

Vliv oligo-fruktóзовého sirupu na texturní a senzorické vlastnosti jemného pečiva

Bc. Dominika Walachová

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: **Bc. Dominika Walachová**
Osobní číslo: **T16577**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vliv oligo-fruktóзовého sirupu na texturní a senzoričké vlastnosti jemného pečiva**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizace jemného pečiva.
2. Technologie výroby jemného pečiva.
3. Charakterizace oligo-fruktóзовého sirupu a využití při výrobě pečiva.

II. Praktická část

1. Vymezení cíle práce.
2. Metodika výroby pečiva.
3. Popis výsledků.
4. Diskuse výsledků s literaturou.
5. Formulace závěrů.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Overview of Texture Profile Analysis. [Online] Texture Technologies Corp. and Stable Micro Systems, Ltd., 2017. [Citace: 13. 09 2017.]

<http://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis#resources>.

[2] FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. [Online] British Journal of Nutrition, 2002. [Citace: 15. 09 2017.]

www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114502001083. 0007-1145.

[3] MORRIS, Cécile a Gordon A. MORRIS. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review. Food Chemistry [online]. 2012, 133(2), 237-248 [cit. 2018-01-08]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.01.027. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881461200060X>.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Michaela Zacharová

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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové 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 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 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 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 25.4. 2018

Walachová
.....

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

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

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

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

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

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-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 dílo:

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

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

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

ABSTRAKT

Čekankový sirup je sladidlo nové generace. Jedná se o oligo-fruktózový sirup, který má pozitivní vlastnosti na zdraví konzumentů. V současné době začíná být velmi populární z důvodu velmi nízkého glykemického indexu, vysokého obsahu prospěšné vlákniny, absenci lepku a laktózy.

Cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv oligo-fruktozového sirupu, jako možné náhrady cukru, na technologii výroby a texturní a senzorické vlastnosti jemného pečiva.

V experimentální části se jednalo o upečení biologicky a chemicky kypřených muffinů, kde byla sacharóza nahrazena z 50 % a ze 100 % čekankovým sirupem. Z biologicky i chemicky kypřených těst byly napečeny 3 šarže muffinů, u každé z nich byla sacharóza nahrazena 0 %, 50 % a 100 % čekankovým sirupem. Následně se sledoval vliv čekankového sirupu na texturní a senzorické vlastnosti biologicky a chemicky kypřených muffinů.

Z výsledků senzorického hodnocení vyplynulo, že nejlepším celkovým dojmem působily na hodnotitele muffiny, u kterých byla sacharóza nahrazena ze 100 % čekankovým sirupem. Byl měřen specifický objem, jehož nejvyšší hodnoty byly u muffinů neobsahujících čekankový sirup. Dále byly měřeny texturní vlastnosti muffinů na analyzátoru textury metodou texturní profilové analýzy (TPA). Měřila se tvrdost, pružnost, soudržnost a žvýkatelnost biologicky a chemicky kypřených muffinů. Nejvyšší hodnoty tvrdosti byly naměřeny u muffinů biologicky a chemicky kypřených, kde byla sacharóza nahrazena z 50 % čekankovým sirupem. Nejvyšší hodnoty pružnosti byly naměřeny u biologicky kypřených muffinů, u kterých byla sacharóza nahrazena ze 100 % sirupem a u chemicky kypřených, kde byla sacharóza nahrazena z 50 % sirupem. Nejvyšší soudržnost měly biologicky kypřené muffiny, u nichž byla sacharóza nahrazena 100 % sirupem a chemicky kypřené, kde sacharóza nahrazena sirupem nebyla. Hodnoty žvýkatelnosti byly nejvyšší u biologicky a chemicky kypřených muffinů, u nichž byla sacharóza nahrazena z 50 % čekankovým sirupem.

Ze senzorického hodnocení naměřených výsledků texturních vlastností muffinů lze konstatovat, že čekankový sirup je vhodnou náhražkou sacharózy při výrobě jemného pečiva.

Klíčová slova: čekankový sirup, sacharóza, oligo-fruktózový sirup, TPA

ABSTRACT

Chicory syrup is a new generation sweetener. It is an oligo-fructose syrup, which has positive health benefits on its consumers. It is currently becoming very popular due to the very low glycemic index, high fiber content, the absence of gluten and lactose.

The aim of this diploma thesis was to evaluate the influence of oligo-fructose syrup, as possible sugar substitute, in technology of production and textural and sensory properties of fine pastry.

The experimental part involved the baking of biologically and chemically leavened muffins, where sucrose was replaced with 50% and 100% of the chicory syrup. Three batches of muffins were baked from the biologically and chemically leavened dough, each of which was replaced with 0%, 50% and 100% of the chicory syrup. Subsequently, the influence of the chicory syrup on the textural and sensory properties of biologically and chemically leavened muffins was monitored.

The results of the sensory evaluation showed that the best overall impression was made by the muffins, in which sucrose was replaced with 100% of the chicory syrup. A specific volume was measured, of which the highest values were reached in muffins without chicory syrup. Furthermore, the textural properties of muffins on the texture analyzer were measured by the textural profile analysis method (TPA). The hardness, springiness, cohesiveness and chewiness of biologically and chemically leavened muffins were measured. Highest hardness values were measured in biologically and chemically leavened muffins, where sucrose was replaced with 50% of the chicory syrup. Highest springiness values were measured for biologically leavened muffins in which sucrose was replaced with 100% of the syrup and chemically leavened, where sucrose was replaced with 50% of the syrup. The highest cohesiveness was recognized in biologically leavened muffins in which sucrose was replaced with 100% of the syrup and chemically leavened, where sucrose was not replaced by syrup. Chewiness values were highest for biologically and chemically leavened muffins in which sucrose was replaced with 50% of the chicory syrup.

Based on the sensory evaluation of the measured results of the texture properties of muffins, it can be stated that chicory syrup is a suitable substitute for sucrose in the production of fine pastry.

Keywords: chicory syrup, sucrose, oligo-fructose syrup, TPA

Ráda bych poděkovala paní Ing. Michaelae Zacharové, za odborné vedení mé práce, cenné rady, ochotu a vstřícnost při konzultacích a pomoc při práci v laboratoři. Poděkování patří také mé rodině, především sestře, za psychickou podporu při studiu.

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

OBSAH

I. TEORETICKÁ ČÁST	12
1.1. Charakteristika jemného pečiva	13
1.2. Technologie výroby jemného pečiva.....	14
1.2.1. Technologie výroby biologicky kypřeného těsta.....	15
1.2.2. Technologie výroby chemicky kypřeného těsta	15
1.3. Kypření těsta	16
1.3.1. Biologické kypření.....	16
1.3.2. Chemické kypření	16
1.3.3. Mechanické kypření.....	17
1.3.4. Termomechanické kypření	17
1.4. Textura pečiva.....	17
1.4.1. Analýza textury pečiva.....	18
1.5. Senzorická analýza jemného pečiva	20
1.6. Charakteristika oligo-fruktózového sirupu	21
1.7. Čekanka obecná (<i>Cichorium intybus L.</i>).....	21
1.8. Čekankový sirup	22
1.9. Glykemický index	22
II. PRAKTICKÁ ČÁST	24
2. CÍL PRÁCE.....	25
2.1. Materiál a metody	26
2.2. Biologicky kypřené muffiny	27
2.3. Chemicky kypřené muffiny	28
2.4. Stanovení objemu pečiva	29

2.5.	Stanovení textury pečiva	29
2.6.	Senzorická analýza	29
2.7.	Statistické vyhodnocení	30
3.	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	31
3.1.	Specifický objem biologicky a chemicky kypřených muffinů	31
3.2.	Stanovení textury biologicky a chemicky kypřených muffinů	32
3.3.	Senzorické hodnocení biologicky a chemicky kypřených muffinů	34
4.	ZÁVĚR.....	36
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	40
	SEZNAM OBRÁZKŮ	41
	SEZNAM TABULEK	42
	SEZNAM GRAFŮ	43

1. ÚVOD

Cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv oligo-fruktozového sirupu, jako možné náhrady cukru, na technologii výroby a texturní a senzorické vlastnosti jemného pečiva.

Trendem současné doby je zdravé stravování, a proto jsem se zabývala otázkou, zda může být oligo-fruktózový sirup vhodnou náhražkou tak hojně používaného cukru, který je v dnešní době nazýván „bílým jedem“?

Dalším důvodem, proč je vhodné zamyslet se nad používáním sacharózy v naší stravě je i vysoký nárůst civilizačních chorob, mezi které se řadí obezita, diabetes mellitus, kardiovaskulární onemocnění a jiné. Všechny zmíněné choroby úzce souvisí s životním stylem a stravováním civilizace. Slazení je v dnešní době hojně diskutované téma.

