývali také O' Flynn et al. [33]. Zkoumali účinky vysokého tlaku na dílo z vepřového masa (před tepelným opracováním) kvůli snížení obsahu fosforečnanů. Vystavovali dílo působení tlaků 150 – 300 MPa po dobu 5 minut. Fosforečnany byly dávkovány o koncentraci 0,25 – 0,50 %. Po tepelném opracování srovnávali výrobky, které byly před tepelným opracováním vystaveny vysokému tlaku a výrobky také po tepelném opracování, ale bez působení vysokého tlaku. Bylo zjištěno, že u výrobků ošetřených tlakem 150 MPa s 0,00 % fosforečnanu byla vnímána lépe slanost, šťavnatost a také měly lepší celkovou chuť. Výrobky vystavené tlaku 150 MPa a obsahem fosforečnanu 0,25 % měly lepší tvrdost. U výrobků na které působil tlak 300 MPa a obsahujících 0,00 % fosforečnanu došlo ke snížení šťavnatosti a přilnavosti. U výrobků na něž působil také tlak 300 MPa, ale obsah fosforečnanu byl 0,25 %, došlo ke zhoršení stability emulze a sensorických vlastností. Pro snížení hladiny fosforečnanů bez významných sensorických a funkčních změn je vhodné použít tlak 150 MPa a koncentraci fosforečnanů 0,50 a 0,25 %.

Vlivem difosforečnanu sodného a hydrogenuhličitanu sodného na barvu a sensorické vlastnosti prsní svaloviny z brojlera před a po zchlazení se zabývali Sen et al. [34]. Do šesti vzorků ihned po porážce bylo injektováno 3 % difosforečnou sodného, 3 % hydrogenuhličitanu sodného ve 2 % chloridu sodného a jako kontrola bylo přidáno pouze 2 % chloridu sodného. Zbývajících šest vzorků bylo uloženo přes noc do lednice při teplotě 4 °C. Poté byly ošetřeny jako vzorky předchozí. Všechny vzorky byly uchovávány při teplotě 4 °C po dobu 24 hodin. Dále byly všechny vzorky tepelně opracovány po dobu

20 minut v polyethylenových sáčcích. Barva byla hodnocena pomocí Hunterové stupnice, kde hodnota  $L^*$  je pro světlost, hodnota  $a^*$  pro červenou a hodnota  $b^*$  pro žlutou barvu. Barva působením difosforečnanu sodného a hydrogenuhličitanu sodného je tmavší (hodnota  $L^*$  byla nižší) a červenější (zvýšila se hodnota  $a^*$ ) v porovnání s kontrolou. Výsledky dále ukazují, že injekce difosforečnanu a hydrogenuhličitanu sodného post mortem má příznivý vliv na pH, barvu, vaznost (WHC) a ztráty vařením. U vzorků před zchlazením i po zchlazení a po přidavku jak difosforečnanu, tak hydrogenuhličitanu, došlo k nárustu pH, WHC a ke snížení ztrát vařením. Z výsledků také vyplývá, že hydrogenuhličitan sodný má větší účinek než difosforečnan sodný a to ve všech attributech.



## 4 AMARANT JAKO MOŽNÁ NÁHRADA FOSFOREČNANŮ V MASNÝCH VÝROBCÍCH

Botanicky se řadí do čeledi laskavcovitých. Pro potravinářské účely se nejčastěji používají tyto druhy *Amaranthus edulis*, *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus cruentus* a *Amaranthus caudatus*. Pěstuje se nejvíce v Mexiku, Střední a Jižní Americe. Amarant je plodina, která není náročná na pěstování. Je odolná vůči škůdcům, vysokým teplotám, suchu a roste i na půdách o nižší bonitě na živiny. Produktem jedné rostliny je až 500 000 malých semen, které se dále zpracovávají např. na výrobu mouky nebo oleje [35,36].

### 4.1 Chemické složení amarantu a jeho vlastnosti

Chemické složení amarantu je velmi specifické. Je známo přes 60 druhů amarantu, které se liší svým chemickým složením a tím i technologickými vlastnostmi. Proto je níže popsán pouze *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus* a *Amaranthus caudatus*, jejichž vlastnosti mají příznivý vliv na technologické vlastnosti a jsou používány v potravinářství [35,36].

Amarant má vysokou nutriční hodnotu, je zejména vhodný pro vegetariány, neboť jeho aminokyselinové složení je velmi podobné složení bílkovin živočišného původu. Obsahuje přibližně 12,5 % – 16,0 % bílkovin. U divokých druhů byl dokonce zaznamenán obsah bílkovin od 13,0 % – 21,0 %. Ve srovnání s jinými obilovinami jsou jeho bílkoviny kvalitnější a je jich téměř dvojnásobné množství. Pojem kvalitnější znamená, že jsou vysoce stravitelné (až z 90 %) téměř jako u vejce. Bílkoviny amarantu obsahují vysoký obsah esenciálních aminokyselin, nejvíce však lyzinu a sirných aminokyselin (metionin). Lyzin, jakožto limitující aminokyselina, je velmi důležitý obzvláště u vegetariánů a dětí. Jeho zastoupení v bílkovinách amarantu se pohybuje mezi 0,73 % – 0,84 %. Semena amarantu, z nichž se vyrábí mouka, neobsahují lepkové bílkoviny, tudíž je vhodnou alternativou pro celiakiky [37,38].

Studie Tandang – Silvas et al. [39], kteří se zabývali fyzikálně – chemickými vlastnostmi globulinu 11 S (což je jeden z nejdůležitějších zásobních proteinů) naznačuje, že kumulativní účinky jsou zodpovědné za vysokou tepelnou stabilitu. Pro dobré emulgační vlastnosti je důležitá rovnováha mezi povrchem hydrofobním a hydrofilním.

Podle výzkumu Silva – Sanchez et al. [40] mají bílkoviny (albuminy) dvou druhů mexického amarantu maximální absorpční schopnost vody a oleje zejména při pH= 5. Také při tomto pH mají vynikající pěnotvornou kapacitu. Lze je tedy využívat při zpracování technologicky mírně kyselých potravin.

Výše zmíněné druhy obsahují 7,7 % – 12,8 % tuku. Samozřejmě některé druhy obsahují i okolo 5,2 % tuku, ale některé i kolem 19 % např. *Amaranthus spinosus*. Tuk amarantu je složen z triacylglycerolu, fosfolipidů, skvalenu a vitaminů rozpustných v tucích jako např. tokoferol. V minoritním množství zde můžeme nalézt fytosteroly, vosky, terpenové alkoholy. Je složen převážně z nenasycených mastných kyselin (kyselina linolová, olejová a linolenová). Obsahuje také z 2,6 % – 7,5 % celkového obsahu tuku skvalen, což je látka, která brání nadbytečné syntéze cholesterolu v organismu. Z vitaminů rozpustných v tucích obsahuje amarant poměrně velké množství  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ - tokoferolu a  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ - tokotrienolu. Jejich zastoupení je přibližně od 0,11 – 2,14 mg/100 g [37,38,41].

Zastoupení polysacharidů a sacharidů je následující. Z polysacharidů je nejvíce zastoupen škrob a to ze 48 % – 69 %. Amarant s vysokým obsahem škrobu je využíván v průmyslu a to především díky jeho teplotní stabilitě. Patří mezi látky s nízkou rozpustností ve vodě. Vlákna je obsažena z 3,1 % – 5,0 %. Z disacharidů je nejvíce zastoupena sacharóza (0,58 % – 0,75 %) a maltóza. Z trisacharidů nejvíce rafinóza [37,38].

Minerálních látek obsahuje 2,5 % – 4,4 %. Z hlediska minerálních látek je bohatý na vápník, hořčík, draslík a železo. Amarant je dobrým zdrojem vitamínu B<sub>2</sub> a E [37,38,41].

Celkový obsah fenolických kyselin, flavonoidů a jiných polyfenolických látek je v amarantu 16,8 – 59,7 mg/100 g. Do látek fenolické povahy lze zařadit rutin, isokvercetin, kyselinu kávovou, dihydroxybenzoovou kyselinu, protokatechin, kyselina p-kumarová. Jsou to látky, které disponují antioxidační aktivitou, což je pro člověka přínosné jak z hlediska konzumace, tak i pro výrobu potravin [37,38,41].

Podle výzkumu Steffensen et al. [42] závisí obsah těchto látek na životním prostředí a na podmínkách kultivace. Avšak tato studie neodhalila žádné konzistentní rozdíly mezi druhy či genotypy.

Fytáty a enzymové inhibitory jsou v amarantu také přítomny. Jejich množství se pohybuje okolo 21,1  $\mu$ mol/g. Soli kyseliny fytové (fytáty) jsou biologicky významné, neboť mají antioxidační účinky. Ovšem vůči minerálním látkám jsou pokládány za nežádoucí, protože mají antinutriční účinky. Svým působením snižují využití fosforu, vápníku, zinku a mědi.

Další inhibitory, které se vyskytují v amarantu, jsou trypsin a amylázy. Jejich obsah může být snížen při klíčení semínka nebo povařením [37,38].

## 4.2 Dávkování amarantu do masných výrobků

Na přídavek amarantu do masných výrobků zatím není mnoho publikací. Ovšem ty které se tímto tématem zabývají, tak přidávají do receptur amarant právě pro jeho příznivé technologické a nutriční vlastnosti.

Studie Martynuyk [43] se zabývala přidavkem amarantové mouky (amarantová mouka rodu *Amaranthus hypochondriacus*) do masných výrobků. Pozoruje nutriční a biologické hodnoty, organoleptické vlastnosti, strukturální a mechanické indikátory pro plnění klobásových výrobků. Bylo zde použito hovězí maso, libové vepřové maso, amarantová mouka, která má z 10 % nahradit maso, hřbetní tuk, koření, dusičnan sodný, cukr a fosforečnany. Nejprve byly surové masové ingredience rozmělněny na kutru, poté smíchány s ostatními komponenty a plněny. Byl také připraven kontrolní vzorek, do nějž nebyla přidána amarantová mouka. Následovalo tepelné ošetření při teplotě 75 – 85 °C ve středu klobásky po dobu 30 – 180 minut. Chlazení bylo pod proudem studené vody na teplotu pod 4 °C. Následovalo balení a skladování 48 hodin při 5 – 8 °C. Poté byla zjišťována biologická hodnota těchto výrobků a to metodou *in vivo* na laboratorních krysách. Výsledky tohoto testu dokazují, že výrobky s amarantem mají vyšší biologickou hodnotu než výrobky bez použití amarantové mouky (tzv. kontrolní vzorek). Vyšší biologická hodnota je dána díky přítomnosti značného obsahu bílkovin s vysokým obsahem lysinu, metioninu, treoninu a valinu, minerálních látek – hořčíku, vápníku a tokoferolu. Výsledky mikrostrukturální analýzy ukazují, že výrobky s amarantem mají příznivé organoleptické vlastnosti.

Sharoba [44] sledoval technologické vlastnosti masných výrobků během skladování po přidavku amarantové mouky (rod *Amaranthus hypochodriacus*). Pro výrobu klobásky byla použita amarantová mouka, čerstvé hovězí maso, skopový tuk, ledová voda, sůl, koření, odstředěné mléko, škrob, dusičnan sodný, cukr, kyselina askorbová a difosforečnan sodný. Výrobní postup byl následující. Nejprve bylo rozmělněno maso na kutru, byl přidán tuk, dále byla přidána sůl, šupinkový led a další komponenty včetně amarantové mouky o koncentraci 5, 10, 15 a 20 % jako náhrada části masa, poslední byl přidán škrob. Byl připraven i kontrolní vzorek, který byl bez přidavku amarantové mouky. Takto připravené dílo bylo plněné do umělých obalů a skladováno při teplotě – 18 °C po dobu tří měsíců.

Pro měření textury a ztrát vařením byla použita metoda podle Tan et al. [45], která byla následující. Vzorky byly vařeny v polyethylenových sáčcích při teplotě 90 °C, po dosažení 72 °C ve středu klobásky byla zahájena výdrž 8 minut a po rychlém zchlazení byly měřeny texturní vlastnosti. Texturní vlastnosti byly měřeny kompresním testem na textuometru s kruhovou sondou o rychlosti 50 mm/min. Výsledky tohoto testu ukazují, že po přidavcích amarantové mouky do masných výrobků je textura konečných výrobků jemnější a síla deformace menší než u kontrolního vzorku (bez přídatku amarantu). Také v průběhu skladování došlo u všech vzorků (i kontrolního) ke snížení síly deformace, což podle Sharoby může být způsobeno změnou chemických vlastností. Dalším ukazatelem, který byl sledován, byla schopnost vázat vodu (WHC). Největší schopnost vázat vodu podle výsledků měl kontrolní vzorek. V průběhu skladování se vaznost snižovala, což bylo vysvětleno tím, že během zmrazování došlo k denuraci a agregaci bílkovin. Dále byly pozorovány ztráty vařením. Nejnižší ztráta vařením byla získána ve výrobku, který obsahoval 20 % amarantové mouky. Nejvyšší ztráta vařením byla u kontrolního vzorku. Dalším parametrem, který byl sledován je vliv pH. Lze říci, že se zvyšující se koncentrací přídatku amarantu je pH zvyšováno. Také v průběhu skladování se zvyšuje pH, což je způsobeno změnou chemických vlastností (hydrolyza bílkovin působením enzymů).

Experiment EL- Desouka [46], se zabývá přídatkem amarantové mouky do hovězích hamburgerů. Amarantová mouka byla připravena z amarantového zrna rodu *Amaranthus hypochondriacus* a byla přidávána jako náhrada za maso a to v koncentracích 5, 10, 15 a 20 %, dále bylo použito hovězí maso, ledová voda, sůl, koření, vejce. Byl připraven i kontrolní vzorek bez přídatku amarantu. Takto připravené dílo bylo skladováno po dobu 3 měsíců při teplotě – 18 °C. Tento článek se zabývá vlivem skladování na texturu a změny pH. Tyto technologické vlastnosti byly měřeny po tepelném opracování, které je podle metody Tan et al. [45], která je popsána v článku autora Sharoba [44]. Textura byla měřena na textuometru s kruhovou sondou, rychlost sondy byla 50 mm/min. Výsledky korespondují s výsledky uvedené v článku Sharoba [44]. Bylo zjištěno, že čím vyšší koncentrace amarantu a delší skladování, tím roste hodnota pH. Schopnost vázat vodu měl nejvyšší kontrolní vzorek (tedy bez přídatku amarantu). Avšak s rostoucí dobou skladování se u všech vzorků zvyšovala schopnost vázat vodu. Byla zde pozorována také ztráta při vaření a smažení, která byla nejnižší u výrobku s 20% koncentrací amarantu a nejvyšší u kontrolního vzorku. Podle výše zmíněného autora to může být tím, že bílkoviny masa byly denaturovány. Texturní vlastnosti byly po přídatku amarantu lepší, než bez

přídavku. Lepší texturní vlastnosti se projeví tím, že kontrolní vzorek vykazoval nižší texturní hodnoty (max. síla a tvrdost). Zatímco přídavek amarantu do výrobku zjemnil texturu.

