

Vliv přídavku glutamanu sodného na senzorické vlastnosti tepelně opracovaných mas- ných výrobků

Ing. Jarmila Hýžová

Diplomová práce
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ing. Jarmila Hýžová
Osobní číslo: T16553
Studijní program: N2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Technologie potravin
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Vliv přídavku glutamanu sodného na senzorní vlastnosti tepelně opracovaných masných výrobků

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Výskyt glutamanu sodného v potravinách.
2. Vliv konzumace glutamanu na lidské tělo.
3. Bezpečnost a předpisy v hodnocení potravin se zastoupením glutamanu sodného.

II. Praktická část

1. Senzorické hodnocení glutamanu v závislosti na množství použitého glutamanu v potravině.
2. Porovnání vlivu jednotlivých koncentrací.
3. Statistické vyhodnocení jednotlivých produktů.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

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

[2] PERLÍN, C., MARCUS, J.B. Culinary applications of umami, Food Technologie, 59, 2005.

[3] YAMAGUCHI, S., TAKAHASCHI, C. Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of a clear soup, Journal of Food science, 49, p.82-85, 1984.

[4] LEUNG, A. Y., FOSTER, S. Monosodium Glutamate, Encyclopedia of Common Natural Ingredients: Used in Food, Drugs, and Cosmetics (2nd ed.), New York, Wiley, 2003, p.373 - 375, ISBN 978-0-471-47128-8.

[5] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 2, OSSIS, Tábor 1999.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Robert Gál, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

2. února 2018

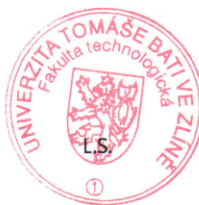
Termín odevzdání diplomové práce:

25. dubna 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



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



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

Příjmení a jméno: ING. ARMILA HYZŮVA

Obor: TECHNOLOGIE
POTRAVIN

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu 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, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 16. 4. 2018

Ing. Armila Hyzůva

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ABSTRAKT

V diplomové práci je zpracovaný pokus zaměřený na aplikaci glutamanu sodného v tepelně opracovaných masných výrobcích. Vlastním předmětem zkoumání je rozdílné množství přidaného glutamanu a jeho vliv na sensorické a texturní vlastnosti a pH výrobků. Hodnocení texturního profilu a zjišťování pH je opakované formou skladovacího pokusu.

klíčová slova: glutaman sodný, umami, sensorické vlastnosti, chuť, barva, vůně, celkový dojem, konzistence, texturní vlastnosti, tvrdost, soudržnost

ABSTRACT

In the diploma thesis is a processed experiment focused on the application of sodium glutamate in heat treated meat products. The actual subject of the study is the different amounts of glutamate added and its influence on the sensory and textural properties and pH of the products. The evaluation of the texture profile and the pH determination is repeated in the form of a storage experiment.

keywords: Monosodium glutamate, umami taste, sensory properties, taste, colour, smell, overall impression, consistency, textural properties, hardness, cohesiveness

Chtěla bych na tomto místě poděkovat vedoucímu diplomové práce panu Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D., za nevšední trpělivost, čas a pozornost, kterou mé práci věnoval. Zároveň bych chtěla poděkovat své rodině, nejbližším a přátelům za to, že mi po celou dobu studia fandili.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1 DEFINICE UMAMI	11
1.1 HISTORIE UMAMI.....	11
1.2 PŘIROZENÝ VÝSKYT GLUTAMANU.....	13
1.3 GLUTAMAN PŘI ZRÁNÍ POTRAVIN.....	15
1.4 VÝROBA GLUTAMANU.....	15
2 KYSELINA L-GLUTAMOVÁ A PŘÍBUZNÉ LÁTKY	18
2.1 DERIVÁTY KYSELINY GLUTAMOVÉ.....	18
2.2 PURINOVÉ RIBONUKLEOTIDY.....	18
2.3 GLYKOSIDY.....	19
3 ÚČINKY GLUTAMANU V TĚLE	20
3.1 METABOLISMUS V LIDSKÉM TĚLE.....	20
3.2 NUTRIČNÍ ASPEKTY.....	20
3.3 ROZLIŠENÍ CHUTÍ U PŘÍDAVKU GLUTAMANU.....	21
3.4 ZDRAVOTNÍ HODNOCENÍ.....	22
4 HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI A PŘÍSLUŠNÁ LEGISLATIVA	23
5 POROVNÁNÍ GLUTAMANU V ZÁVISLOSTI NA CHUTI	26
5.1 VARIANTY UMAMI CHUŤOVÝCH RECEPTORŮ.....	27
5.2 GLUTAMAN JAKO POTRAVINÁŘSKÁ PŘÍDATNÁ LÁTKA.....	27
5.3 VLIV GLUTAMANU NA SENZORICKÉ VLASTNOSTI.....	29
6 SENZORICKÉ HODNOCENÍ POTRAVIN	32
7 TEXTURNÍ HODNOCENÍ POTRAVIN	35
8 HODNOCENÍ KYSELOSTI	37
II. PRAKTICKÁ ČÁST	38
9 CÍL PRÁCE	39
10 POPIS A METODIKA EXPERIMENTU	40
10.1 SUROVINY, PŘÍSADY, TECHNICKÉ A LABORATORNÍ VYBAVENÍ.....	40
10.2 VÝROBA MODELOVÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ.....	41
10.2.1 Surovinová skladba masného výrobku.....	41
10.2.2 Popis pracovního postupu výroby vzorků.....	41
10.3 SENZORICKÉ HODNOCENÍ VYROBENÝCH VZORKŮ.....	42
10.3.1 Popis experimentu a použitá metodika.....	42
10.4 TEXTURA MASNÝCH VÝROBKŮ.....	43
10.4.1. Popis experimentu a použitá metodika.....	43

10.5	MĚŘENÍ PH MASNÝCH VÝROBKŮ	46
10.5.1	Popis experimentu a použitá metodika	46
11	VÝSLEDKY A DISKUZE	47
11.1	HODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY	47
11.1.1	Výsledky hodnocení barvy.....	47
11.1.2	Výsledky sensorického hodnocení vůně.....	49
11.1.3	Výsledky sensorického hodnocení konzistence.....	50
11.1.4	Výsledky sensorického hodnocení chuti.....	51
11.1.5	Výsledky sensorického hodnocení celkového dojmu	53
11.2	HODNOCENÍ TEXTURY	54
11.2.1	Hodnocení tvrdosti	54
11.2.2	Hodnocení soudržnosti – kohezivnosti	55
11.2.3	Hodnocení gumovitosti	56
11.3	HODNOCENÍ PH	56
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM TABULEK.....	70
	SEZNAM PŘÍLOH.....	71

ÚVOD

Námět mé diplomové práce je často diskutován především jako spotřebitelské téma. Používání nebo nepoužívání potravinářských přídatných látek, mezi které glutaman patří, je mezi konzumenty stále živějším tématem. Jistá opatrnost až nedůvěra k nákupu potravin s tzv. éčky je mezi zákazníky hodně rozšířená a v mnoha případech i v přímém rozporu se současným trendem zdravého způsobu života. Nicméně současné výzkumy ukazují, že přídavek glutamanu sodného v malém množství zlepšuje chuť a vůni potravin a dokonce v potravinách umožňuje snižování chloridu sodného, který má negativní účinky na zdraví. Diplomová práce je zaměřena právě na ověření vlivu rozdílného množství glutamanu sodného na sensorické a texturní vlastnosti tepelně opracovaných masných výrobků a na kyselost, právě s ohledem na vlastnosti glutamanu sodného jako na zvýrazňovače chuti.

Množství použitého glutamanu sodného ve výrobcích je rozdílné. V našem experimentu se pohybuje v rozpětí 0 hm. % až 1,2 hm. %. Hodnocenými sensorickými vlastnostmi jsou barva, vůně, chuť, konzistence a celkový dojem. V rámci sensorického profilu budou zjišťovány texturní vlastnosti – tvrdost, kohezivita a gumovitost. Posledním zkoumaným parametrem je pH. Část experimentu bude provedena jako skladovací pokus. Výrobky budou otestovány po třech měsících a následně po dalších třech měsících, to znamená 6 měsíců od výroby. Opakovaně se budou provádět měření textury a pH .

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DEFINICE UMAMI

V roce 1908 japonský lékárník Kikunae Ikeda identifikoval kyselinu glutamovou jako zdroj odlišného aroma mořských řas *kombu*. Glutamany, soli kyseliny glutamové, se přirozeně vyskytují ve většině živých organismů. Když se organická hmota rozkládá, jako třeba řasa vařená ve vývaru, molekuly glutamanu se rozpadnou a vznikne L-glutaman. Procesy, které odstraňují vlhkost a kondenzují glutaman, jsou stejné, jak při kvašení sýra, tak i při vaření masa. L-glutaman je charakteristická chuť, kterou dala vývaru řasa přidaná Ikedou. Tato chuť byla nazvána umami [1].

Chuť umami vyvolávají L-glutaman a 5'-ribonukleotidy (například GMP a IMP). Tento objev vyzdvihl nedávný pokrok v našem chápání umami chuťových receptorů a jejich následnou signalizaci efektorů v buňkách receptoru [2].

Umami chuť má oktapeptid Lys-Gly-Asp-Glu-Glu-Ser-Leu-Ala, který vzniká v hovězím a zřejmě také i v jiném mase proteolýzou během zrání (působením kathepsinů). Práh rozpoznání tohoto peptidu je asi $500 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. V koncentracích 0,05 – 0,8 %, v nichž se přidává jako aditivum, zesiluje a zvýrazňuje chuť masových a zeleninových výrobků, jako jsou polévky, omáčky, masové a zeleninové konzervy, šťáva z rajčat, kečupy, majonéza, dresinky a další [3].

Práh vnímání glutamanu je $6,25 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$. K vytvoření žádoucí chuti pokrmu je postačující přídavek glutamanu v rozmezí od 0,2 až do 0,8 % z celkového obsahu pokrmu v závislosti na druhu pokrmu [4].

Mnohé studie interakcí mezi kyselinou glutamovou, glutamany, IMP, GMP, NaCl a lidským vnímáním potravin byly shrnuty. V těchto studiích glutamát, sodná sůl kyseliny L-glutamové, monosodná sůl glutamanu (dále i MSG) získává velkou pozornost. Zvláštní úloha MSG v chuti potravin byla potvrzena a na počátku 20. století [5].

1.1 Historie umami

Umami je chuť fermentovaných bílkovinných potravin, v Evropě známých již z dob antického Říma např. ve formě fermentované rybí pasty označované jako *Garum*, thajské *Num Pla*, vietnamské *Nuoc Mum Tom Cha*, indonéské *Terasi*, barmské *Ngapi*, filipinské *Pagoon* a britské *Beef Tea* a jejich koncentrované chuti [4].

Roku 1825 francouzský labužník Brillat-Savarin popsal v knize Fyziologie chuti masovou chuť jako „vybraně lahodnou“ a předpovídal, že „budoucnost gastronomie patří chemii“. Popis masové chuti se pak podobá japonské charakteristice chuti umami, která označuje chuť jako „lahodná“ [6, 7].

V roce 1866 identifikoval Ritthausen glutamovou kyselinu – aminokyselinu vyvolávající unikátní chuť umami [8].

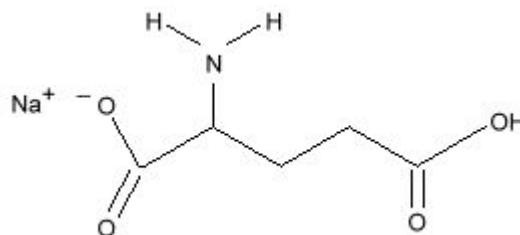
V roce 1908 Japonec Ikeda připsal chuťový efekt přidání mořských řas (řasy *kombu*, např. *Laminaria Japonica* J. V. Lamouroux, *Laminariaceae*) do jídla v tradiční japonské kuchyni, v té době již známé kyselině L-glutamové a nazval je umami s tím, že vlastní sloučeninu pojmenoval ajinomoto (podstata chuti) [9].

V roce 1913 následoval Kodama, který našel další umami látku v rybí moučce ze sušených druhů tuňáka (*Katsuwonus pelamis*) 5'-0-inosin-fosfát (tehdy zvanou inosinová kyselina), látku, jež Liebig již mnoho let před ním objevil v hovězím vývaru. Poté v roce 1961 popsali Japonci další umami substanci, sodnou sůl 5'-0-guanosin-fosfátu v sušené houbě *šiiitake* (houževnatec jedlý, *Lentinus edodes* (Berb.) Pegler, *Tricholomataceae*) [10].

Přítomnost receptoru umami byla pak ověřena roku 2000 vědcem Nirupa Chaudhari a jeho týmem [11].

Objevili chuťový receptor L-glutaman, označený mGluR4, který upravuje činnost buněk receptorů. Ve vědecké obci byl pak tento objev připodobněný k „otočení klíčem v zámku a uvedení stroje do pohybu“, a receptor pro aminokyseliny se širokospektrální harmonizací TIR 1+3, který je stimulován L-aminokyselinami (kam také patří volná kyselina glutamová). Tyto receptory identifikují aminokyseliny, jež jsou důležité pro nutriční přežití v evolučním stadiu vývoje [6, 11, 12].

Velmi dlouhá chemická izolace nově vznikající chuti byla založena na pozorování, která se týkala dominantní chuti *dashi* (tofu vařené spolu s rybou s výluhem z chaluh), jenž je základem japonské polévky. Chuť *dashi* je mírná, ale je jasně odlišná od čtyř základních chutí. Z mořské řasy *Laminaria japonica* pak pochází hlavní složka *dashi*. Na bázi klasické chemie, krystalizace, srážením olova a mnoha dalšími kroky se provádí izolace vodné extrakce a odvodňování nečistot ve velkém měřítku (mannitol, NaCl, KCl). Následně nízkým tlakem, odpařováním a pomalou krystalizací je pak získána jedna látka $C_5H_9NO_4$ – vzorec kyseliny glutamové. Chuť umami je odvozena z japonského adjektiva *umai*, což znamená chutný, delikátní [13].



Obrázek č. 1 – Chemická struktura glutamanu sodného [3]

Zcela unikátní organoleptické vlastnosti má kyselina glutamové kyseliny, resp. její mono - sodná sůl. Je slaná, ale navíc má tzv. chuť umami, proto se používá jako aditivní látka, intenzifikátor chuti masových a zeleninových pokrmů a pro výrobu různých kořenicích přípravků [3].

1.2 Přirozený výskyt glutamanu

Glutaman je zásadní složkou chuti sýrů, mořských plodů, masných vývarů a dalších potravin. Ninomiya (1998) měřil množství kyseliny glutamové, která představuje přirozeně se vyskytující obsah v různých potravinách jako je maso, drůbež, mořské plody a zelenina (tabulka 1). Mořské řasy, sýr, rybí omáčka, sójová omáčka, fermentované fazole (svatojánský chléb a sójové boby) a rajče vykazovaly vysoký obsah volné kyseliny glutamové [15].

Ze studie Konosu, Hayashi, a Yamaguchi (1992) vyplynulo, že charakteristická chuť mnoha přírodních potravin je reprodukována smícháním aminokyselin, látkou chuti umami a soli ve vhodném poměru. V přírodě se vyskytují tři látky chuti umami: glutaman, GMP a IMP. Ačkoli tyto látky chuti umami byly objeveny jako důležité chuťové složky v Japonsku, stejné látky byly objeveny v Evropě v bujónech, hovězím vývaru, ve Worcestrové omáčce ve Velké Británii, v rajčatech na pizze a v omáčce z rajčat v Itálii, vývaru *tan* v Číně a v rybích omáčkách v jihovýchodní Asii [16, 17]. Například charakteristická chuť masa sněžného kraba je reprodukována smícháním glycinu, alaninu, argininu, glutamanu, IMP a soli. Když byly odstraněny složky umami, charakteristická chuť krabího masa zmizela [18].

Tabulka č. 1 – Obsah volného glutamanu v potravinách [15]

Potravina	Volný glutaman (mg/100 g)
Drůbeží a hovězí maso	10
Vepřové maso	9
Kuřecí maso	22
Mořské plody	
Hřebenatka	140
Sněhový krab	19
Modrý krab	43
Aljašský královský krab	72
Bílé krevety	20
Mořské řasy	
Dried laver	1378
Chaluha	1608
Wakame	9
Zelenina	
Zelí	50
Špenát	48
Rajče	246
Zelený chřest	49
Kukuřice	106
Zelený hrášek	106
Cibule	51
Brambory	10
Houby	42
Čerstvé šitake	71
Sójová omáčka	
Čínská	926
Japonská	782
Korejská	1264
Filipínská	412
Ovoce	
Avokádo	18
Jablko	4
Grep	5
Kiwi	5
Sýry	
Ementál	308
Parmezán	1680
Čedar	182
Fermentované fazole	
Natto/sójové boby (Japonsko)	136
Daw Dawa/sójové boby (Západní Afrika)	965

Chuť umami látky je obsažena ve velké míře v různých potravinách, včetně zeleniny (např. v rajčatech, bramborách, čínském zelí, houbách, mrkvi, sóji a zeleném čaji), v mořských plodech (např. rybách, řasách, mořských řasách, ústřicích, krevetách, krabech, mořských jezcích, škeblích a mušlích), v mase (např. hovězím, vepřovém a kuřecím) a sýrech, čímž může významně přispět k charakteristickým chutím těchto potravin [18,19].

Chuť látky umami je nezbytná pro výrobu jedinečného chuťového poměru přírodních potravin. Dominantní chuť hub je zapříčiněna umami vyvolávající přijatelnější příchut' a uspokojení vyvolané zvýšeným obsahem glutamanu a 5'-nukleotidů [20,21].

1.3 Glutaman při zrání potravin

Zvýšení cukrů volných aminokyselin a organických kyselin během zrání zeleniny, jako jsou rajčata, přispívá ke zvýšení chuti. Například aroma v dozrávajících rajčatech vzrůstá v souvislosti s nárůstem jejich přirozených obsahů volných aminokyselin [14].

Okamura, Eguchi, Ogawa a Suzuki (1968) uvádí, že chuť extraktu syntetických rajčat se podstatně liší podle poměru glutamanu a aspartamu. Poměr a působení obou aminokyselin jsou nejdůležitějšími faktory při reprodukci chuti rajčete. Pokud nebyl do extraktu přidán žádný glutaman, chuť byla podobná zelenému rajčeti nebo citrusovým plodům. Během zrání sýru jsou bílkoviny rozloženy postupně do menších polypeptidů a jednotlivých aminokyselin [22, 23].

Zvýšení těchto aminokyselin je obecně považováno za spolehlivý ukazatel zrání sýrů a přispívá k chuti a struktuře sýru. K velkému zvyšování volného obsahu aminokyselin může také dojít během vyzrávání šunky a glutaman je pak nejrozšířenější volnou aminokyselinou nalezenou v konečném produktu [24, 25].

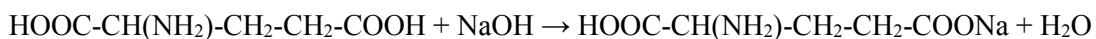
1.4 Výroba glutamanu

Glutaman sodný je možné vyrobit třemi způsoby:

- 1) syntézou
- 2) mikrobiální fermentací

3) hydrolýzou bílkovin, jako jsou proteiny nebo lepek, který je přítomen v odpadech cukrové řepy [26].

Průmyslově je možné čistý glutaman sodný vyrobit nejčastěji z hydrolyzátu kvasinek pěstovaných na substrátech obsahujících škrob (zejména mouka, cukrová řepa, brambory, melasa, apod.) Získaná směs aminokyselin se dělí a čistá kyselina L-glutamová se částečně neutralizuje hydroxidem sodným. Je to krystalický čistý prášek bez vůně, který má mírně masovou chuť.



[27, 28].