Sacharidy se dělí na jednoduché a složité. Jednoduché sacharidy, mezi které se řadí mono a disacharidy, vykazují sladkou chuť a jsou zdrojem energie, která člověku dodá energii jen na krátkou dobu. Mezi jednoduché disacharidy se řadí i sacharóza. Někteří pojmenovávají cukr jako nebezpečnou drogu, která vyvolává závislost. Člověk ale ke svému životu sacharidy potřebuje, protože je to nezbytný zdroj energie. Je však důležité zamyslet se nad tím, jaké sacharidy budeme přijímat a naopak, kterým je lepší se v naší stravě vyhnout, protože ne všechny sacharidy jsou tělu prospěšné. Potravinám obsahující jednoduché sacharidy je lepší se v naší stravě vyhnout, protože jejich glykemický index je vysoký. To znamená, že dojde k rychlému zvýšení hladiny glukózy v krvi a k jeho následnému velmi rychlému snížení, o to dříve se znovu dostaví hlad. Jednoduché sacharidy se nemusí dále zpracovávat trávicími enzymy a tak přechází z trávicího traktu rovnou do krve. Naopak potraviny obsahující složité sacharidy, mají vesměs glykemický index nízký. Složité sacharidy mají funkci zásobárny energie. Jejich uvolňování do krve předchází rozklad pomocí trávicích enzymů. Glykemický index potravin tedy udává, do jaké míry je potravina obsahující sacharidy schopna zvýšit hladinu glukózy v krvi.

Během experimentu byl použit čekankový sirup jako náhrada sacharózy. Tento sirup se dá použít ke slazení jak ve studené, tak v teplé kuchyni. Vzhledem k jeho sladivosti se může použít jako náhrada sacharózy. Obsahuje velké množství vlákniny, což podporuje činnost trávicího traktu a následné vyprazdňování, snižuje obsah cukru v krvi,

napomáhá boji s obezitou tím, že přítomná vláknina vyvolává pocit sytosti. Čekankový sirup má v porovnání se sacharózou velmi nízký glykemický index, což znamená, že jej můžeme podávat i dětem a to bez rizika jejich následné hyperaktivity způsobené náhlým zvýšením hladiny glukózy v krvi.

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda čekankový sirup bude vhodnou náhražkou sacharózy, aniž by se negativně změnila texturní a senzorické vlastnosti pečiva.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1.1. Charakteristika jemného pečiva

Jemné pečivo je možné označit slovy vyjadřující recepturní nebo technologické zpracování, jako je: z listového těsta, z kynutého listového těsta, smažené, z taženého těsta, z litých hmot, ze šlehaných hmot, z třených hmot, z křehkých tukových těst, z jádrových hmot, čajové pečivo, ovocný chlebiček, sýrové nebo slané pečivo [1]. Je zastoupeno širokou škálou neplněného pečiva (vánočky, chalvy, makovky) až po plněné různými náplněmi (šátečky, koláče, buchty, záviny, plněné loupáky).

Typickou vlastností jemného pečiva je jeho jemnost na omak. Tím se právě liší od běžného pečiva, které je spíš křupavé. Jemné pečivo je vyráběno vesměs z pekařské pšeničné hladké mouky, výjimečně jsou používány i jiné typy mouk. Pro výrobu jemného pečiva je charakteristický hlavně vysoký obsah tuku a většinou i cukru. Za jemné pečivo jsou považovány výrobky s obsahem tuku 10 % a více. V ČR podléhá výroba pečiva vyhlášce MZe ČR č. 333/ 1997 ve znění pozdějších předpisů.

Dle komoditní vyhlášky (Vyhláška MZe ČR č. 333/ 1997 ve znění pozdějších předpisů) je jemné pečivo definováno jako pekařský výrobek, získaný tepelnou úpravou těst nebo hmot s recepturním přídavkem nejméně 8,2 % bezvodého tuku nebo 5 % cukru na celkovou hmotnost použitých mlýnských výrobků, popřípadě plněné různými náplněmi před pečením nebo po upečení marmeládou, džemem nebo povidly nebo povrchově upravené sypáním, polevou nebo glazurou [2].

Tato vyhláška dále definuje požadavky na jakost jemného pečiva z kynutého těsta (Tabulka 1)

Tabulka 1 - Požadavky na jakost pekařských výrobků [2]

	Vzhled a tvar	Kůrka, povrch	Střídka	Vůně a chuť
Jemné pečivo z kynutého těsta	Pravidelně formované, klenuté nebo plněné	Charakteristická barva, bez zřetelně obnažených střídky	Vláčná, pružná, pórovitá, dobře propečená	Jemná pečivová, příjemná, s příchutí přidaných složek
Jemné pečivo z třeného těsta	Pravidelně formované	Charakteristické barvy, bez zřetelně obnažených střídky, případně s polevou, či glazurou	Dobře propečená	Příjemná pečivová, odpovídající použitým surovinám

1.2. Technologie výroby jemného pečiva

Vzhledem k tomu, že se tato práce věnuje dvěma typům technologií výroby jemného pečiva, konkrétně biologicky a chemicky kypřeného těsta, budou jednotlivé způsoby popsány zvlášť.

Základní surovinou pro výrobu jemného pečiva oběma způsoby je pšeničná mouka. Požadavky na kvalitu mouky jsou různé a rozsáhlé. Mouka pro výrobu jemného pečiva musí mít především schopnost vytvořit těsto, které je schopné zadržet co největší množství kvasných plynů, jedná se o tzv. pekařskou sílu mouky. Pekařská síla mouky je dána množstvím a kvalitou lepkových bílkovin. Čím vyšší je obsah bílkovin v obilném znu, tím vyšší je obsah lepkových bílkovin a tím je také lepší schopnost mouky zadržovat kypřící plyn uvnitř těsta a následně zvětšovat jeho objem [1]. Dále je velice důležitá cukrotvorná a plynotvorná schopnost mouky, to znamená schopnost mouky vytvořit dostatečné množství kypřícího plynu, což ovlivňují amylolytické enzymy.

Mezi hlavní složky se řadí ještě voda sůl, droždí, kypřicí prášek. Další složky nejsou zásadní pro vytvoření těsta, ale zlepšují jeho texturní a sensorické vlastnosti, v neposlední řadě pak i údržnost potraviny. Mezi tyto suroviny patří např.: cukr, tuk, vejce, mléčné produkty (tvaroh, máslo, sušené mléko nebo syrovátka), emulgátory, antioxidanty, barvicí látky a tak dále [3].

1.2.1. Technologie výroby biologicky kypřeného těsta

Pro přípravu biologicky kypřeného těsta se používá nejčastěji přímé vedení těsta. Principem přímého vedení těsta je mísení surovin naráz, bez použití kvasných předstupňů. Těsto se ihned vymíchá a vyhnete. Během hnětení dochází ke tvorbě prostorově trojrozměrné lepkové sítě bílkovin. Vzniklá síť vytváří nosnou strukturu těsta. Po hnětení dochází k procesu zrání těsta, během něhož dochází ke vzniku nakypřené struktury, pomocí kvasinek *Sacharomyces cerevisiae* v podobě droždí. Proces je dále popsán v kapitole (kapitola 1.3.1).

Těsto se nechá 10-30 minut v klidu. Dalším krokem je dělení těsta na klonky a jejich tvarování. Velikost klonků je dána velikostí výsledného pečiva. Následně se vytvarované těsto vloží do kynárny, kde je řízená teplota i vlhkost vzduchu. Tady dochází k nakynutí. Vykytnuté těsto se naskládá do pece a peče se při stanovené teplotě a čase. Tím se zlepši sensorická kvalita a stravitelnost výrobku. K poslednímu kroku výroby patří vychladnutí a uskladnění pečiva [1, 3, 4].

1.2.2. Technologie výroby chemicky kypřeného těsta

Hlavním rozdílem mezi biologicky a chemicky kypřeným těstem je, že se v tomto případě místo droždí používá kypřicí prášek k dosažení nakypřené struktury těsta. Podrobnější vysvětlení se nachází v kapitole (kapitola 1.3.2).

Pro přípravu chemicky kypřeného těsta se stejně jako v předchozím případě nejčastěji používá přímé vedení těsta. Všechny suroviny se smíchají najednou a vyhnetou se. Další technologické kroky výroby jsou totožné s technologií výroby biologicky kypřeného těsta, až na fázi kynutí. Ke kynutí při výrobě chemicky kypřeného těsta nedochází.

1.3. Kypření těsta

Kypření těsta je proces, během kterého se do těsta zabudovává oxid uhličitý nebo vzduch, což má za následek zvětšení objemu těsta a výsledného produktu. Kypření se dělí podle vzniklého kypřícího plynu na: biologické, chemické, mechanické, termomechanické. V této práci se podrobně zabývám biologickým a chemickým způsobem kypření.

1.3.1. Biologické kypření

Jedná se o biotechnologii využívající aktivitu kvasinek, což jsou eukaryotní mikroorganismy, řadí se mezi houby. Kvasinky mají schopnost anaerobně zkvašovat přítomné cukry na oxid uhličitý a etanol. V pekárenství se k nakypření těst využívají kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* v podobě droždí. Droždí je uváděno na trh v různých podobách, jako například: tekuté, lisované, granulované, aktivní sušené, mražené a instantní sušené. Droždí je nutné skladovat při teplotách 1-4°C, pokud se teplota skladování nedodrží, kvasinky rychle ztrácejí svou aktivitu [4]. Pekařským droždím jsou dle současné legislativy Zákona o potravinách a tabákových výrobcích č. 110/1997 Sb. ve znění novely č. 306/2000 Sb. a prováděcích vyhlášek Ministerstva zemědělství kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, dále se mohou využívat kvasinky *Saccharomyces rosei* nebo *Saccharomyces rouxii* [4].