Zhou et al. [47] zkoumali ve své studii možnost náhrady dusičnanů v párcích a to použitím amarantových barevných pigmentů. Pigmenty byly izolovány z červeného amarantu, který je bohatý na barevné látky, jako jsou karotenoidy, betalainy a antokyany. Pro svou dobrou rozpustnost ve vodě, termostabilitu a schopnosti zvýšit intenzitu červené barvy jsou běžně používány v průmyslu. Pro výrobu párků bylo použito vepřové maso, tuk, sůl, glutamát, koření, voda, fosforečnany. Dále bylo do dvou vzorků přidáno 0,000 a 0,015 % dusitanu sodného, do dalších tří bylo přidáno 0,10 %, 0,20 % a 0,30 % pigmentů izolovaných z amarantu. Takto připravené dílo bylo skladováno při 4 °C po dobu 24 hodin. Následně byly vzorky tepelně opracovány ve vodní lázni při teplotě  $85 \pm 1$  °C po dobu 40 minut. Po zchlazení byly skladovány 29 dní v nebaleném stavu při teplotě 4 °C. Barevnost byla hodnocena pomocí senzorické analýzy a vyhodnocení bylo uskutečněno při použití Hunterové stupnice, vyjádřeno jako hodnota  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$ . Hodnota  $L^*$  vyjadřuje celkovou světlost nebo tmavost (0= černá, 100= bílá). Hodnota  $a^*$  vyjadřuje intenzitu červené barvy (pozitivní=  $a^+$ ) a zelené barvy (negativní=  $a^-$ ). Hodnota  $b^*$  vyjadřuje intenzitu žluté (pozitivní=  $b^+$ ) a modré (negativní=  $b^-$ ) barvy. Vzorky s obsahem 0,10 % amarantových pigmentů měly tendenci snižovat hodnotu  $L^*$ , zatímco vzorky obsahující 0,20 % a 0,30 % měly opačný efekt. U vzorků s obsahem amarantových pigmentů 0,10 % a 0,20 % byla významně ovlivněna hodnota  $a^*$  (intenzita červené barvy). U vzorků obsahujících amarantové pigmenty nad 0,20 % už nebyla ovlivněna hodnota  $a^*$ . V porovnání se vzorky s přídavkem dusitanu sodného byla hodnota  $a^*$  stejná nebo dokonce vyšší. Je to způsobeno právě obsahem betalainů a antokyanů v amarantových pigmentech, projevujících se červeným nebo fialovým zbarvením. U vzorků obsahujících amarantové pigmenty 0,10% a 0,20 % byla zjištěna redukce hodnoty  $b^*$ . Výsledky naznačují, že vzorky obsahující amarantové pigmenty jsou tmavší, více červené a méně žluté než vzorky obsahující dusitan sodný. Vzorky byly podrobeny senzorické analýze po 1, 8, 15, 22 a 29 dnu skladování. Celkově senzoricky nejpříjemnější vzorek byl s obsahem 0,10 % amarantových pigmentů. Vzorky, které obsahovaly 0,20 % amarantových pigmentů, měly stejný vliv na vůni jako dusitan sodný. Pocit plnosti v ústech a krájitelnost výrobků nebyla přídavkem amarantových pigmentů nijak ovlivněna. Přijatelnost vzorků s pigmenty amarantu byla v průběhu 29 dní skladování přijatelná.

Ostoja et al. [48] pozorovali vliv přídavku amarantového šrotu (vyrobeného ze surových a expandovaných semen) do masových konzerv na technologické vlastnosti. Bylo použito vepřové maso a semena rodu *Amaranthus cruentus*. Semena byly v surovém stavu o hustotě  $800 \text{ kg.m}^{-3}$  a expandované beztlakovou metodou rozděleny na základě hustoty do tří frakcí: 341, 208 a  $135 \text{ kg.m}^{-3}$ . K rozmělněnému masu byla přidána sůl, voda a amarantový šrot o granulaci 0,8 mm. Ztráty vařením a vaznost vody byla pozorována u konzerv v tepelně neopracovaném stavu a u konzerv po pasteraci a sterilaci. U konzerv po tepelné úpravě byla pozorována díky sensorické analýze (panelová forma zkoušky) ještě barva, chuť a texturní vlastnosti. Pasterace probíhala při  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 2 hodin a sterilace při teplotě  $121 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 45 minut. Takto opracované konzervy byly zchlazeny na  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  a analyzovány. Na základě analýz bylo zjištěno, že amarantový šrot vyrobený expanzí semen má horší schopnost tvořit gel a také má horší hydratační schopnosti ve srovnání se šrotem vyrobeným ze surových semen. U pasterovaných a sterilovaných masových konzerv byl zjištěn pozitivní vliv amarantového šrotu na vaznost vody a také na ztráty vařením. Vaznost vody má za následek zjemnění, šťavnatost a zlepšení chuti konzervovaného masa.

## 5 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU

Statistika je věda, která se zabývá zákonitostmi hromadných jevů, souhrnem vědeckých dat, jejich zpracováním a analýzou. Při vyhodnocení výsledků experimentu je počítána střední hodnota (aritmetický průměr) a směrodatná odchylka. Střední hodnota (v programu Excel funkce MEAN) je počítána, když je všem naměřeným hodnotám přiřazována stejná váha a důležitost. Je definován jako součet všech hodnot náhodné proměnné  $x_i$  dělený počtem hodnot. O tom jak jsou hodnoty rozptýleny kolem střední hodnoty (aritmetického průměru) informuje míra variability. Nejdůležitějším ukazatelem míry variability je směrodatná odchylka. Jde o kvadratický průměr odchylek hodnot souboru  $x_i$  od aritmetického průměru  $\bar{x}$ . Směrodatná odchylka základního souboru (v programu Excel funkce STDEV) je používána tehdy, když jsou známa všechna data pro celý základní soubor. Vypočítá se podle vztahu:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

kde  $x_i$  jsou hodnoty souboru,  $\bar{x}$  je aritmetický průměr a  $n$  je počet hodnot. Relativní směrodatná odchylka (RSD) neboli také variační koeficient je podíl směrodatné odchylky a aritmetického průměru. Slouží pro výpočet směrodatné odchylky veličiny, která byla získána výpočtem.

V datech se mohou vyskytnout odlehlé hodnoty, které mohly vzniknout v důsledku chyb např. při měření. Tato chyba je nazývána jako hrubá chyba a je třeba ji odlišit od chyb náhodných, které vznikají během přirozené variability. Hrubé chyby je třeba vyloučit, protože negativně ovlivňují výsledek. Pro posouzení zda se jedná o atypickou veličinu je třeba znalosti, jaký typ rozdělení veličina má. Pro posouzení odlehlých hodnot v experimentální části, které odpovídají normálnímu rozdělení lze použít Grubbsův test. Principem tohoto testu je seřazení hodnot výběrového souboru do vzestupné variační řady, výpočet aritmetického průměru  $\bar{x}$  a směrodatné odchylky (STDEV). Dále následuje výpočet testovacího kritéria pro první a popřípadě poslední hodnotu variační řady ( $x_i$ ).

$$T = \frac{|x_i - \bar{x}|}{STDEV}$$

Vypočtené testovací kritérium je porovnáno s tabulkovou kritickou hodnotou pro příslušné  $n$  výběrového souboru a zvolenou hladinu významnosti  $\alpha$ . Jestliže  $T_{(n,\alpha)} > T_{krit}$ , pak první

(nebo poslední) hodnotu variační řady lze vyloučit ze souboru. Pokud však  $T_{(n,\alpha)} < T_{krit}$ , tak první (či poslední) hodnotu variační řady vyloučit nelze, neboť se nejedná o extrémní hodnotu [49,50].



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je nalézt nejvhodnější potencionální náhradu za fosforečnany do jemně mělněných masných výrobků. Důvod, proč je hledána náhrada za fosforečnany, je především zvýšení nutriční hodnoty těchto výrobků. V současné době člověk konzumuje masné výrobky téměř denně, což má za následek nadměrný příjem sodíku a fosforu, v nich obsažených. Výzkum je složen ze tří fází. V první fázi byly přidávány vybrané fosforečnany a byl pozorován jejich vliv na technologické vlastnosti v masných výrobcích. Ve druhé fázi byla přidávána amarantová moučka, u níž se zkoumal vliv na technologické vlastnosti. Ve třetí fázi výzkumu byl přidáván do masných výrobků vybraný fosforečnan o určité koncentraci z první fáze výzkumu v kombinaci s amarantovou moučkou z druhé fáze výzkumu. Pozorované technologické vlastnosti ve všech fázích experimentu jsou vaznost, ztráty vařením, pH a texturní vlastnosti – tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Experiment byl vykonáván za laboratorních podmínek v období od listopadu 2012 do dubna 2014.

## 7 METODIKA PRÁCE

### 7.1 Materiál a metody

Pro experiment bylo použito strojně oddělené drůbeží maso výrobce Raciola Uherský Brod s.r.o. Strojně oddělené maso bylo dodáno ve zmrazených blocích o hmotnosti cca 2 kg. Dále byla použita dusitanová solící směs, fosforečnany od výrobce Fosfa a.s. Břeclav, amarantová moučka od výrobce RAPS GmbH & CO. KG Spolková republika Německo o granulaci 10  $\mu\text{m}$  a chlazená voda o teplotě 1 – 2 °C.

Postup přípravy vzorků je následující. Den před experimentem byly zamražené bloky vytáhnutы z mrazáku a dány do chladničky, aby rozmrzly. Následující den bylo maso nakrájeno na kousky o velikosti cca 2x2x2 cm a naváženo na požadovanou hmotnost. Taktéž byly naváženy přídatné látky (včetně chlazené vody). Po těchto přípravách probíhalo mělnění - kutrování pomocí přístroje Vorwerk Thermomix TM 31 (Vorwerk, Německo). Jako první byly do kutru vloženy kostky masa, to bylo kutrované cca 10 s při 2000 ot/min. Poté byla k masu přidána dusitanová solící směs, fosforečnan a/nebo amarantová moučka. Voda o teplotě 1 – 2 °C byla přidávána postupně. Konečná teplota díla po kutrování byla do 12 °C. Takto připravené dílo bylo plněno do pěti skleněných nádob s uzávěrem TWIST – OFF. Čtyři sklenice byly na dně potřené rostlinným olejem. K měření textury byly naplněny tři vymazané sklenice. K měření WHC a vlhkosti byla naplněna jedna vymazaná sklenice a k měření ztrát vařením byla naplněna do poloviny objemu jedna nevymazaná sklenice. Vzorky připravené na měření textury a WHC s vlhkostí byly dány do konvektomatu, kde byly zahřívány po dosažení teploty v jádře díla 70 °C po dobu 10 minut. Po ukončení tepelného zákroku bylo provedeno chlazení ve studené vodě s ledem po dobu 30 minut. Dále následovalo skladování v lednici při teplotě  $4 \pm 1$  °C po dobu 7 dní.

Vzorky na měření ztrát vařením (CL) byly naváženy na síťový obdélník. Rozměr ok síťového obdélníku byl 1 x 1 mm. Vzorky byly dány do sklenice a přichyceny víkem, tak aby se síťový obdélník se vzorkem nedotýkal dna sklenice. Následně byly takto připravené vzorky dány do konvektomatu, kde působila teplota 70 °C po dobu 10 minut v jádře za současného zachycení kapalného podílu. Po tomto zákroku byly vzorky opět zváženy a z hmotnosti před a po záhřevu byla podle následujícího vzorce vypočítána ztráta vařením.

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

Kde  $m_1$  hmotnost vzorku před záhřevem [g]

$m_2$  hmotnost vzorku po záhřevu [g]

Sušina, vlhkost a WHC (vaznost vody) byla stanovena po tepelném opracování vzorků a 20 hodinách skladování při teplotě  $4 \pm 1$  °C. Vzorky pro měření vlhkosti byly nejprve rozmělněny, naváženy cca 5 g vzorku do hliníkových misek, které obsahovaly předsušený mořský písek a pomocí skleněných tyčinek rozetřeny. Byly dány do sušárny a sušeny při 105 °C do konstantního úbytku hmotnosti. Sušina je pevný podíl, co zbude po sušení, naopak vlhkost je těkavý podíl, který byl během sušení odpařen. Vlhkost se vypočítá podle vztahu níže.

$$X = \frac{m_1 - m_2}{n} \cdot 100$$

Kde  $m_1$  hmotnost misky s tyčinkou, mořským pískem a navážkou před sušením [g]

$m_2$  hmotnost misky s tyčinkou, mořským pískem a navážkou po sušení [g]

$n$  hmotnost navážky [g]

Sušina je pak vypočtena jako  $1 - \text{vlhkost}$ . Aby byla vypočtena vaznost vody (WHC), pak musí být vypočtena hodnota  $Y$ . Ta je získána výpočtem hmotnostního zlomku odlučitelného podílu vlivem odstředivé síly. Vzorky byly nakrájeny na přibližně stejné plátky o hmotnosti  $5,00 \pm 0,50$  g. Do plastové zkumavky byla nejprve dána vata, poté vzorek zabalený ve dvou vrstvách filtračního papíru o poréznosti 5  $\mu\text{m}$ . Vzorek byl zvážen a dán do centrifugy. Centrifugace probíhala při 6000 ot/min po dobu 17 minut. Po vyjmutí z centrifugy byl vzorek opět zvážen. Výpočet hodnoty  $Y$ :

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

Kde  $m_1$  hmotnost vzorku před centrifugací [g]

$m_2$  hmotnost vzorku po centrifugaci [g]

Stanovení WHC je podle metody Villamonte et al. [32]. Její výpočet je uveden níže.

$$WHC = X \cdot Y$$

kde X vlhkost vzorku [%]

Y hmotnostní zlomek odlučitelného podílu vlivem odstředivé síly [%]

Pro měření textury byly použity vzorky, které byly skladovány 7 dní při teplotě  $4 \pm 1$  °C. Střední část těchto vzorků byla vykrojena pomocí dutého hliníkového válce, jehož průměr byl 35 mm. Následně byl tento válec na strunovém kráječi rozkrojen na 4 díly, z nichž byly dva středové použity pro texturní analýzu. Měření textury probíhalo na texturometru TA.XT plus od společnosti StableMicro systém s kruhovou sondou o průměru 100 mm. Rychlost pohybu sondy byla 2 mm/s. Výsledky byly vyhodnoceny v programu Exponent Lite v.4.0.13.0.

Pro měření pH byl použit vpichový pH metr Spearfor Food Testing od firmy Eutech Instruments. Měření pH probíhalo vpichem do výrobku po odběru jeho středové části. pH metr byl zasunut tak, aby celá měřicí špička byla ponořena do masa.

Všechny hodnoty měření byly podrobeny Grubbsovu testu pro posouzení odlehlých hodnot. V případě nalezení extrémní hodnoty, byla tato hodnota vyloučena z měření a byl znovu vypočten průměr se směrodatnou odchylkou.

## 7.2 Přídavné látky

V první fázi experimentu bylo vybráno 10 typů fosforečnanů, které měly příznivé technologické vlastnosti. Byly vybrány tyto fosforečnany: 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 ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>n</sub>. Tímto se ve svých pracích zabýval Jokl [51] a Long [52]. Fosforečnany byly přidávány o koncentracích 0,00 % – 0,45 % (w/w) po kroku 0,05 % (w/w).

Ve druhé fázi experimentu byla přidávána amarantová moučka o koncentracích 0,00 % (kontrolní), 0,25 %, 0,50 %, 0,75 %, 1,00 %, 1,25 %, 1,50 %, 1,75 %, 2,00 % (w/w).

Ve třetí fázi experimentu byl vybrán fosforečnan z první fáze, konkrétně SAPP ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) o koncentracích 0,20 % a 0,40 % a byla k němu přidávána amarantová moučka o koncentracích 0,00 % – 2,00 % (w/w) po kroku 0,25 % (w/w).

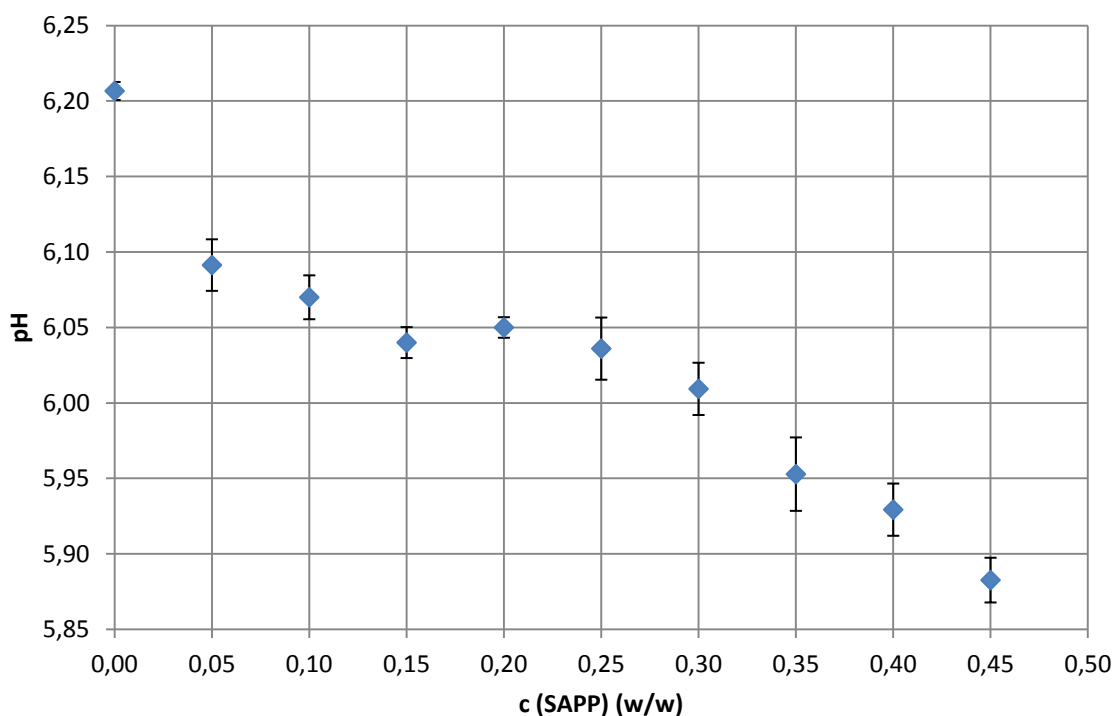
## 8 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 8.1 Dihydrogendifosforečnan sodný (SAPP)

Vybraný difosforečnan byl přidáván do masných výrobků v koncentraci od 0,00 % (kontrola) do 0,45 % po kroku 0,05 % (w/w). U těchto vzorků bylo měřeno pH, CL, WHC a texturní vlastnosti.