Rozdíl mezi glutamanem syntetickým a přírodním je ten, že přírodní glutaman se nevyskytuje v D-formě [29]. Při výrobě glutamanu sodného vznikají vedlejší produkty (D-formy aminokyseliny, mono a dichloropropanoly, kyselina pyroglutamová apod.) a mohou tak být příčinou glutamové intolerance [30].



Obrázek 2: Průmyslově vyrobený glutaman sodný[30].

V současné době většina světové produkce při výrobě glutamanu sodného používá bakteriální fermentaci. V této metodě jsou bakterie, zejména kmeny *Glutamicus* a *Micrococcus*, pěstovány aerobně v tekutém živném médiu (např. dextróza nebo citrát) s obsahem uhlíku a dusíku, jako jsou amonné ionty nebo močovina, minerální ionty a růstové faktory. Bakterie vybrané pro tento proces mají schopnost vylučovat kyselinu glutamovou, kterou syntetizují mimo jejich buněčné membrány do středu, kde se hromadí. Kyselina glutamová je oddělena fermentační filtrací, koncentrací, acidifikací a krystalizací a následnou přeměnou na její sodné soli [31].

2 KYSELINA L-GLUTAMOVÁ A PŘÍBUZNÉ LÁTKY

Kyselina L-glutamová [(S)-glutamová, (+)-glutamová, Acigut, E, E620, Glusate, Glutamicol, Glutamidex, GLU, Glutaminol, Glutaton].

Kyselina glutamová je transaminací běžně tvořena z 2-oxoglutarátu. Jiným zdrojem kyseliny glutamové je katabolismus některých aminokyselin. Prolin, arginin a histidin se vedle glutaminu mohou také na kyselinu glutamovou přeměnit. Hydrolytickým účinkem glutaminázy za současného odštěpení NH_3 se z glutaminu tvoří kyselina glutamová. Degradace kyseliny glutamové se děje oxidační deaminací za vzniku 2-oxoglutarátu a uvolnění amoniaku. Tato reakce je katalyzována glutamátdehydrogenázou. Prekurzorem glutaminu, prolinu, glutationu a dalších látek je kyselina glutamová, která je také zdrojem γ -aminomáselné kyseliny vznikající její dekarboxylací. Reakce se účastní enzym glutamátdekarboxyláza. Kyselina glutamová je také zdrojem 3-hydroxybutyrátu [22].

2.1 Deriváty kyseliny glutamové

Ibotenová kyselina je jako derivát glutamové kyseliny látkou známou z halucinogenních muchomůrek (*Amanita muscaria*), která umí překonat hematoencefalickou bariéru (přestupuje z krve do mozkové tkáně). V mozku je metabolizována na muscimol (derivát γ -aminomáselné kyseliny). Tato látka je známým GABA-A agonistou a funguje jako primární inhibující neurotransmitter (ovšem falešný). Muscimol je odpovědný za psychoaktivní (halucinogenní) působení muchomůrek. Jak ibotenová kyselina, tak muscimol působí v mozku v konečném stádiu jako neurotoxiny vyvolávající halucinace, delirium a svalové křeče. Protože má relativně silný umami efekt, je možné, že ona je důvodem, proč lidé, kteří se otrávilí muchomůrkami, si předtím (a někteří ani potom) na houbách v životě tak nepochutnali [16].

Zajímavá je historie umami látky *N*-acetylglycinu, jež byla předpovězena počítačovým modelováním na základě analýzy 31 peptidů majících umami efekt. Jak je zřejmé, látka skutečně tyto vlastnosti má [17].

2.2 Purinové ribonukleotidy

Purinové ribonukleotidy, inosin monofosfát (IMP, inosinová kyselina), guanosin monofosfát (GMP, kanylová kyselina), původně získané z přírodních zdrojů se vyrábějí buď hydrolýzou RNA z droždí za použití *Penicillium citrinum* anebo *Streptomyces aureus* anebo hydrolýzou

této RNA až na nukleosidy, které jsou následně fosforylovány na nukleotidy. Oba mají umami efekt, GMP je silnější; někdy se používá ve směsi. Chuťová detekovatelnost je mezi 25 až 125 ppm pro IMP a 12-3 ppm pro GMP. Vzhledem k tomu, že IMP je produktem vznikajícím z ATP, je obsah IMP v čerstvém mase obvykle vyšší a může dosahovat až koncentrací potřebných pro umami efekt (0,2 %). Lze vyslovit domněnku, že obsah přirozených umami modifikátorů může být v přímé souvislosti se zráním či nakládáním masa před kuchyňskou úpravou či s některými praktikami souvisejícími se způsobem porážky jatečných zvířat. Je také známo, že řada čerstvých potravin (zelenina, maso) obsahuje fosfomonoesterasy, které hydrolyzují IMP a GMP a tím likvidují umami efekt [17].

2.3 Glykosidy

Glykokonjugáty glutamové kyseliny *N*-(1-deoxy-D-fruktos-1-yl)-L-glutamová kyselina a *N*-(D-glukoryranosyl)-L-glutamová kyselina byly zjištěny jako produkty Amadoriho a Maillardovy reakce. V podobě alkalických solí či v příslušném prostředí vykazují umami efekt. Jejich mez chuťového rozpoznání je ve vodném roztoku blízká MSG, 1-2 mmol/l⁻¹ [18].

Ze smrže *Morchella deliciosa* Fr. (*Morchellaceae*) byla izolována směs (2S)-2-(α - β -D-glukopyranosyloxy) jantarové kyseliny, nazvaná (S)-morelid, mající nakyslou chuť a v oblasti příslušného pH i umami efekt; její chuťový detekční limit je 6,0 mmol/l⁻¹ [19].

3 ÚČINKY GLUTAMANU V TĚLE

3.1 Metabolismus v lidském těle

Glutaman a disodium 5'-monoinosinan (IMP) jsou dvě aminokyseliny, které jsou potřebné jako ústní stimulatory chuti k jídlu a metabolismu. Studie Lenjeune a Smeets (2007) ukázaly, že přidání glutamanu a IMP do stravy s vysokým obsahem bílkovin má významný vliv na touhu jíst, ale žádný účinek na energii metabolismu. Přidáním glutamátu do potravin se zvyšuje jejich umami chuťová kvalita, přijatelnost a spotřeba [32,33, 34].

Studie o nových pikantních chutích s glutamanem ukázaly, že je chuť oblíbená [35].

Oba příjemné a pikantní charaktery nové polévky byly zlepšeny glutamanem a tím se příjemnost polévky zvýšila. Účastníci také spotřebovali více polévky a zároveň se zvýšila po ochutnávce této polévky chuť k jídlu [36]. Lidské tělo metabolizuje přidaný glutaman stejným způsobem, jako když metabolizuje glutaman přirozeně se vyskytující v mnoha potravinách. Jakmile je přijat, nečiní naše tělo rozdíl mezi jeho původem [37].

Tělo také nerozlišuje mezi glutamanem z potravin, jako jsou rajčata, nebo glutamanem přidaným do rajské omáčky. Ve skutečnosti výzkum ukázal, že glutaman z potravin nebo jen glutaman, je důležitý pro normální fungování zažívacího traktu a trávení [38].

Glutaman vyloučený z bílkovin potraviny se kvantitativně vstřebává z lumen. Absorpční kinetika je ovlivněna dobou retence v žaludku a okolní matice ve střevě [39].

Studie Reedse a kol. (2000) také ukázala, že glutaman je nejdůležitějším oxidačním substrátem pro střevní sliznici. Kromě toho se glutaman zdá být specifickým prekurzorem aminokyselin argininu a prolinu, stejně jako je pro sliznici tenkého střeva tripeptid glutathion. Glutaman vstupující do buněk je možné použít pro metabolické účely (syntézu bílkovin, energetický metabolismus, fixaci amoniaku), nebo jej lze znovu použít jako transmitter [38, 39].

3.2 Nutriční aspekty

L-glutaman je multifunkční aminokyselina, která se účastní vnímání chuti, je zprostředkovatel metabolismu a excitační neurotransmitter [40].

Ústní stimulace chuti umami zvyšuje sekreci slin a podporuje žvýkání. Aktivuje vývodové cesty z žaludku a slinivky břišní, pankreatické funkce a zvyšuje endokrinní sekrety (pankreatické trávicí enzymy, inzulín, atd.) [41, 42,43]. Studie u lidí a zvířat prokázaly, že jídlo

obsahující metabolizovatelné sacharidy mělo významný vliv na glutaman v plasmě [44, 45,46]. I když bylo zjištěno, že dojde v plasmě k rozsáhlejšímu zvýšení koncentrace glutamanu po konzumaci jídel obsahujících glutaman, jiné studie ukázaly, že úroveň zvýšení glutamanu v plasmě se nezvyšuje po požití glutamanu ve vývaru, škrobu a tekuté stravě [45]. Chuť látky umami v kombinaci se solí (chloridem sodným) zlepšuje příjem mnoha potravin a může být řešením problému na snížení obsahu soli v méně chutných potravinách. V důsledku toho by chuť látky umami mohla být přínosem při udržování chutnosti potravin, ve kterých obsah soli musí být snížen. Jako příklad této koncepce Yamaguchi a Takahashi (1984) pomocí modelu japonské číré polévky oznámili, že chutnost může být zachována, i pokud snížíme obsah NaCl přidáním glutamanu. Podobné výsledky byly získány i použitím kuřecího vývaru [36]. Přidání chuťových látek umami může výrazně zvýšit chuťovou kvalitu a snížit touhu po slanosti. Vzhledem k tomu, že glutaman obsahuje méně sodíku než NaCl, mohlo by se tak umožnit spotřebitelům používat do potravin méně soli a snížit tak příjem sodíku při zachování chutné stravy [20]. V celkovém obsahu polévky může být bez ovlivnění chutnosti snížen sodík o 40 % za předpokladu, že bude přidán glutaman v hodnotě $0,6 \pm 0,8$ % [47,48].

3.3 Rozlišení chutí u přídavku glutamanu

Vlastnosti zvyšovaného glutamanu v chuti byly vědecky zkoumány v mnoha kontextech. Pro každou potravinu je zde uvedena jeho optimální koncentrace. U některých potravin se ale přidáním glutamanu chuť nezlepšila, zejména u sladkých potravin a především nebyl prokázán žádný pozitivní účinek u hořkých potravin. Pokud jde o sladkost a slanost, optimální koncentrace chuti umami se výrazně liší mezi jednotlivými spotřebiteli. Někteří spotřebitelé prováděli rádi ochutnávku v různých koncentracích, zatímco někteří spotřebitelé byli zjevně lhostejní, a některým se chuť dokonce nelíbila [49, 50].

Nicméně jak výsledky mnoha studií jasně ukazují, je většina lidí citlivá na jeho chuťové podporující vlastnosti. Studie provedené mezi Evropany naznačují, že optimální koncentrace je 0,6 -1,2 % a je tendence ji mít o něco vyšší než koncentraci, která byla uvedena asijskými spotřebiteli. Tato skutečnost může být vzhledem k relativnímu deficitu povědomí rozlišování chuti umami u západních spotřebitelů, nebo také i skutečnosti, že pocit v ústech se mění s genetikou, mezi geny a prostředím interakce. Jednotlivé smyslové rozdíly jsou velké

v rámci evropské populace a na sensorické hodnocení ve vědeckých studiích chutí a vlastností chuťových látek umami musí být často posuzovatelé vyškoleni, aby poznali specifickou chuť [21, 50].

3.4 Zdravotní hodnocení

Proti nadměrnému příjmu glutamové kyseliny a jejích solí byly v minulosti určité výhrady, neboť se dával do souvislosti tzv. syndromem čínských restaurací. Ten se projevoval u citlivých jedinců bolestmi hlavy, pocity úzkosti, zažívacími potížemi, pálením v horních částech těla aj. V současné době je v řadě zemí množství glutamové kyseliny, glutamanů a 5'-nukleotidů přidávaných do potravin jako přídatné látky omezeno legislativně. V některých zemích však není regulováno vůbec (např. v Japonsku). Hodnota ADI pro natrium hydrogen glutaman je 120 mg/kg, pro 5'-nukleotidy nejsou tyto hodnoty specifikovány [3].

4 HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI A PŘÍSLUŠNÁ LEGISLATIVA

Historie bezpečnosti použití je taková, že v roce 1958 US Food and Drug Administration (FDA) určil glutaman jako obecně považovaný za bezpečnou složku spolu s mnoha běžnými potravinovými přísadami jako sůl, ocet a prášek do pečiva [52].

Obecná shoda ve vědecké komunitě byla uvedena na základě četných biochemických, toxikologických a lékařských studií provedených v průběhu čtyř desetiletí s tím, že glutaman je bezpečný pro širokou veřejnost včetně těhotných a kojících žen a dětí [53].

Hodnocení bezpečnosti glutamátu sodného byly poprvé vyhodnoceny JECFA na čtrnáctém a sedmnáctém zasedání v roce 1971 a 1974, respektive v těchto letech byl přidělen přijatelný denní příjem 0 -120 mg/kg tělesné hmotnosti, zahrnující L-glutamovou kyselinu jako ekvivalent soli, což bylo považováno za doplněk k příjmu všech neaditivních potravinových zdrojů. Protože v tomto čase nebyli v údajích uvedeni žádní kojenci, zjišťovaly se účinky na novorozenech hlodavcích. Bylo zjištěno, že neonatální hlodavci se zdají být mnohem citlivější na neurologické účinky vysoké hladiny glutamátu než dospělí, proto se přijatelná denní dávka nevztahuje pro kojence od 12. týdne věku [54, 55].

Komplexnější bezpečnostní hodnocení bylo provedeno JECFA. Přezkoumala dostupné údaje o metabolismu a farmakologických účincích glutamanu spolu s příslušnými experimentálními údaji toxikologických výsledků studií u lidí. Výzkum ukázal, že glutaman má za normálních okolností velmi nízkou akutní toxicitu; perorální dávka, která je smrtelná pro 50 % pacientů (LD50) u krys a myší byla 15000 až 18000 mg/kg tělesné hmotnosti. Ve studii subchronické a chronické toxicity v trvání 2 let u myší a krys, včetně jejich reprodukčních fází, nevyplývaly ve 4 % stravovacích úrovní žádné specifické nežádoucí účinky, 2leté studium u psů při 10 % stravovacích úrovní také neukázalo žádné účinky na tělesnou hmotnost, hmotnost orgánů, klinické indexy, úmrtnost nebo obecné chování. V závěru celkového hodnocení bezpečnosti JECFA uvedla, že celkový příjem stravy s glutamany, vyplývající z jejich využití na úrovni nezbytné k dosažení požadovaného technologického účinku a přijatelného pozadí v potravinách, nepředstavuje pro zdraví žádné nebezpečí. Proto nebylo považováno za nutné stanovit „přijatelný denní příjem“ (ADI) vyjádřený v číselné podobě a údaj „denní příjem nespecifikován“ byl přidělen kyselině L-glutamové, sodné, draselným, vápenatým a amonným solím [56].

JECFA upozornila také na důkaz, že není nutné zacházet s těhotnými ženami a dětmi jako se zvláštní případy, avšak zachová již dříve vyjádřený postoj, že potravinářské přídatné látky

obecně (včetně glutamanu), by neměly být používány v potravinách pro kojence před 12. týdnem věku [54].

V závěru prohlášení FDA o existenci symptomů bylo zdůrazněno, že klíčovým údajem je množství použitého glutamanu v potravinách. Jejich zprávu podporuje také fakt, že neexistuje žádný důkaz podporující úlohu glutamanu v potravině nebo volného glutamanu v jiné formě způsobující nebo prohlubující závažné dlouhodobé problémy vyplývající z degenerativního nervového poškození buněk. Nicméně v roce 1995 směrnice Evropské komise o potravinářských přídatných látkách stanovila limit 10g/kg pro L-glutaman a sůl přítomné v potravinových výrobcích s výjimkou nezpracovaných potravin, příkrmů pro děti (použití glutamanu a soli není povoleno). Pro ochucovačla a koření není maximální množství stanoveno. Výrobci jsou si však vědomi toho, že mnoho spotřebitelů nechce mít v jídle glutaman. Někteří tedy reagovali prostřednictvím tzv. „čistých štítků“, tj. štítků, které obsahují pouze názvy složek s nadějí, že spotřebitelé nerozpoznají obsahující glutaman, který bude skryt pod názvem „hydrolyzované sójové bílkoviny“ [57,58].

Vědecký výbor Evropské komise pro potraviny Evropského společenství (SCF) provedl hodnocení bezpečnosti a přišel ke stejnému závěru podobně jako JECFA, že glutamanu může být přiděleno „denní příjem nespecifikován“ (1991). Později Federace amerických společností pro experimentální biologii (FASEB) přezkoumávala hlášené nežádoucí účinky glutamanu v roce 1995 a došla tak k závěru, že ačkoliv nebyly vysoké hladiny nežádoucích účinků glutamanu vědecky ověřitelné, dostatek dokumentace ukazuje, že existuje pravděpodobně podskupina zdravých jedinců, která zpravidla reaguje do 1 hodiny po expozici komplexními projevy při požití v perorální dávce 3 g glutamanu v potravině [59, 60].

V současnosti spadá zacházení s ním do potravinářské legislativy EU harmonizované předpisy České republiky Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1331/2008 ze dne 16. prosince 2008, kterým se stanoví jednotné povoloovací řízení pro potravinářské přídatné látky, potravinářské enzymy a látky určené k aromatizaci potravin [61].

Cílem je zejména, aby v souladu s podmínkami stanovenými v jednotlivých odvětvových potravinářských předpisech byly potravinářské přídatné látky, potravinářské enzymy a látky určené k aromatizaci potravin uváděny na trh a používány v potravinách k lidské spotřebě, pouze pokud jsou uvedeny na seznamu povolených látek Společenství, přičemž bezpečnost látek určených k aromatizaci potravin musí být posouzena v souladu s nařízením (ES)

č. 1334/2008 o látkách určených k aromatizaci a některých složkách potravin vyznačujících se aromatem [62].

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. U přídatných látek, u nichž není stanoveno nejvyšší povolené množství konkrétní číselnou hodnotou, se při výrobě potravin uplatňuje zásada *quantum satis*, což znamená, že je použita v nezbytně nutném množství [63].

Při výrobě potravin lze používat jen ty přídatné látky, které byly schváleny postupem podle Nařízení ES č. 1333/2008, jímž se stanovuje jednotný postup pro posuzování a povolování přídatných látek, potravinářských enzymů a potravinářských aromat, které jsou uvedeny na seznamech potravinářských látek EU v přílohách tohoto nařízení [64].

5 POROVNÁNÍ GLUTAMANU V ZÁVISLOSTI NA CHUTI

Výsledky účinků kyseliny glutamové a jejích solí na chuť, hédonické vlastnosti nebo celkové přijetí těchto potravin zdůrazňuje sodná sůl kyseliny L-glutamové (MSG). Chutnost jídla se zvyšuje s příslušnými koncentracemi MSG a může být zastoupena MSG a NaCl. Hédonické účinky lišící se mezi potravinami jsou podstatné v použití koncentrací MSG a jiných složek, ale nemusí být v případě přidání MSG nutně pouze pozitivní. Například samotný přídavek MSG s vařenou nebo smaženou rýží způsobuje, že je hodnocení neutrální nebo negativní. Naopak pozitivní hodnocení je v případě přídavku MSG a NaCl se smaženou rýží. U vařené rýže je hodnocení pozitivní jen tehdy, pokud byla přidána sójová omáčka. Například u čínských nudlí s odpovídající koncentrací NaCl a MSG-5'-ribonukleotidovou směsí je hodnocení pozitivní, negativní je u přídavku samotného NaCl.

Chuť masa, ryb nebo zeleniny, které obsahují přírodní glutaman, se také odlišuje v kyselosti od těch obsahujících chinin, sacharózu nebo NaCl. Glutaman a volné aminokyseliny plus nukleotidy jsou například nezbytné pro plnou chuť vařených brambor. Celkově jsou účinky MSG týkající se potravin odlišné od těch obsahujících NaCl. Jejich pozitivní účinky byly usnadněny nízkými koncentracemi 5'-ribonukleotidů.