Kvasinky anaerobně fermentují cukry přítomné v těstě podle rovnice:



Jedná se tedy o přeměnu sacharidů na oxid uhličitý a etanol za vzniku 2 molekul energie ve formě ATP. Kvasinky uvolňují CO₂ již během hnětení, nejvyšší produkce je však během zrání těsta. Objem výrobku se tedy zvětšuje od hnětení těsta, zrání a jeho následného pečení, až do dosažení maximální teploty aktivity kvasinek (57-59°C) [1].

1.3.2. Chemické kypření

Pro zvětšení objemu výrobku chemickou cestou se využívají chemická kypřidla obsahující hydrogenuhličitan sodný, hydrogenuhličitan amonný nebo hydrogenuhličitan draselný spolu s kyselinami, které se označují jako regulátory kyselosti neboli okyselovadla. Mezi regulátory kyselosti se řadí například kyseliny: mléčná, octová,

citronová. Zmíněné kyseliny mohou být rovněž součástí recepturních složek těsta. Princip chemického kypření spočívá v tom, že po smíchání chemického kypřidla s ostatními recepturními složkami těsta dojde k tomu, že zmíněné hydrogenuhličitany začnou reagovat s regulátory kyselosti tak, že kyseliny v těstě disociují, uvolňují vodíkové ionty, které následně reagují s hydrogenuhličitánem, za vzniku kypřícího plynu CO_2 . Kypřící plyn je uvolňován buď v průběhu hnětení, nebo až během pečení a proto se používají různé směsi chemických kypřidel. Uvolňování plynu závisí na rozpustnosti přítomného regulátoru kyselosti. Například dihydrogenfosforečnan vápenatý přispívá k tvorbě kypřícího plynu již během přípravy těsta, naopak hydrogenfosforečnan vápenatý uvolňuje vodíkové ionty až na konci doby pečení. K chemickému kypření těsta se dnes hojně využívá kypřící prášek, což je směs zásadité složky, škrobového nosiče a kyselých solí [1].

1.3.3. Mechanické kypření

Šleháním a hnětením se do těsta zabudovává vzduch ve formě bublinek. Při šlehání se vešlehaný vzduch uzavřený ve vzduchových bublinách rozpíná a výrobky získávají pórovitou strukturu, zvětšuje se jejich objem. Avšak teplotní roztažnost vzduchu je malá. To znamená, že k dosažení požadovaného objemu přispívá velmi málo, a proto je vhodné zkombinovat mechanické kypření s jiným způsobem kypření, například s chemickým. V tom případě pak vzduchové póry slouží jako nukleační zárodky pro kypřící plyn CO_2 [5].

1.3.4. Termomechanické kypření

Principem termomechanického způsobu kypření je přeměna vody, obsažené v těstě, na vodní páru a její následné uvolnění vlivem vzrůstající teploty těsta během pečení. Těsto pak získá nakypřenou strukturu [5].

1.4. Textura pečiva

Texturní vlastnosti jsou důležitým faktorem kvality potravin a mohou rozhodnout o nepřijetí potraviny spotřebitelem už při nákupu nebo následně při konzumaci. Mezi hlavní důvody, proč se texturní vlastnosti potravin analyzují, patří například poznání mechanického chování potravin při jejich konzumaci, zhodnocení odolnosti výrobků

proti mechanickým účinkům a stanovení vlastností potravin při uskladnění [6]. Jedná se o vlastnosti potraviny, které jsou vnímány konzumentem především chuťovými, hmatovými, ale i zrakovými vjemy. Textura je veličina, která je ovlivněná mikro a makrostrukturou složek dané potraviny. Důležitými ukazateli texturní kvality jsou křehkost a pružnost. Textura pečiva se hodnotí buď sensorickou analýzou (subjektivní metoda) nebo pomocí speciálních přístrojů, jakým je například analyzátor textury (objektivní metoda) [6].

1.4.1. Analýza textury pečiva

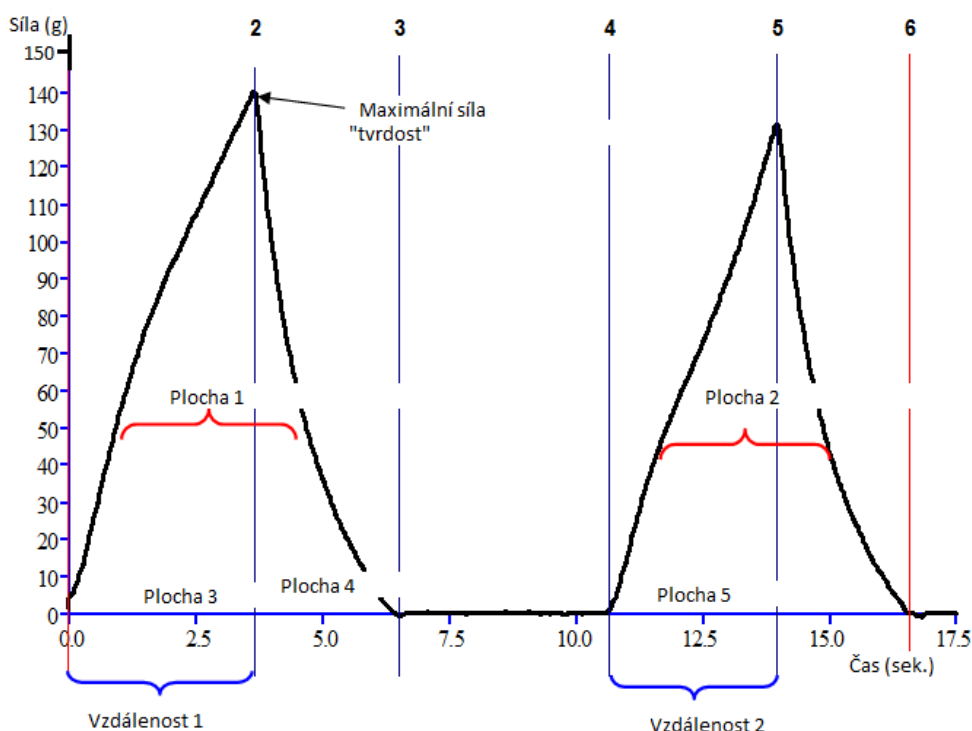
Jedná se o instrumentální metodu měření textury pečiva. Ke kladům této metody patří její opakovatelnost, objektivita a rychlost měření. Mezi negativa se řadí nutnost kalibrace a neschopnost stanovit komplexní vlastnosti měřeného vzorku. Analyzátor textury se skládá z pohyblivého ramene s tenzometrem. Rameno deformuje materiál v tahu nebo v tlaku pomocí nástavců a sond. Vzorek může být deformován různými způsoby, jako například stlačováním, krájením, natahováním, ohýbáním, vtlačováním a tak dále [7].

Mezi jednu z nejpoužívanějších metod se řadí texturní profilová analýza (TPA). TPA simuluje žvýkání potravy v ústech. Principem měření je opakované stlačování vzorku ve dvou cyklech. Nejdříve dojde k prvnímu stlačení vzorku, následně se sonda vrátí do původní polohy a po krátké pauze dojde k druhému stlačení vzorku. Vyhodnocuje se zatěžovací křivka, která představuje závislost síly na deformaci vzorku. Pro metodu TPA je důležité vybrat vhodnou sondu nebo lisovací desku, jejichž velikost v průměru bude větší, než velikost analyzovaného vzorku. Pokud by se k analýze použila sonda s menším průměrem, než je velikost vzorku, výsledky by mohly být zkreslené, jelikož menší sonda nemusí správně simulovat kousání [8].

Z měření TPA lze zjistit tyto veličiny: tvrdost (tuhost), křehkost, soudržnost, pružnost, lepivost, gumovitost a žvýkatelnost [7]. Soudržnost výrobku znamená, že výrobek odolává tlakovému nebo tahovému namáhání. V podstatě se jedná o míru, do které může být vzorek deformován, aniž by došlo k jakémukoliv porušení vazeb ve vzorku [9]. Pružnost výrobku, také nazývána elasticita, je mechanická texturní vlastnost vztahující se k rychlosti návratu po deformaci silou a stupni, na který se deformovaný materiál vrací do původního stavu poté, co je deformující síla odstraněna. Pružnost se

vyjadřuje jako poměr původní výšky výrobku. Nejčastěji se měří vzdáleností zjištěné výšky výrobku během druhé komprese, dělené počáteční kompresní vzdáleností. Tvrdost výrobku představuje texturní vlastnost, vztahující se na sílu potřebnou k dosažení dané deformace výrobku [10]. Hodnota tvrdosti je maximální síla, ke které dochází během první komprese. Křehkost se řadí mezi mechanické vlastnosti textury, vztahující se k tvrdosti, soudržnosti a k síle potřebné k rozbití výrobku na drobky. Lepivostí, neboli přilnavostí výrobku se rozumí vlastnost, vztahující se k síle požadované k odstranění materiálu, který se přilepí k ústům nebo jinému povrchu. Žvýkatelnost je mechanická texturní vlastnost, která se vztahuje k množství práce potřebné k rozkousání pevného výrobku do stavu vhodného k polknutí. Gumovitostí se označuje vlastnost, která se vztahuje k soudržnosti a křehkosti výrobku [11].