#### 8.1.1 Vliv přídavku SAPP na pH

V příloze I (tabulka 1) jsou uvedeny všechny průměrné hodnoty pH. V grafu 1 byla vynesena závislost pH na přídavku SAPP.

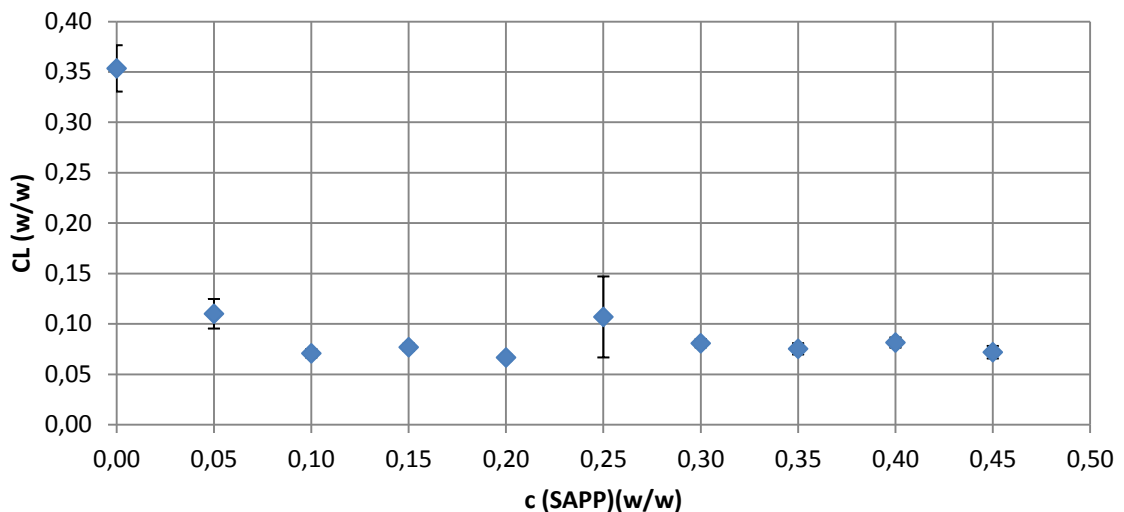


Graf č. 1: Závislost pH na koncentraci SAPP

V grafu je zřejmé, že přídavek dihydrogendifosforečnanu sodného oproti kontrole způsobil pokles z pH 6,21 na pH 6,09, což bylo předpokládáno, protože SAPP je kyselý fosforečnan. Dochází zde k mírnému poklesu pH, který je nad koncentrací 0,35 % (w/w) SAPP patrnější.

#### 8.1.2 Vliv přídavku SAPP na ztráty vařením (CL)

Průměrné hodnoty ztrát vařením jsou uvedeny v příloze I (tabulka 1) a grafu 2.

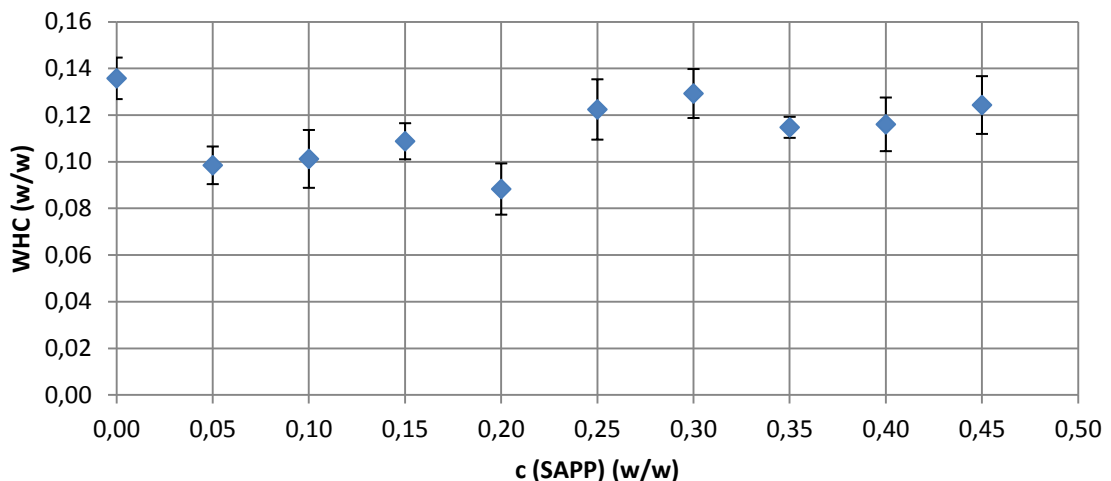


Graf č. 2: Závislost CL na koncentraci SAPP

Z grafu je patrné, že přidavek SAPP snižuje ztráty vařením. Pokles ztrát vařením je po přidavku SAPP snížen skokově. Po tomto snížení jsou hodnoty CL na téměř stejné úrovni. Nejvíce CL snižuje přidavek SAPP o koncentraci 0,20 % a 0,40 %, proto byl také vybrán do kombinace s amarantem.

### 8.1.3 Vliv přidavku SAPP na vaznost (WHC)

Průměry vypočtených hodnot jsou uvedeny v příloze I (tabulka 1). Graf 3 popisuje závislost WHC na zvyšující se koncentraci SAPP.



Graf č. 3: Závislost WHC na koncentraci SAPP

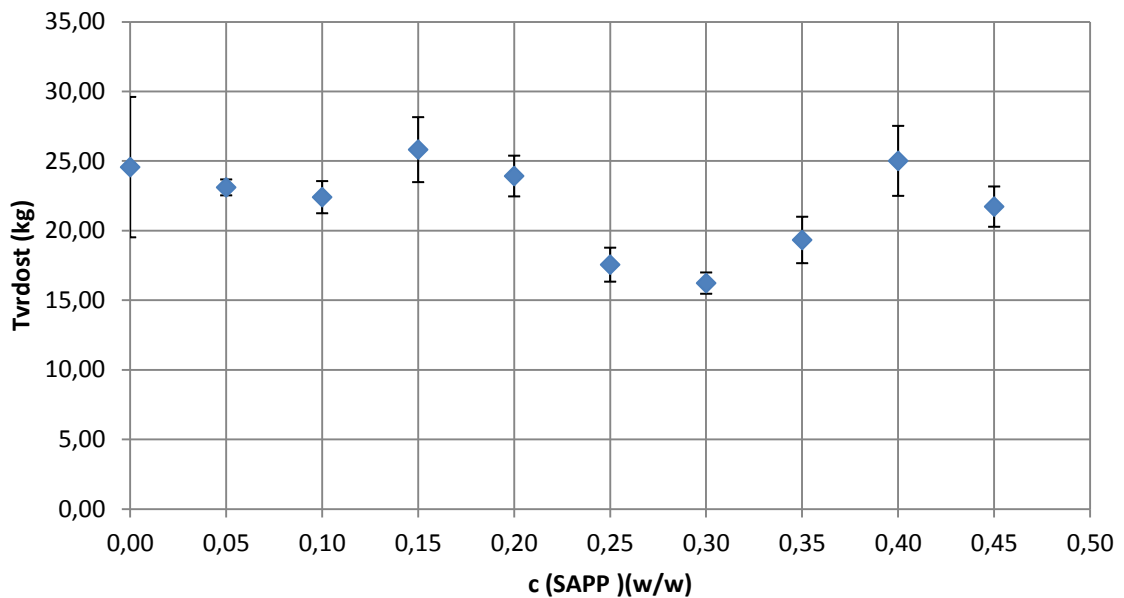
V grafu je zřetelné, že přidavek 0,30 % (w/w) SAPP nejvíce zvyšuje vaznost vody, naopak nejmenší schopnost vázat vodu má vzorek o koncentraci 0,20 % (w/w) SAPP. Se zvyšující

se koncentrací SAPP dochází nejprve k mírnému poklesu vaznosti vody a od koncentrace 0,25 % (w/w) SAPP k postupnému zvýšení.

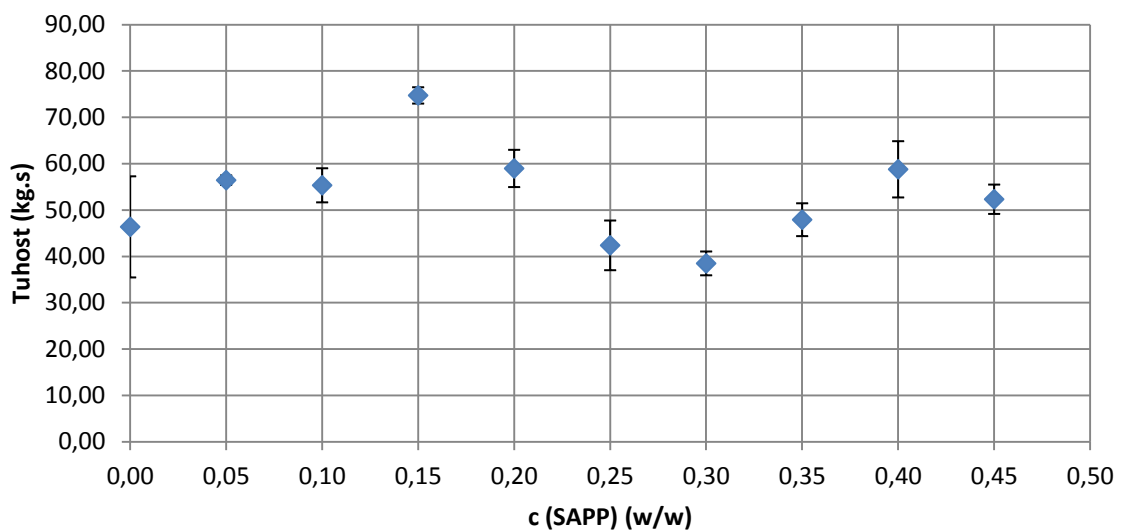
#### 8.1.4 Vliv přídavku SAPP na texturní vlastnosti

##### Tvrdoost a tuhost

Průměrné hodnoty měření tuhosti a tvrdosti jsou uvedeny v příloze I (tabulka 2). Graf 4 a 5 zobrazuje závislost tvrdosti a tuhosti na zvyšující se koncentraci SAPP.



Graf č. 4: Závislost tvrdosti na koncentraci SAPP



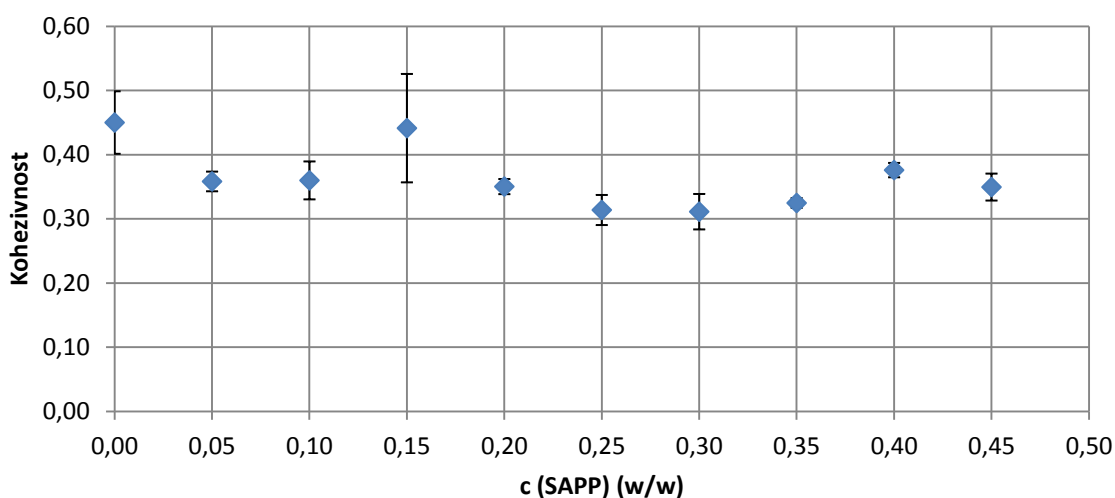
Graf č. 5: Závislost tuhosti na koncentraci SAPP



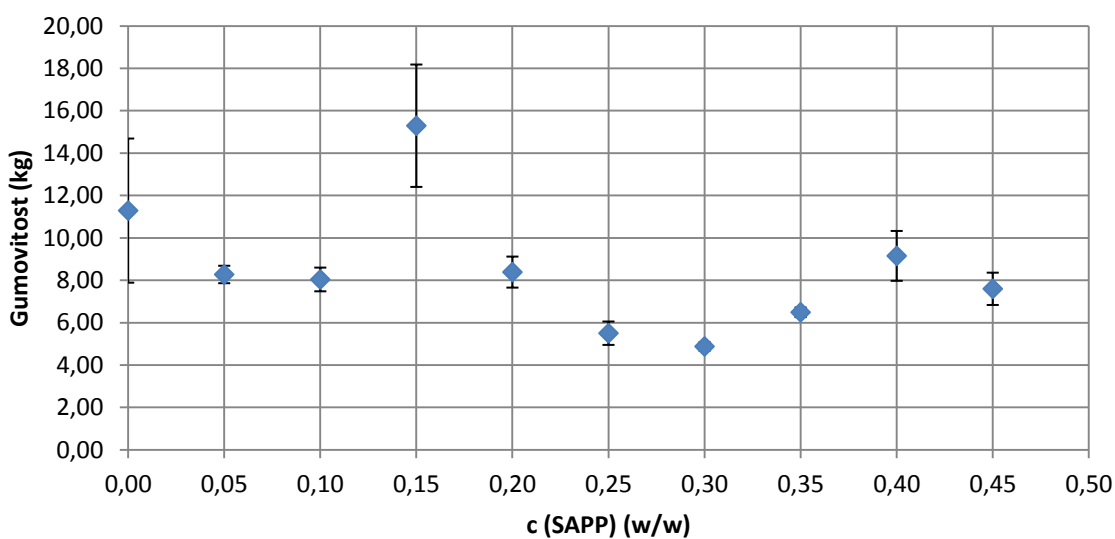
Tvrдост vzorku přidavkem SAPP je podle údajů v grafu vyšší, než u kontroly a to v koncentraci 0,15 % a 0,40 % (w/w). U ostatních vzorků s přidavkem SAPP je tvrdost nižší než bez přidavku fosforečnanu. Tuhost vzorku byla přidavkem SAPP zvýšena, kromě vzorků o koncentraci 0,25 % a 0,30 % (u těchto byla snížena oproti kontrole). Nejvyšší hodnotu tuhosti měl výrobek s koncentrací 0,15 % (w/w).

### Kohezivnost a gumovitost

Údaje pro kohezivnost a gumovitost jsou uvedeny v příloze I (tabulka 2). Tyto hodnoty jsou graficky znázorněny v grafech 6 a 7.



