

Možnosti konzervace plnotučné hořčice bez využití chemických konzervantů

Bc. Kristýna Navrátilová

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kristýna NAVRÁTILOVÁ**
Osobní číslo: **T10522**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Možnosti konzervace plnotučné hořčice bez využití chemických konzervantů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- 1. Charakteristika a principy výroby plnotučné hořčice**
- 2. Výběr a popis konzervačních metod vhodných k přípravě plnotučné hořčice bez konzervantu**
- 3. Princip a postup kontrolních metod**

II. Praktická část

- 1. Příprava polotovarů hořčice upravených metodami stanovenými v teoretické části**
- 2. Konfrontace dosažených výsledků s jakostními a mikrobiologickými požadavky**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Drdák, M. **Základy potravinářských technologií, 1. vydání, MALÉ CENTRUM, Bratislava 1996**
2. KYZLINK, Vladimír. **Teoretické základy konzervace potravin. Vyd. 1. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1988, 511 s**
3. **Praktická příručka: Úplné znění zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích po úpravě zákonem č. 306/2000 Sb. s komentářem. Praha: Agrospoj s.r.o., 2001. 311 s**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Robert Gál, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

6. ledna 2012


Termín odevzdání diplomové práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: *Narrátílová Kristýna*

Obor: *TNE/P*.....

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně *3.5.2012*

Narrátílová Kristýna

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

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

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

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

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

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

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). 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

Cílem této diplomové práce je sestavit funkční recepturu pro výrobu plnotučné hořčice bez tradičních chemických konzervantů. Teoretická část této práce se zabývá problematikou konzervace potravin a shrnuje vhodné, aplikovatelné metody, vedoucí k prodloužení trvanlivosti plnotučné hořčice. Praktická část je zaměřena na hodnocení údržnosti polotovarů ošetřených jednotlivými, v teoretické části zmíněnými, metodami. Chemická kritéria pro hodnocení jsou obsah kyseliny octové a obsah sušiny, mikrobiologickými kritérii jsou CPM, počet kvasinek a plísní.

Klíčová slova: plnotučná hořčice, CPM, kvasinky, plísně, pasterizace, osmotický tlak, invertní cukr

ABSTRACT

The aim of this master thesis is to build a functional recipe for making full-fat mustard without traditional chemical preservatives. The theoretical part of this master thesis deals with problems of food preservation and summarizes relevant, applicable methods, leading to the extension of shelf-life mustard. The practical part is focused on the evaluation of shelf-life of semi-finished product treated by individual methods. Chemical criteria for evaluation are acetic acid content and solid content, microbiological criteria are CPM, the number of yeast and molds.

Keywords: full-fat mustard, CPM, yeasts, molds, pasteurization, osmotic pressure, invert sugar

Na tomto místě bych především chtěla poděkovat Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, za poskytnuté materiály, cenné rady a připomínky a za čas, který tvorbě této diplomové práce věnoval. Dále bych chtěla poděkovat vedení firmy FRUTA Bohemia a.s., ve které probíhala praktická část, za poskytnuté finanční a technologické prostředky. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině za poskytnutou morální podporu.

Motto:

„Quod me nutrit me destruit“

„Co mě živí mě i zničí“

Christopher Marlowe

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PLNOTUČNÉ HOŘČICE	11
1.1 VSTUPNÍ SUROVINY	11
1.1.1 Hořčičné semínko.....	11
1.1.2 Voda	11
1.1.3 Ocet	12
1.1.3.1 Bakterie využívané při výrobě octa	12
1.1.3.2 Octové kvašení.....	12
1.1.3.3 Výroba octa.....	13
1.1.4 Cukr.....	13
1.1.4.1 Výroba cukru	14
1.1.5 Sůl	15
1.1.5.1 Výroba soli.....	15
1.1.6 Aditiva.....	15
2 VÝROBA PLNOTUČNÉ HOŘČICE	16
3 KONZERVACE POTRAVIN	18
3.1 HISTORIE KONZERVACE.....	18
3.2 PROBLEMATIKA KONZERVACE POTRAVIN.....	19
3.2.1 Kažení potravin	19
3.2.2 Konzervační metody	19
3.2.2.1 Přímé konzervační metody	20
3.2.2.2 Nepřímé konzervační metody.....	21
4 PRINCIPY VYBRANÝCH KONZERVAČNÍCH METOD VYUŽÍVANÝCH PŘI VÝROBĚ HOŘČICE	24
4.1 TERMOSTERILACE	24
4.1.1 D-hodnota.....	24
4.1.2 z-hodnota.....	25
4.1.3 Q ₁₀ -hodnota	25
4.1.4 F-hodnota	25
4.2 OSMOANABIÓZA.....	26
4.2.1 Konzervace sušením.....	27
4.2.2 Konzervace zahušťováním	28
4.2.3 Konzervace kuchyňskou solí.....	28
4.2.4 Konzervace cukrem.....	29
4.3 KONZERVACE ORGANICKÝMI KYSELINAMI.....	29
4.3.1 Kyselina octová CH ₃ COOH.....	30
4.3.2 Kyselina mléčná C ₃ H ₆ O ₃	30
4.3.3 Kyselina citronová C ₆ H ₈ O ₇	30
4.3.4 Kyselina vinná C ₄ H ₆ O ₆	31
4.3.5 Kyselina benzoová C ₆ H ₅ COOH.....	31
4.3.6 Kyselina sorbová C ₆ H ₈ O ₂	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 METODIKA PRÁCE	34

5.1	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	34
5.2	RECEPTURA A POPIS PŘÍPRAVY JEDNOTLIVÝCH POLOTOVARŮ	34
5.4	HOŘČICE S KONZERVANTEM VAR. „A“	36
5.5	HOŘČICE BEZ KONZERVANTU VAR. „B“	36
5.6	HOŘČICE OŠETŘENÁ PASTERACÍ VAR. „C“	36
5.7	HOŘČICE SE ZVÝŠENÝM OBSAHEM OCTA VAR. „D“	37
5.8	HOŘČICE S INVERTNÍM CUKREM VAR. „E“	37
5.9	HOŘČICE S INVERTNÍM CUKREM A ZVÝŠENÝM OBSAHEM OCTA VAR. „F“	38
6	KONTROLA JAKOSTI VYROBENÝCH POLOTOVARŮ.....	39
6.1	STANOVENÍ SUŠINY	39
6.1.1	Postup stanovení sušiny	39
6.2	STANOVENÍ AKTIVNÍ A TITRAČNÍ KYSELOSTI.....	40
6.2.1	Postup stanovení aktivní kyselosti	40
6.2.2	Postup stanovení titrační kyselosti	40
6.2.2.1	Příprava a stanovení faktoru 0,1M odměrného roztoku NaOH	40
6.2.2.2	Příprava filtrátu a titrace	41
6.3	TERMOSTATOVÁ ZKOUŠKA.....	41
6.3.1	Postup při termostatové zkoušce	41
6.4	STANOVENÍ CPM	42
6.4.1	Příprava živné půdy.....	42
6.4.2	Pracovní postup při stanovení CPM.....	42
6.4.3	Vyhodnocení inkubace.....	43
6.5	STANOVENÍ KVASINEK A PLÍSNÍ.....	43
6.5.1	Pracovní postup při stanovení kvasinek a plísní	44
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	45
7.1	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ SUŠINY	45
7.2	VÝSLEDKY A DISKUZE MĚŘENÍ HODNOTY PH	46
7.3	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ OBSAHU KYSELINY OCTOVÉ.....	47
7.4	VÝSLEDKY A DISKUZE STANOVENÍ CPM, KVASINEK A PLÍSNÍ	48
8	ZÁVĚR.....	50
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	51
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
	SEZNAM TABULEK.....	58
	SEZNAM PŘÍLOH.....	59

ÚVOD

Plnotučná hořčice se díky svému pH řadí mezi kyselé potraviny. Její nízké pH do jisté míry zajišťuje odolnost vůči mikrobiální kontaminaci. Nezřídka se ovšem stává, že hořčice skladovaná při předepsané teplotě zkvasí a to dokonce hořčice ošetřená chemickými konzervačními látkami. Příčinou mohou být nekvalitní vstupní suroviny, špatná výrobní praxe, kontaminované primární obaly či nedostatečná sanitace výrobních technologií a výrobního prostředí.