Obrázek 1 - Ukázka zátěžové křivky vygenerované texturometrem [8]



Vysvětlení jednotlivých parametrů:

Tvrдост- maximální síla dosažená během prvního stlačovacího cyklu [N]

$$\text{Pružnost} = \frac{\text{vzdálenost 2}}{\text{vzdálenost 1}} [\%]$$

$$\text{Soudržnost} = \frac{\text{plocha 2}}{\text{plocha 1}} [\%]$$

$$\text{Žvýkatelnost} = \text{tvrdost} * \frac{\text{plocha 2}}{\text{plocha 1}} * \frac{\text{vzdálenost 2}}{\text{vzdálenost 1}} [8, 12]$$

1.5. Senzorická analýza jemného pečiva

Jedná se o subjektivní metodu hodnocení a posuzování kvality jemného pečiva. Touto metodou se organoleptické vlastnosti potravin stanoví bezprostředně lidskými smysly a následně se výsledky vyhodnotí prostřednictvím centrální nervové soustavy. Sensorické hodnocení potravin je vědecká disciplína, která se běžně používá téměř ve všech potravinářských provozech.

V sensorické analýze se potravina hodnotí chuťovými, čichovými, zrakovými, sluchovými i hmatovými smysly. Chuťový smysl nám dovoluje vnímat chemické látky rozpuštěné ve slinách nebo ve vodě. Člověk je schopen svými chuťovými receptory umístěnými v chuťových pohárcích rozpoznat následující chutě: sladká, slaná, kyselá, hořká a umami. Chuťové pohárky jsou různě a nerovnoměrně rozmístěny v dutině ústní, především na jazyku. Chuťovým smyslem se většinou hodnotí celkový vjem chuti, může se však zaměřit na intenzitu žádoucí nebo naopak nežádoucí chuti. Čichovým smyslem se hodnotí celkový vjem vůně popřípadě pachů. Jedná se o smysl detekující plynné látky rozptýlené ve vzduchu. Čichové receptory jsou umístěny v epitelu dutiny nosní. Čichový smysl se při hodnocení potravin uplatňuje zároveň s chutí v komplexním vjemu nazývaným *flavour*. Zrakové vjemy hodnotitele informují o velikosti, povrchu, barvě i tvaru hodnocené potraviny. Při hodnocení jemného pečiva je zrak důležitý zejména pro zjištění barvy kůrky a pórovitosti střídky pečiva po jeho rozkrojení. Vjemy sluchové slouží především k vyhodnocení čerstvosti, která je spojená s křupavými zvuky při analýze pečiva. Hmatové smysly jsou dvojího typu. Taktilní hmatové smysly nás informují zejména o povrchových vlastnostech (hladký nebo drsný povrch). Kinestetické hmatové smysly slouží k identifikaci vlastností, jako jsou tvrdost, elasticita nebo křehkost [13, 14].

1.6. Charakteristika oligo-fruktóзовého sirupu

Oligo-fruktózový sirup je složen z oligo-fruktózy a inulínu. Oligo-fruktóza a inulín patří do třídy sacharidů známých jako fruktany [15]. Hlavním zdrojem oligo-fruktózy a inulínu, které se používají v potravinářském průmyslu, jsou čekanka a artyčok z Jeruzaléma. Oligofruktóza je vysoce rozpustná a vyznačuje se technologickými vlastnostmi, které úzce souvisí s vlastnostmi cukru a glukózových sirupů. Často se používá v kombinaci s vysoce intenzivními sladidly [16].

Fruktany jsou považovány za funkční složky potravin, neboť ovlivňují fyziologické a biochemické procesy v lidském organismu, což má příznivý vliv na zdravotní stav člověka. Při použití oligo-fruktózy jako bifidogenní látky, byla prokázána stimulace imunitního systému, snižování hladiny patogenních bakterií ve střevě, zmírnění zácpy, snižování rizika osteoporózy zvyšováním hladiny vápníku [17].

Fruktany mají pozitivní vliv na hormonální hladinu inzulínu a glukagonu, čímž se reguluje metabolismus sacharidů a lipidů snížením hladiny glukózy v krvi. Napomáhají také při snižování hladiny močoviny v krvi a kyseliny močové, čímž se udržuje rovnováha dusíku v těle. Oligo-fruktóza a inulín napomáhá ke snížení výskytu rakoviny tlustého střeva. Mají široké uplatnění v různých oblastech potravinářství, jako například při výrobě cukrovinek, mléčných dezertů, jogurtů, pečiva, omáček, čokolád atd. Inulín může být použit také k přípravě fruktózových sirupů [17, 18].

Další pozitivní vlastností inulínu a oligo-fruktózy je, že se řadí mezi prebiotika [19]. Jedná se o nestravitelnou složku potravy, která podporuje růst a aktivitu střevní mikroflóry a tím zlepšuje zdravotní stav konzumenta [20, 21]. Během experimentu byl použit čekankový sirup, který má všechny zmíněné vlastnosti. Výrobce navíc uvádí, že tento sirup nahrazuje v těstě do jisté míry i tuk, toto tvrzení však nemůžu potvrdit, ani vyvrátit, jelikož jsem se tomuto tématu v práci nevěnovala.

1.7. Čekanka obecná (*Cichorium intybus L.*)

Hlavním zdrojem oligo-fruktózy a inulínu, který se používá v potravinářském průmyslu, je čekanka. Čekanka obecná, neboli cikorka, cikorie, čaganga nebo také německá káva, je léčivá bylina, která se ve výživě lidí používá již několik staletí. Jedná se o dvouletou rostlinu, jejíž zásobní kořen se využívá pro výrobu kávovin, sladidel a

dalších nízkoenergetických výrobků pro potravinářství. Mezi nejvýznamnější pěstitele čekanky v Evropě patří Belgie, Německo, Francie, Polsko.

Kořen čekanky obsahuje 15- 20% inulínu. Hydrolyzou se inulín přeměňuje na fruktózu. Inulín je především významný zdroj dietetické vlákniny, s příznivými účinky na činnost trávicího traktu. Nehydrolyzovaný inulín se v trávicím traktu nevstřebává, k jeho rozkladu dochází až fermentací střevní mikroflórou. Mezi další pozitivní vlastnosti inulínu patří i to, že má bifidogenní efekt a napomáhá snížení obsahu cholesterolu v krvi. Inulín se vyznačuje neutrální sladkou chutí, barvou a vůní. Má gelotvorné vlastnosti a je schopen stabilizace pěn. V poslední době se čekankový inulín používá pro výrobu fruktózových sirupů [17].

Kořeny čekanky, které se dodávají k průmyslovému zpracování, musí být zdravé, vyzrálé, nezavdlé, mechanicky nepoškozené, nenamrzlé, s obsahem inulínu minimálně 14% [22, 23].

1.8. Čekankový sirup

Jedná se o sladidlo nové generace. V současné době začíná být populární z důvodu velmi nízkého glykemického indexu a vysokého obsahu prospěšné vlákniny. Čekankový sirup neobsahuje aromata, laktózu, konzervanty, ani lepek. Právě díky těmto vlastnostem je vhodný pro obézní lidi, diabetiky, pro lidi trpící intolerancí na laktózu a alergií na lepek. Dnešní spotřebitelé vyžadují potraviny zdravé, chutné, s nízkým obsahem tuku a kalorií. Energetická hodnota 100 g sirupu je 161 kcal / 650 kJ. Obsah sacharidů je roven 4,7 g / 100 g sirupu a obsah vlákniny je 71 % [24]. Sirup se získává patentovanou metodou horkovodní extrakcí z kořene čekanky [17].

1.9. Glykemický index

Jak již bylo zmíněno v úvodu práce, glykemický index (GI) je číslo, které charakterizuje schopnost sacharidové potraviny zvýšit hladinu glukózy (krevního cukru) v krvi. GI všech potravin používá stupnici od 0 do 100, protože glykemický index glukózy v krvi je roven 100. Některé potraviny však mohou převyšovat hodnotu GI glukózy. Čím rychleji dokáže potravina zvýšit hladinu glukózy v krvi, tím má vyšší hodnotu GI [25]. Výrobce čekankového sirupu uvádí hladinu GI < 5. Pro srovnání, sacharóza, která je běžně používána ve většině domácnostech, má GI = 68.

Koncentrace glukózy v krvi, neboli glykémie, je regulována neurohormonálně, především dvěma typy hormonů, které jsou produkovány příslušnými buňkami Langerhansových ostrůvků slinivky břišní. Jedná se o inzulín, který je produkován buňkami typu α a glukagon, produkován buňkami Langerhansových ostrůvků typu β . Inzulín snižuje hladinu glukózy v krvi, glukagon ji naopak zvyšuje. Mezi těmito hormony existuje antagonistický vztah. Na neurohormonální regulaci glykémie se podílejí i další hormony, například somatotropní hormon, který hladinu glykémie zvyšuje snížením citlivosti na inzulín. Dále pak trijodtyronin, tyroxin, adrenalin, kortizol a tak dále. Podle hodnot GI se potraviny dělí na: potraviny s nízkým GI ($GI \leq 55$), se středním GI ($GI = 60-70$) a potraviny s vysokým GI ($GI \geq 70$). Potraviny s nízkým glykemickým indexem jsou v organismu tráveny pomalu, a tím prodlužují pocit sytosti. Potraviny s vysokým GI mají pozitivní vliv na výkonnost organismu, ale ta je jen krátkodobá, proto se doporučuje konzumovat potraviny s nízkým až středním glykemickým indexem [25].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo posoudit vliv oligo-fruktozového sirupu, jako možné náhrady cukru, na technologii výroby, texturní a sensorické vlastnosti jemného pečiva. V průběhu experimentu byl použit čekankový sirup.