Použití extrahovaných chutí masa, hub a zeleniny, koncentrovaných ovocných omáček nebo džemů, bylin a koření stejně jako použití zvýrazňujících příchutí jako MSG, IMP nebo GMP může zvýšit požitek a příjem živiny třeba u seniorů. MSG také pomáhá lidem snížit celkové množství sodíku ve stravě. MSG obsahuje pouze jednu třetinu sodíku ze soli (chlorid sodný). Navíc jeho použití znamená příjem jen jedné desetiny soli.

Pomocí špetky MSG spolu s nízkou úrovní soli navodíme příjemnou chuť, která snižuje celkové množství soli v potravinách. Studie provedené například v Japonsku hodnotily přijatelnost nízké hladiny sodíku ve vaječné polévce. Běžná polévka bez přidaného MSG (celkový obsah sodíku byl 0,272 %) je téměř stejná, jako polévka s malým množstvím soli a přidaným MSG (celkový obsah sodíku je 0,194 %). Zároveň je však přijatelnost polévky s nízkým obsahem sodíku bez přídavku MSG (celkem obsah sodíku je 0,189 %) velmi malá.

Studie ukázala, že téměř 30 % z příjmu soli bylo sníženo přidáním pouze 0,04 % MSG, aniž by se změnila přijatelnost polévky. Ke standardnímu použití MSG pro vaření stačí polovina čajové lžičky na 500 g masa nebo 4 - 6 porcí míchané zeleniny nebo polévky. Použitím správného množství lze zvýraznit i málo chutné potraviny [27].

5.1 Varianty umami chuťových receptorů

Pomocí kombinace sensorických, genetických a in vitro kroků vědci potvrzují, že T1R1-T1R3 chuťový receptor hraje roli ve vnímání umami chuti. Dále uvádějí, že změny v genech, které kódují tento receptor, odpovídají individuálním rozdílům v citlivosti na vnímání intenzity chuti umami. Umami je kvalita chuti spojená s několika aminokyselinami, zejména aminokyselinou L-glutamovou. Vysoké hladiny glutamanu jsou přítomny v mnoha potravinách bohatých na bílkoviny, včetně masa a sýrů, zeleniny, hub, hrachu a rajčat. Aminokyseliny jsou stavebními kameny bílkovin, tedy základní makronutrienty.

Ve studii Fukeho a Schimizu (1993) a jeho týmu byly poprvé provedeny sensorické testy na 242 jedincích, kteří byli požádáni, aby rozlišili slabou chuť L-glutamanu od soli. Přibližně 5 % z nich nebylo schopno tyto dvě chutě od sebe odlišit, což znamená, že někteří lidé jsou na umami velmi citliví, a proto mají potíže s detekcí nízké hladiny této chuti. Dalších 87 jedinců bylo požádáno, aby posoudili intenzitu chuti glutamanu. Subjekty ochutnaly pět koncentrací glutamátu a hodnotili každou intenzitu umami na stupnici, která se pohybovala od „bez pocitu“ k „nejsilněji představitelná“. Výzkumníci zkoumali DNA těchto 87 jedinců a podívali se na změny v genech, které kódují T1R1 a T1R3, dvě proteinové podjednotky, které dohromady tvoří G-proteinový receptor T1R1-T1R3. Porovnání struktury DNA každého jedince u chuťových reakcí na glutaman zjistili, že rozdílné variace (známé jako SNP – jednonukleotidové polymorfismy) na třech místech genu T1R3 jsou spojeny se zvýšenou citlivostí na chuť glutamanu.

Čtvrtý set studií používaných v technikách biologie buněk in vitro poskytnou další důkaz, že T1R1-T1R3 je aminokyselina lidského chuťového receptoru. Když byly lidské T1R1-T1R3 receptory exprimovány v hostitelské buněčné linii, byly tyto buňky schopné specificky reagovat na L-glutaman. Společné zjištění ukazuje, že T1R1-T1R3 receptory významně působí na citlivost lidí na umami chuť z glutamanu a že individuální rozdíly ve vnímání umami jsou způsobeny alespoň částečně na rozdíly v kódování genu T1R3 [42].

5.2 Glutaman jako potravinářská přídatná látka

Po mnoho let se potravinářské přídatné látky používají k ochucení, barvení a prodloužení doby použitelnosti trvanlivost potravin, jakož i podpoře bezpečnosti potravin. Ochucovací

systemy jsou velmi důležité při výrobě pikantních potravin. Látky určené k aromatizaci mohou hrát důležitou nutriční roli, zejména v potravinách, které nejsou příliš chutné, tím, že poskytuje žádanou potřebu. Potraviny a složky s vysokým obsahem volných aminokyselin nebo zhotovené z bílkovinných hydrolyzátů byly použity ve vaření po mnoho staletí v mnoha kulturách s cílem zvýšit smyslové vlastnosti různých potravin. Chuť umami pomáhá zlepšit chuť v potravě masitou a pikantní chutí. Nejvíce studovaná látka zvýrazňující chuť je glutaman sodný, sodná sůl kyseliny glutamové [45, 51].

V západních společnostech je všeobecný trend zvyšování spotřeby ochucených konzervovaných potravin. Teoreticky by tato změna v chování mohla vést ke zvýšení příjmu glutamanu, který je používán v těchto produktech jako látka zvýrazňující chuť. Nicméně potravinářský průmysl neustále zvyšuje počet produktů bez glutamanu v důsledku zvýšených výhrad spotřebitelů proti potravinářským přídatným látkám. V důsledku tohoto nemusí být celkový příjem z použití glutamanu významně ovlivněn [52].

Na zjišťování naměřených obsahů přidaného glutamanu v potravinách získaných z obchodu s potravinami na základě denní dávky glutamátu ve Velké Británii je asi 12 mg/kg/den pro celou populaci [65].

To je srovnatelné s USA, které odhadují zhruba 0,55 g/den pro průměrného spotřebitele (NAS, 1979). V Asii, zejména v Japonsku a Koreji, se glutaman a další glutamové soli používají intenzivněji než v Evropě. V těchto zemích se příjem přidaného glutamanu odhaduje na 1,2 až 1,7 g/den. Nedávná studie v Malajsii ukázala nižší obsah volné kyseliny glutamové v místních zpracovaných potravinách a hotových jídlech, a to 0,24 až 8,16 mg/g. Nicméně bylo zjištěno, že obsah volné kyseliny glutamové je vyšší v koření – 0,28 mg/g a v majonéze – 170,90 mg/g [66, 67].

V jídlech v restauraci se ale příjem může dostat na vysoké dávky jako je 5000 mg nebo i více. Na Tchaj-wanu je údaj o spotřebě glutamanu na jednoho obyvatele mnohem nižší, v průměru 3g/den. Tyto koncentrace jsou ale značně vysoké ve srovnání s těmi v západních zemích [68].

5.3 Vliv glutamanu na senzorické vlastnosti

Během posledních dvou desetiletí veřejné zdravotnické organizace a regulační orgány na podporu zdravotního přínosu pro snižování rizika kardiovaskulárních chorob doporučily snížit příjem sodíku [69].

To znamená, že poptávka po potravinách s nízkou hladinou sodíku, zejména u masných výrobků, v posledních letech značně vzrostla. Snižování NaCl ve fermentovaných masných výrobcích je velmi důležité a je velkou výzvou pro masný průmysl. Několik studií ukázalo, že snížení NaCl může změnit kvalitu fermentovaných, vařených a sušených masných výrobků, protože chlorid sodný zajišťuje mikrobiologickou stabilitu, snižuje vodní aktivitu, přispívá k rozpouštění myofibrilárních bílkovin a vyvíjí chuť a texturu vlastnosti [70].

Některé postupy ke snížení obsahu sodíku v masných výrobcích byly prostudovány, včetně používání jiných solí, jako KCl, MgCl₂ a CaCl₂ [69].

Z těchto solí je nejčastěji používán KCl pro prezentaci funkčních vlastností podobných NaCl. Nicméně vysoké hladiny chloridu draselného poskytují nežádoucí pachut', jako je hořkost, kovová a stahující chuť [71,72].

Z tohoto důvodu se hledaly složky, které mohou snížit nepříznivé účinky způsobené KCl, jenž je jedním z nejdůležitějších faktorů ve vývoji nízkého obsahu sodíku v masných výrobcích. Některé z těchto přísad, jako jsou dochucovadla a laktát, jsou vhodnými kandidáty pro náhražky soli a mohou minimalizovat nežádoucí účinky KCl ve fermentovaných masných výrobcích [70].

Účinek snížení sodíku v trvanlivých tepelně opracovaných salámech byl zatím studován nedostatečně. Campagnol, Santos, Morgano, Terra, a Pollonio (2011) prokázali, že použití lysinu, taurinu, 5'-ribonukleotidu (dinatrium guanylát a dinatrium-inosinát) je účinný při snižování senzorických nedostatků způsobených nahrazením 50 % obsahu NaCl s KCl v těchto uzeninách. Tito autoři však nemohli vykázat synergický efekt mezi těmito sloučeninami a ani vyhodnotit glutaman sodný, sloučeninu, která synergicky zvyšuje umami chuť vnímání při použití v kombinaci s 5'-ribonukleotidy [70].

Doposud nebyl účinek nahrazení více než 50 % NaCl s KCl na kvalitu trvanlivých tepelně opracovaných salámů prozkoumán. Vzhledem ke zvýšené spotřebě zpracovaného masa, především jako produktů hotových k jídlu, které obsahují zpracované maso jako náplň nebo

zálivku, snižujících vysokou hladinu chloridu sodného, může být velkým přínosem veřejnosti na zdravotní stav. Proto tato studie hodnotila vliv glutamanu sodného, dihydrátu dinatrium inosinátu, guanylátu, lysinu a taurinu na základě fyzikálně-chemických a senzorických vlastností fermentovaných tepelně opracovaných salámů s 50 % a 75 % jako náhradu NaCl za KCl. Suroviny použité v tomto experimentu byly zakoupeny z brazilských jatek pod federální kontrolou. Zpracování bylo provedeno v Laboratoři na maso a deriváty, Fakultě potravinářského inženýrství na univerzitě v Campinas, Sao Paulo v Brazílii. Byly provedeny dvě nezávislé opakování každého šetření. Trvanlivé salámy byly vyrobeny za použití vepřového masa (650g/kg), hovězího (200g/kg) a vepřového tuku (150g/kg). Suroviny se pomlely a smíchaly se s chloridem sodným a jinými složkami podle jednotlivého zpracování. Poté byly přidány zbývající složky: glukóza (1g/kg), dusitan sodný (0,15g/kg), bílý pepř (2g/kg), česnek (3g/kg), muškátový oříšek (0,02g/kg), Erythorban sodný (0,25g/kg) a startovací kultury (0,25g/kg, Bactoferm T – SPX Chr.Hansen) skládající se z *Pediococcus pentosaceus* a *Staphylococcus xylosus*. Po úplné homogenizaci se masová směs plnila do vláknitých střev o průměru 50 mm. Kousky trvanlivého salámu byly umístěny do dozrávacích komor při teplotě $28 \pm 0,1$ °C, při relativní vlhkosti vzduchu mezi 85 a 90 %, dokud nedosáhla $\text{pH} \leq 5,2$. Další kusy byly připravené v obyčejné troubě, dokud nebyla dosažena teplota v jádře 62 °C, poté následoval cyklus vaření: 50 °C po dobu 1 hodiny, pak zvýšení každých 30 minut o 10 °C až do dosažení 70 °C. Po ochlazení zrály salámy ve zrací komoře při teplotě $15 \pm 0,1$ °C a relativní vlhkosti 65 až 75 %, až do hodnoty vodní aktivity $\leq 0,92$. Poté byla střeva odstraněna a trvanlivé masné výrobky byly vakuově zabaleny a skladovány v chladničce (4 ± 1 °C) až do doby analýzy.

Tato studie byla registrována a schválena ve výboru pro výzkum na univerzitě v Campinas (Unicamp, Sao Paulo, Brazílie) na základě protokolu n. 268/2010. Spotřebitelská studie byla provedena v laboratoři senzorické analýzy na Fakultě potravinářského inženýrství, University of Campinas (Sao Paulo, Brazílie). Všichni účastníci, kteří se zúčastnili jako dobrovolníci senzorické analýzy, podepsali souhlas. Senzorické zkoušky byly provedeny pomocí devíti bodů hédonickou stupnicí s extrémy od „velmi dobré“ do „velmi nevyhovující“. Atributy barvy, vůně, chuti a textury byly hodnoceny 100 hodnotiteli (48 mužů a 52 žen) získanými mezi pracovníky a studenty na Unicamp ve věku mezi 18 a 60 lety. Vzorky byly zhodnoceny a ihned pak zpracovány.

V průběhu výroby byl vývoj pH vzorků s 50 a 75 % nahrazení NaCl s KCl podobný. Po 24 hodinách zrání, řízení a dalších procedur byly prezentovány hodnoty pH pod 5,2. Tento

rychlý pokles pH je velmi důležitý pro TMV, protože kyselina mléčná produkovaná bakteriemi mléčného kvašení brání velkému množství patogenních mikroorganismů a zkažení. Na konci výrobního procesu byly hodnoty pH v rozmezí 4,58-4,73 ($p > 0,05$ -Experiment I) a 4,70-4,77 ($p < 0,05$ -Experiment II), což je v souladu s výsledky získanými Campagnol, Santos, Morgano et al., a jsou typické pro tento typ masného výrobku [70].

V této studii nahrazení NaCl s KCl výrazně snížilo obsah sodíku a zvýšilo obsah draslíku produktů. Kontrola 50 % náhrady představovala obsah sodíku 1378 mg/100 g, který je podobný obsahu získaného za použití 2,5 % NaCl (1345 mg/100 g) ve složení trvanlivých uzenin. Takže nahrazením NaCl s KCl došlo ke snížení obsahu sodíku o 44,30 % a přibližné zvýšení obsahu draslíku o 127 %. Naproti tomu úprava 75 % nahrazení NaCl s KCl má za následek snížení sodíku přibližně o 68 %, přičemž obsah draslíku se zvyšuje o více než 200 %. Tyto modifikace poskytují zdravější znaky modifikovaných TMV a snižují příjem sodíku. Tato alternativa snižuje riziko hypertenze a následný výskyt kardiovaskulárních chorob u některých specifických skupin obyvatelstva [68, 69].

6 SENZORICKÉ HODNOCENÍ POTRAVIN

Senzorická analýza je ve srovnání s tradičními vědami, jako je fyzika a chemie, relativně mladá věda. Jako první byl použit systematický smyslový test – trojúhelníkový test, jenž byl uplatněn ve skandinávských zemích. V tomto čase probíhal paralelní vývoj také v USA. První kniha o sensorické analýze byla napsána v polštině a tento text byl později přeložen do češtiny, maďarštiny a ruštiny. Druhá kniha o sensorické analýze byla napsána v japonštině, zatímco třetí učebnici, která byla většinou smyslových analytiků uznávaná, publikovali Amerine, Pangborn a Roessler (1965). Tato publikace byla základem na přednáškách na Kalifornské univerzitě v Davisu jako součást jejich vědního programu o výživě. Novější knihy stavěly na předchozích dílech a zahrnují aplikace diferenčních zkoušek, které byly vyvinuty v mezidobí [72].

Senzorická analýza je definována jako analytická metoda, při níž se tzv. organoleptické vlastnosti potravin stanoví výhradně lidskými smysly. Její význam spočívá v tom, že postihuje takové kvalitativní ukazatele, které není možno, alespoň ne úplně, charakterizovat přístrojovou technikou. Důležité informace lze získat poměrně rychle a zpravidla i levně. Na tomto základě je tedy často možné přímo korigovat technologické fáze výroby potravin, resp. surovin. Proto je sensorická analýza již řadu desetiletí součástí procesu kontroly jakosti a bezpečnosti potravin.

Pro utváření představ spotřebitele o kvalitě potravin má zásadní význam vnímání jejich sensorických charakteristik (vzhled, barva, chuť, vůně, textura), které určují tzv. sensorickou jakost potraviny. Na základě sensorické jakosti spotřebitel často usuzuje (ne vždy správně) i na výživovou, hygienickou a celkovou jakost výrobku. Sensorická jakost patří dnes spolu s cenou, nutriční hodnotou, stupněm konvence a designem obalu k nejdůležitějším kritériím, které spotřebitel zohledňuje při nákupu. Sensorickou jakost nelze zobecnit, je pro každý výrobek jiná a má své specifické rysy. Proto je důležité jak při vývoji nových potravinářských výrobků, tak při jakékoliv změně stávajících výrobků zjišťovat, jak jejich kvalitu vnímá spotřebitel a do jaké míry odpovídá jeho požadavkům. K tomuto účelu lze využít některé z metod sensorické analýzy.

Senzorické posuzování prošlo za posledních několik desítek let rozsáhlým vývojem. Na počátku byly relativně jednoduché postupy kontroly kvality aplikované v několika málo potravinářských provozech. Dnes mluvíme o sensorickém hodnocení jako o vědecké disciplíně a jedné z neodmyslitelných součástí výzkumu, vývoje a každodenní praxe v potravinářských

i nepotravinářských organizací na celém světě. V potravinářských podnicích existují pracovní pozice, jejichž náplní je přímo sensorické posuzování výrobků pocházejících z každodenní výroby. Sensorická analýza je tak dnes vedle zkoušení fyzikálního, chemického a mikrobiologického nezastupitelnou součástí hodnocení kvality surovin, polotovarů i hotových výrobků v potravinářském průmyslu. Uplatňuje se také při kontrole obalových materiálů, krmiv, pitné vody, ovzduší, v textilním průmyslu, v kosmetickém průmyslu i v dalších oborech [73].

Na sensorické hodnocení výrobků má vliv celá řada faktorů, proto je nutné výzkum dobře připravit. Aby výsledky analýzy byly co nejobjektivnější, je rovněž nutné zvolit – v závislosti na cíli, zaměření a rozsahu výzkumu – vhodnou metodu.

V odborných publikacích lze najít přehled metod sensorické analýzy, které bývají obvykle členěny buď z hlediska účelu jejich použití, nebo z hlediska principu realizace testu. Většina autorů se v názoru na tuto problematiku shoduje a mezi základní metody sensorické analýzy řadí metody rozdílové, metody pořadové, hodnocení srovnáním se standardem, hodnocení s použitím stupnic, poměrové (magnitudové) metody, metody slovního popisu, stanovení sensorického profilu, speciální metody (např. stanovení vývoje a dozrívání vjemu, stanovení závislosti intenzity vjemu na intenzitě podnětu). Hodnocení může probíhat formou párových zkoušek, trojúhelníkových zkoušek, zkoušek duo-trio aj.

V rámci výše definovaných metod se osvědčilo využívat k hodnocení výrobků stupnice. Díky kombinaci metod založených na škálovacích postupech (např. využití stupnic pro vyjádření intenzity dílčího vjemu) s metodami slovního popisu je možno vytvářet sensorické profily hodnocených výrobků.

V praxi bývá sensorická analýza velmi často kombinována se spotřebitelskými výrobkovými testy, a to zejména při vývoji nových výrobků [74].

Chceme-li provádět efektivní smyslové hodnocení, hodnotitelé nesmí být rozptylováni.

Tyto zkoušky by měly být prováděny ve zvláštní místnosti, ve které je kontrolované osvětlení a dobré větrání. Hodnotitelé by měli sedět v samostatných kójkách a neměli by mezi sebou během posuzování komunikovat. Vzorky potravin by měly být jednotné velikosti rozdělené na porce a stejné teploty. Také by měly být kódovány podle náhodného třímístného čísla a prezentovány v čisté nádobě bez zápachu. Je-li více vzorků než jeden, je třeba zajistit, aby

hodnotitelé obdrželi vzorky ve stejném pořadí. Posuzovatelé jsou instruováni, aby si důkladně vypláchli ústa vodou mezi každým vzorkem, z důvodu odstranění veškerých zbytků předchozího vzorku [74].