Vývoj nové receptury pro výrobu plnotučné hořčice probíhal ve firmě FRUTA Bohemia a.s. Při sestavování receptury bylo nutné dodržet několik základních požadavků. V první řadě receptura nesměla obsahovat žádné běžné chemické konzervační látky a ani jiná aditiva, která by se musela uvádět na etiketě finálního produktu. S množstevním zastoupením jednotlivých surovin bylo možné pracovat, ale musely být dodrženy jakostní požadavky na plnotučnou hořčici uvedené v Zákoně č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích. Vyroběný polotovar bylo možné chladit i zahřívát.

Souběžně s vývojem receptury bylo nutné určit místa ve výrobě, která jsou z hlediska mikrobiální kontaminace riziková. Z toho důvodu byl pořízen luminometr se systémem systemSURE II. Tento přístroj dokázal díky jednoduchému monitoringu hygieny s použitím ATP bioluminiscenčního testu snadno lokalizovat kritická místa ve výrobě, která by mohla kontaminovat polotovar. U těchto míst byl stanoven nový sanitační řád a probíhala u nich pravidelná kontrola pomocí luminometru.

Teoretická část charakterizuje vstupní suroviny a technologický postup při výrobě plnotučné hořčice. Dále se tato část zabývá problematikou konzervace potravin. Jsou popsány jednotlivé metody vedoucí k prodloužení údržnosti potravin. Podrobně jsou pak popsány konzervační metody, kterých bylo v praktické části využito. Teoretická část se také věnuje správné hygienické praxi, neboť tato je považována za neoddělitelnou součást výroby hořčice bez konzervantu.

V praktické části byly připraveny polotovary plnotučné hořčice, které byly ošetřeny některými konzervačními metodami, popřípadě jejich kombinacemi. U vyrobených polotovarů pak byly prováděny pravidelné chemické a mikrobiologické rozborů, jejichž výsledky byly graficky zpracovány.

Závěr diplomové práce pak diskutuje dosažené výsledky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PLNOTUČNÉ HOŘČICE

Již v 16. století byla hořčice běžnou kuchyňskou surovinou na celém tehdy známém světě a to i včetně amerických kolonií. První věrohodné zmínky se vyskytují již ve starém Řecku. Tradice výroby v českých zemích sahá do počátku 19. století a v současné době patří hořčice mezi nejoblíbenější pochutiny a stala se velmi rychle neodmyslitelnou součástí našich kuchyní a kulinářského umění [1,2].

1.1 Vstupní suroviny

Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích charakterizuje hořčici jako potravinu vyrobenou z mletých semen hořčice, vody, kvasného octa, cukru a jedlé soli, která je případně uměle dobarvena a chemicky konzervována [3].

1.1.1 Hořčičné semínko

Pro přípravu plnotučné hořčice se používají pouze žlutá semena hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) [3]. Chemické a fyzikální požadavky na jakost jsou uvedeny v příloze PII.



Obr. č. 1 Žluté semínko hořčice bílé [8]

1.1.2 Voda

Voda používaná při výrobě musí být pitná a musí odpovídat požadavkům uvedených ve Směrnici Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě.