Jednalo se o 50% a 100% náhradu sacharózy čekankovým sirupem. V experimentální části se jednalo o sledování vlivu čekankového sirupu na texturní a sensorické vlastnosti biologicky a chemicky kypřených muffinů.

2.1. Materiál a metody

V této kapitole jsou shrnuty suroviny a další pomůcky potřebné pro provedení praktické části diplomové práce. Pro vyhodnocení naměřených dat byla použita jednofaktorová ANOVA a LSD Fischerův test.

Suroviny:

- Pšeničná hladká mouka (GoodMills Česko a.s., vyrobeno v Polabí, mlýn Litoměřice)
- Voda
- Slunečnicový olej (Glencore Agriculture Czech s.r.o.)
- Cukr krystal (Cukrovar Vrbátky)
- Čekankový sirup (KAUMY s.r.o.)
- Sušená vaječná melanž (Papei, a.s.)
- Sušené droždí (Labeta)
- Sušené mléko (BOHEMILK, mlékárna Opočno)
- Prášek do pečiva (Dr. Oetker)
- Sůl (K+S Czech Republic a.s.)

Přístroje a pomůcky:

- Pec MIWE Cube Air, (Pekass, s.r.o.)
- Kynárna MIWE Cube Proof, (Pekass, s.r.o.)
- Hnětač Eta Exclusive Gratus (Eta, a.s.)
- Texturometr TA.XT Plus s kruhovou sondou 100 mm Platen (Stable Micro Systems, Velká Británie)
- Předvážky Kern 440-49N (Kern und Sohn GmbH, Německo)
- Skleněná nádoba naplněná plastovým granulátem
- Dutý nerezový válec o průměru 3,5 cm pro vykrojení vzorku na texturu

2.2. Biologicky kypřené muffiny

V experimentální části byly napečeny 3 šarže muffinů. Každá šarže byla upečena dvakrát. Za šarži považujeme vzorky upečené z těsta podle jedné receptury. Sacharóza byla nahrazena 100 % a 50 % čekankového sirupu. V následujících tabulkách a grafech jsou vzorky popsány kódy B0S, B50S, B100S - biologicky kypřené muffiny, u kterých byla sacharóza nahrazena z 0 %, 50 % a 100 % sirupem.

Tabulka 2 - Suroviny a jejich navážka pro výrobu biologicky kypřených muffinů

Suroviny	B0S [g/100g]	B50S [g/100g]	B100S [g/100g]
Pšeničná hladká mouka	45,67	45,67	45,67
Voda	23,24	23,24	23,24
Slunečnicový olej	18,81	18,81	18,81
Cukr krystal	7,14	3,57	-
Čekankový sirup	-	3,57	7,14
Sušený vaječný prášek	3,32	3,32	3,32
Sušené droždí	1,01	1,01	1,01
Sůl	0,81	0,81	0,81

Ze surovin (*Tabulka 2*) byly vytvořeny jednotlivé šarže těsta. Z každé z těchto 3 šarží bylo upečeno 5 vzorků muffinů po 100g těsta.

Těsto na výrobu biologicky kypřených muffinů bylo připraveno tak, že se smíchaly všechny navážené suroviny (*Tabulka 2*). Těsto bylo strojně uhněteno v hnětači po dobu 4 minut a následně vloženo do kynárny o teplotě 35 °C po dobu 40 minut. Poté bylo těsto naplněno do silikonových muffinových formiček. Do každé formičky bylo odváženo 100g těsta. Naplněné formičky byly opět vloženy do kynárny a nechaly se dokynout při teplotě 35°C po dobu 20 minut. Po hodině kynutí byly naplněné, již vykynuté formičky s těstem vloženy do pece předehřáté na 200 °C, kde byly pečeny při teplotě 200 °C po dobu 10 minut. Po upečení se muffiny nechaly vychladnout 1 hodinu.

Po vychlazení byl změřen objem muffinů. Následně byly vzorky muffinů rozřezány na plátky o šířce 1,5 cm, z jejichž středu byl vyříznut válec o průměru 3,5 cm a podroben TPA.

2.3. Chemicky kypřené muffiny

V experimentální části byly napečeny 3 šarže muffinů. Každá šarže byla upečena dvakrát. Za šarži považujeme vzorky upečené z těsta podle jedné receptury. Sacharóza byla nahrazena 100 % a 50 % čekankového sirupu. V následujících tabulkách a grafech jsou vzorky popsány kódy CH0S, CH50S, CH100S - chemicky kypřené muffiny, u kterých byla sacharóza nahrazena z 0 %, 50 % a 100 % sirupem.

Tabulka 3 - Suroviny a jejich navážka pro výrobu chemicky kypřených muffinů

Suroviny	CH0S [g/100g]	CH50S [g/100g]	CH100S [g/100g]
Pšeničná hladká mouka	34,18	34,18	34,18
Voda	32,16	32,16	32,16
Cukr krystal	15,43	7,72	-
Čekankový sirup	-	7,72	15,43
Slunečnicový olej	13,89	13,89	13,89
Sušené mléko	2,57	2,57	2,57
Prášek do pečiva	1,29	1,29	1,29
Sušený vaječný prášek	0,45	0,45	0,45
Sůl	0,13	0,13	0,13

Ze surovin (*Tabulka 3*) byly vytvořeny jednotlivé šarže těsta. Z každé šarže bylo upečeno 5 vzorků muffinů. K měření byly použity dva náhodně vybrané vzorky, u těchto dvou vzorků byl následně 3x měřen jejich objem.

Těsto na výrobu chemicky kypřených muffinů bylo připraveno tak, že byly smíchány všechny navážené suroviny. Těsto bylo mícháno po dobu 3 minut a naplněno do silikonových muffinových formiček. Do každé formičky bylo odváženo stejné množství chemicky kypřeného těsta. Po naplnění následovalo pečení při teplotě 180°C

po dobu 17 minut. Po upečení se muffiny nechaly vychladnout. Po 1 hodině chlazení byl změřen objem u dvou náhodně zvolených muffinů. Po změření byly vzorky rozřezány na šířku 1,5 cm, z jejichž středu byl vyříznut válec o průměru 3,5 cm a podroben TPA.

2.4. Stanovení objemu pečiva

Po upečení a vychlazení jemného pečiva, byl změřen jeho objem. Velká skleněná nádoba byla naplněna až po okraj plastovým granulátem. Povrch nádoby byl přesně zarovnan pomocí pravítka. Poté byla část granulátu odsypána do pomocné nádoby. Do skleněné nádoby byl vložen měřený vzorek pečiva a na něj byl nasypán plastový granulát z pomocné nádoby, opět až po okraj a zarovnan pravítkem. Přebytečný granulát nad nádobou byl přemístěn do odměrného válce, následně byl změřen jeho objem. Objem granulátu je roven objemu pečiva. Naměřený objem byl přepočítán na specifický objem, což je objem připadající na jednotku hmotnosti. Přepočet byl proveden podle vzorce:

$$V_{sp} = \frac{V}{m}$$

V_{sp} ... specifický objem [$\text{ml}\cdot\text{g}^{-1}$]

V ... objem vzorku [ml]

m ... hmotnost vzorku [g]

2.5. Stanovení textury pečiva

Texturní vlastnosti výrobku byly hodnoceny na válcovém výřezu střídy výrobku o průměru 35 mm a výšce 15 mm a to 1 hodinu po upečení. Vzorek byl umístěn na základnu texturního analyzátoru a sondou o průměru 100 mm byl dvakrát stlačen na 30 % své výšky. Sonda se při měření pohybovala rychlostí 5 mm/s a prodleva mezi stlačeními byla 5 sekund. Výsledky byly zpracovány pomocí programu exponent lite verze 4.0.13.0.

2.6. Senzorická analýza

Součástí experimentu bylo senzorické hodnocení upečených muffinů. Dvanáct proškolených hodnotitelů z řad studentů a zaměstnanců UTB ve věku 20 – 50 let anonymně hodnotili jednotlivé senzorické vlastnosti známkami od 1- 9 (1- vzorek je

nepřijatelný, 9- vzorek je bez vad a nedostatků). Byl hodnocen: vzhled, barva kůrky a střídky, pružnost, pórovitost, chuť a vůně, intenzita sladké chuti, intenzita pachů a celkový dojem jednotlivých zakódovaných vzorků muffinů.