Graf č. 6: Závislost kohezivnosti na koncentraci SAPP



Graf č. 7: Závislost gumovitosti na koncentraci SAPP

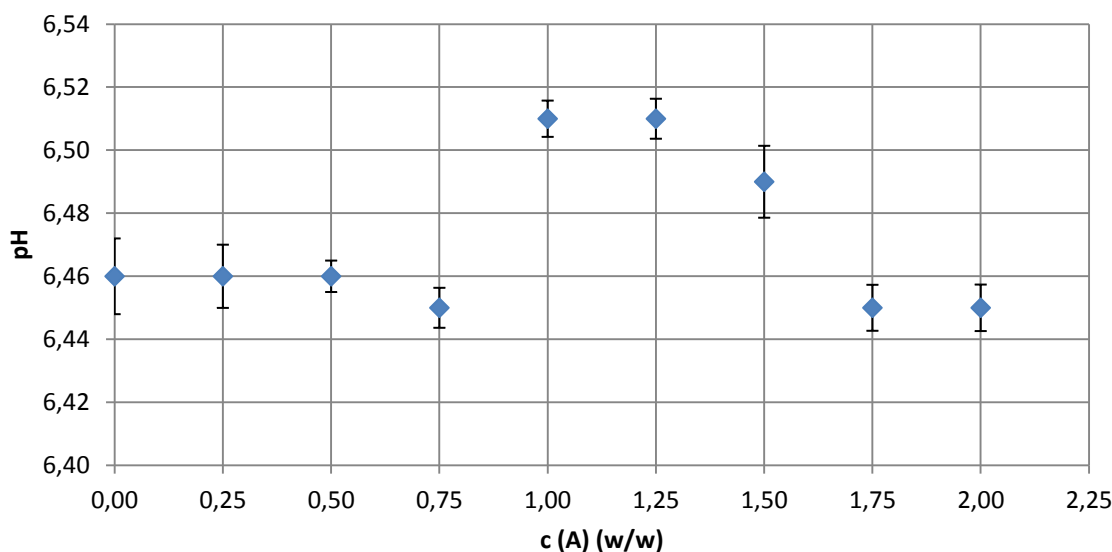
Kohezivnost vzorků vlivem přidavku SAPP klesá. Nejvyšší kohezivnost má vzorek o koncentraci 0,15 % SAPP. Z hlediska gumovitosti mají vzorky s přidavkem SAPP spíše nižší hodnoty tohoto parametru než vzorek bez přidavku fosforečnanu. Avšak vzorek s koncentrací 0,15 % SAPP má vyšší hodnotu gumovitosti než kontrolní vzorek.

## 8.2 Amarant

U přidavku amarantové moučky do masných výrobků bylo měřeno pH výrobku, ztráty vařením (CL), vaznost vody (WHC) a textura. Z textury byla měřena tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Koncentrace amarantu byla od 0,00 % – 2,00 % po kroku 0,25 % (w/w).

### 8.2.1 Vliv přidavku amarantu na pH

V příloze II (tabulka 3) jsou uvedeny naměřené hodnoty pH. V grafu 8 je znázorněna závislost pH na přidavku amarantu.

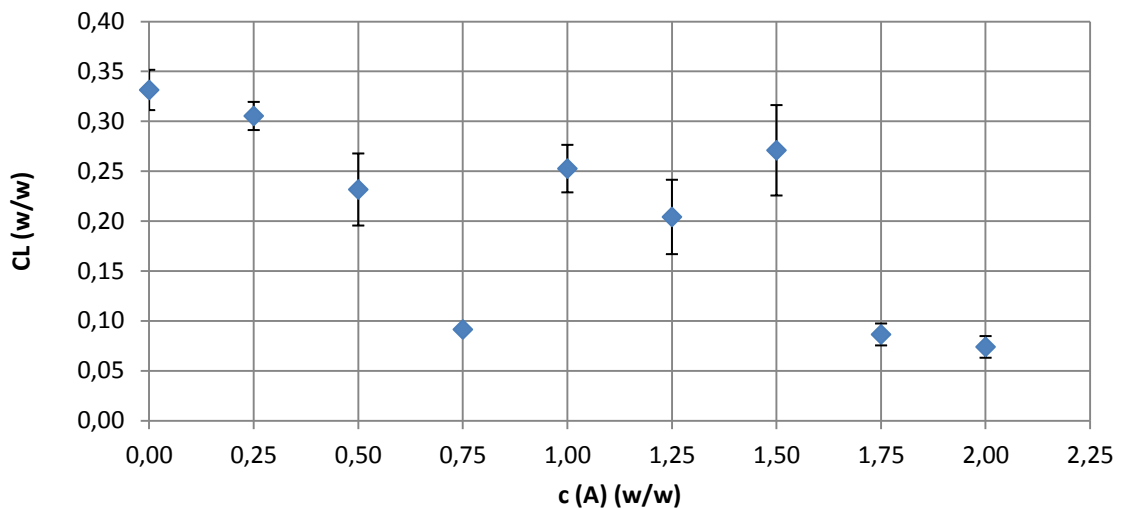


Graf č. 8: Závislost pH na rostoucí koncentraci amarantu

V grafu je patrné, že od koncentrace 0,25 % – 0,75 % (w/w) amarantu ve výrobku se pH mírně snižuje z hodnoty pH 6,46 (kontrolní vzorek) na hodnotu pH 6,45. U koncentrace amarantu 1,00 % – 1,25 % (w/w) dojde k prudkému nárůstu pH až na hodnotu 6,51. Poté u rostoucí koncentrace amarantu dojde ke snížení pH na hodnotu 6,45.

### 8.2.2 Vliv přidavku amarantu na ztráty vařením (CL)

Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze II (tabulka 3). Údaje jsou zobrazeny v grafu 9.

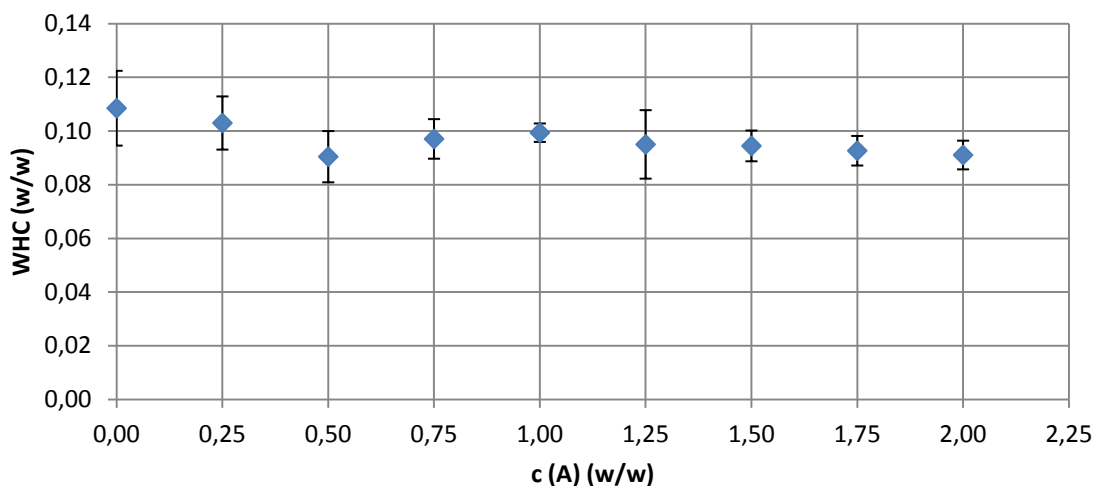


Graf č. 9: Závislost CL na rostoucí koncentraci amarantu

Z grafu vyplývá, že přidavek amarantu snižuje ztráty vařením oproti kontrolnímu vzorku. Nejnižší ztráty byly u koncentrace 0,75 %, 1,75 % a 2,00 % (w/w) amarantu. Od koncentrace amarantu 1,75 % (w/w) došlo k prudkému snížení ztrát vařením.

### 8.2.3 Vliv přidavku amarantu na WHC

Vypočtené hodnoty pro vaznost jsou uvedeny v příloze II (tabulka 3). Tyto hodnoty jsou zobrazeny v grafu 10.



Graf č. 10: Závislost WHC na koncentraci amarantu

V grafu je patrné, že vaznost je vlivem amarantu mírně snižována oproti kontrolnímu vzorku. Nejvyšší vaznost je v koncentraci 0,50 % a 2,00 % (w/w) amarantu. Naopak

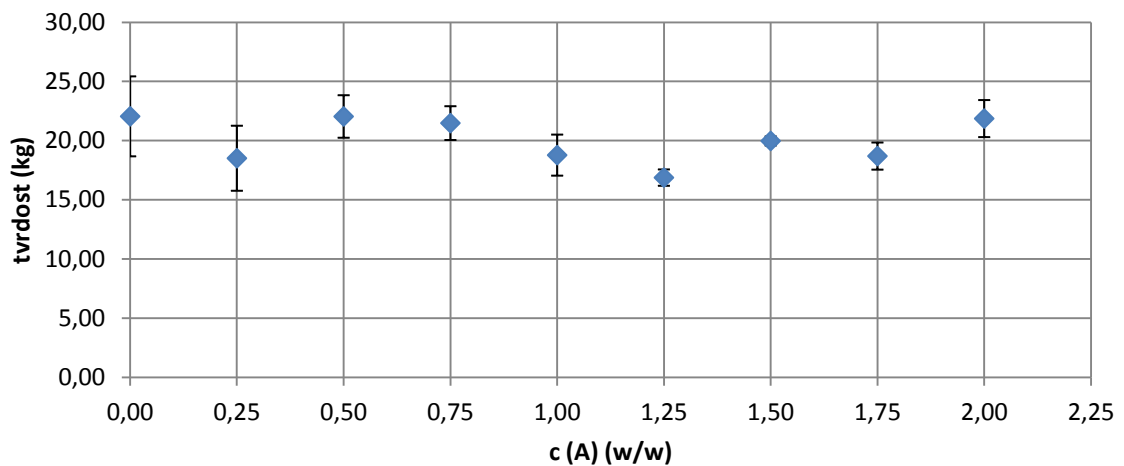
nejvyšší vaznost je v koncentraci 0,25 % (w/w) amarantu. Nejvyšší vaznost má však kontrolní vzorek bez přídavku amarantu.

#### 8.2.4 Vliv přídavku amarantu na texturní vlastnosti

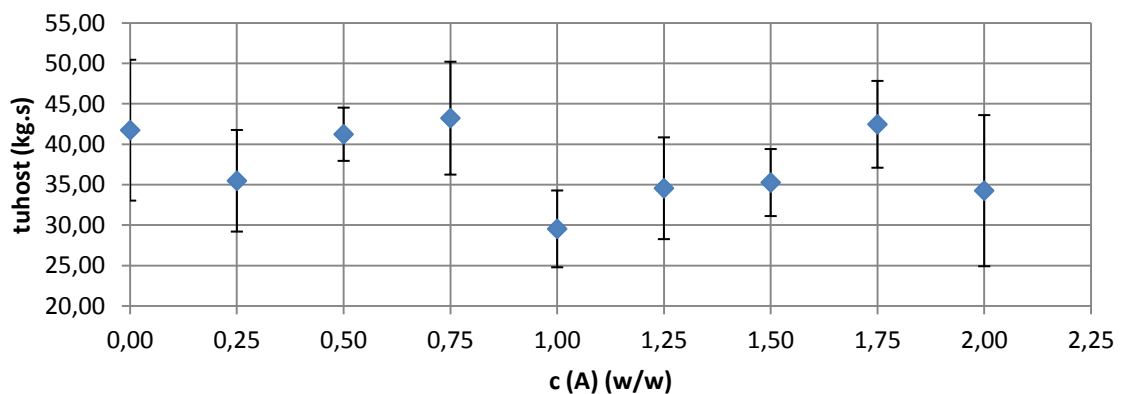
Texturní vlastnosti byly měřeny podle uvedené metodiky. Byla vyhodnocena tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost.

##### Tvrdość a tuhost

Průměrné hodnoty pro tvrdost jsou uvedeny v příloze II (tabulka 4). Tyto údaje jsou zaznamenány v grafu 11 pro tvrdost a 12 pro tuhost.



Graf č. 11: Závislost tvrdosti na koncentraci amarantu



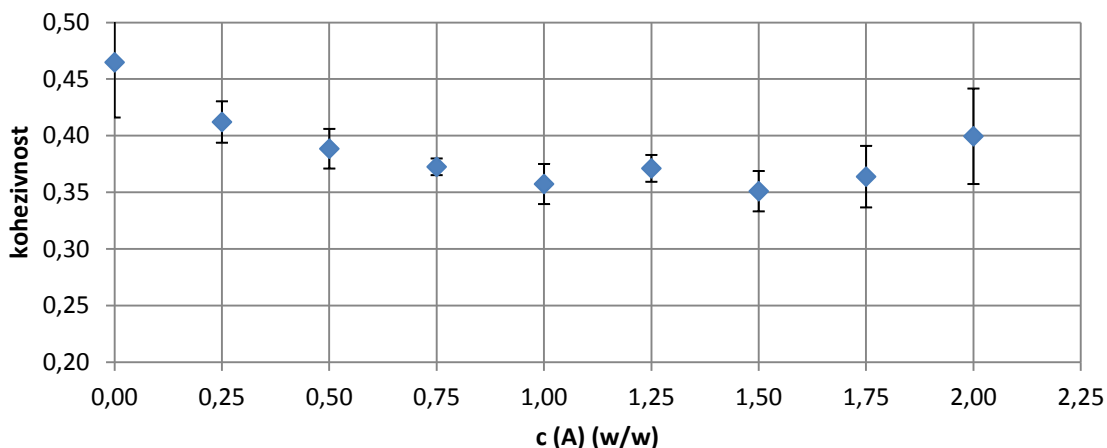
Graf č. 12: Závislost tuhosti na koncentraci amarantu

Z grafu 11 je patrné, že nejmenší tvrdost má výrobek o koncentraci 1,25 % amarantu, zatímco největší tvrdost má výrobek o koncentraci 0,50 % amarantu. Tvrďší než kontrola nebyl žádný vzorek, tudíž, lze říci, že amarant tvrdost nezvyšuje. Graf 12 popisuje

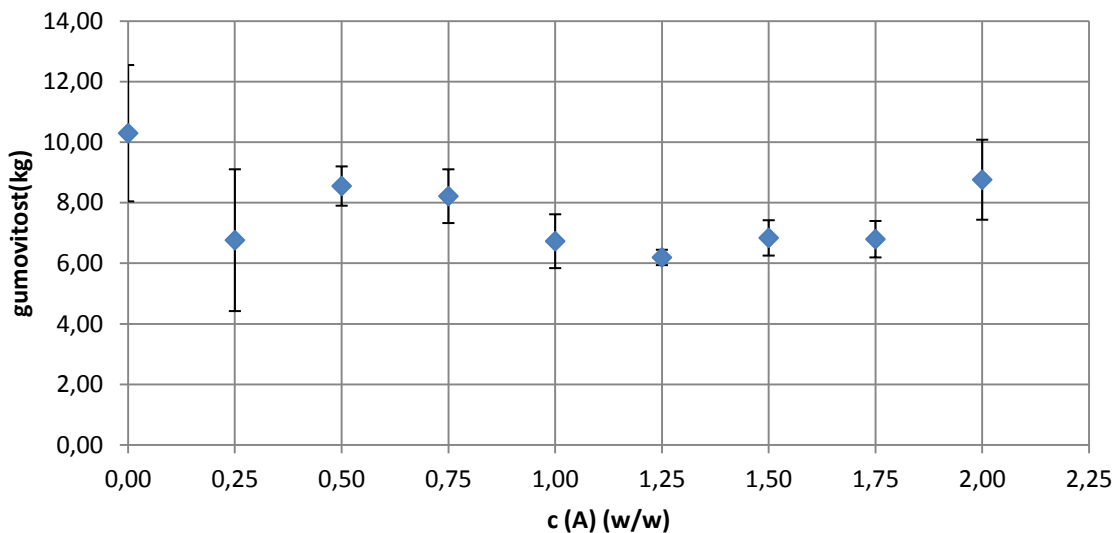
závislost tuhosti na koncentraci amarantu. Vzorek o koncentraci 0,75 % amarantu je více tuhý než kontrola. Zatímco vzorek o koncentraci 1,00 % amarantu má nejnižší tuhost.

### Kohezivnost a gumovitost

Průměrné hodnoty získané vyhodnocením jsou uvedeny v příloze II (tabulka 4). Tyto hodnoty jsou uvedeny v grafu 13 pro kohezivnost a grafu 14 pro gumovitost.