7 TEXTURNÍ HODNOCENÍ POTRAVIN

Textura je komplex různých vlastností potraviny či výrobku, které jsou sensoricky nebo pomocí přístrojů detekovány a kvantifikovány. Je významným aspektem kvality masa a masných výrobků. Lze ji hodnotit sensoricky, ale také instrumentálně [75].

Při sensorickém 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 sensorické analýze má hodnotitel za úkol kvalitativně určit vlastnosti a kvantitativně určit jejich intenzitu [76].

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 [77].

Instrumentální hodnocení textury

Většina instrumentálních metod hodnocení textury je založena na mechanických testech, které zahrnují měření odolnosti potraviny proti účinkujícím silám větším než je gravitace. Mechanické měření textury má převážně destruktivní charakter, protože aplikovaná síla přesahuje hranici pevnosti testované potraviny, která se v procesu poruší [77].

Instrumentální metody jako Allo-Kramer test, Warner-Bratzlerův test a analýza texturního profilu jsou běžné metody používané k hodnocení křehkosti (tuhosti) masa [78].

Textura je objektivně měřena silou nebo energií, kterou se vzorek masa přeřezává nebo stlačuje [79]. Instrumentální metody vyžadují větší velikost vzorků a přesně definované vzorky. Je velmi obtížné nebo nemožné srovnávat výsledky mezi laboratořemi, pokud vzorky mají jinou velikost a tvar a rozdílné nastavení přístrojů [80].

Analýza texturního profilu – TPA

Analýza texturního profilu je jedna z metod, která simuluje podmínky, kterým je potravina vystavena v ústech [76].

Mechanické vlastnosti se vztahují k reakci potraviny na mechanické namáhání a rozděluje se na tyto parametry:

- Tvrdost – podle fyzikální definice je síla potřebná pro dosažení dané deformace. Senzorická 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.
- 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.
- Gumovitost je definována jako součin tvrdosti a kohezivnosti, je charakteristická pro polotuhé potraviny s nízkým stupněm tvrdosti a vysokým stupněm soudržnosti [75].

8 HODNOCENÍ KYSELOSTI

Kyselost (angl. potential of hydrogen, lat. pondus hydrogenia, tj. „potenciál vodíku“), též vodíkový exponent, je číslo, kterým v chemii vyjadřujeme, zda vodný roztok reaguje kyselé či naopak zásaditě (alkalicky). Jedná se o logaritmickou stupnici s rozsahem hodnot od 0 do 14 (pro většinu vodných roztoků, roztoky silných kyselin a zásad či jiné než vodné roztoky mohou nabývat jiných hodnot); přitom neutrální voda má pH při standardních podmínkách rovno 7. U kyselin je pH menší než 7 – čím menší číslo, tím „silnější“ kyselina; naopak zásady mají $\text{pH} > 7$, čím větší číslo, tím „silnější“ zásada. Výpočty pH mají velký význam především v analytické chemii při titračních reakcích.

Stupnici pH zavedl v roce 1909 dánský biochemik Søren Peder Lauritz Sørensen.

Hodnota pH je definována jako záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů. Ve vodném roztoku je vždy kromě molekul H_2O také určité množství oxoniových kationtů H_3O^+ (přesněji $[\text{H}(\text{H}_2\text{O})_4]^+$) a hydroxylových aniontů OH^- . Součin koncentrací obou těchto iontů je ve vodných roztocích za konstantních podmínek vždy konstantní, je označován jako iontový součin vody a pro standardní podmínky nabývá hodnoty 10 až 14. V čisté vodě je látková koncentrace obou iontů stejná: 10 až 7. To odpovídá $\text{pH} = 7$. Kyselost vzniká přebytkem H_3O^+ . Zvýšení jejich koncentrace na stonásobek, tedy 10 až 5, odpovídá $\text{pH} = 5$. Zásaditost je přebytek hydroxylových iontů na úkor oxoniových. Je-li v roztoku např. 1000× více OH^- než ve vodě, klesne koncentrace iontů H_3O^+ na 9 až 10, což odpovídá $\text{pH} = 10$ [81].

Hodnota pH silně ovlivňuje růst mikroorganismů a jejich biochemickou činnost. Obecně platí, že většina hnilobných patogenů roste optimálně v rozmezí pH 6 až 7,2 [82].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 CÍL PRÁCE

Cílem mé práce bylo vyrobit experimentálně tepelně opracované měkké masné výrobky typu točeného salámu kabanos a doplnit o glutaman sodný v rozdílných koncentracích: 0 hm. %; 0,3 hm. %; 0,6 hm. %; 0,9 hm. %; 1,2 hm. % a dále nechat sensoricky zhodnotit. Hodnotily se následující deskriptory: barva, chuť, vůně, konzistence a celkový dojem. Dále bylo cílem zjistit možné preference u výrobků s rozdílným množstvím přidaného glutamanu a doplnit o instrumentální měření textury výrobků a pH a zjistit případné souvislosti mezi texturou a množstvím přídavné látky. Sledované texturní vlastnosti se opakovaným měřením testovaly v závislosti na čase jako skladovací pokus.

Experiment je doplněný tabulkami s číselnými hodnotami, grafy s popisem a fotodokumentací z průběhu pokusu.

10 POPIS A METODIKA EXPERIMENTU

10.1 Suroviny, přísady, technické a laboratorní vybavení

- vepřové sádlo
- vepřová kýta
- strojně oddělené maso
- kořenící směs
- glutaman sodný
- dusitanová solící směs
- šupinkový led
- uzavíratelné plastové nádoby o objemu 200 ml
- nerezové vykrajovací kroužky
- váhy KERN
- homogenizátor Vorwerk Thermomix TM 31
- řezačka masa (Univerzální kuchyňský robot SPAR SP)
- konvektomat Rational SCCWE 61
- vakuová balička Mini Jumbo (Henkelman vakuum systems)
- vpichový teploměr
- vpichový pH metr
- texturometr TA.XT Plus s kruhovou sondou 100 mm Platen (Stable Micro Systems) s vyhodnocovacím softwarem Exponent Lite
- dutý nerezový válec o průměru 35 mm pro vykrojení vzorku na texturu
- běžné laboratorní vybavení

10.2 Výroba modelových masných výrobků

10.2.1 Surovinová skladba masného výrobku

Podle přiložené receptury byl vyroben tepelně opracovaný masný výrobek, dále rozdělený na několik částí. Jedna z nich byla ponechána bez přídavku glutamanu a pak použita jako standard, zbývající čtyři byly s přidaným glutamanem v množství **0 hm. %; 0,3 hm. %;**

0,6 hm. %; 0,9 hm. %; 1,2 hm. %.

Suroviny a přísady:

Strojně oddělené kuřecí maso	400 g
Vepřová kýta	400 g
Vepřové sádlo	600 g
Led	600 g
Dusitanová solící směs	30 g
Koření	16 g
Bramborový škrob	40 g
Proteinový stabilizátor	10 g

Množství přidaného glutamanu sodného:

0,3 hm. %	6,29 g
0,6 hm. %	12,58 g
0,9 hm. %	18,86 g
1,2 hm. %	25,15 g

10.2.2 Popis pracovního postupu výroby vzorků

Byl vyroben tepelně opracovaný masný výrobek typu měkký salám – kabanos. S ohledem na jednodušší manipulaci a přípravu nebylo hotové dílo naraženo do přírodních střev, jak ukládá příslušná norma, ale naplněno do uzavíratelných plastových kelímků pro jednotlivou analýzu.

Vstupní suroviny, vepřové hřbetní sádlo, vepřová plec a vepřové strojně oddělené maso byly zpracovány v přesném pořadí za sebou, kdy nejučtější surovina byla nařezána až jako poslední. Kořenící směs, bramborový škrob, bílkovinový stabilizátor a glutaman sodný byly přidány až do díla v homogenizátoru. Současně byl přisypáván šupinkový led, aby bylo zabráněno denaturaci bílkovin a tím „zkrácení díla“. Dílo bylo mělněno do 10 °C. Předem navážené množství glutamanu bylo přidáváno v množství 0 hm. %; 0,3 hm. %; 0,6 hm. %; 0,9 hm. %; 1,2 hm. %. Nejprve probíhalo mělnění při nižších otáčkách, ke konci míchání byla rychlost otáček zvýšena. Jemně rozmělněné dílo bylo naplněno do předem připravených plastových obalů o velikosti 200 ml. Plněny byly do 4/5 objemu tak, aby při tepelném opracování nedocházelo k vytékání obsahu. Výběr těchto technologických obalů byl pro následnou manipulaci s testovaným výrobkem výhodnější než použití klasického hovězího kroužkového nebo klihovkového střeva. Přebytečný vzduch byl z díla odčerpán ve vakuové baličce proto, aby se v masném výrobku po tepelném opracování nevytvořily nežádoucí kaverny, a aby tedy byla zajištěna lepší homogenita výsledného produktu. Následovalo zauzení a tepelné opracování naraženého díla v konvektomatu. Byla provedena kontrola dokonalého tepelného opracování v jádře masného výrobku a to teplota 70 °C/20 min. Výrobky byly chlazeny v ledové tříšti, do teploty 5 °C -+ 2°C. Průběžně byla měřena vpichovým teploměrem klesající teplota. Z vychlazených a uskladněných kelímků s testovaným vzorkem pak byl nejprve pomocí kruhové vykrajovačky vykrojen váleček o průměru 35 mm, z něj se následně nakrájely na strunovém kráječi další vzorky - kolečka o tloušťce 10 mm. Vzorky v takto upravené formě pak byly přichystány k senzorickému hodnocení a k měření a zjišťování texturního profilu.

Fotodokumentace z průběhu našeho experimentu je uvedena v příloze I.

10.3 Senzorické hodnocení vyrobených vzorků

10.3.1 Popis experimentu a použitá metodika

Nakrájené vzorky byly popsány a označeny číselným klíčem, podle kterého byly ty s rozdílnou koncentrací popsány takto: **0 hm. % – 1101; 0,3 hm. % – 2530; 0,6 hm. % – 3866; 0,9 hm. % – 7298; 1,2 hm. % - 7412**. Hodnotiteli byli studenti a studentky, kteří byli o správném postupu při senzorickém hodnocení předem poučeni. Studentů bylo 45 s průměrným věkem 21 let. Hodnocení probíhalo v dopoledních hodinách. Sledované deskriptory

byly - barva, chuť, vůně, konzistence a celkový dojem. Jednotlivým vzorkům pak byly v dotazníku přiřazovány body - stupně hodnocení od 0 – nejméně příjemný vzorek, 1 – více nepříjemný vzorek, 2 – mírně nepříjemný vzorek, 3 – mírně příjemný vzorek, 4 – příjemnější vzorek až po stupeň 5 – nejpříjemnější vzorek. Výsledky hodnocení pak zapisovali hodnotitelé do dotazníku, kterého vzor je na obrázku.

Vzorek masného výrobku	Stupně hodnocení vzorků					
	Nejpříjemnější 5	Příjemnější 4	Příjemný mírně 3	Nepříjemný mírně 2	Nepříjemný více 1	Nejméně příjemný 0
Barva						
Vůně						
Konzistence						
Chuť						
Celkový dojem						

Obr. č. 3 Vzor dotazníku k senzoričkému hodnocení

Výsledky hodnocení byly statisticky zpracovány podle Kruskal-Walisova testu.

Mezi základní chutě (*basic taste*) patří kyselá, hořká, slaná, sladká a umami.

Aroma (*aroma*) je senzoričká vlastnost vnímaná při zkoušení v zadní části nosu, v anglickém významu je pojem spojen s vůní s příjemným nebo nepříjemným významem.

Barvou (*colour*) označujeme charakteristiku výrobku vyvolávající barevný vjem.

Konzistencí (*consistency*) rozumíme mechanickou vlastnost detekovanou podnětem textilních nebo zrakových receptorů [76].

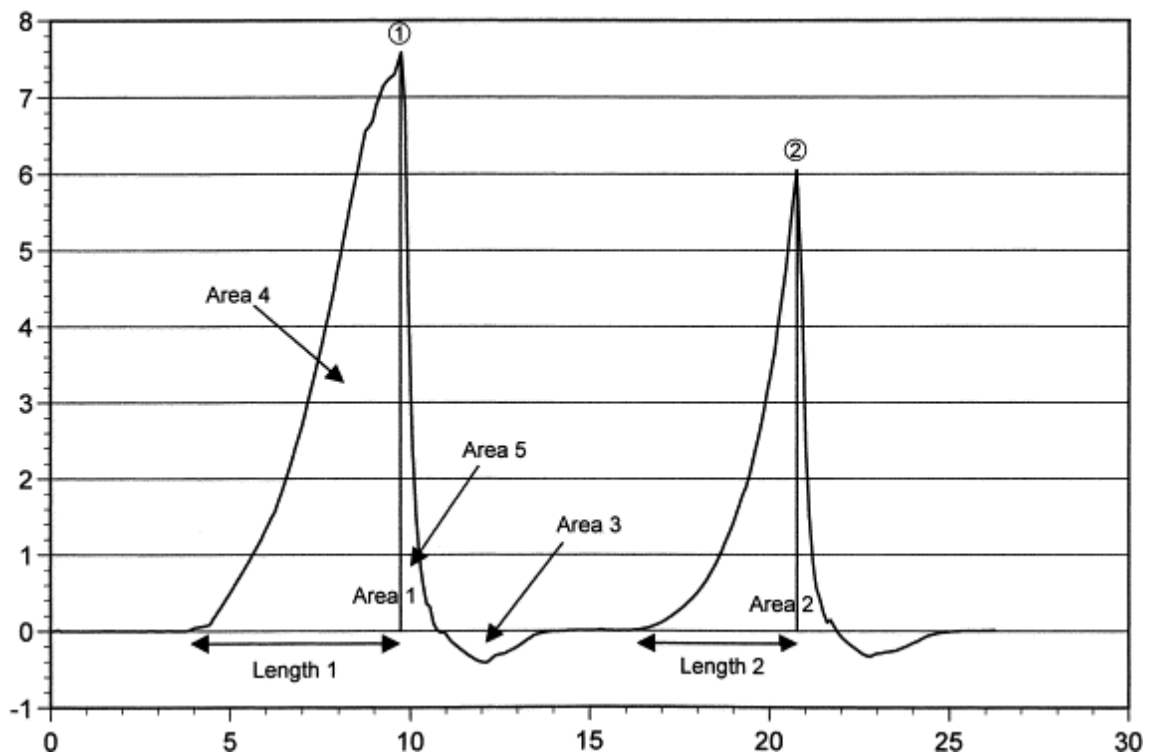
10.4 Textura masných výrobků

10.4.1. Popis experimentu a použitá metodika

Vzorky k měření texturního profilu byly připraveny obdobně jako u předcházejícího měření. Byly vyřezány válečky z jednotlivých nádobek a z nich napříč strunovým kráječem nařezaná kolečka o tloušťce 10 mm. Okrajová kolečka byla z dalšího testování vyřazena, protože byla

okoralá a měření by mohlo být zkresleno. Proto byly vyřazeny i ty kousky, ve kterých byly dutiny. Tímto způsobem bylo přichystáno 8 kusů vzorků od každé koncentrace.

Analýza texturního profilu (TPA) je objektivní metoda instrumentální analýzy. Zkouška se skládá ze stlačování vzorku potraviny ve dvou cyklech (Obrázek č. 4). Používá se především způsob zatěžování při dodržení konstantní rychlosti jedné z desek a měření průběhu síly působící na desku. Vyhodnocuje se zatěžovací křivka, tj. závislost síly na deformaci vzorku. Stlačovací píst (Obrázek č. 5) by měl být větší než vzorek a testovaný vzorek by měl mít hladký, rovný povrch, aby plocha, která je v kontaktu s pístem, byla konstantní a známá [77]. Ze závislosti síly na deformaci vzorku jsou pak určovány jednotlivé texturní parametry, kterými jsou tuhost, křehkost, přilnavost, pružnost, žvýkatelnost, gumovitost a soudržnost. Rychlost stlačování 50 až 100 mm/min je volena jako kompromis mezi odhadnutou rychlostí skousnutí (cca 300 až 500 mm/min) a schopností přístroje zaznamenat dostatečně přesně průběh sil u malých vzorků. Celková relativní deformace vzorků je 50 až 80 % [83].



Obrázek č. 4 - Analýza texturního profilu (TPA) [84].

Jednotlivé vlastnosti buď z grafu přímo odečte textuometr (z ploch píků), anebo jsou některé vypočítány součinem určitých parametrů.

Tvrdoost je maximální síla během prvního stlačení vzorku. Na obr. č. 4 je představována prvním píkem.

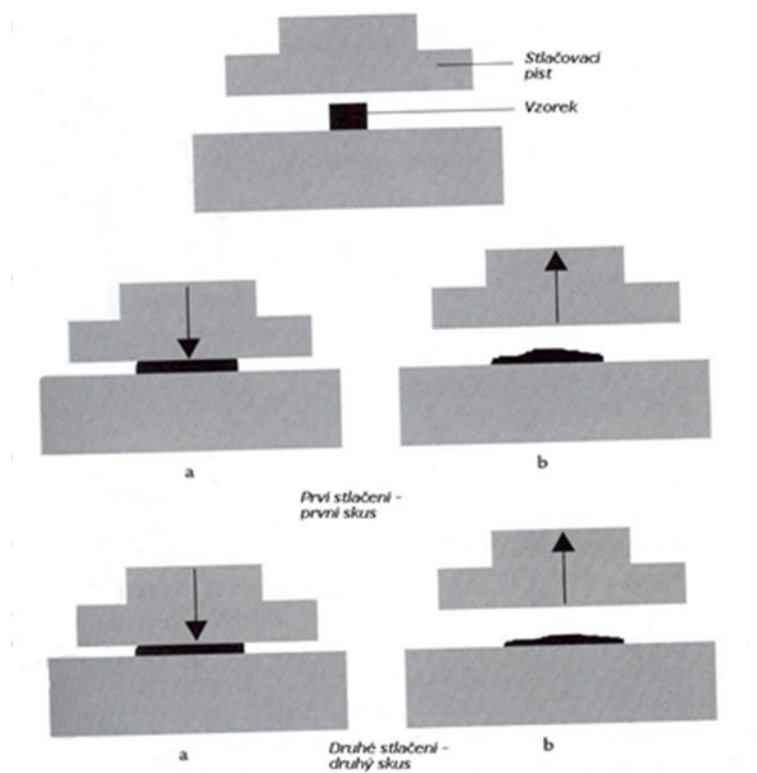
Lepivost je síla potřebná k překonání síly mezi povrchem vzorku a povrchem zatěžovací desky, se kterou vzorek přijde do kontaktu, na obr. č. 3 je představována plochou 3.

Pružnost je činná deformační délka v mm druhého stlačení dělená výškou vzorku. Vypočítat ji lze podílem délky 2 k 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.



Obrázek č. 5: Průběh komprese ve dvou cyklech při analýze

TPA, a – pohyb stlačovací plochy směrem dolů, b – pohyb stlačovací ploch směrem nahoru [85].

Měření bylo provedeno celkem třikrát, nejprve byly výrobky testované jako čerstvé a vychlazené, pak po skladování 3 měsíce a poté 6 měsíců od jejich výroby. Dále proběhlo mě-

ření texturního profilu na texturometru TA.XT Plus s kruhovou sondou 100 mm Platen (Stable Micro Systems), která pracuje ve dvoufázovém stlačovacím cyklu. Měření bylo vyhodnoceno příslušným softwarem Exponent Lite. Byly vyhodnoceny texturní charakteristiky – tvrdost, soudržnost - kohezivita, gumovitost.