1.1.3 Ocet

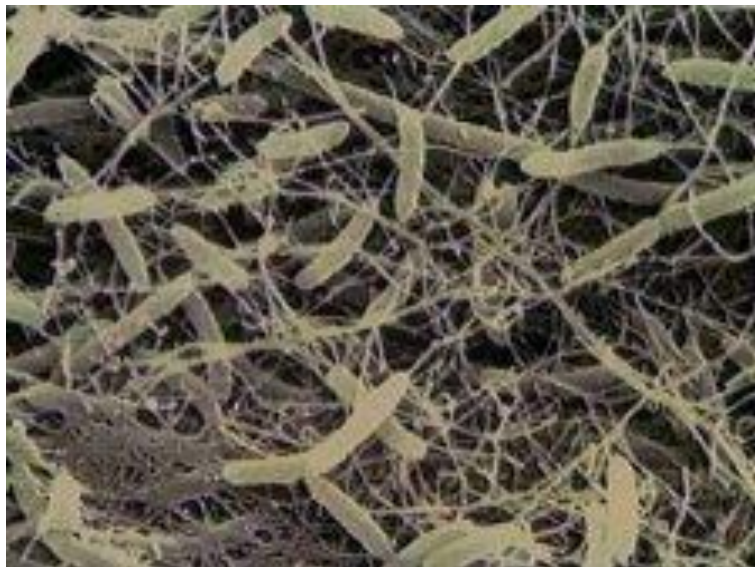
Pro výrobu plnotučné hořčice lze využít ocet jablečný, vinný i lihový. V praxi se nejčastěji používá kvasný ocet lihový, který je vyroben biologickou metodou kysání lihu za pomoci octových bakterií [3]. Smyslové, chemické a fyzikální požadavky jsou uvedeny příloze PII.

1.1.3.1 Bakterie využívané při výrobě octa

Pro průmyslovou výrobu octa se nejčastěji používají bakterie rodu *Acetobacter* a *Gluconobacter* [4].

Rod *Acetobacter* představuje G^- aerobní bakterie, které tvoří krátké až dlouhé tyčinky a vyskytující se jednotlivě, v párech i v řetězcích. Jejich nejdůležitější vlastností je, že jsou schopné oxidovat různé sloučeniny za vzniku organických kyselin. Hlavním zástupcem rodu bakterií při výrobě octa je *Acetobacter aceti* a *Bacterium schützenbachii*, které tvoří 12% roztok kyseliny octové [5, 6].

Rod *Gluconobacter* spp. představuje G^- aerobní bakterie elipsovitého až tyčinkovitého tvaru, vyskytující se převážně samostatně nebo v páru. Zcela výjimečně tvoří řetězky [7].



Obr. č. 2 *Acetobacter aceti* [8]

1.1.3.2 Octové kvašení

Některé mikroorganismy jsou schopné rozštěpit substrát až na oxid uhličitý a vodu. Při tomto procesu se uvolňuje energie uložená v substrátu. Toto rozštěpení se nazývá **úplná aerobní oxidace**. Pokud mikroorganismům chybí enzym dané metabolické dráhy, je sub-

strát tohoto enzymu vylučován. Takový stav se nazývá **neúplná aerobní oxidace** a lze jej dosáhnout vytvořením nefyziologických podmínek pro daný mikroorganismus, např. zvýšením pH či vyšší koncentrací substrátu. Právě neúplné aerobní oxidace se využívá při průmyslové výrobě organických kyselin, včetně kyseliny octové.

Octové kvašení probíhá podle reakce $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ ($\Delta H = -293$ KJ), přičemž meziproduktem této reakce je acetaldehyd [13].

1.1.3.3 Výroba octa

Nejstarší metodou výroby octa je povrchová metoda označována také jako tzv. **orleánská metoda**. Její princip spočívá v napuštění tekutiny s vyšším obsahem alkoholu (piva, vína, sektu apod.) do otevřeného sudu, popřípadě do sudu s provrtaným víkem tak, aby měly octové bakterie dostatek kyslíku. Charakteristické pro tuto metodu je to, že bakterie plavou po povrchu tekutiny a vytvoří octovou matku. Pod tímto škraloupem se pak tvoří ocet, který lze v určitých intervalech stáčet a doplnit novou alkoholickou tekutinou. Takto lze proces opakovat, dokud obsah alkoholu v sudu neklesne pod 1%. Takto připravený ocet je jemné chuti s výrazným aromatem [15].