Graf č. 13: Závislost kohezivnosti na koncentraci amarantu



Graf č. 14: Závislost gumovitosti na koncentraci amarantu

V grafu je patrné, že kohezivnost klesá do koncentrace 1,50 % (w/w) amarantu, ale od koncentrace 1,75 % do 2,00 % (w/w) amarantu opět stoupá. Kohezivnost přídatku amarantu je nižší než kohezivnost kontrolního vzorku. Gumovitost je přídatkem amarantu

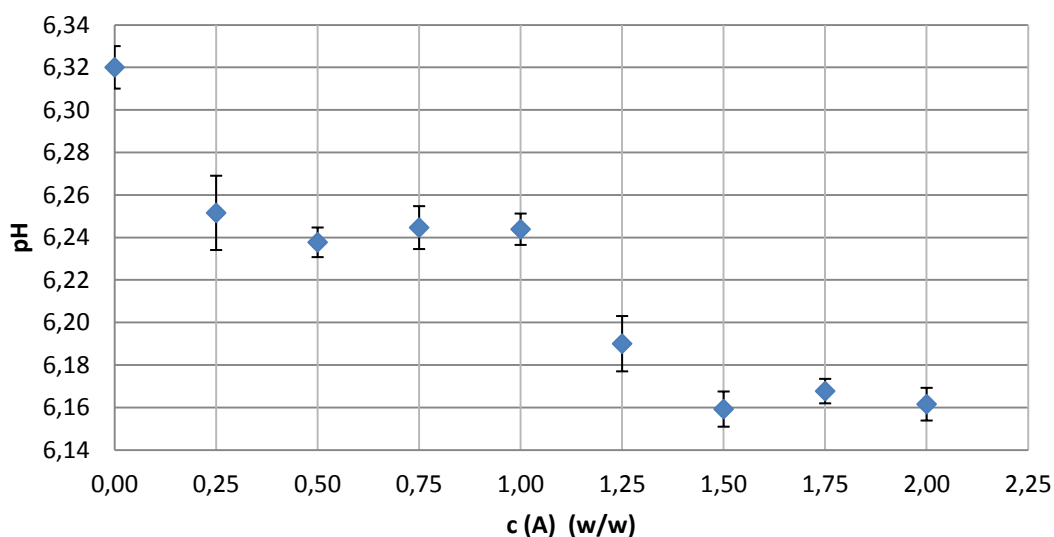
nižší než bez přídavku amarantu. Nejprve až po koncentraci 1,25 % amarantu gumovitost klesá, ale od hodnoty 1,50 % mírně stoupá až do koncentrace 2,00 % (w/w).

### 8.3 Kombinace SAPP s amarantem

Priorita při výběru fosforečnanu, který by byl vhodný ke kombinaci s amarantem, byly nízké ztráty vařením výrobků. Nejnižší ztráty vařením se projevily při koncentracích SAPP 0,20 % a 0,40 % (w/w). Byl tedy přidáván v těchto dvou koncentracích. Amarant byl přidáván o koncentracích 0,00 % – 2,00 % (w/w) po kroku 0,25 % (w/w). Byly sledovány tyto technologické znaky: pH, Cl (ztráty vařením), WHC (vaznost vody) a texturní vlastnosti (tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost). Nejprve jsou uvedeny výsledky s přídavkem 0,20% (w/w) koncentrace SAPP a amarantu a poté s 0,40% (w/w) SAPP s amarantem.

#### 8.3.1 Vliv přídavku amarantu s 0,20% (w/w) SAPP na pH

Jak je již popsáno v metodice, pH bylo měřeno vpichovým pH metrem. Výsledky jsou uvedeny v příloze III (tabulka 5). Byl vytvořen graf 15 závislosti pH na zvyšující se koncentraci amarantu.

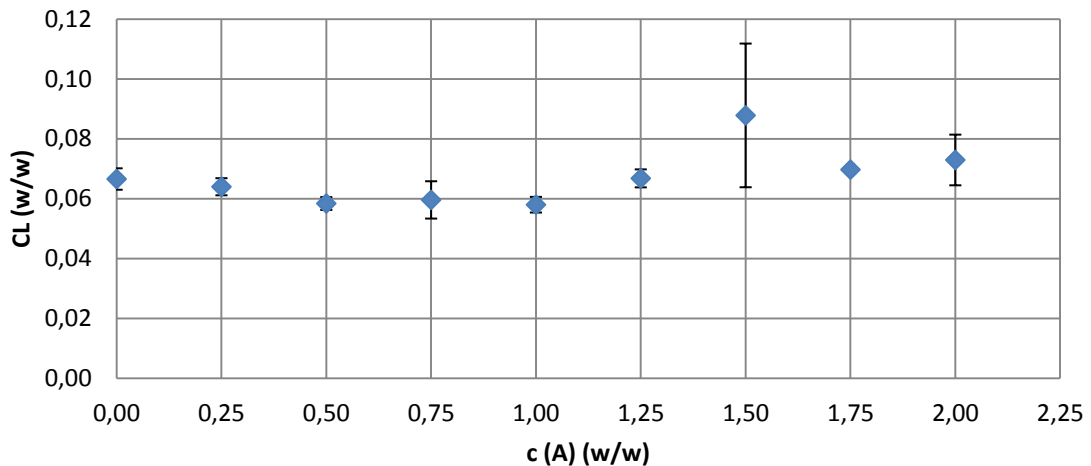


Graf č. 15: Závislost pH na koncentraci amarantu se SAPP 0,20% (w/w)

Jak je patrné z grafu se zvyšující koncentrací amarantu v kombinaci s 0,20% (w/w) SAPP, dochází ke snížení pH z hodnoty 6,25 na hodnotu 6,16. Nejvyšší pH bylo u koncentrace 0,25 % (w/w) amarantu. Oproti kontrolnímu vzorku došlo k prudkému poklesu pH. K dalšímu skokovému poklesu pH došlo po koncentraci 1,00 % (w/w) amarantu.

### 8.3.2 Vliv přidavku amarantu s 0,20% (w/w) SAPP na ztráty vařením (CL)

Výsledky CL jsou uvedeny v příloze III (tabulka 5) a v grafu 16. Ztráty vařením byly stanoveny dle uvedené metodiky.

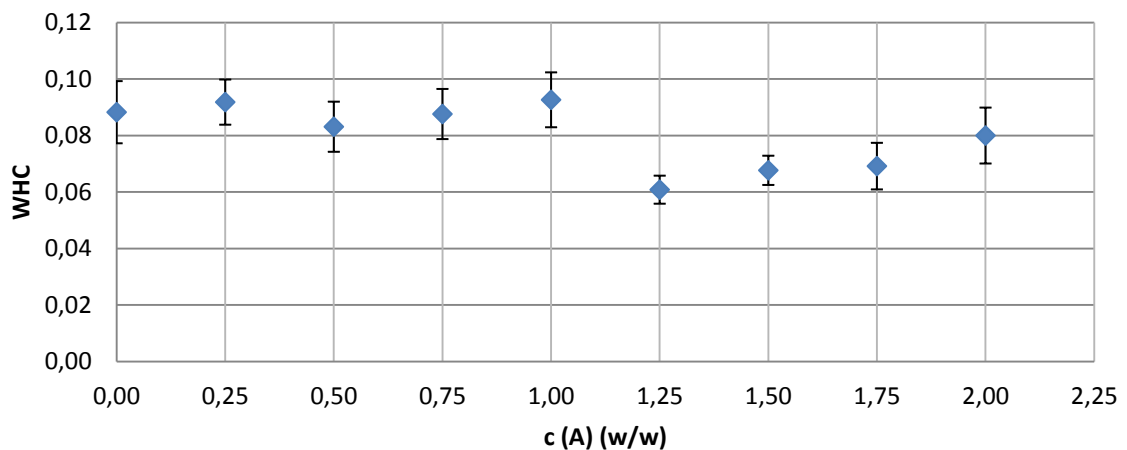


Graf č. 16: Závislost ztrát vařením na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP

Z výsledků nelze jednoznačně říci, že ztráty vařením jsou snižovány s rostoucí koncentrací amarantu v kombinaci s 0,20% (w/w) SAPP. Do koncentrace 1,00 % (w/w) lze zaznamenat mírný pokles CL, ale od této hodnoty po koncentraci 1,50 % (w/w) jde pozorovat nárůst a poté opět mírný pokles. Nejnižší CL byly v koncentraci 1,00 % (w/w) amarantu.

### 8.3.3 Vliv přidavku amarantu s 0,20% (w/w) SAPP na WHC

Výpočtu WHC předcházelo měření vlhkosti (sušiny). Z níž byla numericky vypočítána vaznost vody. Výsledky jsou uvedeny v příloze III (tabulka 5) a grafu 17.



Graf č. 17: Závislost WHC na zvyšující se koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP

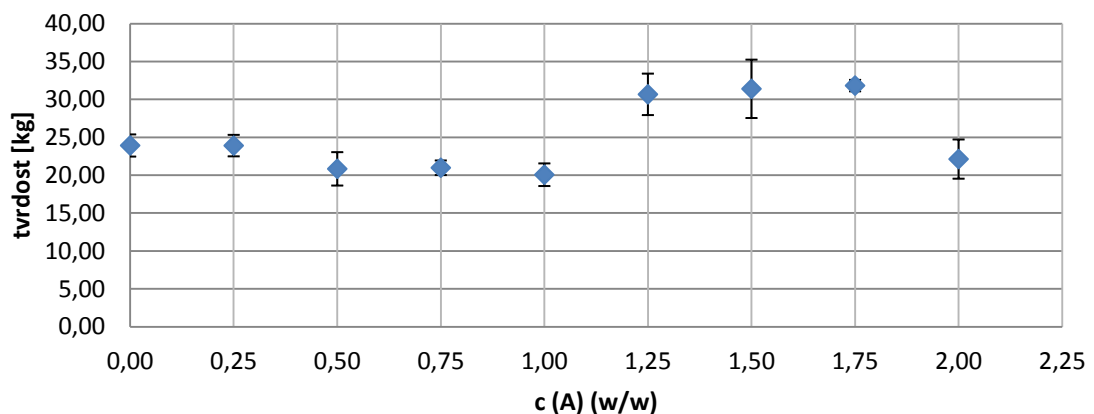
Z grafu je zcela patrné, že s rostoucí koncentrací amarantu vaznost stoupá, ale mezi koncentracemi 1,00 % a 1,25 % (w/w) strmě spadne. Od koncentrace 1,25 % opět stoupá, ne však na vyšší hodnotu než při koncentraci 1,00 % (w/w), kdy bylo dosaženo maximální vaznosti. Nejvyšší vaznost vody byla zaznamenána u koncentrace 1,00 % amarantu s kombinací 0,20% (w/w) SAPP.

#### 8.3.4 Vliv přídavku amarantu s 0,20% SAPP (w/w) na texturní vlastnosti

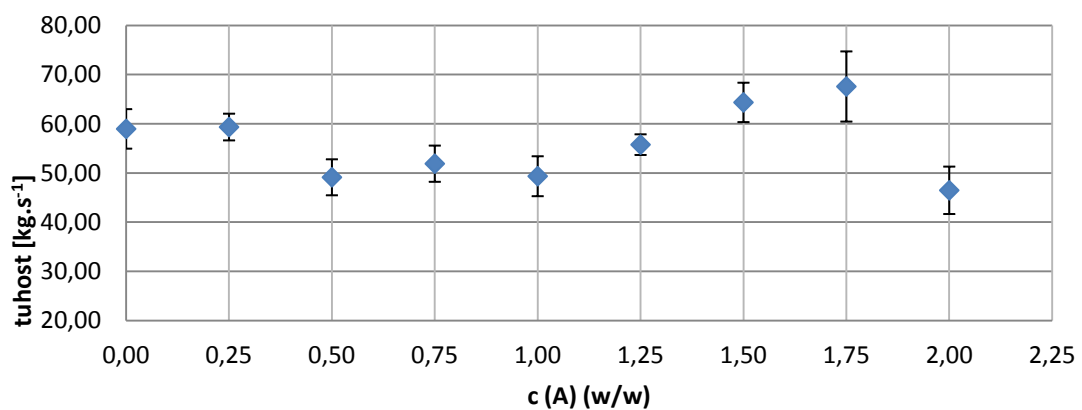
Z texturních vlastností byly pozorovány tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost. Gumovitost a kohezivnost byly vypočítány podle vztahů uvedených v metodice práce.

#### Vliv přídavku amarantu s 0,20% SAPP (w/w) na tvrdost a tuhost

Výsledky jsou uvedeny v příloze III (tabulka 6). Závislosti těchto texturních vlastností na zvyšující se koncentraci amarantu v kombinaci s 0,20% (w/w) SAPP jsou uvedeny v grafech 18 pro tvrdost a 19 pro tuhost.



Graf č. 18: Závislost tvrdosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP



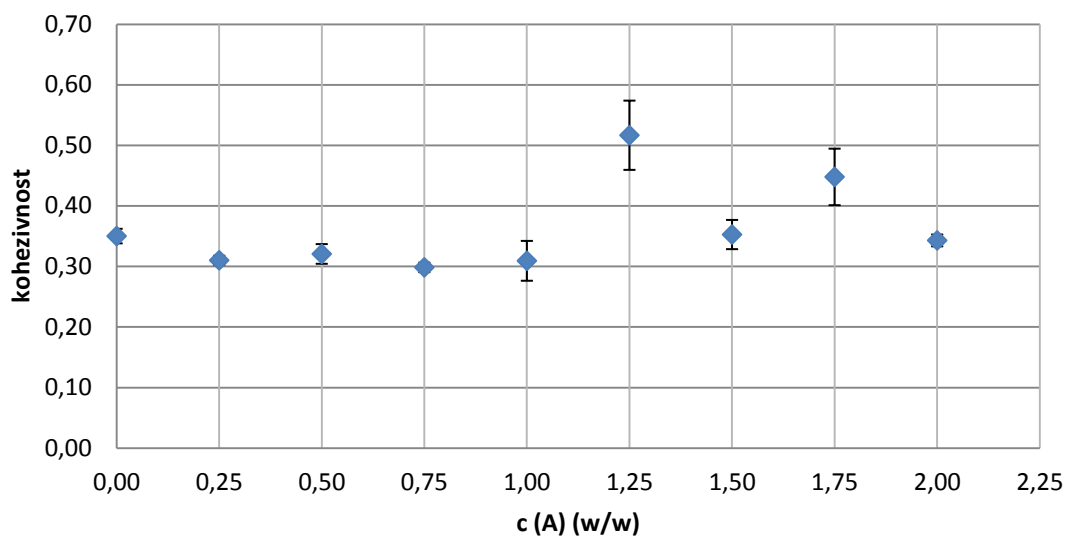
Graf č. 19: Závislost tuhosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP



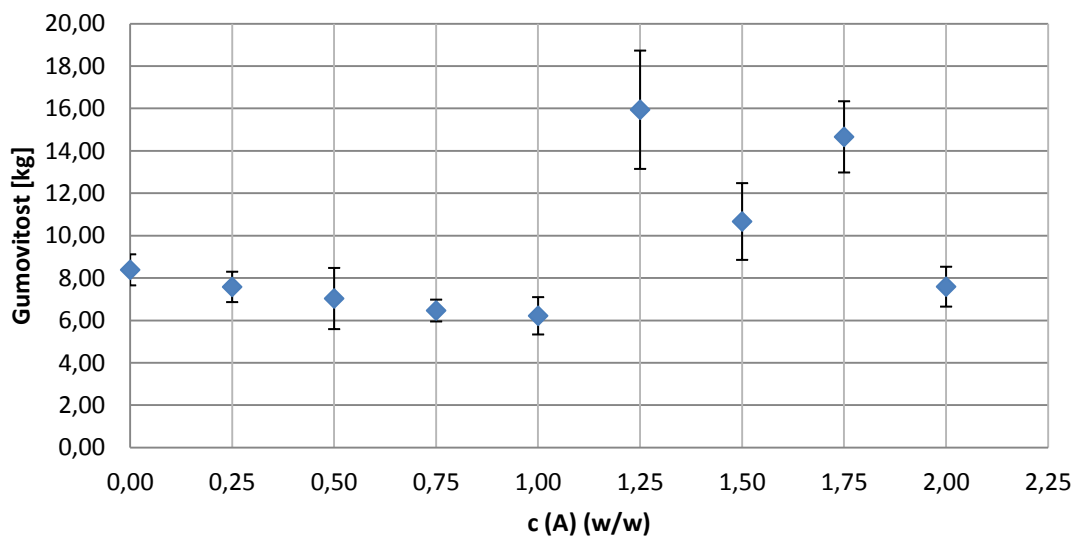
Z hodnot lze usoudit, že při koncentraci amarantu 1,25 – 2,00 % v kombinaci s 0,20% (w/w) SAPP je tvrdost nejvyšší. Ovšem nejvyšší tuhost nabývá masný výrobek při koncentraci amarantu 1,75 % a nejnižší o koncentraci 2,0 % (w/w).

### Vliv přídavku amarantu s 0,20% (w/w) SAPP na kohezivnost a gumovitost

V příloze III (tabulka 6) jsou uvedeny výsledky pro texturní vlastnosti kohezivnost a gumovitost. V grafu 20 je znázorněna závislost kohezivnosti na rostoucí koncentraci amarantu v kombinaci s 0,20% (w/w) SAPP a v grafu 21 je uvedena závislost gumovitosti na rostoucí koncentraci amarantu.