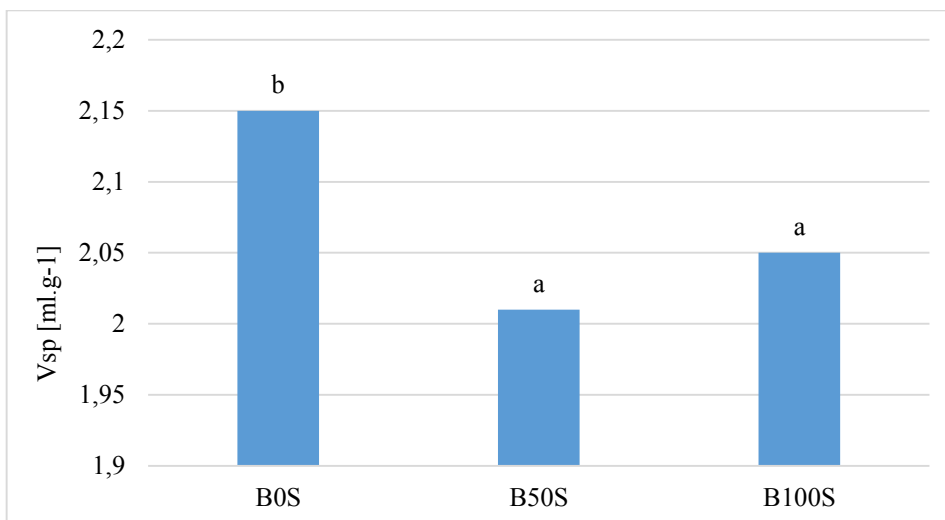
2.7. Statistické vyhodnocení

Všechny výsledky byly statisticky analyzovány metodou analýzy rozptylu (ANOVA). Rozdíly byly testovány na úrovni významnosti $\alpha = 0,05$ pomocí testu Fisher LSD. Analýza byla provedena pomocí softwaru Statistica CZ9.1 (StatSoft Ltd., Czech Republic).

3. VÝSLEDKY A DISKUZE

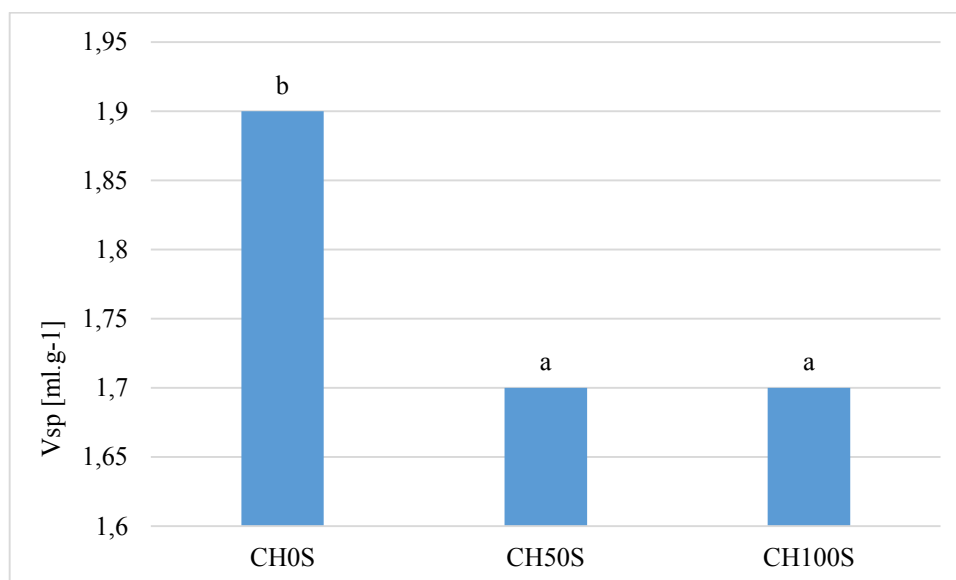
V této kapitole jsou uvedeny výsledky měření objemů, sensorického hodnocení a TPA biologicky a chemicky kypřených muffinů.

3.1. Specifický objem biologicky a chemicky kypřených muffinů



Graf 1- Závislost specifického objemu na množství přidaného sirupu biologicky kypřených muffinů

* hodnoty v grafu s různými písmeny jsou statisticky významně odlišné $P < 0,05$



Graf 2- Závislost specifického objemu na množství přidaného sirupu chemicky kypřených muffinů

* hodnoty v grafu s různými písmeny jsou statisticky významně odlišné $P < 0,05$

Z naměřených výsledků bylo zjištěno, že muffiny 0S, mají nejvyšší specifický objem, který byl u biologicky kypřených muffinů $2,15 \text{ ml.g}^{-1}$ a u chemicky kypřených byla tato hodnota $1,9 \text{ ml.g}^{-1}$. V grafech 1, 2 lze vidět, že nejnižší specifický objem byl naměřen u muffinů 50S. Hodnota specifického objemu B50S je $2,01 \text{ ml.g}^{-1}$ a CH50 činí tato hodnota $1,7 \text{ ml.g}^{-1}$. V grafu lze také vidět, že mezi muffiny 50S a 100S není statisticky významný rozdíl. Vysvětlením může být to, že inulín, který je přítomen v čekankovém sirupu, zvyšuje viskozitu těsta a tím pádem je objem muffinů, u kterých byla sacharóza nahrazena 50S a 100S nižší [26]. Podle zahraniční studie, která se zabývala přidavkem inulínu a oligo-fruktózového sirupu do bezlepkového chleba, dochází ke zvyšování objemu pečiva [27], toto tvrzení se však v našem případě nepotvrdilo. Příčinou může být například nevhodně zvolená teplota v troubě při pečení. Z naměřených hodnot je jasné vidět, že jak biologicky, tak chemicky kypřené muffiny 50S nebo 100S mají nižší specifický objem, než je tomu u muffinů 0S.

3.2. Stanovení textury biologicky a chemicky kypřených muffinů

V této kapitole jsou shrnuty výsledky ze stanovení texturních vlastností biologicky a chemicky kypřených muffinů.

Tabulka 4 - Charakteristika struktury a specifického objemu muffinů s různým poměrem čekankového sirupu / cukru

Charakteristika struktury a specifického objemu muffinů s různým poměrem čekankového sirupu / cukru					
Dávka sirupu	Specifický objem ($\text{ml.g}^{-1} \pm \text{SD}$)	Tvrдость ($\text{N} \pm \text{SD}$)	Pružnost ($1 \pm \text{SD}$)	Soudržnost ($1 \pm \text{SD}$)	Žvýkatelnost ($\text{N} \pm \text{SD}$)
B0S	$2,15 \pm 0,06^b$	$5,3 \pm 0,1^a$	$0,84 \pm 0,01^a$	$0,59 \pm 0,01^a$	$2,6 \pm 0,1^a$
B50S	$2,01 \pm 0,05^a$	$6,5 \pm 0,2^b$	$0,86 \pm 0,01^{ab}$	$0,60 \pm 0,03^a$	$3,4 \pm 0,3^b$
B100S	$2,05 \pm 0,04^a$	$5,3 \pm 0,3^{ab}$	$0,88 \pm 0,02^b$	$0,63 \pm 0,02^a$	$3,0 \pm 0,3^{ab}$

*hodnoty v jednom sloupci s různými písmeny jsou statisticky významně odlišné $P < 0,05$

Tabulka 5 - Charakteristika struktury a specifického objemu muffinů s různým poměrem čekankového sirupu / cukru

Charakteristika struktury a specifického objemu muffinů s různým poměrem čekankového sirupu / cukru					
Dávka sirupu	Specifický objem (ml.g ⁻¹ ±SD)	Tvrdość (N±SD)	Pružnosť (1±SD)	Soudržnosť (1±SD)	Žvýkatelnost (N±SD)
CH0S	1,9±0,09 ^b	5,9±0,4 ^a	0,59±0,01 ^b	0,66±0,02 ^a	3,5±0,2 ^a
CH50S	1,7±0,01 ^a	9,3±0,5 ^b	0,87±0,01 ^b	0,60±0,02 ^a	4,9±0,1 ^b
CH100S	1,7±0,02 ^a	6,5±0,5 ^{ab}	0,80±0,02 ^a	0,61±0,03 ^a	3,1±0,2 ^a

*hodnoty v jednom sloupci s různými písmeny jsou statisticky významně odlišné P < 0,05

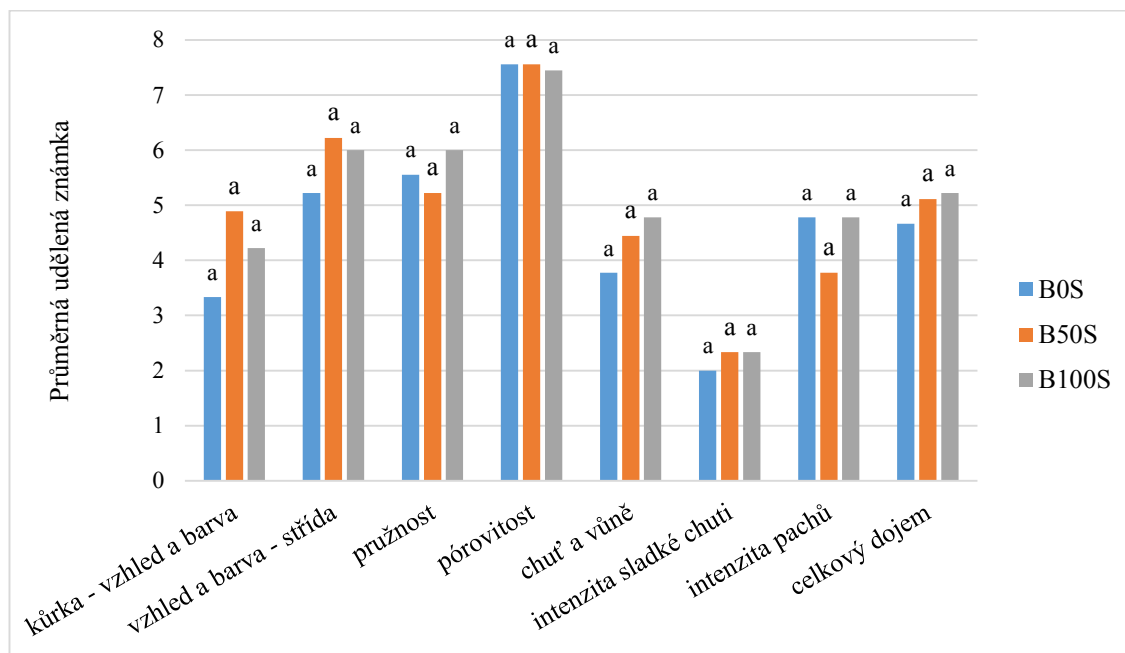
Z tabulek 4, 5 lze vyčíst, že nejvyšší hodnoty tvrdosti dosahovaly muffiny B50S i CH50S, jejichž hodnoty jsou B50S = 6,5 a CH50S = 9,3. Nejnižší hodnotu tvrdosti měly muffiny bez přídavku čekankového sirupu (B0S = 5,3; CH0S = 5,9). Důvodem může být ten fakt, že oligo-fruitóza a inulín mohou způsobit vyšší tvrdost, soudržnost a pevnost výrobku [28].