10.5 Měření pH masných výrobků

10.5.1 Popis experimentu a použitá metodika

Ke zjišťování kyselosti vzorků bylo přistoupeno tak, aby byla predikována možná zkáza v průběhu skladování a mikrobiální kontaminace. Přímo v uschovaných skladovaných vzorcích v nádobkách byla měřena kyselost pomocí vpichového pH metru. Z každé sledované koncentrace (0 hm. %; 0,3 hm. %; 0,6 hm. %; 0,9 hm. %; 1,2 hm. %) byla změřena kyselost u čtyř vzorků v plastových obalech, každý vzorek dvakrát, opakovaně na opačné straně obsahu uvnitř nádoby. Měření bylo provedeno nejprve u výrobků čerstvých vychlazených a pak opakovaně po 3 a 6 měsících u výrobků uskladněných. Výsledné hodnoty testovaných vzorků byly statisticky vyhodnoceny metodou analýzy rozptylu.

11 VÝSLEDKY A DISKUZE

V této kapitole jsou shrnuty výsledky testování a vyhodnocování vzorků. Výsledky jsou prezentovány ve formě grafů a v příslušných přílohách jsou publikovány tabulky se zdrojovými daty. Současně je připojena k výsledkům diskuze s odbornými články a studiemi.

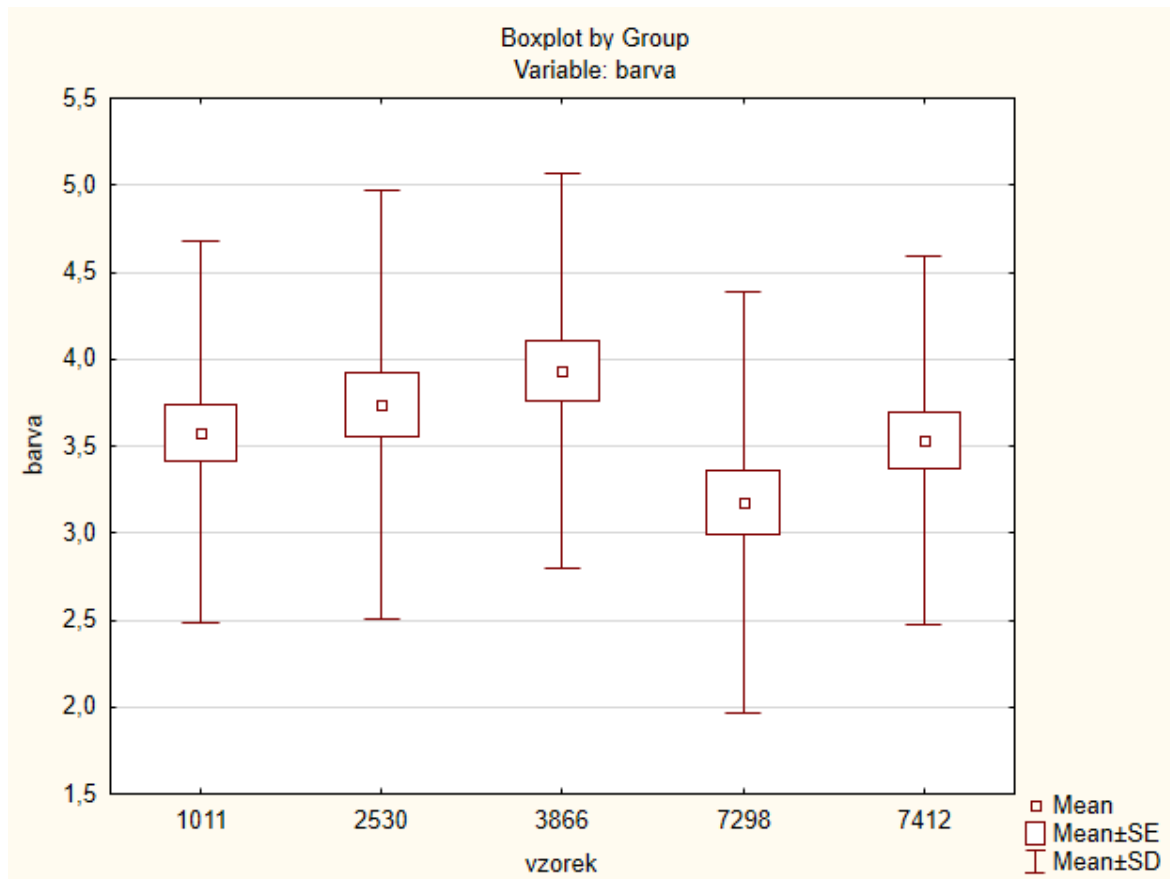
11.1 Hodnocení sensorické analýzy

Východiskem k vyhodnocení sensorické analýzy jsou fakta citovaná ze studie masných výrobků zaměřené na náhrady chloridu sodného jinými solemi především od Campagnol a kol. (2011), kde KCl současně s přidáním glutamanem v kombinaci s dihydrát dinatrium inosinát, guanylát, lysinem a taurinem. Výměnou 50 % NaCl s KCl a přidáním různých kombinací glutamanu sodného, dihydrát dinatrium inosinátu, guanylátu, lysinu a taurinu jsou natolik dostatečné, aby odstranily všechny smyslové vady způsobené nahrazením chloridu sodného. Tento výsledek může být vysvětlen tím, že umami chuť vyvinutá ze synergického účinku mezi glutamátem sodným a dinatrium-guanylát a inosinát (IMP/GMP) zlepšuje kvalitu a intenzitu chuti v potravinách se sníženým obsahem sodíku. Kromě toho aminokyseliny lysinu a taurinu mají vlastnosti, které poskytují zvýšenou slanost a maskují kovovou chuť některých kovů, včetně draslíku. Výsledky naznačují, že výměna 50 % NaCl a KCl přidáním glutamanu sodného, dihydrát dinatrium inosinátu guanylátu, lysinu a taurinu poskytují trvanlivým tepelně opracovaným masným výrobkům vhodné fyzikálně-chemické a sensorické vlastnosti. Přidání glutamanu sodného s lysinem (75 %), taurinem (75 %), dinatrium-inosinát a disodným guanylát (75 %) a disodným inosinát byla dostatečná pro odstranění závady způsobené náhradou 75 % NaCl s KCl, což vede k bezpečným a kvalitním masným výrobkům se sodíkem sníženým o 68 %.

11.1.1 Výsledky hodnocení barvy

Nejpreferovanějším výrobkem pro deskriptor barva byl výrobek 3866 s přídavkem s koncentrací glutamanu 0,6 hm. %, s průměrným hodnocením 3,66, který byl popsán jako „příjemnější.“ Nejhůře byl hodnocen vzorek s koncentrací 0,9 hm. % a s průměrnou hodnotou 3,17 označený jako „mírně příjemný“, který se pohyboval až k hodnocení „mírně nepříjemný“. Paradoxně téměř stejné hodnocení dosáhl kontrolní vzorek bez přídavku a vzorek s nejvyšším množstvím přídavku 1,2 hm. %. Vzestupnou tendenci v hodnocení vykazovaly

první tři vzorky s koncentrací 0 hm. %; 0,3 hm. %; 0,6 hm. %. Vstupní data ke grafu č. 1 lze nalézt v tabulce č. 2 v příloze II.



Graf 1: Senzorické hodnocení barvy

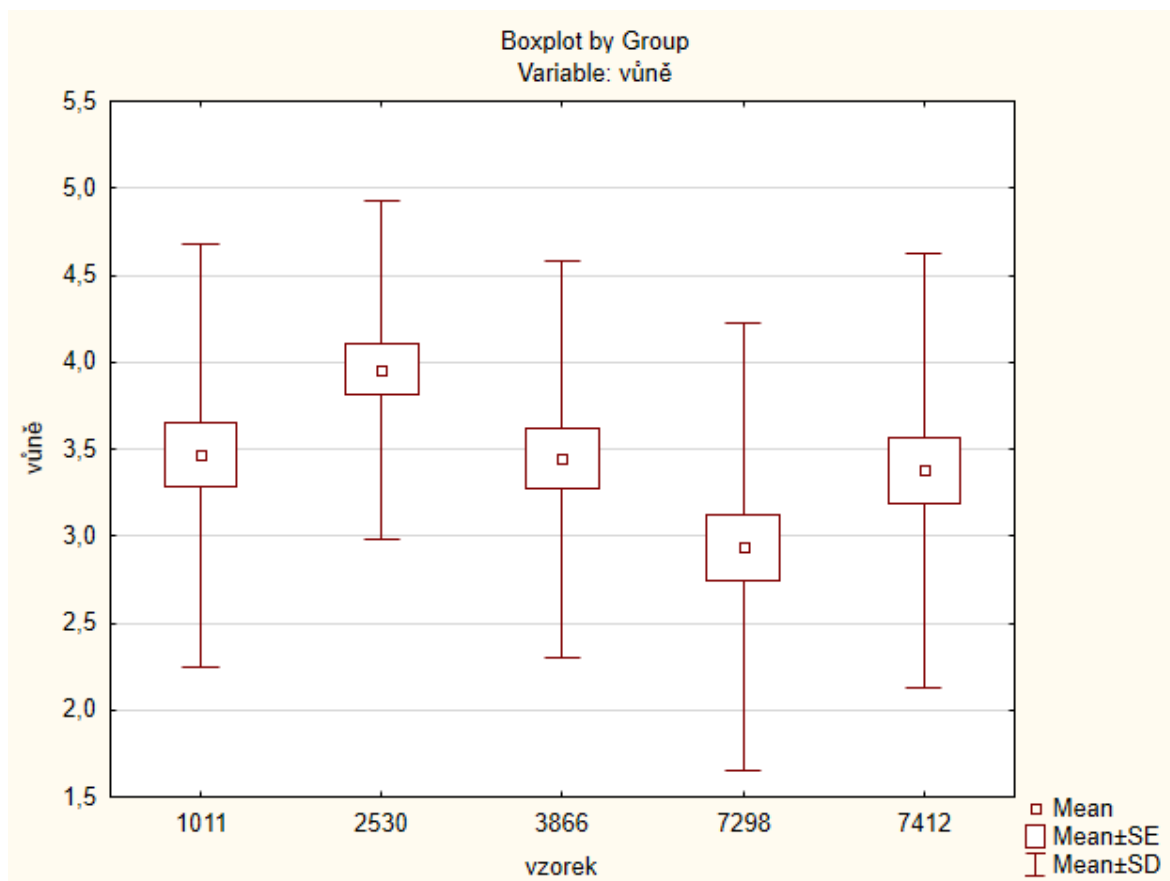
Legenda: 0 hm. % – 1101; 0,3 hm. % – 2530; 0,6 hm. % – 3866; 0,9 hm. % – 7298;

1,2 hm. % – 7412

Podle Vyhlášky č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultur, přílohy č. 7, Požadavky na jakost a složení vybraných masných výrobků má být vzhled masného výrobku v nákreji na řezu růžové barvy. Campagnol, Santos, Morgano a kol. (2011) tvrdí, že výměna 50 % NaCl s KCl nijak významně nezměnila hodnoty v barvě ani textuře trvanlivých tepelně opracovaných salámů nahrazených až 50 % NaCl současně s umami. V přijetí barevnosti vzorku konzumenty nebyl na našem experimentu taktéž pozorován žádný výrazný rozdíl. Lukšičková (2017) ve své práci o náhradách chloridu sodného

KCl a MgCl₂ píše, že byl senzoryckými hodnotiteli nejlépe hodnocen vzorek standard s průměrnou hodnotou. Vzorky s největším množstvím náhrady byly v její práci naprosto odlehlé od standardu a byly nejhůře hodnoceny

11.1.2 Výsledky senzoryckého hodnocení vůně



Graf 2: Senzorické hodnocení vůně

Legenda: 0 hm. % – 1101; 0,3 hm. % – 2530; 0,6 hm. % – 3866; 0,9 hm. % – 7298;
1,2 hm. % – 7412

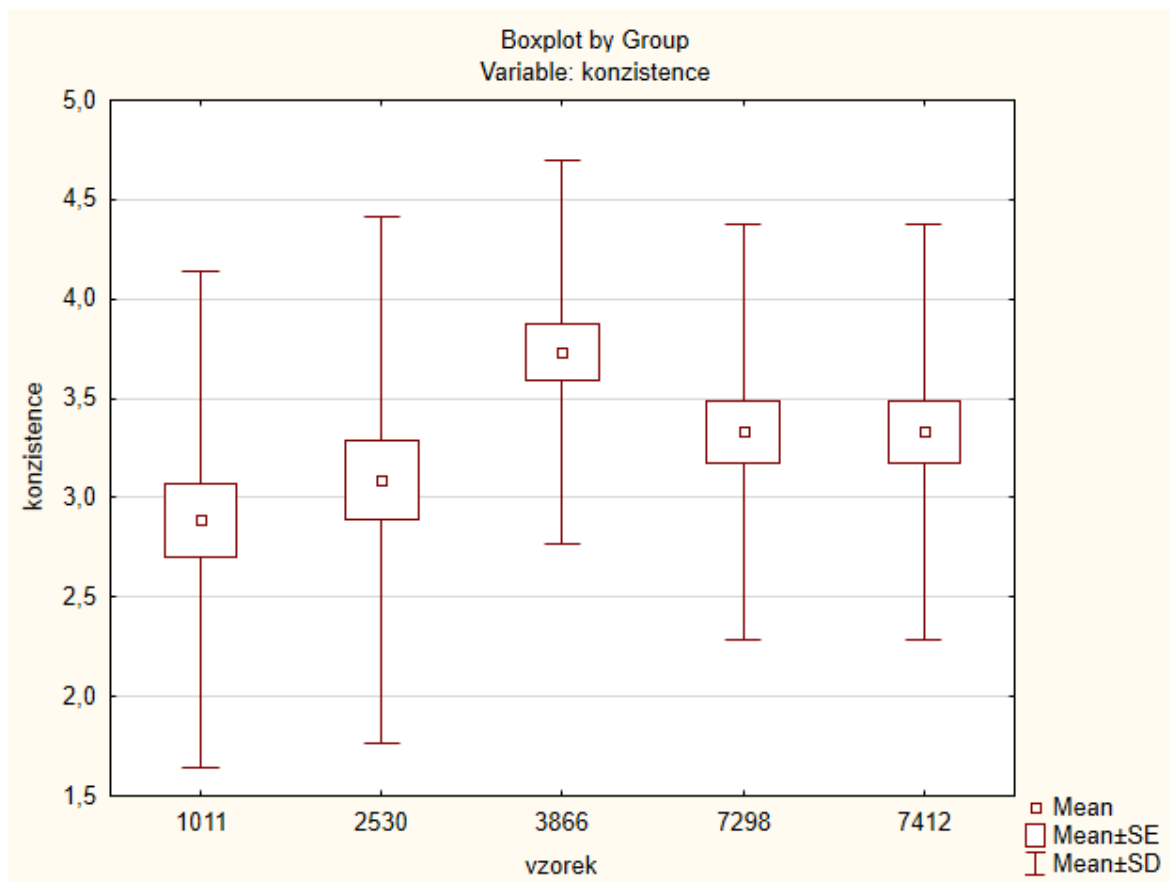
Podle Vyhlášky č.69/2016 Sb. má mít tepelně opracovaný masný výrobek vůni a chuť po čerstvé uzenině, přiměřeně slanou a kořeněnou. Jako skupina výrobků s nejlepší vůní byly výrobky ve skupině 2530 s koncentrací 0,3 hm. %; s ohodnocením „příjemnější“, současně to byl vzorek s nejmenším mediánem, odpovědi hodnotitelů se co nejméně lišily. Nejméně bodů dostaly vzorky 7298 s koncentrací 0,9 hm. % s ohodnocením „mírně příjemný“. Tato skupina výrobků měla také největší rozptyl odpovědí od téměř „více nepříjemný“ až k „příjemnější“. Hodnocení vůně v závislosti na množství přidaného glutamanu měla

nejdříve vzestupnou a pak sestupnou tendenci, pak hodnocení zase stoupalo. Číselné údaje pro graf č. 2 vychází z tabulky č. 4 v příloze II. Naše zjištění potvrzuje také zjištění studie Nischimury a kol. (2016), kteří ve své studii testovali vliv přidavku glutamanu na kuřecí vývar a zjistili, že MSG, IMP a fosfátové ionty hrají velmi důležitou roli ve vnímání pocitu vůně v testované kuřecí polévce. Zkoumali vliv přidání chuti IMP a také 0,3 % MSG, při kterém je vnímání retronasální vůně nejsilnější.

11.1.3 Výsledky senzorického hodnocení konzistence

Na skusu vychladlý výrobek má být křehký, po ohřátí šťavnatý, konzistence - pružná, křehká, soudržná podle Vyhlášky č. 69/2016 Sb.

Při hodnocení konzistence dopadl nejlépe vzorek 3866 s koncentrací 0,6 hm. %, s hodnocením „mírně příjemný“ až „příjemnější“. Jako nejhorší konzistence byly označeny vzorky 1011 s nulovou koncentrací glutamanu sodného. Kontrolní vzorky byly hodnoceny převážně jako „mírně příjemné“ až „mírně nepříjemné“. Největší rozptyl různorodých hodnocení byl u vzorků 2530 s koncentrací 0,3 hm. %, kde se hodnocení pohybovalo od stupně „více nepříjemné“ až téměř k hodnocení „příjemnější“. Téměř vyrovnané bylo hodnocení vzorků 7298 s koncentrací 0,9 hm. % a 7412 s koncentrací 1,2 hm. %, jejichž hodnocení se pohybovalo v rozmezí ohodnocení „mírně příjemný“ až „příjemnější“. Celkové hodnocení konzistence tedy mělo nejprve vzestupnou tendenci až ke koncentraci 0,6 hm. %, pak u vyšších koncentrací hodnocení klesalo. Nezměněná byla také konzistence u tepelně opracovaných masných výrobků podle experimentu Campagnola, Santose a Morgana (2012). Hodnoty pro vytvoření tohoto grafu vychází z tabulky č. 6 v příloze II.