Graf č. 20: Závislost kohezivnosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP

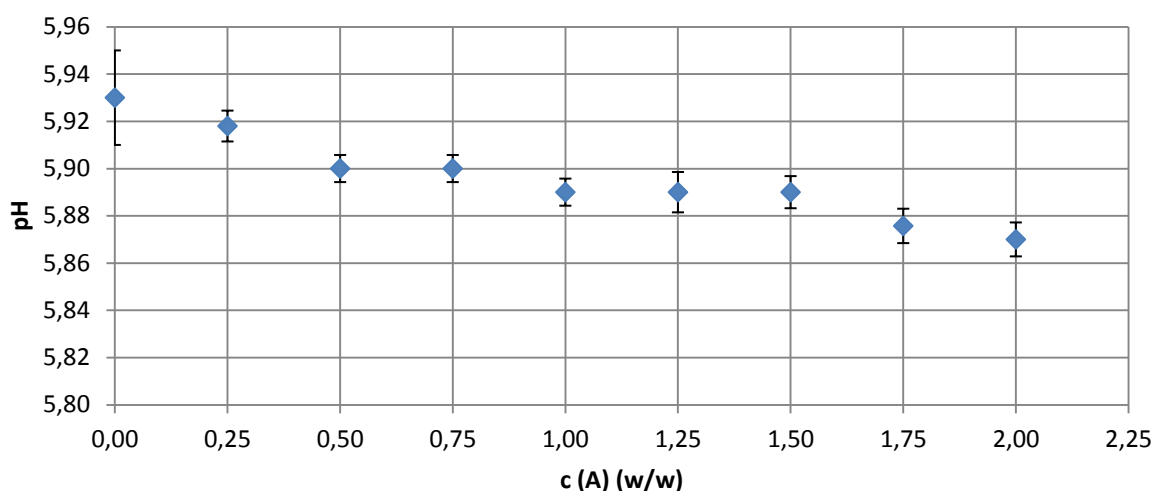


Graf č. 21: Závislost gumovitosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP

Z grafu je patrné, že nejvyšší kohezivnost má masný výrobek, který obsahuje 1,25 % amarantu v kombinaci s 0,20% (w/w) SAPP. Také poměrně vysokou hodnotu kohezivnosti vykazuje výrobek o koncentraci 1,75 % (w/w) amarantu. Nejvyšší hodnotu gumovitosti vykazují výrobky o koncentraci 1,25 % – 1,75 % amarantu v kombinaci s 0,20% (w/w) SAPP.

### 8.3.5 Vliv přidavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na pH

Průměry naměřených hodnot pH jsou uvedeny v příloze IV (tabulka 25). Tyto hodnoty byly vyneseny do grafu 22.

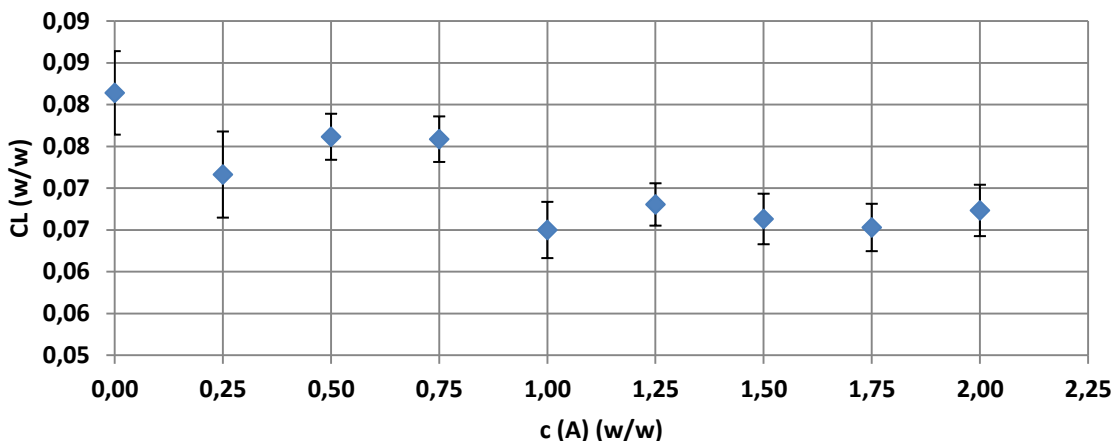


Graf č. 22: Závislost pH na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP

Z naměřených hodnot vyplývá, že s rostoucí koncentrací amarantu v kombinaci s 0,40% (w/w) SAPP hodnota pH klesá. Nejvyšší hodnota pH byla naměřena ve výrobku o koncentraci 0,25 % (w/w) amarantu (hodnota pH 5,92) a naopak nejnižší hodnota byla ve výrobku o koncentraci 2,00 % (w/w) amarantu (hodnota pH 5,87).

### 8.3.6 Vliv přidavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na CL

Výsledky ztrát vařením jsou uvedeny v příloze IV (tabulka 7) a tyto výsledky byly znázorněny v grafu 23.

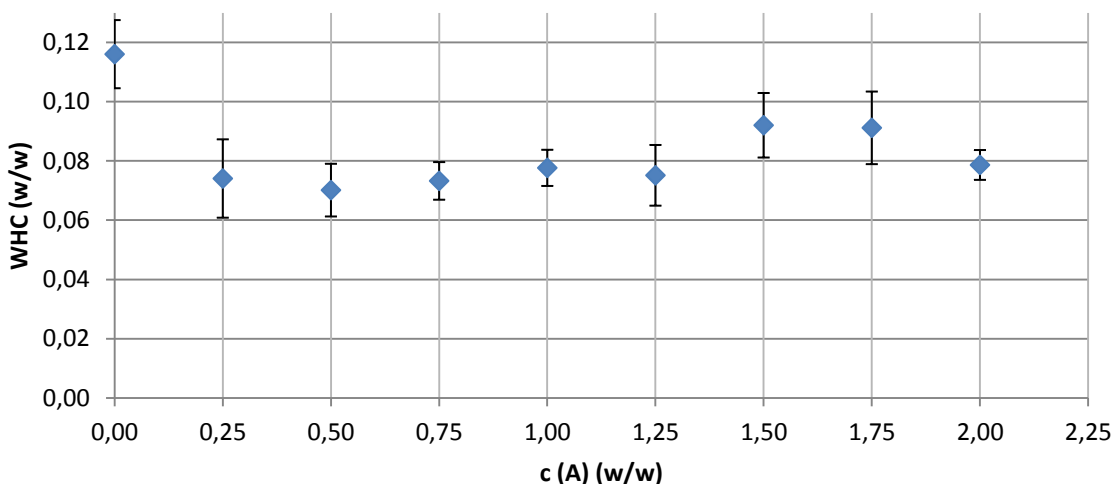


Graf č. 23: Závislost CL na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP

Ztráty vařením v závislosti na rostoucí koncentraci amarantu v grafu ukazují, že od koncentrace 0,25 % – 0,75 % amarantu ztráty vařením rostou, ovšem u výrobku, jež byl o koncentraci 1,00 % amarantu, došlo k prudkému poklesu ztrát vařením. Od této hodnoty po koncentraci 2,00 % amarantu ve výrobku jsou ztráty vařením poměrně nízké.

### 8.3.7 Vliv přídavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na WHC

Výsledky WHC jsou uvedeny v příloze IV (tabulka 7) a grafu 24, kde je znázorněna závislost WHC na rostoucí koncentraci amarantu v kombinaci s 0,40% (w/w) SAPP.



Graf č. 24: Závislost WHC na koncentraci amarantu v kombinaci s 0,40% (w/w) SAPP

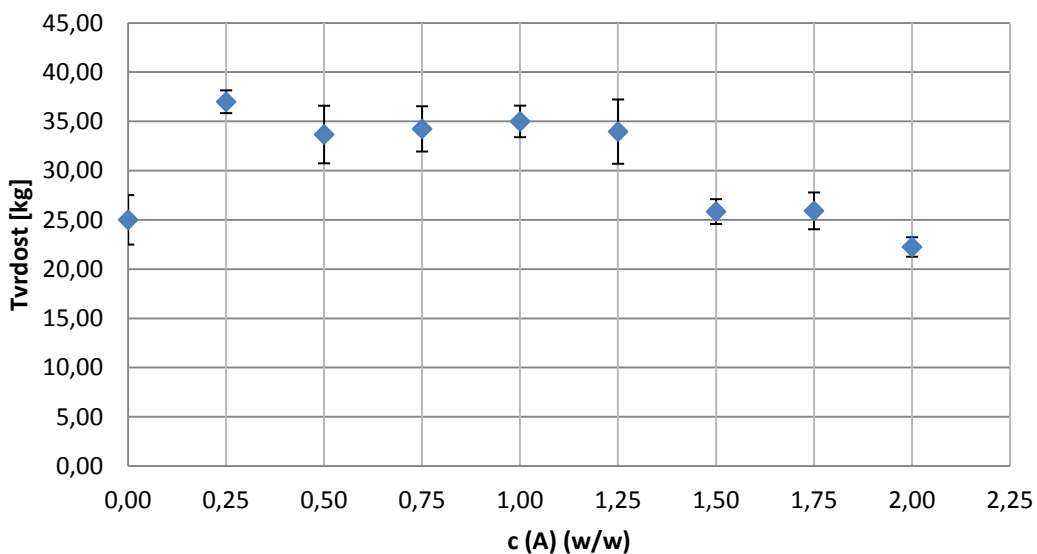
Z údajů je patrné, že vlivem rostoucí koncentrace amarantu, od 0,50 % po 1,75 % (w/w) vaznost vody roste. Nejvyšší je v koncentraci 1,50 %. Ovšem po koncentraci 1,75 % (w/w) vaznost klesá.

### 8.3.8 Vliv přídavku amarantu s 0,40% (w/w) SAPP na texturní vlastnosti

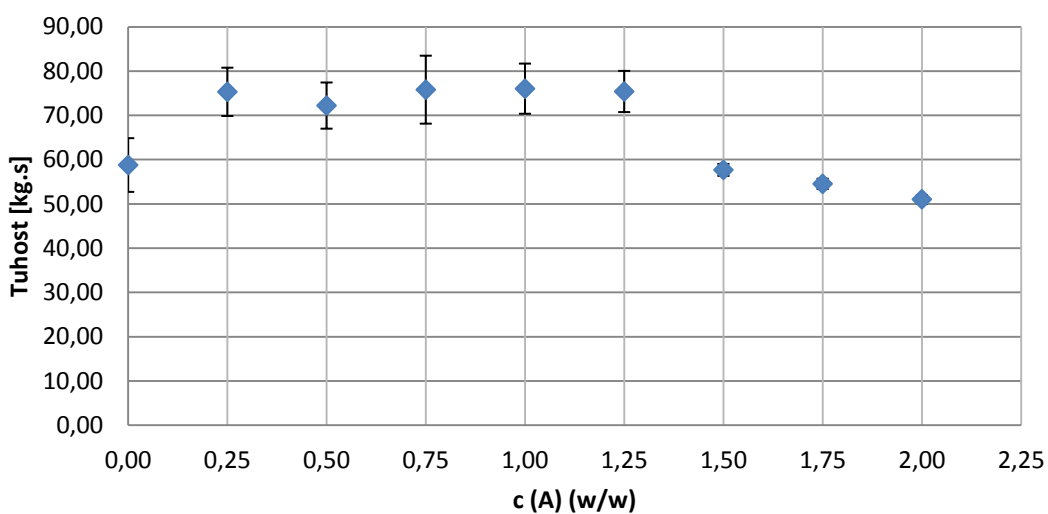
Měřené a vyhodnocené texturní vlastnosti u této koncentrace fosforečnanu jsou stejné jako u předchozího. To znamená, že byly měřeny a vyhodnoceny tvrdost, tuhost, kohezivnost a gumovitost.

#### Vliv přídavku amarantu s 0,40% SAPP na tvrdost a tuhost

Průměrné hodnoty jsou uvedeny v příloze IV (tabulka 7). Závislosti těchto texturních parametrů jsou znázorněny v grafu 25 pro tvrdost a 26 pro tuhost.



Graf č. 25: Závislost tvrdosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP

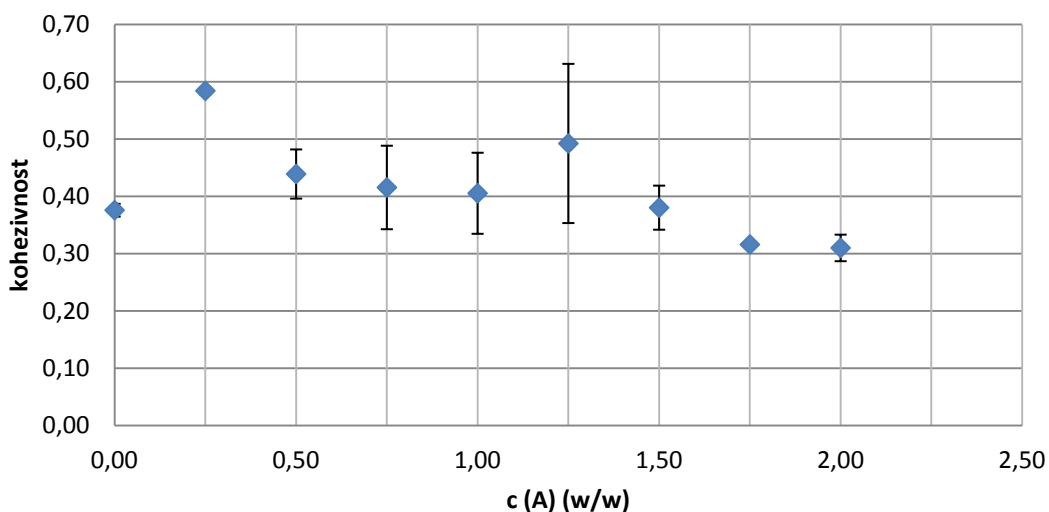


Graf č. 26: Závislost tuhosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP

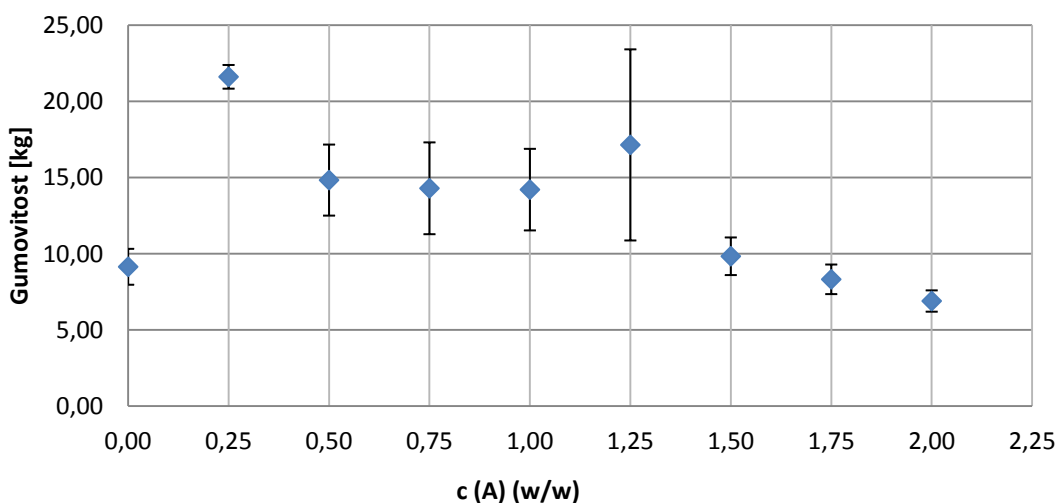
Z grafu 25 vyplývá, že se zvyšující koncentrací amarantu v kombinaci s 0,40% SAPP klesá tvrdost výrobku. Největší tvrdost je u výrobku s koncentrací 0,25 % amarantu a nejnižší je u výrobku s 2,00 % amarantu. V grafu 26 lze zpozorovat také klesající tendenci tuhosti výrobku s rostoucí koncentrací amarantu. Nejnižší hodnota tuhosti je v koncentraci 2,00 % (w/w) amarantu.

### Vliv přídavku amarantu s 0,40% SAPP na kohezivnost a gumovitost

Vypočtené hodnoty pro kohezivnost a gumovitost jsou uvedeny v příloze IV (tabulka 7). Závislosti těchto parametrů na zvyšující se koncentraci amarantu v kombinaci s 0,40% SAPP jsou zobrazeny v grafu 27 a 28.