Druhou, modernější metodou je **acetátorová metoda**. V tomto případě jsou, nejčastěji bukové, hobliny naočkovány octovými bakteriemi. Alkohol pak přes tyto hobliny protéká a spodem vytéká ředina. Ta se opět nechává přes infikované hobliny protékat tak dlouho, dokud se nedosáhne předepsané koncentrace kyseliny octové [15].

Nejnovější a rovněž nejrychlejší metodou výroby octa je **submerzní způsob**. Jeho princip spočívá ve smíchání octa s vysokou koncentrací octových bakterií se vstupní alkoholovou tekutinou. Do této směsi je vháněn kyslík, čímž se dosáhne rychlejšího rozvoje kvasinek. Touto metodou je možné připravit velká množství octa během několika dní [15].

Ocet lze připravit i synteticky. Jedná se o přípravu tzv. octové esence oxidací acetaldehydu za přítomnosti manganu nebo reakcí metanolu s oxidem uhličitým [54].

1.1.4 Cukr

Pro výrobu plnotučné hořčice se nejčastěji využívá cukr bílý. Podle vyhlášky 132/2004 Sb. o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení je cukr, jakožto přírodní sladidlo, mikrobiologicky nerizikový a tudíž u něj nejsou stanoveny mikrobiologické požadavky. Chemické a fyzikální požadavky jsou uvedeny v příloze PII.

1.1.4.1 Výroba cukru

Cukr lze vyrábět z cukrové třtiny (*Saccharum officinarum*) nebo z cukrové řepy (*Beta vulgaris var. altissima*). Podnebí v české republice je vhodné pro pěstování cukrové řepy. Průměrná osevná plocha cukrové řepy byla v roce 2011 v ČR 50 000 ha. V současnosti je v ČR 7 činných cukrovarů [17].

Kořen cukrové řepy obsahuje 23-25 % sušiny. Z tohoto množství připadá 5 % na nerozpustný podíl, označovaný jako dřev. Dřev je tvořena celulosou, ligninem, pentosany a pektinovými látkami. 2,5 % sušiny tvoří necukerné látky, jako jsou aminokyseliny, amidy, bílkoviny, organické zásady, enzymy, soli organických kyselin (kyseliny mravenčí, octové, šťavelové, citronové). Zbýlých 15-18 % připadá na sacharosu [16,18].

Při výrobě cukru se cukrová řepa nejprve vypere a poté se v řezačkách nařeže na tenké nudličky, tzv. sladké řízky. Následuje výroba sladké šťávy, kdy jsou řízky dopravovány do difuzérů. Sladké řízky se zahřejí na teplotu 75 °C, čímž zkoagulují buněčné bílkoviny, díky čemuž se buněčná membrána stane polopropustnou a může probíhat difuze. Při teplotě 60 °C denaturuje bílkovinná protoplasma a sacharosa difunduje z buněk. Z řepných řízků se extrahuje sacharosa horkou vodou s kyselinou sírovou protiproudě kontinuálním postupem ve skloněných žlabech válcového tvaru. Z vzniklé sladké šťávy je nutné nejprve odstranit necukerné složky. Podstatou je vytvoření kalu, který je možné odseparovat. Děje se tak za postupného zvyšování pH s použitím vápenného mléka. Z původní hodnoty pH 5,8 se zvýší až na zhruba pH 11. Následuje dočeření, kdy se pH zvýší až na hodnotu 12. Následně se vyčeřená kalná šťáva vhájí do saturačních nádrží, do kterých se vhájí saturační plyn – CO₂. Oxid uhličitý vysráží přebytečné vápno ve formě uhličitanu vápenatého, který ve své podstatě urychluje sedimentaci. Vzniklá šťáva má pH 11. Kal se odstraňuje na rychlodekantéru. Následuje druhá saturace. Jejím úkolem je snížení vápenatých solí na minimum a odstranění barviv adsorpcí na krystalcích uhličitanu vápenatého. Děje se tak při teplotě 75 až 98 °C a po přidavku uhličitanu vápenatého. Vzniklý kal se opět odfiltruje na zahušťovacích filtrech a vzniká tzv. lehká šťáva, která se následně odpařuje. K odpařování se využívá 4 stupňové souprouté odparky a obsah sušiny se při tomto procesu zvýší na 55 až 75 % a tato šťáva je označována jako těžká šťáva. Ta se za sníženého tlaku svařuje v zrnících a vzniká cukrovina, což je heterogenní směs krystalů a matečného sirobu. Cukrovina se přepustí do krystalizátorů, kde se za stálého míchání pomalu ochlazuje. Na odstředivkách se pak krystaly oddělí od matečného sirobu. Následuje rafinace cukrových krystalů. Rafinace je v podstatě bělení cukru. Při rafinaci se surový cukr rozmíchá