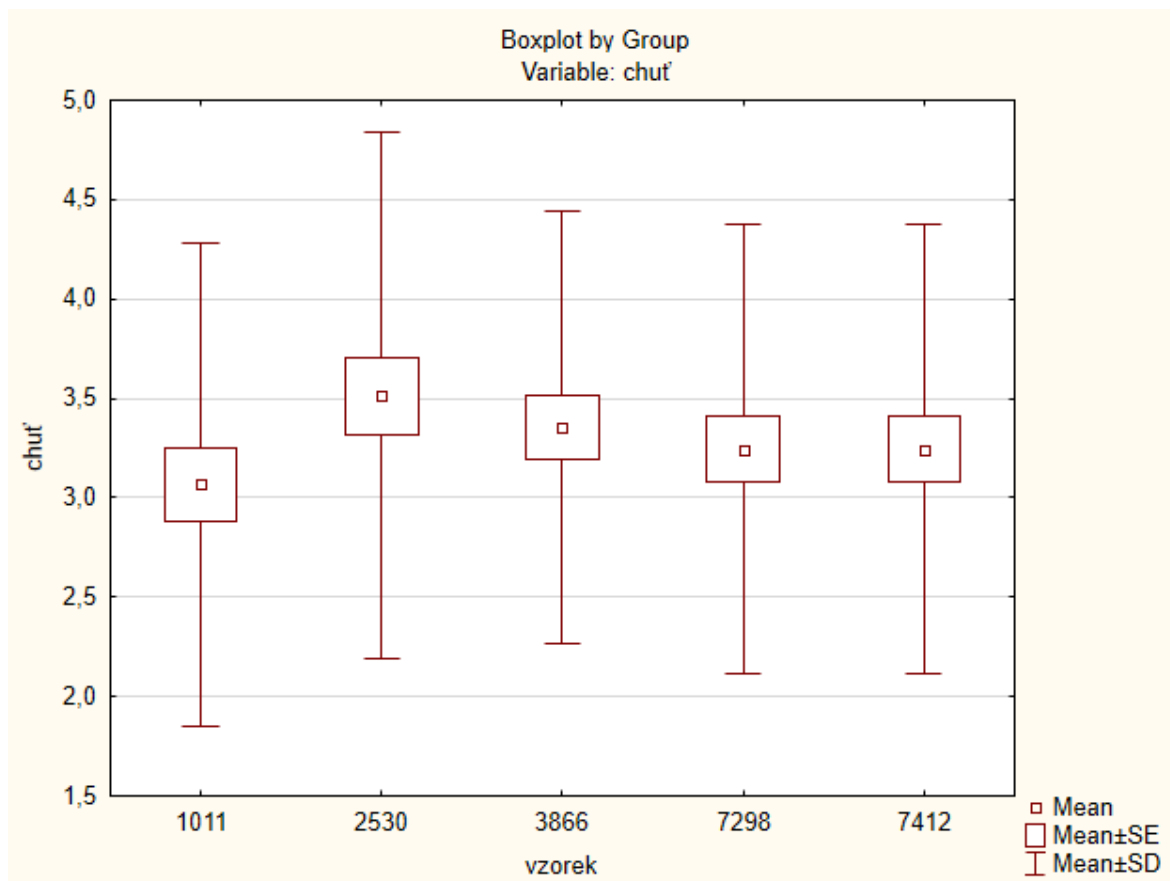


Graf 3: Senzorické hodnocení konzistence

Legenda: 0 hm. % – 1101; 0,3 hm. % – 2530; 0,6 hm. % – 3866; 0,9 hm. % – 7298;
1,2 hm. % – 7412

11.1.4. Výsledky senzorického hodnocení chuti

Standard je hodnocen průměrem jako „mírně příjemný“. Chuťově nejlépe vyšel vzorek 0,3 hm. % - 2530 s největší shodou odpovědí, kde většina respondentů zařadila výrobek do intervalu hodnocení jako „mírně příjemný“ až „příjemnější“. Je to zároveň vzorek s největším rozptylem odpovědí. V diskuzi uvádím fakta ze studie vnímání chuti umami, kde v čirém vývaru chutnali japonští hodnotitelé optimální úrovně glutamátu a NaCl. Tyto hodnoty byly odhadovány jako interval od 0,38 hm. % do 0,81 hm. %, respektive pro maximální chutnost bylo nutné zvýšit obsah glutamanu při nižší koncentraci NaCl a naopak. Odpovídající hodnoty byly zjištěny také u amerických konzumentů, asi přibližně $0,33 \pm 0,38\%$ glutamanu a $0,83 \pm 0,87\%$ NaCl podle Yamaguchi, Takahachi (1984).



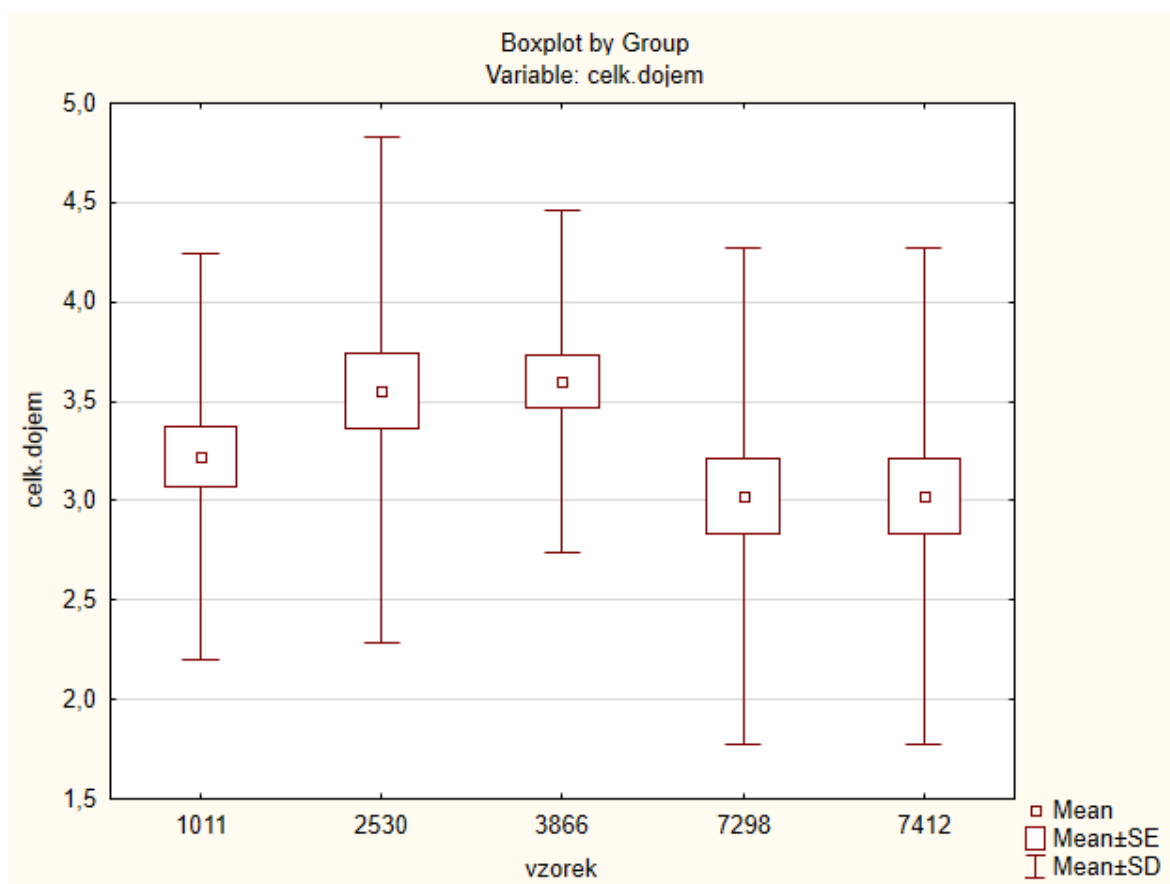
Graf 4. Senzorické hodnocení chuti

Legenda: 0 hm. % – 1101; 0,3 hm. % – 2530; 0,6 hm. % – 3866; 0,9 hm. % – 7298;
1,2 hm. % – 7412

Podle práce Yamaguchiho, Taka1984chsciho. použití nadměrného množství glutamanu nevytváří v potravinách lepší chuť, ale ve skutečnosti chuť zhoršuje. Obecně platí, že glutaman bude fungovat velmi dobře se slanými nebo kyselými jídly. Optimální množství přidaného glutamanu k posílení chuti jídla je dle hmotnosti 0,1-0,8 %. Například potravinám o hmotnosti 500 g zlepšuje chuť s 0,5 - 4,0 g glutamanu, který je stejný jako u glutamanu přirozeně se nacházejícího v obecném označování potravin. Například proteiny z masa obsahují 11-22 % glutamanu, zatímco rostlinné bílkoviny vykazují 40 %. Přidání glutamanu v této výši může snížit množství přidaného chloridu sodného. Snížení soli o 30-40 % zlepšuje přírodní aroma v potravinách, snižuje sodík a obsah tuku v jídle bez ovlivnění chutnosti. Trend zvyšujících se náhrad KCl a MgCl₂ negativně ovlivňující chuť masného výrobku zaznamenala ve svém experimentu i Doležalová (2015). Substitute 50 % NaCl vykazovala horší skóre i ve studii Lukšičkové (2017), kde byly hodnotiteli špatně přijaty vzorky s náhradou MgCl₂.

10.1.5. Výsledky sensorického hodnocení celkového dojmu

Celkový dojem je ukazatel poukazující na fakt, jestli by si hodnotitel výrobek zakoupil a zkonsumoval ho. Hodnocení zahrnuje předcházející deskriptory sensorické analýzy – barvu, vůni, konzistenci, chuť a celkový dojem. Hodnocení celkového dojmu mělo kolísavý průběh. Standardní vzorek s nulovou koncentrací 1011 byl hodnocený průměrně. Nejlépe byl hodnocený výrobek 0,6 hm. % - 3566. Hodnocení tohoto vzorku mělo u respondentů také největší homogenitu, hodnocení proběhlo v intervalu mediánu „mírně příjemný“ až „příjemný“. Vzorky s koncentrací 0,9 hm. % a koncentrací 1,2 hm. % nedopadly v testování u hodnotitelů dobře, umístily se jako podprůměrné. Při porovnávání s prací Doležalové (2015) nebo Lukšíkové (2017), které zpracovávaly téma náhrad NaCl a KCl, je výsledek jiný. V jejích pracích byly jako výrobky s nejlepším výsledkem označeny výrobky s nulovou koncentrací náhrad.



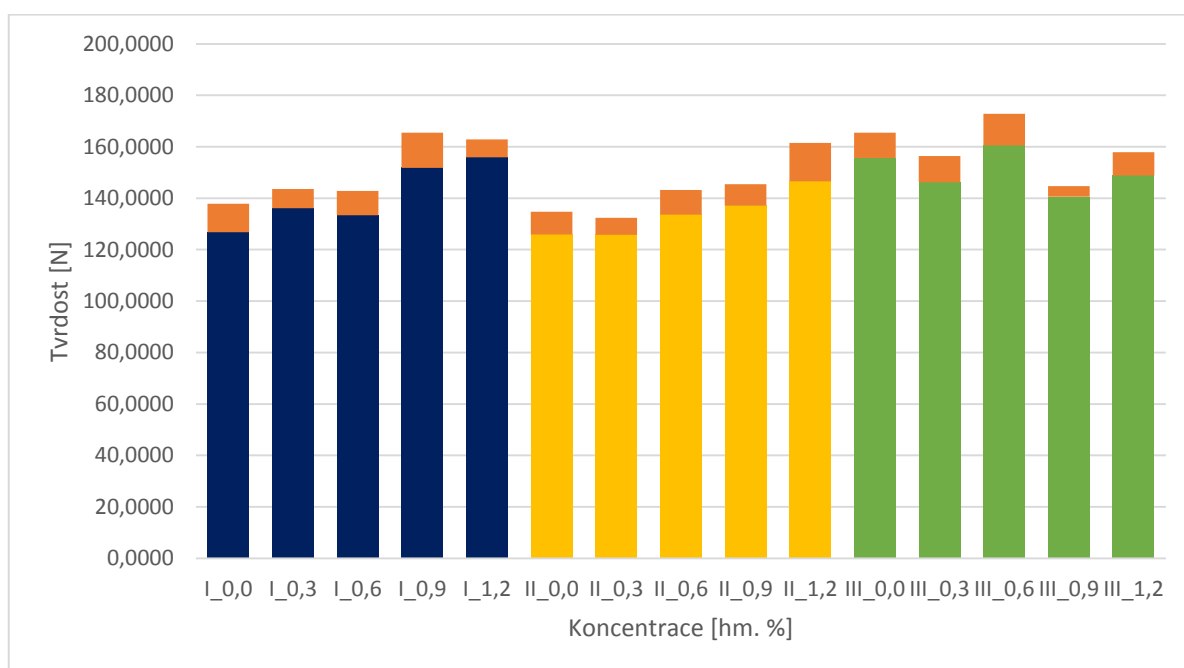
Graf 5: Sensorické hodnocení celkového dojmu

Legenda: 0 hm. % – 1101; 0,3 hm. % – 2530; 0,6 hm. % – 3866; 0,9 hm. % – 7298;
1,2 hm. % – 7412

11.2 Hodnocení textury

Vychází z níže uvedených grafů č. 12 až grafu č. 14. Zdrojová data k těmto údajům jsou v tabulkách č. 12 až č. 14 včetně, uvedených v příloze III. Testované vzorky jsou rozdělené do tří skupin podle doby měření a takto jsou i označené. Vzorky označené I jsou čerstvé, vzorky II jsou testovány za 3 měsíce, skupina III po 6 měsících od výroby.

11.2.1 Hodnocení tvrdosti



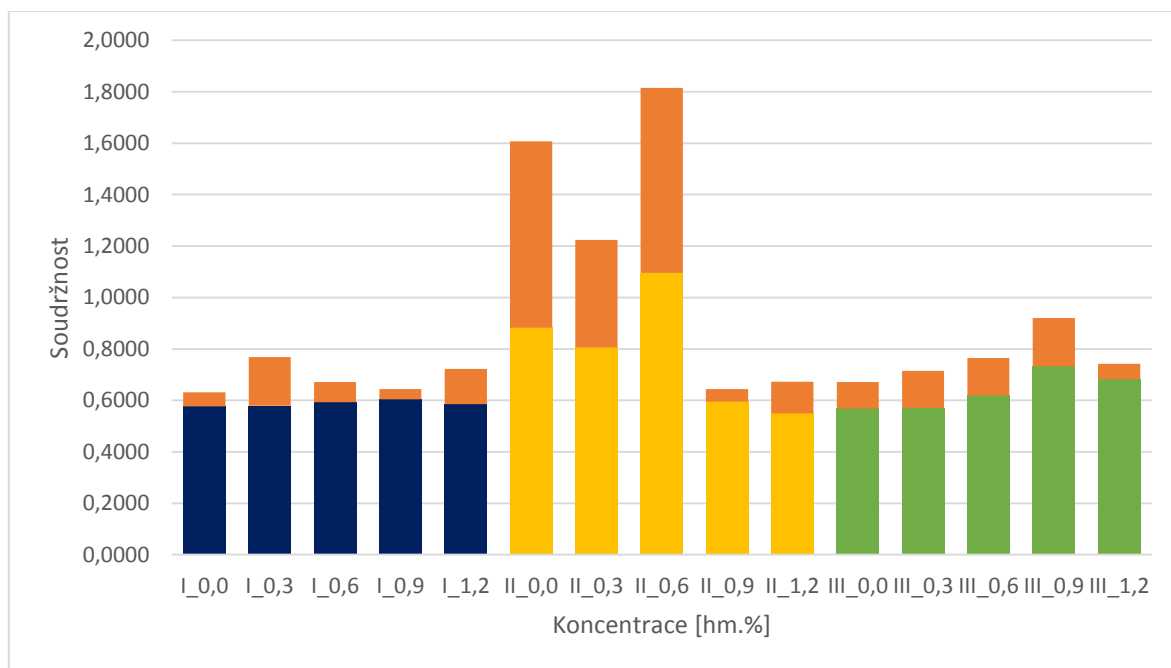
Graf 12: Hodnocení tvrdosti vzorku v závislosti na koncentraci a čase

Z uvedeného grafu vyplývá, že hodnoty tvrdosti vzorku s vyšším přídatkem glutamanu stoupají z hodnot 126,71 N u standardu až na hodnotu 155,85 N u vzorku koncentrace 1,2 hm. % ve skupině I. Vzorek s nulovou koncentrací s hodnotou 125,86 N (ve skupině II) se příliš neliší od hodnoty vzorku s nulovou koncentrací ze skupiny I. Standardní vzorek ze skupiny III má hodnotu 155,56 N. Vzorek s nejvyšší koncentrací se od předcházejících vzorků svou hodnotou výrazně neliší. Celá skupina ukazuje mírně stoupající tendenci. Zároveň s delší dobou skladování u výrobků ze skupin III bez ohledu na výši koncentrace dochází k rozkolísání naměřených hodnot a zvýšení tvrdosti pravděpodobně s ohledem na možné vysychání. Nevyrovnanost výsledků uvnitř skupiny III může být dána dlouhou dobou skladování netypickou pro tento typ masných výrobků. Naměřené hodnoty vycházejí

z tabulky č. 12 v příloze III. V porovnání s výsledky v práci Mrázkové (2016), která zkoumala vliv přídavku hlívy ústříčné a fosforečnanu sodného, došlo k opačnému jevu. Tady jsou nejtvrdší vzorky standardní bez náhrad. S postupující dobou skladování stejně jako v našem případě tvrdost vzorků mírně stoupá.

11.2.2 Hodnocení soudržnosti – kohezivnosti

Zdrojová data ke grafu vycházejí z tabulky č. 13 v příloze III. Hodnoty první skupiny čerstvých výrobků jsou vyrovnané s hodnotami od 0,576 u slepého vzorku až 0,603 pro vzorek s koncentrací 0,9 hm. %. Vzorky měřené ve druhé, 3 měsíce skladované skupině, mají větší soudržnost při nižších koncentracích.

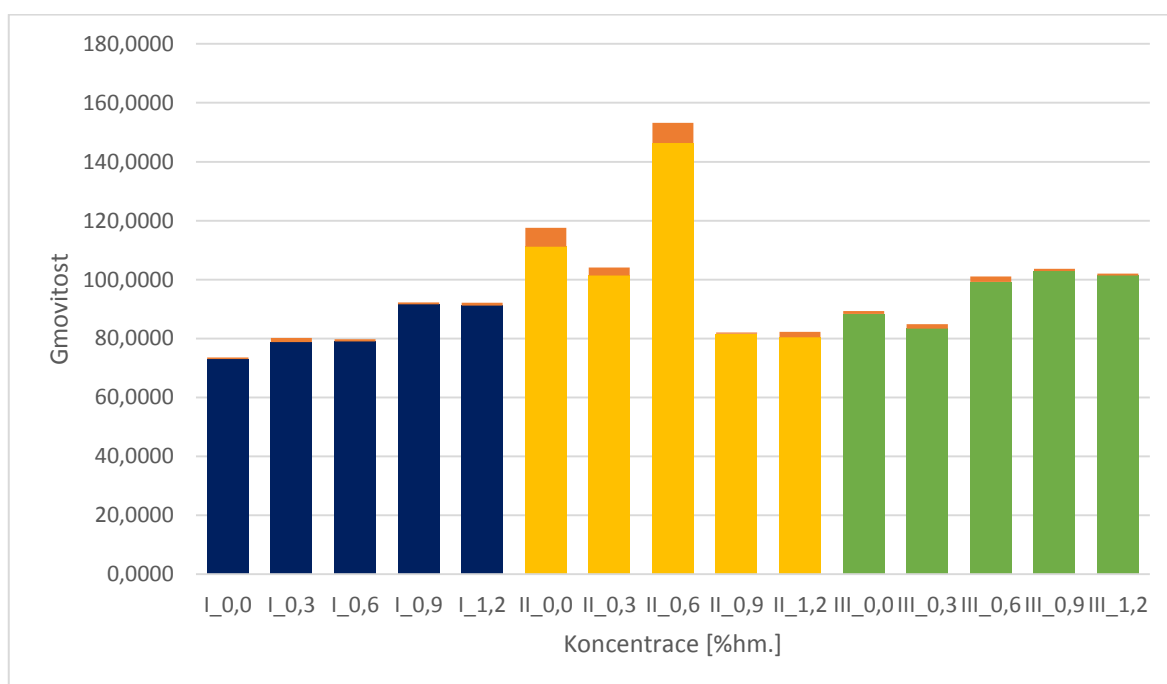


Graf 13: Hodnocení soudržnosti vzorku v závislosti na koncentraci a čase

Nejvýrazněji se tady odchyluje vzorek s koncentrací 0,6 hm. %, který má hodnotu kohezivnosti 1,095, ale může se jednat o chybu v měření. Naopak třetí skupina měření – nejdéle skladované vzorky, vykazuje opačnou tendenci a hodnota kohezivnosti zkoumaných vzorků se pohybuje v hodnotách od 0,567 pro standard až po 0,732 u vzorku s koncentrací 0,9 hm. %. Z toho vyplývá, že tedy soudržnost s vyšší koncentrací nejprve mírně stoupá, pak mírně klesá. Srovnáním s testováním kohezivnosti v práci Mrázkové (2016) docházíme k poznatku, že na rozdíl od našich měření kohezivnost jejich výrobků postupně klesá s vyšší přídavku hlívy ústříčné a délkou skladování.

11.2.3 Hodnocení gumovitosti

V první skupině čerstvých vzorků je hodnota gumovitosti téměř stejná a není viditelná žádná výrazná tendence. U vzorků, které byly testovány po 3 týdnech, je viditelný nárůst gumovitosti u standardního vzorku bez přidání glutamanu a dále u vzorku II 0,6 hm. %. Hodnota je nápadně velká oproti ostatním vzorkům. Jedná se pravděpodobně o abnormalitu nebo chybu měření přenesenou z profilu tvrdosti a soudržnosti, protože gumovitost je závislá veličina a je součinem obou předcházejících vlastností.