Graf č. 27: Závislost kohezivnosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP



Graf č. 28: Závislost gumovitosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP

Kohezivnost výrobků připravených s amarantem a 0,40% SAPP s rostoucí koncentrací amarantu klesá. Nejvyšší je u výrobku s koncentrací amarantu 0,25 %, nejnižší u výrobku s koncentrací amarantu 2,00 %. Nárůst je zaznamenán jen u koncentrace 1,00 %. Tyto údaje jsou patrné z grafu 27. Gumovitost s rostoucí koncentrací amarantu v kombinaci s 0,40% SAPP také klesá. Zaznamenaný nárůst je pouze v koncentraci 1,00 %. Nejvyšší hodnota gumovitosti je u výrobku s koncentrací amarantu 0,25 % v kombinaci s 0,40% (w/w) SAPP.

#### 8.4 Diskuze

Z výsledků lze říci, že přídavek amarantové moučky v kombinaci s dihydrogendifosforečnanem sodným o koncentracích 0,20 % a 0,40 % (w/w) SAPP má vliv na pH, ztráty vařením, vaznost vody a texturní vlastnosti jemně mělněných masných výrobků.

Co se týká vlivu na pH, tak u kombinace amarantové moučky s 0,40% (w/w) SAPP, došlo k mírnějšímu poklesu pH z hodnoty 5,93 na hodnotu 5,87. U kombinace amarantové moučky s 0,20% SAPP došlo k většímu poklesu pH z hodnoty 6,36 na hodnotu 6,16. Je zde patrný vliv dihydrogendifosforečnanu sodného, ten způsobuje snížení hodnoty pH [29, 52]. Amarant se jeví jako neutrální vůči pH, ale vlivem skladování dochází k nárůstu pH výrobku na základě chemických interakcí [44,46]. Výhodnější kombinace z hlediska technologického je 0,20% SAPP s amarantem, kvůli vyšší hodnotě pH. Ztráty vařením obě kombinace amarantové moučky s fosforečnanem snižovaly. U kombinace amarantové moučky s 0,40% SAPP došlo ke snížení ztrát vařením až na hodnotu 0,06 (w/w) u vzorku s koncentrací 1,00 % (w/w) amarantu. U kombinace amarantu s 0,20% SAPP došlo také ke snížení ztrát vařením na hodnotu 0,06 (w/w) ve vzorcích o koncentracích 0,25 % – 1,00 % (w/w) amarantu. Toto snížení se dalo předpokládat, neboť jak dihydrogendifosforečnan sodný [29,52], tak amarantová moučka [44,46,48], mají s rostoucí koncentrací tendenci snižovat ztráty vařením. Ovšem z hlediska kombinací, jsou hodnoty CL hodně ustálené a není zde téměř žádný rozdíl v přídatku 0,20% SAPP a 0,40% SAPP a také zvyšující se koncentrace amarantové moučky. Existuje zde tedy možnost, že dochází k interakcím mezi fosforečnanem a amarantem. Vliv na WHC mají obě kombinace velmi odlišný. Zatímco kombinace amarantu s 0,40% (w/w) SAPP má tendenci nejprve klesající až na hodnotu 0,07 (w/w) v koncentraci 0,50 % (w/w) amarantu. Od koncentrace 0,75 % (w/w) amarantu dochází k pozvolnému růstu vaznosti vody. Kombinace amarantu s 0,20% (w/w)

SAPP má zcela opačný průběh. Nejprve dochází k mírnému nárůstu vaznosti vody, nejvyšší je v koncentraci amarantu 1,00 % (0,09 (w/w)). Poté následuje prudký pokles vaznosti 0,06 (w/w) a od koncentrace 1,50 % opět mírný nárůst. Vaznost vody se ve vzorku, který obsahoval amarantovou moučku, snižovala oproti kontrolnímu vzorku [46]. V tomto experimentu došlo také ke snížení vaznosti vody. Ovšem ve zmíněné publikaci vlivem skladování došlo ke zvýšení vaznosti vody, k této skutečnosti však prozatím nebyl proveden experiment.

Z texturních vlastností byla pozorována tvrdost, tuhost, gumovitost a kohezivnost. Z hlediska tvrdosti byla největší zaznamenána u vzorku s kombinací amarantu s 0,40% SAPP. Bylo to u vzorku s koncentrací 0,25 % (w/w) amarantové moučky. Hodnota tvrdosti byla 36,998 kg. Kombinace amarantu s 0,20% (w/w) SAPP měla za následek nižší hodnoty tvrdosti výrobku než předchozí kombinace. U obou kombinací amarantu se SAPP byla nejmenší tuhost výrobku ve vzorku o koncentraci 2,00 % amarantu. Vyšší hodnoty tuhosti byly v kombinaci amarantu s 0,40% SAPP, protože vzorky obsahovaly vyšší koncentraci dihydrogendifosforečnanu, který zvyšuje tuhost výrobku. Tvrdost i tuhost výrobku byly způsobeny použitím dihydrogendifosforečnanu sodného, který má tendence zvyšovat tvrdost a tuhost výrobku [29,52]. Při stoupající koncentraci amarantu došlo ke snížení tvrdosti a tuhosti, neboť zvyšující se koncentrace amarantu, způsobují snížení těchto vlastností [44,46,48]. Kohezivnost výrobku byla v kombinaci s 0,20% SAPP a amarantem výhodnější, protože měla rostoucí tendenci. Nejvyšší kohezivnost byla v koncentraci 1,25 % (w/w) amarantu. Kohezivnost kombinace 0,40% (w/w) SAPP s amarantem měla tendenci pozvolna klesající, což vedlo k ne příliš dobré soudržnosti výrobku. Co se týká gumovitosti, tak nejvyšší hodnoty byly v kombinaci 0,40% SAPP s amarantem. Nejvyšší hodnota byla v koncentraci 0,25 % (w/w) amarantu, kde dosáhla až k hodnotě 21,608 kg. Poté měla klesající tendenci. Kombinace amarantu s 0,20% (w/w) SAPP měla nižší hodnoty gumovitosti. Nejvyšší hodnota byla 15,937 kg v koncentraci 1,25 % (w/w). Nejde přesně určit, která kombinace je vhodnější z hlediska texturních vlastností, neboť záleží na druhu výrobku.

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce, bylo najít potencionální náhradu za fosforečnany v masných výrobcích. Dílčím cílem bylo najít nejvhodnější kombinace amarantu s fosforečnanem. Důvod proč byl stanoven právě tento cíl práce, byl ten, že lidé konzumují stále více výrobků, které obsahují fosforečnany, což má za následek nadměrný příjem fosforu a sodíku, který vede ke kardiovaskulárním onemocněním, na něž trpí stále více mladých lidí. S tímto cílem byl vybrán jako potencionální náhrada právě amarant, který má vysoké nutriční vlastnosti, tím přispívá ke zvýšení nutričních vlastností výrobku. Podle zmíněných publikací měl amarant příznivé technologické vlastnosti, proto se jevil jako možná náhrada za fosforečnany.

Experiment probíhal ve třech fázích. V první fázi byl přidáván do masného výrobku pouze dihydrogendifosforečnan sodný, který byl vybrán kvůli nejpriznivějším technologickým vlastnostem na základě předchozí práce Jokla [51] a Longa [52]. V této první části experimentu bylo potvrzeno, že přídavek tohoto fosforečnanu snižuje pH, protože jde o kyselý fosforečnan. Prioritním kritériem pro výběr určité koncentrace SAPP byly ztráty vařením. Nejnižší byly v koncentraci 0,20% a 0,40% (w/w) SAPP ve vzorku. Z hlediska texturních vlastností bylo zjištěno, že se zvyšující se koncentrací SAPP se tvrdost a tuhost výrobku mírně zvyšuje.

Ve druhé fázi experimentu byla přidávána pouze amarantová moučka. Ta byla přidávána od koncentrace 0,00 % – 2,00 % po kroku 0,25 %. Bylo zjištěno, že přídavek amarantové moučky mírně zvyšuje pH výrobku a také snižuje ztráty vařením a vaznost výrobku. Z hlediska texturních vlastností snižuje tvrdost a tuhost výrobku. Tyto výsledky korespondují s odbornými publikacemi, které se přídavkem amarantové moučky zabývaly. Na kohezivnost a gumovitost nemá příliš vliv.

Ve třetí fázi experimentu byly vytvořeny dvě kombinace amarantové moučky s dihydrogendifosforečnanem sodným. Tyto koncentrace byly vybrány z první fáze experimentu (koncentrace 0,20 % a 0,40 % (w/w)). Bylo zjištěno, že pH více snižuje přídavek amarantové moučky s 0,40% (w/w) SAPP. Ztráty vařením snižují obě kombinace s minimálním rozdílem. Vaznost vody je naprosto odlišná u obou koncentrací. Z texturních vlastností byla ovlivněna tvrdost i tuhost a to tak, že se zvyšující se koncentrací amarantové moučky docházelo ke snížení tvrdosti a tuhosti výrobku. Což značí nejprve



převládající účinek fosforečnanu a se zvyšující se koncentrací amarantové moučky převážný vliv amarantu. Kohezivnost a gumovitost příliš ovlivněny nebyly.

Výsledky tohoto experimentu naznačují, že je možnost existence vazebných interakcí mezi amarantem, fosforečnanem a systémem masného výrobku. Jemně mělněný masných výrobek je hrubě disperzní koloidní systém, v němž dochází k různým specifickým interakcím mezi jednotlivými složkami. Tato problematika by měla být předmětem dalšího zkoumání na úrovni koloidní chemie.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] PIPEK, P. *Základy technologie masa*. 1. vyd. Vyškov: VVŠ PV Vyškov. ISBN 80-7231-010-0.
- [2] STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: LAST, 1995. ISBN 80-900-2604-4.
- [3] *Spotřeba potravin* [online]. 2012 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/publ/2139-13-r\\_2013](http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/publ/2139-13-r_2013)
- [4] BUŇKA, F., V. NOVÁK a H. DRUŽBÍKOVÁ. *Ekonomika výživy a výživová politika I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 6 – 67 s. ISBN 80-731-8429-X.
- [5] TOLDRÁ, F. *Handbook of meat processing*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. p. 5 – 38, ISBN 978-081-3821-825.
- [6] ROP, O., P. VALÁŠEK a I. HOZA. *Teoretické principy konzervace potravin I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2005, 130 s. ISBN 80-731-8339-0.
- [7] GUNTER H., a P. HAUTZINGER. *Meat processing technology for small-to medium-scale producers*. Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, 2007. ISBN 978-974-7946-994.
- [8] MACDOUGALL, D.B. Changes in the colour and opacity of meat. *Food Chemistry*. 1982, vol. 9, 1-2, s. 75-88. DOI: 10.1016/0308-8146(82)90070-X.
- [9] *Použití oxidu uhelnatého při balení mas* [online]. 2007 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=14&typ=1&val=58385&ids=334>
- [10] *Meat color* [online]. 2010 - 2014 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: [www.cfs.purdue.edu](http://www.cfs.purdue.edu)
- [11] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha, 2002, 300 s. ISBN 80-708-0509-9.
- [12] HUFF-LONERGAN, E. a S.M. LONERGAN. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*. 2005, č. 71.
- [13] SZCZESNIAK, A. S. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. 2002, č. 13, 215 - 225.
- [14] SALÁKOVÁ, A. Instrumental measurement of texture and color of meat and meat products. *Maso international*. 2012, č. 2, 107 - 114.

- [15] ČSN ISO 11036. *Senzorická analýza - Metodologie - Profil textury*.: Český normalizační institut, 1997.
- [16] CAINE, W.R., J.L. AALHUS, D.R. BEST, M.E.R. DUGAN a L.E. JEREMIAH. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Science*. 2003, č. 64, 333 - 339.
- [17] Vyhláška č. 326/2001 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: *326/2001*. 2003.
- [18] Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. In: *110/1997 Sb.* 1997.
- [19] Vyhláška č. 4/2008 Sb., ze dne 3. ledna 2008, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. In: *4/2008*. 2008.
- [20] *Přídatné látky (aditiva)* [online]. 2011 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005724&docType=ART>
- [21] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách. In: *1333/2008*. 2008.
- [22] BABIČKA, L. *Přídatné látky v potravinách: publikace České technologické platformy pro potraviny*. 1. vyd. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2012. ISBN 978-80-905096-3-4.
- [23] LONG, N. H. B. S. Use of phosphates in meat products. *African Journal of Biotechnology*. 2011-12-30, vol. 10, issue 86, 19874 – 19882 s. DOI: 10.5897/AJBX11.023.
- [24] MOLINS, R. A. *Phosphates in food*. Boca Raton: CRC Press, c1991, 7 – 154 s. ISBN 08-493-4588-X.
- [25] BRANEN, A. L.. *Food Additives*. 2nd ed., rev. and expanded. Hoboken: Marcel Dekker Inc, 2001. ISBN 08-247-4170-6.
- [26] FEINER, G. *Meat products handbook practical science and technology*. Repr. Cambridge: Woodhead Pub, 2006. ISBN 18-456-9172-5.
- [27] 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, č. 58, 1 - 7.

- [28] WANG, P., X. XU a G. ZHOU. Effects of Meat and Phosphate Level on Water-Holding Capacity and Texture of Emulsion-Type Sausage During Storage. *Agricultural Sciences in China*. 2009, č. 8, 1475 - 1481.
- [29] HUYNH, N. H. B. S., R. GÁL a F. BUŇKA. The effect of selected phosphate salts on the textural properties of deboned poultry meat batters. In: *Advances in environment, biotechnology and biomedicine*. Praha: WSEAS Press, 2012, s. 219-223. ISBN 9781618041227.
- [30] ÜNAL, S.B., F. ERDOĞDU, H.I. EKIZ a Y. ÖZDEMİR. Experimental theory, fundamentals and mathematical evaluation of phosphate diffusion in meats. *Journal of Food Engineering*. 2004, č. 65, 263 - 272.
- [31] ÜNAL, S.B., F. ERDOĞDU a H.I. EKIZ. Effect of temperature on phosphate diffusion in meats. *Journal of Food Engineering*. 2006, č. 76, 119 - 127.
- [32] VILLAMONTE, G., H. SIMONIN, F. DURANTON, CHÉRET a M. DE LAMBALLERIE. Functionality of pork meat proteins: Impact of sodium chloride and phosphates under high-pressure processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2013, č. 18, 15 - 23.
- [33] O'FLYNN, C.C., M.C. CRUZ-ROMERO, D.J. TROY, A.M. MULLEN a J.P. KERRY. The application of high-pressure treatment in the reduction of phosphate levels in breakfast sausages. *Meat Science*. 2014, roč. 1, č. 96, 633 - 639.
- [34] SEN, A.R., B.M. NAVEENA, M. MUTHUKUMAR, Y. BABJI a T.R.K. MURTHY. Effect of chilling, polyphosphate and bicarbonate on quality characteristics of broiler breast meat. *British Poultry Science*. 2005, vol. 46, issue 4, s. 451-456. DOI: 10.1080/00071660500191072.
- [35] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Praha: ÚZPI, 2007, 261 p. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [36] HUERTA-OCAMPO, J. A. a A. P. BARBA DE LA ROSA. Amaranth: A Pseudo-Cereal with Nutraceutical Properties. *Current Nutrition & Food Science*. 2011, roč. 7, č. 1, 1 - 9. [37] Amaranth alterantive food
- [38] *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013, vol. 12, issue 4. ISSN 15414337. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1541-4337.12021>
- [39] TANDANG-SILVAS, M. R., C. S. CABANOS, L. D. CARRAZCO PEÑA, A. P. a B. DE LA ROSA, J. A. OSUNA-CASTRO, S. UTSUMI, B. MIKAMI a N.

- MARUYAMA. Crystal structure of a major seed storage protein, 11S proglubulin, from *Amaranthus hypochondriacus*: Insight into its physico-chemical properties. *Food Chemistry*. 2012, vol. 135, issue 2, s. 819-826. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.04.135.
- [40] SANCHEZ, C. SILVA et al. Functional and Rheological Properties of Amaranth Albumins Extracted From Two Mexican Varieties. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2004, roč. 59, č. 4, 169 – 174
- [41] HRABÁK, P. *Amarant*. Olomouc: Bohemia Amaranth s.r.o., 2013.
- [42] *Adding value to holy grain: providing the key tools for the exploitation of Amaranth - the protein-rich grain of the Aztecs : results from a joint European-Latin American research project*. Århus: Aarhus University, Department of Integrated Pest Management, 2010. ISBN 978-879-1949-623.
- [43] MARTYNYUK, I. *Improving the technology for cooked sausage products comprising amaranth*. Germany: FLEISCHWIRTSCHAFT International, 2012, roč. 27, č. 1. ISSN 0179-2415.
- [44] SHAROBA, A.M. QUALITY ATTRIBUTES OF SAUSAGE SUBSTITUTED BY DIFFERENT LEVELS OF WHOLE AMARANTH MEAL. *Annals Of Agric. Sci., Moshtohor*. 2009, roč. 47, č. 2, 105 - 120.
- [45] TAN, F., F. LIAO, Y. JHAN a D. LIU. Effect of replacing pork fat backfat with (*Dioscorea alata*) on quality characteristics of Chinese sausage. *J. of Food Engin*. 2007, č. 79, s. 858-863.
- [46] EL-DESOUKY, A. I. Quality attributes of beef burger substituted. *Ann. Of Agric. Science*. 2009, roč. 47, č. 2, 121 - 136.
- [47] ZHOU, C., L. ZHANG, H. WANG a C. CHEN. Effect of Amaranthus Pigments on Quality Characteristics of Pork Sausages. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*. 2012, roč. 25, č. 10, 1493 - 1498.
- [48] OSTOJA, H., M. CIERACH, H. KONOPKO a K. MAJEWSKA. Effect of addition of grit made of crude and expanded amaranth seeds on the quality of canned meat. *Nahrung/Food*. 2002, roč. 46, č. 4, 270 – 275.
- [49] POPELKA J., A SYNEK V. *Úvod do statistické analýzy dat*. Ústí nad Labem, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí. 2009. ISBN 978-80-7414-117-1.