s nasyceným cukerným roztokem, sirobem a vzniklá surovina se čistí promýváním vodou v odstředivkách. Částečně rafinovaný cukr se rozpouští v horké vodě na cukerný roztok, který se dále čistí odbarvením a filtrací. K odbarvování se využívá adsorpce látek na aktivním uhlí či ionexech. Odstředěný cukr obsahuje až 1 % vody. Sušení se provádí ve fluidní sušárně proudem vzduchu [16, 18].

1.1.5 Sůl

Pro výrobu plnotučné hořčice se používá jedlá sůl. Podle Zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích je solí myšlen krystalický produkt obsahující nejméně 97 % chloridu sodného v sušině, případně obohacený potravním doplňkem. Podle vyhlášky 132/2004 Sb. o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení je sůl mikrobiologicky neriziková a tudíž u ní nejsou stanoveny mikrobiologické požadavky. Chemické a fyzikální požadavky jsou uvedeny v příloze PII.

1.1.5.1 Výroba soli

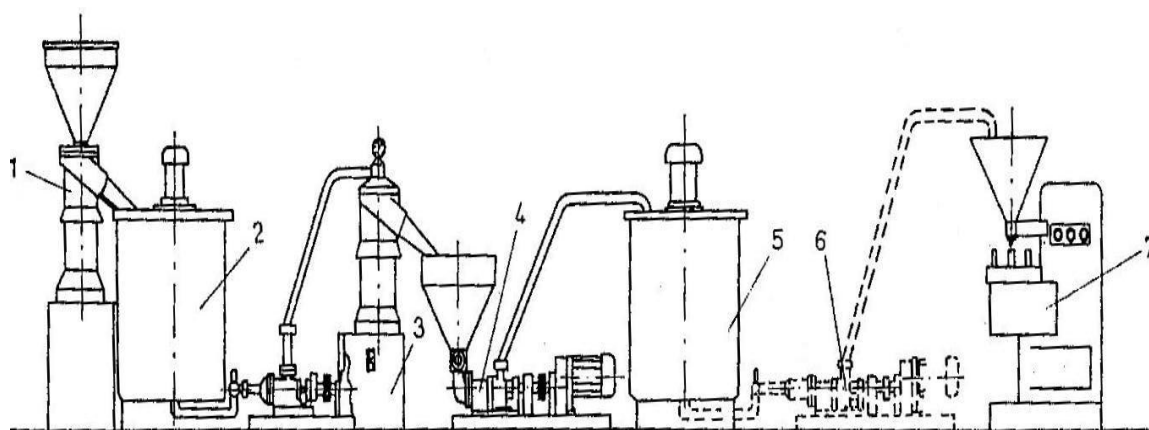
Sůl se vyrábí v solivarech krystalizací solanky. Solanka je nasycený roztok soli a vody. Ten vzniká při těžbě soli z ložiska, kdy se do vrtu zabuduje dvojí potrubí. Jedním se do ložiska pod tlakem vhání horká voda a druhým potrubím vytéká solanka. Ta se dopravuje potrubím do nádrží, kde se chemicky čirí. Vyčeřený slaný roztok se odvádí na odparku, kde se zahřeje k varu. Vykrytalizovaná sůl se shromažďuje v kónickém dně odparky. Odtud se směs krystalů soli a matečného louhu odtahuje na odstředivky, kde dojde k jejich oddělení. Vlhkost odstředěné soli se pohybuje kolem 2 až 3 % a je třeba ji dosušit v bubnovém vysoušeči, v němž proudí vzduch o teplotě 200 °C [19, 55].