V tabulce 4 můžeme také vidět, že hodnota pružnosti roste spolu s přídavkem čekankového sirupu. To může být způsobeno tím, že inulín má schopnost vázat na sebe během pečení vodu, což vede k výsledné vyšší pružnosti pečiva [29]. To je také důvod, proč muffiny, u kterých nebyla sacharóza nahrazena sirupem (viz. tabulka 5) mají nejnižší hodnotu pružnosti CH0S = 0,59.

Hodnoty soudržnosti (viz. tabulka 4) biologicky kypřených muffinů rostou se zvyšujícím se obsahem přidaného sirupu. Zahraniční studie zabývající se aplikací inulínu do bezlepkových výrobků tvrdí, že přidáním přísady s vysokým obsahem vlákniny, se může zvýšit gelovitost těsta a následně soudržnost výrobku [30]. U chemicky kypřených muffinů se toto tvrzení nepotvrdilo, jak je vidět v tabulce 5. U muffinů CH0S byla naměřena soudržnost 0,66, nejnižší hodnotu soudržnosti 0,60 měly vzorky CH50S.

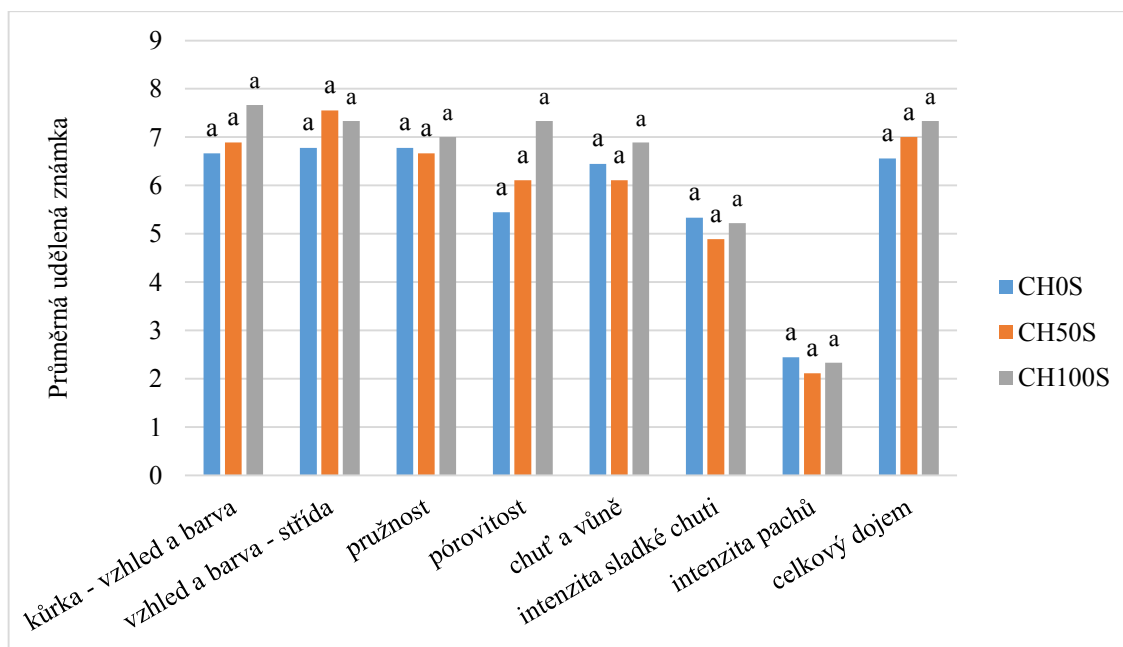
Dále můžeme z tabulek 4, 5 vyčíst, že nejvíce energie vynaložené na rozžvýkání upečeného pečiva by bylo potřeba na muffiny 50S, u kterých byly naměřeny hodnoty B50S = 3,4 a CH50S = 4,9.

3.3. Sensorické hodnocení biologicky a chemicky kypřených muffinů



Graf 3- Sensorické hodnocení biologicky kypřených muffinů

* hodnoty v grafu se stejnými písmeny nejsou statisticky významně odlišné $P > 0,05$



Graf 4 - Sensorické hodnocení chemicky kypřených muffinů

* hodnoty v grafu se stejnými písmeny nejsou statisticky významně odlišné $P > 0,05$

Ačkoliv nebyl pozorován statisticky významný rozdíl, nejlepší hodnocení vzhledu a barvy kůrky dosahovaly muffiny B50S. Přidání čekankového sirupu zlepšilo barvu kůrky muffinů, v porovnání s muffiny neobsahující sirup. Fruktóza je totiž redukující cukr, což může zvyšovat intenzitu Maillardovy reakce, která vede ke vzniku výraznější hnědé barvy kůrky pečiva [31, 32, 33].

Nejlepší hodnocení vzhledu a barvy střídy získaly muffiny 50S, což může být způsobeno právě kombinací sacharózy a čekankového sirupu v těstě, kde sacharóza zajistila, to že muffiny nebyly tolik pórovité a sirup způsobil příjemné zbarvení střídy.

Z grafu 3,4 lze vypožorovat, že hodnotitelé nejlépe ohodnotili pružnost muffinů 100S. Inulín obsažený v čekankovém sirupu na sebe totiž během pečení váže vodu a tím přispívá k výsledné vyšší pružnosti muffinů [29].

Na základě sensorického hodnocení, jak vidíme v grafu 3, bylo zjištěno, že rozdíly v hodnocení pórovitosti biologicky kypřených muffinů nebyly statisticky významné. V grafu 4 lze vidět, že pórovitost chemicky kypřených muffinů rostla spolu s přidavkem čekankového sirupu.

Z grafu 3 vyplývá, že nejlepší chuť a vůni měly muffiny B100S a nejnižší hodnocení získaly B0S. Chemicky kypřené muffiny CH100S měly rovněž podle hodnotitelů nejlepší chuť a vůni, jak lze vidět v grafu 4.

Intenzita sladké chuti byla u všech muffinů ohodnocena podobnou známkou, což je důkazem toho, že čekankový sirup má velmi vysokou sladivost jako sacharóza a hodnotitelé mezi jednotlivými muffiny nezaznamenali velký rozdíl.

Hodnocení intenzity pachů vyšlo opět bez statisticky významného rozdílu mezi jednotlivými muffiny.

I přesto, že nebyl pozorován významný statistický rozdíl mezi jednotlivými vzorky, nejlepší celkový dojem biologicky i chemicky kypřených muffinů lze pozorovat u muffinů 100S. Nejnižší hodnocení celkového dojmu získaly muffiny 0S. Z grafu 3, 4 vyplývá, že se stoupající koncentrací sirupu se zlepšuje i celkový dojem biologicky a chemicky kypřených muffinů. Zahraniční studie, která zkoumala vliv prebiotik (inulínu, oligo- sacharidového sirupu) na kvalitu bezlepekových chlebů, došla k závěru, že výrobky s obsahem inulínu mají vyšší kvalitu a navíc zvýšený obsah vlákniny. Obecně zhodnotili, že u chlebů s přidavkem inulínu se zlepšila i celková sensorická hodnota pečiva [27].

4. ZÁVĚR

V experimentální části byla sacharóza nahrazena oligo- fruktózovým sirupem. Bylo zjišťováno, zda budou mít biologicky a chemicky kypřené muffiny obsahující 100S nebo 50S stejné sensorické a texturní vlastnosti, jako muffiny obsahující 0S.

Z naměřených hodnot sensorické analýzy lze říct, že na studenty udělaly nejlepší celkový dojem muffiny, v jejichž receptuře byla sacharóza nahrazena 100 % čekankovým sirupem. Touto prací bylo dále zjištěno, že různé množství přídavku čekankového sirupu může mít zásadní vliv na texturní vlastnosti a specifický objem upečených muffinů. S přídavkem čekankového sirupu do těsta muffinů klesal jejich výsledný specifický objem, naopak rostla jejich tvrdost a pružnost. Zatím co se soudržnost biologicky kypřených muffinů s přídavkem čekankového sirupu zvyšovala, u chemicky kypřených muffinů tomu bylo naopak, nejvyšší hodnoty soudržnosti dosahovaly muffiny u nichž sacharóza nebyla nahrazena sirupem. Hodnoty žvýkatelnosti byly nejvyšší u muffinů 50S.