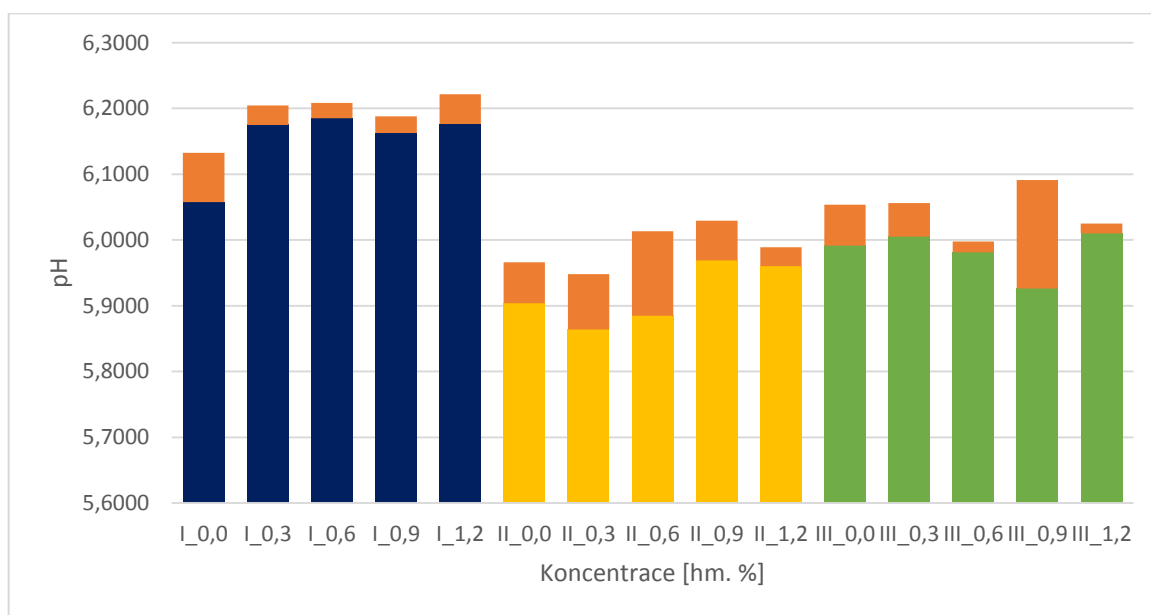
Graf 14: Hodnocení gumovitosti v závislosti na koncentraci a čase

Celkově lze tedy uvést, že přidavek glutamanu na gumovitost testovaného souboru vzorků neměl žádný prokazatelný vliv. Ve srovnání mohu uvést výsledky testování gumovitosti vzorků v práci Mrázkové (2016), která uvádí, že přidavek hlívy ústříčné i fosforečnanu ovlivnil gumovitost testovaných vzorků, zatímco výsledky měření u Doležalové (2015) také žádné významné souvislosti neprokázaly.

11.3 Hodnocení pH

Jak vyplývá z následujícího grafu 15, mezi koncentrací glutamanu v masném výrobku a kyselostí nebyla nalezena žádná významná souvislost. Hodnoty pH byly s ohledem na množství testované látky kolísavé. Lze vypořadovat stoupající pH u všech vzorků v první skupině

čerstvých vzorků – pro standardní vzorek s nulovou koncentrací 6,05 na 6,17 pro vzorek s koncentrací 0,6 hm. % pravděpodobně s množstvím sodíku, který má alkalizující účinek. V průběhu opakovaného měření u uskladněných vzorků došlo k poklesu hodnot pH ve srovnání přecházející skupinou na 5,8, což byl nekyselejší vzorek z celé řady. U nejdéle skladovaných vzorků hodnoty pH mírně vzrostly, pak poklesly a znovu vrostly. Číselná data ke grafu obsahuje tabulka č. 15 v příloze III.



Graf 15: Hodnocení pH vzorku v závislosti na koncentraci a čase

Kyselost vzorků se nicméně stále pohybuje v oblasti mírně kyselé a v souladu s prací Guárdia a kol. (2008) podpořila i příjemné vnímání chuti u testovaných čerstvých vzorků stejně jako ve studii, která uvádí, že běžná neesenciální aminokyselina, která se používá hlavně v podobě monosodné soli, vykazuje umami efekt pouze při určitém pH. Právě monosodná sůl ve vodném roztoku napomůže potřebné disociaci, neboť mírně alkalické prostředí je pro efekt umami nejvýhodnější. Je to i proto, že její rozpustnost ve vodě je největší při pH vyšším než 5,5. Udává se, že optimální efekt je pozorován mezi pH 5 – 8, jak ve své práci uvádí Guárdia a kol. (2008). Ke stejným výsledkům došla Mrázková (2016), která ve své práci o přidavku hlívy ústřičné do masných výrobků nevyzpozorovala žádnou významnou závislost. Změny v pH byly v tomto případě způsobeny přidavkem fosforečnanů. Zároveň došlo ke kolísání pH závislosti na čase, pravděpodobně jako důsledek dlouhého skladování výrobků.

ZÁVĚR

Ve své práci jsem se zaměřila na hodnocení sensorických a texturních vlastností tepelně opracovaných masných výrobků bez a po aplikaci glutamanu sodného v koncentracích 0,3 hm. %; 0,6 hm. %; 0,9 hm. %; 1,2 hm. %. Hodnotily se sensorické deskriptory - barva, vůně, konzistence, chuť, celkový dojem a instrumentálně texturní profil - tvrdost, kohezivita a gumovitost. Test byl doplněn o měření pH. Sensorické hodnocení proběhlo u čerstvých vzorků a testování texturních vlastností a měření pH bylo prováděno jak u vzorků čerstvých, tak formou skladovacího pokusu po třech měsících a pak po 6 měsících od data výroby. Došli jsme k těmto výsledkům. Nejpreferovanějším výrobkem pro deskriptor barva byl výrobek s koncentrací 0,6 hm. %, zatímco s vyšší koncentrací nebyly vzorky kladně přijaty. Skupinou výrobků s nejlepší vůní byly výrobky s koncentrací 0,3 hm. % a nejméně bodů dostaly vzorky s koncentrací 0,9 hm. %. Hodnocení vůně v závislosti na množství přidaného glutamanu mělo nejdříve vzestupnou a pak sestupnou tendenci. Při hodnocení konzistence dopadl nejlépe vzorek s koncentrací 0,6 hm. %. Jako nejhorší konzistence byly označeny vzorky s nulovou koncentrací glutamanu sodného. Kontrolní vzorky byly hodnoceny převážně jako „mírně příjemné“ až „mírně nepříjemné“. Téměř vyrovnané bylo hodnocení vzorků s koncentrací 0,9 hm. % a s koncentrací 1,2 hm. %. Hodnocení konzistence tedy mělo nejprve vzestupnou tendenci až ke koncentraci 0,6 hm. %, pak u vyšších koncentrací hodnocení klesalo a nebyla prokazatelná závislost na množství přidaného glutamanu. Vliv přídavku glutamanu na chuť masných výrobků také nebyl jednoznačně prokázán. Nejlépe chutnaly výrobky s přídavkem 0,3 hm. % glutamanu. Celkový dojem byl nejlepší u vzorku s koncentrací 0,6 hm. %. V texturním profilu byly výsledky testování aplikace MSG neprůkazné a mírné nárůsty hodnot tvrdosti souvisely spíše s délkou skladování vzorků. Výsledky měření kohezivnosti gumovitosti nevykazovaly žádnou zřetelnou souvislost s aplikací glutamanu. Trend hodnot pH byl také zatížen spíše dobou uskladnění.

Závěrem lze tedy říci, že mírné přidání glutamanu sodného v rozmezí 0,3 hm. % až 0,6 hm. % kladně působí na chuť i vůni tepelně opracovaných masných výrobků. Takto posílená chuť může zlepšit pozitivní přijetí i méně chutných potravin nebo potravin s menším obsahem chloridu sodného a přispět tak k celkovému zlepšení našeho stravování. V následujících letech pak snad ještě lépe pochopíme vnímání chuti MSG a umami a další poznatky o jejich významu nám pomohou vylepšit základy našeho stravování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SHAW, E. *The Fifth Flavor: A Brief History of Umami & MSG* [online]. [cit. 2017-08-12] Dostupné z: <http://www.organicauthority.com/foodie-buzz/the-fifth-flavor-a-brief-history-of-umami-and-msg.html>
- [2] KINNAMON, S. C. & A. VANDENBEUCH. *Receptors and Transductions of Umami Taste Stimuli*. New York: International Symposium on Olfaction and Taste, 2009, s. 55 – 59.
- [3] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Praha: OSSIS, 1999, s. 65. ISBN 80-902391-3-7
- [4] KAWAKITA, T. L-Monosodium Glutamate (MSG) In: *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. New York: John Wiley & Sons, 1992.
- [5] HALPERN, B. P. Glutamate and the Flavor of Foods. In: *Journal of Nutrition*. 2000, 130 no. 4, p. 910 – 914.
- [6] PERLÍN, C. & J. B. MARCUS. Culinary applications of umami In: *Food Technologie*. 2005, č. 5, s. 24 – 30.
- [7] BRILLANT-SAVARIN, J. A. & M. F. K. FISCHER. *The Physiology of Taste*. New York: Hacourt Brace Jovanovich, 1978, s. 35.
- [8] RITTHAUSEN, K. H. Über die Glutaminsäure In: *Journal für praktische Chemie*. 1966, p. 454 – 462.
- [9] IKEDA, K. *Chemical Abstracts 5*. Japan, 1911.
- [10] NAKAJIMA, N., ICHIKAWA, K., KAMADA, M. & E. FUJITA. Nippon Nogei Kagaku Kaishi 35 In: *Chemical Abstracts 60*. Japan, 1964.
- [11] CHAUDHARI, N., LANDIN, A. M. & S. D. ROPER. A metabotropic glutamate receptor variant functions as a taste receptor. In: *Nature Neurosci*. 2000, 3 (2), p. 113 – 119.
- [12] WILHELM, E. *Graha Sutras*. First Edition, 2006, s. 62. ISBN-10: 0-9709636-4-5
- [13] LINDEMANN, B. OGIWARA, Y. & Y. NINOMYIA. The Discovery of Umami In: *Chemical Senses 27*. 2002, č. 27, s. 843-844.
- [14] LÖLINGER, J. Function and importance of glutamate for savory food. *Journal of Nutrition*. 2000, č. 130, p. 915 – 920.

- [15] NINOMIYA, K. Natural occurrence In: *Food Review International*. 1998, č. 14, p. 177–212.
- [16] KONOSU, S., HAYASHI, T. & K. YAMAGUCHI. Role of extractive components of boiler crab in producing the characteristic flavor In: *Chemical senses*. 1992, č. 124, p. 123 – 125.
- [17] FUKE, S. & T. SHIMIZU. Sensory and preference aspects of umami. *Trends in Food Science and Technology*, 4, 1993, p. 246 – 251.
- [18] KURIHARA, K. Glutamate. From discovery as a food flavor to role as a basic taste (umami). In: *American Journal of Clinical Nutrition*. 2009, 90, p. 719 – 722.
- [19] NINOMIYA, Y. & M. FUNAKOSHI. Qualitative discrimination among „umami“ and the four basic taste substances in mice. *Journal of Food Science*. 1989, 42, p. 365 – 385.
- [20] HOLEČEK, M. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*, Praha: Grada, 2006, s. 288. ISBN 10: 80-247-1562-7
- [21] BELLISTE, F. Glutamate and the umami taste. Sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations, A review of the literature published in the last 10 years. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 1999, vol. 23, p. 423–438
- [22] OKAMURA, S., EGUCHI, S., OGAWA, W. & K. SUZUKI. Methods for preparation of foods, beverages and seasoning having tomato flavor. In: *Japanese Patent, Publication (kokoku)*. 1968, No. 43-11731.
- [23] WEAVER, J. C. & M. KROGER. Free amino acid and rheological measurements on hydrolyzed lactose cheddar cheese during ripening. *Journal of Food Science*, 1978, vol. 43, p. 579 – 583.
- [24] RAMOS, M., CACERES, I., POLO, C., ALONSO, L. & M. JUAREZ. Effect of freezing on soluble nitrogen fraction of Cabrales Cheese. In: *Food Chemistry*. 1987, 24, p. 271 – 278.
- [25] CORDOBA, J. J., ROJAS. A., GONZALES, C. G. & J. V. BARROSO. Evolution of free amino acids and amines during ripening of Iberian cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1994, vol. 42, p. 2296 – 2301.

- [26] *Umami information center* [online]. [cit. 2017-08-06] Dostupné z: <http://www.umamiinfo.com>
- [27] STEGINK, L. D., FILER, U. & G. L. BAKER. Modulating effect of Sustagen on plasma glutamate concentration in humans ingesting monosodium L-glutamate. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1983, vol. 37, p. 194 – 200.
- [28] SCHUMAN, H. *Co je glutamát sodný (glutaman)* [online]. [cit. 2017-11-18] Dostupné z: <http://hansschuman.blog.cz/1101/co-je-glutamát-sodny-glutaman>
- [29] Glutamát sodný - skoro všetko o ňom In: *Zoznam zdravotníckých zariadení* [online]. [cit. 2017-11-18] Dostupné z: <http://www.zzz.sk/clanok=5568>
- [30] ČIHÁKOVÁ, H., OBŠILOVÁ, K. & B. HOVANCOVÁ. *Člověk a příroda versus příroda a člověk* [online]. [cit. 2017-11-3] Dostupné z: <http://vedajezabava.upol.cz/docs/Vyziva-Hejcin.pdf>
- [31] AULT, A. The Monosodium Glutamate Story: The Commercial Production of MSG and Other Amino Acids. In: *Journal of Chemical Education*. 2004, 81, No. 3, p. 347 – 355
- [32] POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H. & Z. PANOVSÁ. *Senzorická analýza potravin*. Praha: VŠCHT, 1998. ISBN 80-7080-329-0
- [33] PRESCOTT, J. Effects of added glutamate on liking for novel food. *Appetite*. 2004, vol. 42, p. 143 – 150.
- [34] LENJEUNE, M. P. G. M. & A. J. P. G. SMEETS. Effects of a high-protein diet with or without monosodium-glutamate in combination with inosine-monophosphate-5 on 24-h energy metabolism and appetite profile. *Appetite*. 2007, vol. 49, p. 272 – 341.
- [35] GOULD, N. J., MOBINI, S., PRESCOTT, J. & M. R. YELOMANS. Acquired liking and intake of a novel soup conditioned by monosodium glutamate in humus. *Appetite*. 2008, vol. 51, 751 – 764.
- [36] YAMAGUCHI, S. & C. TAKAHASCHI. Interactions of monosodium glutamate and sodium chloride on saltiness and palatability of clear soup. *Journal of Science*. 1984, vol. 41, p. 82 – 85.

- [37] DANIELS, D., JOE, F. & G. DIACHENKO. Determination of free glutamic acid in a variety of foods by high-performance liquid chromatography. *Food Additives and Contaminants*. 1995, vol. 12, p. 21 – 29.
- [38] REEDS, P. J., BURRIN, D. G., STOLL, B. & F. JAHOOR. Intestinal glutamate metabolism. *Journal of Nutrition*. 2000, vol. 130, p. 978 – 982.
- [39] BEYREUTHER, K., BIESALSKI, H. K., FERNSTROM, J. D., GRIMM, P., HAMMES, W. P., HEINEMANN, U. ET AL. Consensus meeting. Monosodium glutamate. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2007, vol. 61, p. 304 – 313.
- [40] KONDOH, T., MALLICK, H. N. & K. TORII. Activation of the gut-brain axis by dietary glutamate and physiologic significance in energy homeostasis. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2009, vol. 90, p. 832 – 837.
- [41] HORIO, T. & Y. KAWAMURA. Salivary secretion induced by umami taste. *Shika Kiso Igakkai Zasshi*. 1989, vol. 31, p. 107 – 111.
- [42] LIDEMANN, B. Receptors and transduction in taste. *Nature*. 2001, vol. 413, p. 219 – 225.
- [43] DAABEES, T. T., ANDERS, D. W., ZIKE, W. L., FILER, U. & L. D. STEGINK, L. Effect of meal components on peripheral and portal plasma glutamate levels in young pigs administered large doses of monosodium L-glutamate. *Metabolism*. 1984, vol. 33, p. 58 – 67.
- [44] STEGINK, L. D., FILER, U. & G. L. BAKER. Effect of starch ingestion on plasma glutamate concentrations in humans ingesting monosodium L-glutamate in soup. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1985, vol. 5, p. 2 – 8.
- [45] RHODES, J., ALISON, C., TITHERLEY, J. A., NORMAN, J. A., WOOD, R. & D. W. LORD. A survey of the monosodium glutamate content of foods and an estimation of the dietary intake of monosodium glutamate. *Food Additives and Contaminants*. 1991, p. 265 – 274.
- [46] BIESALSKI ET AL. Na-Glutamat. *Akt Ernahr Med*. 1997, vol. 22, p. 169 – 178.

- [47] CHI, S. P. & T. C. CHEN. Predicting optimum monosodium glutamate and sodium chloride concentrations in chicken broth as affected by spice addition. *Journal of Food Processing and Preservation*. 1992, vol. 16, p. 313 – 326.
- [48] ALTUG, T. & K. DEMIRAG. Influence of monosodium glutamate on flavor acceptability and on the reduction of sodium chloride in some readymade soups. *Chemie Mikrobiologie Technologie der Lebensmittel*. 1993, vol. 15, p. 161 – 164.
- [49] HEYER, B. R., TAYLOR-BURDS, C. C., MITZELFELT, J. D. & E. R. DELAY. Monosodium glutamate and sweet taste. Discrimination between the tastes of sweet stimuli and glutamate in rats. *Chemical Senses*. 2004, vol. 29, p. 721 – 729.
- [50] LEUNG, A. Y. & S. FOSTER. Monosodium Glutamate. In: *Encyclopedia of Common Natural Ingredients: Used in Food, Drugs, and Cosmetics*. 2nd. ed. New York: Wiley, 2003. p. 373 – 375.
- [51] LÖLINGER, J. Function and importance of glutamate for savory food. *Journal of Nutrition*. 2000, vol. 130, p. 915 – 920.
- [52] USDHHS. Subart A-Provision: substances that are generally recognized as safe. *Code of federal Regulatinos: Food and Drugs 21*. 1958, No. 182.1.
- [53] IFIC. *Annual Report 23*. [online]. [cit. 2017-10-28] Dostupné z: <https://www.foodinsight.org/research>
- [54] FAO/WHO. Evaluation of food additives: specifications for the identity and purity of food additives and their toxicological evaluation: some extraction solvents and certain other substances; and a review of the technological efficacy of some antimicrobial agents. (Fourteenth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). *WHO Technical Report Series*. 1971, No. 462.
- [55] FAO/WHO. Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications (Seventeenth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). *WHO Technical Report Series*. 1974, No. 539.
- [56] JECFA. L-glutamic Acid and its Acid Amonium, Calcium, Monosodium and Potassium Salt, Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, of the Joint

FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 1988, New York Cambridge University Press, p. 115 – 205.

[57] JECFA. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants (Forty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *WHO Technical Report Series*. 1998, New York Cambridge University Press, p. 97 – 161.

[58] SCF. Reports of the Scientific Committee for Food on a First Series of Food Additives of Various Technological Functions, Commission of the European Communities, *Reports of the Scientific Committee for Food*. 1991, 25th Series, Brussels.

[59] FASEB. Analysis of Adverse Reactions to Monosodium Glutamate Prepared by the Life. *Sciences Research Office, FASEB*. 1995, Maryland.