- [50] ŘEZANKOVÁ, H. a T. LÖSTER. *Základy statistiky*. Vyd. 1. V Praze: Oeconomica, 2013, 95 s. ISBN 978-802-4519-579.
- [51] JOKL, V. *Vliv přídavku fosfátů na texturu masných výrobků*. Zlín, 2012. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [52] LONG, N. H. B. S. *The Effects of Selected Phosphate Salts and Hydrocolloids on the Textural Properties of Meat Products*. Zlín, 2012. Dizertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

A	Amarant
MEAN	Aritmetický průměr
STDEV	Směrodatná odchylka
SAPP	Dihydrogendifosforečnan sodný
CL	Ztráty vařením
WHC	Vaznost vody

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. č. 1: Reakce myoglobinu [10].....	17
Obr. č. 2: Analýza texturního profilu [16].....	21



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1- Spotřeba masa v ČR v letech 2004 – 2012 (kg na osobu / rok) [3].....	12
Tabulka 2 Naměřené hodnoty- pH, CL a WHC s přídatkem SAPP .....	76
Tabulka 3 Naměřené hodnoty texturních vlastností s přídatkem SAPP .....	76
Tabulka 4 Naměřené hodnoty pH, Cl a WHC s přídatkem amarantové moučky.....	77
Tabulka 5 Naměřené hodnoty pro texturu přídatku amarantové moučky.....	77
Tabulka 6 Naměřené hodnoty pH, CL, WHC amarantová moučka s 0,20% SAPP.....	78
Tabulka 7 Naměřené hodnoty pro texturu amarantová moučka s 0,20% SAPP .....	78
Tabulka 8 Naměřené hodnoty pH, CL a WHC amarantová moučka s 0,40% SAPP .....	79
Tabulka 9 Naměřené hodnoty pro texturu amarantové moučky s 0,40% SAPP .....	79

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf č. 1: Závislost pH na koncentraci SAPP.....	46
Graf č. 2: Závislost CL na koncentraci SAPP .....	47
Graf č. 3: Závislost WHC na koncentraci SAPP .....	47
Graf č. 4: Závislost tvrdosti na koncentraci SAPP .....	48
Graf č. 5: Závislost tuhosti na koncentraci SAPP.....	48
Graf č. 6: Závislost kohezivnosti na koncentraci SAPP .....	49
Graf č. 7: Závislost gumovitosti na koncentraci SAPP .....	49
Graf č. 8: Závislost pH na rostoucí koncentraci amarantu .....	50
Graf č. 9: Závislost CL na rostoucí koncentraci amarantu .....	51
Graf č. 10: Závislost WHC na koncentraci amarantu.....	51
Graf č. 11: Závislost tvrdosti na koncentraci amarantu .....	52
Graf č. 12: Závislost tuhosti na koncentraci amarantu .....	52
Graf č. 13: Závislost kohezivnosti na koncentraci amarantu.....	53
Graf č. 14: Závislost gumovitosti na koncentraci amarantu .....	53
Graf č. 15: Závislost pH na koncentraci amarantu se SAPP 0,20% (w/w).....	54
Graf č. 16: Závislost ztrát vařením na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP .....	55
Graf č. 17: Závislost WHC na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP.....	55
Graf č. 18: Závislost tvrdosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP .....	56
Graf č. 19: Závislost tuhosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP .....	56
Graf č. 20: Závislost kohezivnosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP.....	57
Graf č. 21: Závislost gumovitosti na koncentraci amarantu s 0,20% (w/w) SAPP .....	57
Graf č. 22: Závislost pH na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP .....	58
Graf č. 23: Závislost CL na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP .....	59
Graf č. 24: Závislost WHC na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP.....	59
Graf č. 25: Závislost tvrdosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP .....	60
Graf č. 26: Závislost tuhosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP .....	60
Graf č. 27: Závislost kohezivnosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP.....	61
Graf č. 28: Závislost gumovitosti na koncentraci amarantu s 0,40% (w/w) SAPP .....	61

**SEZNAM PŘÍLOH**

PŘÍLOHA P I: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM SAPP .....	76
PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM AMARANTOVÉ MOUČKY .....	77
PŘÍLOHA P III: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM AMARANTOVÉ MOUČKY S 0,20% SAPP .....	78
PŘÍLOHA P IV: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM AMARANTOVÉ MOUČKY S 0,40% SAPP .....	79

## PŘÍLOHA P I: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM SAPP

Tabulka 2 Naměřené hodnoty- pH, CL a WHC s přídatkem SAPP

$c_{SAPP}$ (%)	pH	CL (w/w)	WHC
0,00	6,21 ± 0,01	0,35 ± 0,023	0,1357 ± 0,0089
0,05	6,09 ± 0,02	0,11 ± 0,015	0,0984 ± 0,0081
0,10	6,07 ± 0,01	0,07 ± 0,004	0,1012 ± 0,0124
0,15	6,04 ± 0,01	0,08 ± 0,004	0,1087 ± 0,0077
0,20	6,05 ± 0,01	0,07 ± 0,004	0,0882 ± 0,0110
0,25	6,04 ± 0,02	0,11 ± 0,040	0,1224 ± 0,0129
0,30	6,01 ± 0,02	0,08 ± 0,004	0,1292 ± 0,0105
0,35	5,95 ± 0,02	0,08 ± 0,006	0,1147 ± 0,0045
0,40	5,93 ± 0,02	0,08 ± 0,005	0,1160 ± 0,0115
0,45	5,88 ± 0,01	0,07 ± 0,006	0,1243 ± 0,0124

Tabulka 3 Naměřené hodnoty texturních vlastností s přídatkem SAPP

$c_{SAPP}$ (%)	Tvrđost (kg)	Tuhost (kg.s)	Kohezivnost	Gumovitost (kg)
0,00	24,5554 ± 5,0422	46,3415 ± 10,9083	0,4498 ± 0,0487	11,2852 ± 3,4008
0,05	23,0992 ± 0,5725	56,4138 ± 1,0326	0,3581 ± 0,0153	8,2710 ± 0,4119
0,10	22,3962 ± 1,1555	55,3109 ± 3,6767	0,3597 ± 0,0295	8,0362 ± 0,5590
0,15	34,7752 ± 2,3340	74, 7051 ± 1,7602	0,4411 ± 0,0844	15,2900 ± 2,8876
0,20	23,9150 ± 1,4631	58,9451 ± 4,0176	0,3501 ± 0,0118	8,3833 ± 0,7320
0,25	17,5461 ± 1,2206	42,3548 ± 5,3611	0,3136 ± 0,0234	5,5000 ± 0,5518
0,30	16,2230 ± 0,7647	38,4613 ± 2,5705	0,3109 ± 0,0276	4,8756 ± 0,2007
0,35	19,3224 ± 1,6681	47,8881 ± 3,5437	0,3245 ± 0,0077	6,4861 ± 0,2268
0,40	25,0047 ± 2,5135	58,7611 ± 6,0670	0,3757 ± 0,0112	9,1480 ± 1,1771
0,45	21,7179 ± 1,4474	52,2994 ± 3,1655	0,3493 ± 0,0210	7,5946 ± 0,7616

**PŘÍLOHA P II: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM  
AMARANTOVÉ MOUČKY**

Tabulka 4 Naměřené hodnoty pH, Cl a WHC s přidavkem amarantové moučky

$c_A$ (%)	pH	CL (w/w)	WHC
0,00	6,46 ± 0,012	0,33 ± 0,020	0,1084 ± 0,0139
0,25	6,46 ± 0,010	0,31 ± 0,014	0,1029 ± 0,0099
0,50	6,46 ± 0,005	0,23 ± 0,036	0,0904 ± 0,0095
0,75	6,45 ± 0,006	0,09 ± 0,003	0,0970 ± 0,0074
1,00	6,51 ± 0,006	0,25 ± 0,024	0,0993 ± 0,0034
1,25	6,51 ± 0,006	0,20 ± 0,037	0,0950 ± 0,0128
1,50	6,49 ± 0,011	0,27 ± 0,045	0,0944 ± 0,0057
1,75	6,45 ± 0,007	0,09 ± 0,011	0,0926 ± 0,0055
2,00	6,45 ± 0,007	0,07 ± 0,011	0,0910 ± 0,0053

Tabulka 5 Naměřené hodnoty pro texturu přidavek amarantové moučky

$c_A$ (%)	Tvrdoost (kg)	Tuhost (kg.s)	Kohezivnost	Gumovitost (kg)
0,00	22,0438 ± 3,3770	41,7389 ± 8,7074	0,4648 ± 0,0487	10,2944 ± 2,2512
0,25	18,5034 ± 2,7466	35,4812 ± 6,2798	0,4122 ± 0,0183	6,7613 ± 2,3410
0,50	22,0320 ± 1,7952	41,2328 ± 3,2903	0,3886 ± 0,0175	8,5493 ± 0,6489
0,75	21,4723 ± 1,4276	43,2243 ± 6,9795	0,3726 ± 0,0074	8,2147 ± 0,8874
1,00	18,7677 ± 1,7336	29,5372 ± 4,7477	0,3574 ± 0,0177	6,7278 ± 0,8887
1,25	16,8687 ± 0,6903	34,5603 ± 6,2901	0,3712 ± 0,0118	6,1917 ± 0,2539
1,50	19,9639 ± 0,3827	35,2651 ± 4,1431	0,3511 ± 0,0178	6,8368 ± 0,5832
1,75	18,6866 ± 1,1457	42,4640 ± 5,3666	0,3639 ± 0,0271	6,7943 ± 0,6017
2,00	21,8557 ± 1,5653	34,2603 ± 9,3410	0,3996 ± 0,0421	8,7584 ± 1,3216

**PŘÍLOHA P III: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM  
AMARANTOVÉ MOUČKY S 0,20% SAPP**

Tabulka 6 Naměřené hodnoty pH, CL, WHC amarantová moučka s 0,20% SAPP

$c_A$ (%)	pH	CL (w/w)	WHC
0,00	$6,32 \pm 0,010$	$0,07 \pm 0,004$	$0,0882 \pm 0,0110$
0,25	$6,25 \pm 0,017$	$0,06 \pm 0,003$	$0,0918 \pm 0,0080$
0,50	$6,24 \pm 0,007$	$0,06 \pm 0,002$	$0,0831 \pm 0,0089$
0,75	$6,24 \pm 0,010$	$0,06 \pm 0,006$	$0,0876 \pm 0,0089$
1,00	$6,24 \pm 0,007$	$0,06 \pm 0,003$	$0,0926 \pm 0,0097$
1,25	$6,19 \pm 0,013$	$0,07 \pm 0,003$	$0,0608 \pm 0,0050$
1,50	$6,16 \pm 0,008$	$0,09 \pm 0,024$	$0,0676 \pm 0,0052$
1,75	$6,17 \pm 0,006$	$0,07 \pm 0,001$	$0,0691 \pm 0,0082$
2,00	$6,16 \pm 0,008$	$0,07 \pm 0,008$	$0,0799 \pm 0,0099$

Tabulka 7 Naměřené hodnoty pro texturu amarantová moučka s 0,20% SAPP

$c_A$ (%)	Tvrlost (kg)	Tuhost (kg.s)	Kohezivnost	Gumovitost (kg)
0,00	$23,9150 \pm 1,4631$	$58,9451 \pm 4,0176$	$0,3501 \pm 0,0118$	$8,3833 \pm 0,7320$
0,25	$23,8994 \pm 1,4172$	$59,3201 \pm 2,7149$	$0,3100 \pm 0,0076$	$7,5772 \pm 0,7163$
0,50	$20,8331 \pm 2,2023$	$49,1040 \pm 3,6580$	$0,3205 \pm 0,0162$	$7,0294 \pm 1,4435$
0,75	$20,9766 \pm 0,9628$	$51,8676 \pm 3,6817$	$0,2983 \pm 0,0078$	$6,4621 \pm 0,5151$
1,00	$20,0602 \pm 1,4922$	$49,3221 \pm 4,0584$	$0,3091 \pm 0,0329$	$6,2147 \pm 0,8811$
1,25	$30,6652 \pm 2,7355$	$55,7413 \pm 2,1027$	$0,5165 \pm 0,0572$	$15,9369 \pm 2,7910$
1,50	$31,3927 \pm 3,8509$	$64,3313 \pm 4,0021$	$0,3526 \pm 0,0241$	$10,6637 \pm 1,8112$
1,75	$31,8169 \pm 0,7552$	$67,5645 \pm 7,1320$	$0,4477 \pm 0,0467$	$14,6566 \pm 1,6800$
2,00	$22,1227 \pm 2,5873$	$46,4569 \pm 4,8175$	$0,3428 \pm 0,0098$	$7,5886 \pm 0,9407$

**PŘÍLOHA P IV: NAMĚŘENÉ HODNOTY VÝROBKU S PŘÍDAVKEM  
AMARANTOVÉ MOUČKY S 0,40% SAPP**

Tabulka 8 Naměřené hodnoty pH, CL a WHC amarantová moučka s 0,40% SAPP

$c_A$ (%)	pH	CL (w/w)	WHC
0,00	$5,93 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,005$	$0,1160 \pm 0,0115$
0,25	$5,92 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,005$	$0,0740 \pm 0,0132$
0,50	$5,90 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,003$	$0,0701 \pm 0,0089$
0,75	$5,90 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,003$	$0,0732 \pm 0,0064$
1,00	$5,89 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,003$	$0,0776 \pm 0,0061$
1,25	$5,89 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,003$	$0,0751 \pm 0,0102$
1,50	$5,89 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,003$	$0,0920 \pm 0,0109$
1,75	$5,88 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,003$	$0,0911 \pm 0,0122$
2,00	$5,87 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,003$	$0,0786 \pm 0,0050$

Tabulka 9 Naměřené hodnoty texturních vlastností amarantové moučky s 0,40% SAPP

$c_A$ (%)	Tvrlost (kg)	Tuhost (kg.s)	Kohezivnost	Gumovitost (kg)
0,00	$25,0047 \pm 2,5135$	$58,7611 \pm 6,0670$	$0,3757 \pm 0,0112$	$9,1480 \pm 1,1771$
0,25	$36,9975 \pm 1,1554$	$75,2920 \pm 5,4548$	$0,5840 \pm 0,0065$	$21,6082 \pm 0,7774$
0,50	$33,6706 \pm 2,9221$	$72,1889 \pm 5,2147$	$0,4389 \pm 0,0429$	$14,8341 \pm 2,3294$
0,75	$34,2431 \pm 2,2973$	$75,7819 \pm 7,6746$	$0,4153 \pm 0,0728$	$14,2965 \pm 3,0114$
1,00	$34,9984 \pm 1,6011$	$76,0044 \pm 5,6658$	$0,4052 \pm 0,0707$	$14,2089 \pm 2,6749$
1,25	$33,9642 \pm 3,2641$	$75,3729 \pm 4,6495$	$0,4922 \pm 0,1389$	$17,1427 \pm 6,2680$
1,50	$25,8451 \pm 1,2615$	$57,6613 \pm 1,3461$	$0,3801 \pm 0,0384$	$9,8389 \pm 1,2331$
1,75	$25,9173 \pm 1,8677$	$54,5058 \pm 1,1634$	$0,3158 \pm 0,0021$	$8,3257 \pm 0,9703$
2,00	$22,2475 \pm 0,9864$	$51,0263 \pm 0,9578$	$0,3099 \pm 0,0231$	$6,9025 \pm 0,6994$