Dle výsledků lze konstatovat, že čekankový sirup je vhodnou náhražkou cukru, jednak pro jeho sladkou chuť, ale také pro jeho pozitivní účinky na zdraví, nízký glykemický index, a prebiotické vlastnosti. Mezi další klady patří i to, že čekankový sirup obsažený v muffinech měl pozitivní vliv na pružnost pečiva a u biologicky kypřených muffinů také na jejich soudržnost, což je u jemného pečiva žádoucí vlastnost. V opačném případě by byla textura rozpadající se, drobivá a tuhá.

Na základě výsledků sensorického hodnocení, kde nebyly shledány významné statistické rozdíly mezi vzorky 0S, 50S a 100S, lze usoudit, že čekankový sirup je vhodnou náhražkou sacharózy. Mezi jednotlivými texturními vlastnostmi muffinů, které neobsahovaly sirup a těmi, které jej obsahovaly, existoval významný statistický rozdíl. Myslím, že dalším experimentem by se dalo prověřit více různých poměrů sacharózy a sirupu. Mohlo by být dosaženo optimálního poměru, který by zajistil stejné texturní vlastnosti jako je tomu u muffinů neobsahující sirup.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] **BUREŠOVÁ, I., LORENCOVÁ, E.** *Výroba potravin rostlinného původu: zpracování obilovin*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. 978-80-7454-278-7.
- [2] **Ministerstvo, Zemědělství.** *Zákony pro lidi*. [Online] AION CS, s.r.o. [Citace: 14. 09 2017.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-333>.
- [3] **TAUFEROVÁ, A.** *Technologie a hygiena potravin rostlinného původu I., II.* Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. 978-80-7305-692-6.
- [4] **PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D.** *Základy pekárenské technologie*. Praha : Pekař a cukrář, 2003. 80-902922-1-6.
- [5] **KADLEC, P.** *Technologie potravin*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. 80-7080-509-9.
- [6] **KROKOŠKOVÁ, B.** *Textúra potravín*. Bratislava: Alfa : Redakcia potravinárskej literatúry, 1986.
- [7] **BOURNE, M. C.** A Classification of Objective Methods for Measuring Texture and Consistency of Foods. [Online] 1966. [Citace: 10. 11 2017.] <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1966.tb03285.x>. 0022-1147.
- [8] **SZCZESNIAK, A. S.** Texture Technologies Corp. Texture Profile Analysis. *Texture Technologies: Analysis Instruments for Foods, Pharmaceuticals, Adhesives, Cosmetics and more*. [Online] 2017. [Citace: 13. 09 2017.] <http://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis#resources>.
- [9] **LEWIS, M.J.** *Psychical properties of foods and food processing systems*. Weinheim : Chichester, West Sussex, 1987. 08-957-3399-4.
- [10] **SZCZESNIAK, A. S.** *Texture is a sensory property*. Food Quality and Preference, 2002, Sv. 13, stránky 215-225. 0950-3293.
- [11] **BOURNE, M. C.,.** *Food texture and viscosity: concept and measurement. 2nd ed.* San Diego : Academic Press, 2002. 01-211-9062-5.
- [12] **Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita.** Stanovení texturních parametrů masa a masných výrobků. *Senzorická analýza potravin*. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2011.

- [13] INGR, I., POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., *Senzorická analýza potravin*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997. 80-7157-283-7.
- [14] JAROŠOVÁ, A., *Senzorické hodnocení potravin*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. 978-80-7157-539-9.
- [15] BOUAZIZ, M., A., RASSAOUI, R., BESBES, S. Chemical Composition, Functional Properties and Effect of Inulin from Tunisian Agave americana L. Leaves on Textural Qualities of Pectin Gel. [Online] 2014. [Citace: 15. 02 2017.] <http://www.hindawi.com/journals/jchem/2014/758697/>. 2090-9063.
- [16] FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. [Online] British Journal of Nutrition, 2002. [Citace: 15. 09 2017.] www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114502001083. 0007-1145.
- [17] KAUR, N., GUPTA, K.A. *Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition*. [online] Journal of Biosciences, 2002. 0250-5991.
- [18] MORRIS, C., MORRIS, A., G. *The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management*. [Online] 2012. [Citace: 25. 01 2018.] <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881461200060X>. 03088146.
- [19] ROSSLE, CH., KTENIOUDAKI, A., GALLAGHER, E. Inulin and oligofructose as fat and sugar substitutes in quick breads (scones): a mixture design approach. [Online] 2011. [Citace: 23. 02 2018.] <http://link.springer.com/10.1007/s00217-011-1514-9>. 1438-2377.
- [20] GIBSON, G.R., ROBERFROID, M. B. *Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics*. 1995.
- [21] SALINAS, M., V., ZULETA, A., RONAYNE, P., PUPPO, C., M. *Wheat bread enriched with organic calcium salts and inulin. A bread quality study*. [Online] 2016. [Citace: 04. 11 2017.] <http://link.springer.com/10.1007/s13197-015-2008-8>. 0022-1155.
- [22] TAUFEROVÁ, A. *Rostlinná produkce*. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. 978-80-7305-716-9.
- [23] NING, Ch., WANG, X., GAO, S., MU, J., WANG, Y., LIU, S., ZHU, J., MENG, X. *Chicory inulin ameliorates type 2 diabetes mellitus and suppresses JNK and MAPK pathways in vivo and in vitro*. [Online] 2017. [Citace: 25. 01 2018.] <http://doi.wiley.com/10.1002/mnfr.201600673>. 16134125.

- [24] **Čekankový sirup originál.** [Online] Tripon Digital s.r.o., 2017. [Citace: 19. 03 2018.] <http://www.cekankovysirup.cz/>.
- [25] **KOPŘIVA, V.** *Vybrané kapitoly z biochemie potravin.* Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. 978-80-7305-677-3.
- [26] **SILVA, R.F.** *Use of Inulin as a Natural Texture Modifier.* Cereal Foods World, 1996. 0146-6283.
- [27] **KORUS, J., GRZELAK, K., ACHREMOWICZ, K., SABAT, R.** Influence of Prebiotic Additions on the Quality of Gluten-free Bread and on the Content of Inulin and Fructooligosaccharides. [Online] 2016. [Citace: 27. 02 2018.] <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1082013206073072>. 1082-0132.
- [28] **RONDA, F., GÓMEZ, M., BLANCO, C.A., CABALLERO, P.A.** *Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes.* Food Chemistry, 2005.
- [29] **RONKART, S.N., PAQUOT, M., FOUGNIES, C., DEROANNE, C., BLECKER, C.S.** *Effect of water uptake on amorphous inulin properties.* Food Hydrocolloids, 2009.
- [30] **DRABIŇSKA, N., ZIELIŇSKI, H., KRUPA-KOZAK, U.** Technological benefits of inulin-type fructans application in gluten-free products. [Online] 2016. [Citace: 19. 03 2018.] <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224416301649>. 09242244.
- [31] **AMREIN, T. M., SCHONBACHLER, B., ESCHER, F., AMADO, R.** *Acrylamide in gingerbread: critical factors for formation and possible ways for reduction.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004.
- [32] **SKOUPIL, J.** *Suroviny na výrobu pečiva.* Pardubice : Kora, 1994. 80-85644-07-X.
- [33] **KUČEROVÁ, J.** *Technologie cereálií.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2004. 978-80-7157-811-6.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

0S - muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena z 0 % sirupem

50S - muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena z 50 % sirupem

100S - muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena ze 100 % sirupem

B0S - biologicky kypřené muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena z 0 % sirupem

B50S - biologicky kypřené muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena z 50 % sirupem

B100S - biologicky kypřené muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena ze 100 % sirupem

CH0S - chemicky kypřené muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena z 0 % sirupem

CH50S - chemicky kypřené muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena z 50 % sirupem

CH100S - chemicky kypřené muffiny u nichž byla sacharóza nahrazena ze 100 % sirupem

TPA- texturní profilová analýza

GI- glykemický index

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Ukázka zátěžové křivky vygenerované textuometrem	19
--	----

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Požadavky na jakost pekařských výrobků	14
Tabulka 2 - Suroviny a jejich navážka pro výrobu biologicky kypřených muffinů	27
Tabulka 3 - Suroviny a jejich navážka pro výrobu chemicky kypřených muffinů.....	28
Tabulka 4 - Charakteristika struktury a specifického objemu muffinů s různým poměrem čekankového sirupu / cukru	32
Tabulka 5 - Charakteristika struktury a specifického objemu muffinů s různým poměrem čekankového sirupu / cukru	33

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1- Závislost specifického objemu na množství přidaného sirupu biologicky kypřených muffinů.....	31
Graf 2- Závislost specifického objemu na množství přidaného sirupu chemicky kypřených muffinů.....	31
Graf 3- Sensorické hodnocení biologicky kypřených muffinů	34
Graf 4- Sensorické hodnocení chemicky kypřených muffinů	34