[60] FASEB. Analysis of Adverse Reactions to Monosodium Glutamate. *Memorandum from Director of Health Effects Evaluation to Dr. Lawrence* 1996, Lincoln.

[61] NAŘÍZENÍ Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách [online]. [cit. 2017-10-28] Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32008R1333>

[62] NAŘÍZENÍ Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1334/2008 ze dne 16. prosince 2008 o látkách určených k aromatizaci a některých složkách potravin vyznačujících se aromatem pro použití v potravinách nebo na jejich povrchu a o změně nařízení Rady (EHS) č. 1601/91, nařízení (ES) č. 2232/96 a č. 110/2008 a směrnice 2000/13/ES [online]. [cit. 2017-10-28] Dostupné z: <http://www.eurlex.cz/dokument.aspx?celex=32008R1334>

[63] Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů [online]. [cit. 2017-10-28] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-110>

[64] NAŘÍZENÍ ES č. 1331/2008, 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 [online]. [cit. 2017-10-28] Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/hodnoceni-bezpecnosti-a-schvalovani-pridatnych-latek-v-eu.aspx>

- [65] DILLON, P. M. Invasion of the MSG-free ingredients. *Food Engineering*. 1993, vol. 64, p. 133 – 136.
- [66] KHAIRUNNIASA K. ET AL. Monitoring of free glutamic acid in Malaysian processed foods, dishes and condiments. *Food Additives and Contaminants*. 2009, vol. 26, p. 419 – 426.
- [67] YANG Y. ET AL. The monosodium glutamate symptom complex. Assessment in a double-blind, placebo-controlled, randomized study. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 1997, vol. 99, p. 757 – 762.
- [68] Salt reduction targets. *Food standards agency*. [online]. [cit. 2017-08-06] Dostupné z: <http://www.food.gov.uk/healthiereating/salt/saltreduction>.
- [69] FAO/WHO. Strategies to monitor and evaluate population sodium consumption and sources of sodium in the diet. *Report of a Joint technical meeting convened by WHO and the Government of Canada*. 2010, p. 23. ISBN 978 92 4 150169 9
- [70] CAMPAGNOL, P. C. B., SANTOS, B. A., MORGANO, M. A., TERRA, N. N. & M. A. R. POLLONIO. Lysine, disodium guanylate and disodium inosinate as flavor enhancers in low-sodium fermented sausages. *Meat Science*. 2012, vol. 91, p. 334 – 338.
- [71] AMERINE, M. A, PANGBORN, R. M. & E. B. ROESSLER. *Principles of Sensory Evaluation of Food*. New York, Academic press, 1965
- [72] NUTE, G. R. *Sensory analysis of meat* [online]. [cit. 2017-12-6] Dostupné z: http://www.enq.ufsc.br/disci/eqa5217/material_datatico/MEAT_PROCESSING/1539_ch09.pdf
- [73] *Vědci pro průmysl a praxi* [online]. [cit. 2017-8-12] Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/>
- [74] VELČOVSKÁ, Š. *Využití metod spotřebitelského testování výrobku pro senzorickou analýzu* [online]. [cit. 2017-8-12] Dostupné z: http://www.fem.uniag.sk/mvd2006/zbornik/sekcia2/s2_velcovska_sarka_144.pdf
- [75] SALÁKOVÁ, A. Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků. *Maso*. 2012, vol. 23, s. 37 – 42.

- [76] BUŇKA, F., HRABĚ, J. & B. VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I.* 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2010. 145 s. ISBN 978-80-7318-887-0
- [77] KRKOŠKOVÁ, B. *Textúra potravin.* 1. vyd., Bratislava: Alfa, 1986, 200 s.
- [78] CAVITT, L. C., YOUM, G. W., MEULLENET, J. F., OWENS, C. M. & R. XIONG. Prediction of poultry meat tenderness using Razor blade shear, Allo-Kramer shear, and sarcomere length. *Journal of Food Science.* 2004, vol. 69, p. 11 – 15.
- [79] LISTRAT, A., RAKADJIYSKI, N., JURIE, C., PICARD, B., TOURAILLE, C. & Y. GEAY. Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls. *Meat Science.* 1999, vol. 53, p. 115 – 124.
- [80] XIONG, R., CAVITT, L. C., MEULLENET, J. F. & C. M. OWENS. Comparison of Allo-Kramer, Warner-Bratzler and razor blade shears for predicting sensory tenderness of broiler breast meat. *Journal of Texture Studies.* 2006, vol. 37, p. 179 – 199.
- [81] JENKINS, A. *Mezinárodní unie pro čistou a užitou chemii s komentáři a referencemi. IUPAC Compendium of Chemical Terminology.* 2. vyd. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997. ISBN: 0-9678550-9-8
- [82] STEINHAUSER, L. a kol. *Hygiena a technologie masa.* 1. vyd. Brno: LAST, 1995, s. 664. ISBN 80-9002260-4-4
- [83] HOUŠKA, M., PAULÍČKOVÁ, I. & J. POKORNÝ. Korelace hodnocení senzorické a přístrojové tvrdosti. *Potravinářské vědy.* 1994, č. 12, s. 475 – 488.
- [84] CAINE, W. R., AALHUS, J. L., BEST, D. R., DUGAN, M. E. R. & L. E. JEREMIAH. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Science.* 2003, vol. 64, p. 333 – 339
- [85] BOURNE, M. *Food texture and viscosity. Concept and measurement.* 2nd ed. New York: Academic press, 2002, 427 p.
- [86] CAMPAGNOL, P. C. B., SANTOS, B. A., MORGANO, M. A., TERRA, N. N. & M. A. R. POLLONIO. Application of lysine, taurine, disodium inosinate and disodium guanylate in fermented cooked sausages with 50% replacement of NaCl by KCl. *Meat Science.* 2011, vol. 83, p. 239 – 243.

- [87] Vyhláška č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultur, Příloha č. 7, Požadavky na jakost a složení vybraných masných výrobků [online]. [cit. 2017-10-2] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>
- [88] GUÁRDIA, M. D., GUERRERO, L., GELABERT, J., GOU, P. & J. ARNAU. Sensory characterisation and consumer acceptability of small calibre fermented sausages with 50% substitution of NaCl by mixtures of KCl and potassium lactate. *Meat Science*, 2008, vol. 80 p. 1225 – 1230.
- [89] DOLEŽALOVÁ, A. *Sledování vlivu aplikace náhrad NaCl na senzorycké a technologické vlastnosti masných výrobků*. Diplomová práce UTB ve Zlíně. 2015, 89 s.
- [90] LUKŠÍČKOVÁ, L. *Sledování vlivu aplikace náhrady NaCl na senzorycké a technologické vlastnosti kuřecí játrovky*. Diplomová práce UTB ve Zlíně. 2017, 69 s.
- [91] NISHIMURA, T., GOTO, S., MIURA, K., TAKAKURA, Y., EGUSA, S. A. & H. WAKABAYASHI. Umami compounds enhance the intensity of retronasal sensation of aromas from model chicken soups. *Food Chemistry*. 2016, vol.80, p. 67–79.
- [92] MRÁZKOVÁ, J. *Sledování vlivu aplikace hlívy ústříčné *Pleurotus ostreatus* na vybrané vlastnosti masných výrobků*. Diplomová práce UTB ve Zlíně. 2016, 83 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

hm. %	hmotnostní procento
MSG	monosodium glutamát
IMP	disodium 5'-inosinát
GMP	guanosinmonofosfát
Lys	lysin
Gly	glycin
Asp	kyselina asparagová
Glu	kyselina glutamová
Ser	serin
Leu	leucin
Ala	alanin
mGluR4	chuťový receptor L-glutamát
RNA	kyselina ribonukleová
ADI	přijatelný denní příjem
LD	letální dávka
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv
JECFA	Společný výbor odborníků FAO/WHO pro potravinářské přídatné látky
FAO	Světová organizace pro výživu a zemědělství
WHO	Světová zdravotnická organizace
SCF	Vědecký výbor Evropské komise pro potraviny Evropského společenství
FASEB	Federace amerických společností pro experimentální biologii
TPA	analýza texturního profilu
TMV	trvanlivé masné výrobky
SMODCH	směrodatná odchylka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 - Chemická struktura glutamanu sodného	14
Obrázek č. 2 – Průmyslově vyrobený glutaman sodný.....	17
Obrázek č. 3 - Vzor dotazníku k senzorickému hodnocení	43
Obrázek č. 4 - Analýza texturního profilu.....	45
Obrázek č. 5 - Průběh komprese ve dvou cyklech při analýze TPA.....	45
Obrázek č. 6 - Vstupní suroviny a přísady	78
Obrázek č. 7 - Řezání, mělnění a plnění díla do obalů	78
Obrázek č. 8 - Tepelné opracování, chlazení, příprava vzorků k testování.....	79
Obrázek č. 9 – Přístrojové vybavení – texturometr, vakuová balička, pH metr	80

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 - Obsah volného glutamanu v potravinách.....	14
Tabulka č. 2 - Průměrné hodnoty pro sensorické hodnocení barvy.....	75
Tabulka č. 3 - Mediánové hodnocení pro sensorické hodnocení barvy.....	75
Tabulka č. 4 - Průměrné hodnoty pro sensorické hodnocení vůně.....	75
Tabulka č. 5 - Mediánové hodnocení pro sensorické hodnocení vůně.....	76
Tabulka č. 6 - Průměrné hodnoty pro sensorické hodnocení konzistence.....	76
Tabulka č. 7 - Mediánové hodnocení pro sensorické hodnocení konzistence.....	76
Tabulka č. 8 - Průměrné hodnoty pro sensorické hodnocení chuti.....	76
Tabulka č. 9 - Mediánové hodnocení pro sensorické hodnocení celkového chuti.....	77
Tabulka č. 10 - Průměrné hodnoty pro sensorické hodnocení celkového dojmu.....	77
Tabulka č. 11 - Mediánové hodnocení pro sensorické hodnocení celkového dojmu.....	78
Tabulka č. 12 - Hodnocení tvrdosti.....	79
Tabulka č. 13 - Hodnocení soudržnosti.....	79
Tabulka č. 14 - Hodnocení gumovitosti.....	80
Tabulka č. 15 - Hodnocení pH.....	80

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Fotodokumentace z experimentu

Příloha II: Tabulky k hodnocení jednotlivých sensorických deskriptorů

Příloha III: Tabulky k hodnocení texturních vlastností a pH

Příloha I: Fotodokumentace k experimentu



Obrázek č. 6 - Vstupní suroviny a přísady

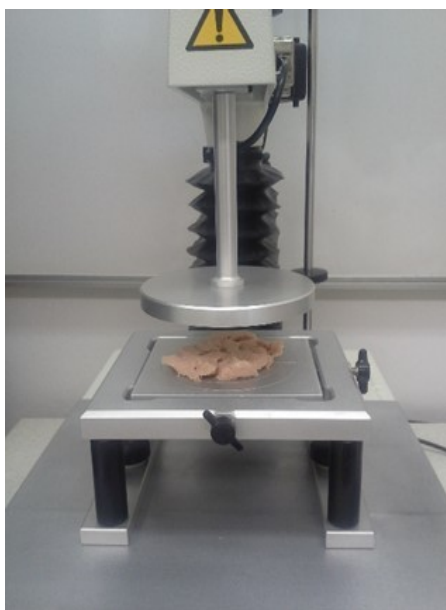


Obrázek č.7 - Řezání, kutrování a plnění díla do obalů



Obrázek č. 8 - Tepelné opracování, chlazení, příprava vzorků k testování

Fotodokumentace experimentu



Obrázek č. 9 - Přístrojové vybavení - textuometr, vakuová balička, pH metr

Příloha II: **Tabulky k hodnocení sensorických deskriptorů**

Tabulka č. 2 – Průměrné hodnoty pro sensorické hodnocení barvy

Cell No.	LSD test; variable barva (data pro sensoriku) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,3198, df = 220,00			
	vzorek	barva Mean	1	2
4	7298	3,177778		****
5	7412	3,533333	****	****
1	1011	3,577778	****	****
2	2530	3,733333	****	
3	3866	3,933333	****	

Tabulka č. 3 – Mediánové hodnoty pro sensorické hodnocení barvy

Dependent: barva	Median Test, Overall Median = 4,00000; barva (data pro sensoriku) Independent (grouping) variable: vzorek Chi-Square = 9,129332 df = 4 p = ,0579			
	1011	2530	3866	7298
<= Median: observed	35	32	28	40
expected	33,8	33,8	33,8	33,8
obs.-exp.	1,2	-1,8	-5,8	6,2
> Median: observed	10	13	17	5
expected	11,2	11,2	11,2	11,2
obs.-exp.	-1,2	1,8	5,8	-6,2
Total: observed	45	45	45	45

Tabulka č. 4 – Průměrné hodnoty pro sensorické hodnocení vůně

Cell No.	LSD test; variable vůně (data pro sensoriku) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,3891, df = 220,00				
	vzorek	vůně Mean	1	2	3
4	7298	2,933333		****	
5	7412	3,377778	****	****	
3	3866	3,444444	****		
1	1011	3,466667	****		****
2	2530	3,955556			****

Tabulka č. 5 – Mediánové hodnoty pro senzoričké hodnocení vůně

Dependent: vůně	Median Test, Overall Median = 3,00000; vůně (data pro senzoričké) Independent (grouping) variable: vzorek Chi-Square = 11,69016 df = 4 p = ,0198					
	1011	2530	3866	###	###	Total
<= Median: observed	24	16	22	32	24	118
expected	23,6	23,6	23,6	24	24	
obs.-exp.	0,4	-7,6	-1,6	8,4	0,4	
> Median: observed	21	29	23	13	21	107
expected	21,4	21,4	21,4	21	21	
obs.-exp.	-0,4	7,6	1,6	-8	-0	
Total: observed	45	45	45	45	45	225

Tabulka č. 6 – Průměrné hodnoty pro senzoričké hodnocení konzistence

Cell No.	LSD test; variable konzistence (data pro senzoričké) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,2859, df = 220,00			
	vzorek	Konzistence	1	2
		Mean		
1	1011	2,888889	****	
2	2530	3,088889	****	
4	7298	3,333333	****	****
5	7412	3,333333	****	****
3	3866	3,733333		****

Tabulka č. 7 – Mediánové hodnoty pro senzoričké hodnocení konzistence

Dependent: konzistence	Median Test, Overall Median = 3,00000; konzistence (data pro senzoričké) Independent (grouping) variable: vzorek Chi-Square = 10,59377 df = 4 p = ,0315				
	1011	2530	3866	###	7412
<= Median: observed	30	27	16	27	27
expected	25,4	25,4	25,4	25	25,4
obs.-exp.	4,6	1,6	-9,4	1,6	1,6
> Median: observed	15	18	29	18	18
expected	19,6	19,6	19,6	20	19,6
obs.-exp.	-4,6	-1,6	9,4	-2	-1,6
Total: observed	45	45	45	45	45

Tabulka č. 8 – Průměrné hodnoty pro senzoričké hodnocení chuti

Cell No.	LSD test; variable chuť (data pro senzoričku) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,3954, df = 220,00		
	vzorek	chuť Mean	1
1	1011	3,066667	****
4	7298	3,244444	****
5	7412	3,244444	****
3	3866	3,355556	****
2	2530	3,511111	****

Tabulka č. 9 – Mediánové hodnoty pro senzoričké hodnocení chuti

Dependent: chuť	Median Test, Overall Median = 3,00000; chuť (data pro senzoričku) Independent (grouping) variable: vzorek Chi-Square = 8,831909 df = 4 p = ,0654			
	1011	2530	3866	7298
<= Median: observed	27	19	17	27
expected	23,4	23,4	23,4	23,4
obs.-exp.	3,6	-4,4	-6,4	3,6
> Median: observed	18	26	28	18
expected	21,6	21,6	21,6	21,6
obs.-exp.	-3,6	4,4	6,4	-3,6
Total: observed	45	45	45	45

Tabulka č. 10 – Průměrné hodnoty pro senzoričké hodnocení celkového dojmu

Cell No.	LSD test; variable celk.dojem (data pro senzoričku) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,3075, df = 220,00			
	vzorek	celk.dojem Mean	1	2
4	7298	3,022222	****	
5	7412	3,022222	****	
1	1011	3,222222	****	****
2	2530	3,555556		****
3	3866	3,6		****

Tabulka č. 11 – Mediánové hodnocení pro senzorní hodnocení celkového dojmu

Dependent: celk.dojem	Median Test, Overall Median = 3,00000; celk.dojem (data pro senzorní) Independent (grouping) variable: vzorek Chi-Square = 11,97691 df = 4 p = ,0175				
	1011	2530	3866	###	7412
<= Median: observed	28	20	18	30	30
expected	25,2	25,2	25,2	25	25,2
obs.-exp.	2,8	-5,2	-7,2	4,8	4,8
> Median: ob- served	17	25	27	15	15
expected	19,8	19,8	19,8	20	19,8
obs.-exp.	-2,8	5,2	7,2	-5	-4,8
Total: obser- ved	45	45	45	45	45

Příloha III: Tabulky k hodnocení texturních vlastností a pH

Tabulka č. 12 – Hodnocení tvrdosti

Glutaman koncentrace [%]	Tvrdost [N]	
	Průměr	SMODCH
I_0,0	126,7126	11,1697
I_0,3	136,1181	7,4461
I_0,6	133,4091	9,4685
I_0,9	151,8366	13,6462
I_1,2	155,8514	7,0620
II_0,0	125,8660	8,8862
II_0,3	125,7965	6,5123
II_0,6	133,5713	9,6012
II_0,9	137,0839	8,2908
II_1,2	146,5598	14,9476
III_0,0	155,6248	9,8267
III_0,3	146,1495	10,2998
III_0,6	160,4461	12,3645
III_0,9	140,5351	4,1168
III_1,2	148,7611	9,1150

Tabulka č. 13 – Hodnocení soudržnosti

Glutaman koncentrace [%]	Soudržnost	
	Průměr	SMODCH
I_0,0	0,5761	0,0554
I_0,3	0,5790	0,1898
I_0,6	0,5922	0,0789
I_0,9	0,6037	0,0407
I_1,2	0,5854	0,1364
II_0,0	0,8833	0,7231
II_0,3	0,8062	0,4170
II_0,6	1,0955	0,7189
II_0,9	0,5953	0,0491
II_1,2	0,5488	0,1235
III_0,0	0,5677	0,1034
III_0,3	0,5704	0,1441
III_0,6	0,6184	0,1467
III_0,9	0,7321	0,1884
III_1,2	0,6819	0,0603

Tabulka č. 14 - Hodnocení gumovitosti

Glutaman koncentrace [%]	Gumovitost	
	Průměr	SMODCH
I_0,0	73,0028	0,6190
I_0,3	78,8180	1,4136
I_0,6	79,0058	0,7473
I_0,9	91,6618	0,5552
I_1,2	91,2279	0,9632
II_0,0	111,1812	6,4259
II_0,3	101,4164	2,7159
II_0,6	146,3312	6,9026
II_0,9	81,6018	0,4072
II_1,2	80,4267	1,8462
III_0,0	88,3544	1,0161
III_0,3	83,3675	1,4845
III_0,6	99,2202	1,8134
III_0,9	102,8803	0,7755
III_1,2	101,4366	0,5500

Tabulka č. 15 – Hodnocení pH

Glutaman koncentrace [%]	pH	
	Průměr	SMODCH
I_0,0	6,0575	0,0748
I_0,3	6,1750	0,0293
I_0,6	6,1850	0,0233
I_0,9	6,1625	0,0255
I_1,2	6,1763	0,0453
II_0,0	5,9038	0,0621
II_0,3	5,8638	0,0843
II_0,6	5,8850	0,1283
II_0,9	5,9688	0,0603
II_1,2	5,9600	0,0288
III_0,0	5,9913	0,0624
III_0,3	6,0050	0,0510
III_0,6	5,9813	0,0164
III_0,9	5,9263	0,1651
III_1,2	6,0100	0,0151