1.1.6 Aditiva

Při výrobě plnotučné hořčice je možné použít ještě různé aditivní látky. Nejběžněji se používají různé směsi koření, přičemž nejběžnější je směs Saromex. Dále je možné PL hořčici přibarvovat. Používají se pouze přírodní barviva a to zejména E161 b lutein, což je žluté barvivo získávané ze zelené papriky a listové zeleniny extrakcí chemickými činidly a E100 kurkumin, což je oranžovo-žluté barvivo získávané z rostliny turmerik extrakcí etanolem [14, 20].

2 VÝROBA PLNOTUČNÉ HOŘČICE

Výroba plnotučné hořčice spočívá v přípravě zámelu, kdy se do nádrže s míchadlem napustí pitná voda a ocet. Za stálého míchání lopatkovým míchadlem se dále přidávají další jednotlivé suroviny, tedy sůl, cukr, barvivo a konzervant. Dále se do zámelu přidává pomleté hořčičné semínko, které se mele kladívkovým mlýnem s velikostí ok 3 až 5 mm. Takto vytvořený zámel se nechá za stálého míchání bobtnat. Po určené době se zámel přivádí na mokrý mlýn opatřený karborundovými kameny. Mlecí spára mezi kameny se dá operativně měnit a je tedy možné regulovat zrnitost polotovaru [14, 44].

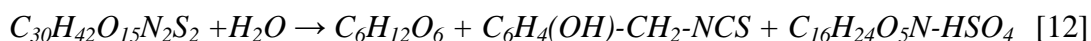


Obr. č. 3 Schéma výroby plnotučné hořčice [51]

1 – mlýn hořčičného semínka, 2 – zámelová nádrž, 3 – mokrý mlýn, 4 – čerpadlo hořčice, 5 – zrací nádrž, 6 – čerpadlo k plničce, 7 – plnička

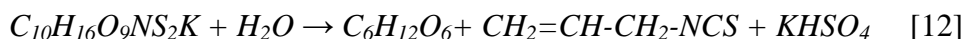
Polotovar plnotučné hořčice má být při prohmatu jazykem jemný a homogenní bez zrněk hořčičného semínka. Teplota zámelu při mletí může vzrůst až k 50 °C. Při vyšších teplotách dochází k rozpouštění tuků a vzniku emulze, což je považováno za nežádoucí jev. Je proto vhodné chladit přímo mlýn anebo za mlýn umístit protiproudý chladič. Takto vyrobený polotovar je nutné nechat vyžrát. Semena hořčice obsahují thioglykosidy, a to zejména sinalbin a sinigrin. Čerstvě pomletá hořčice je prakticky nepoživatelná, neboť na thioglykosidy působí enzym *myrosinasa*, která z thioglykosidů odštěpuje isothiokyanatany [12, 44].

Pro sinalbin platí:

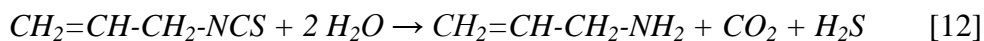


Ze sinalbinu vzniká glukosa, isothiokyanatan sinalbinu a hydrosíran sinalbinu [12, 44].

Sinnigrin se rozkládá podle rovnice:



Kdy ze sinigrinu vzniká glukosa, AITK a hydrogensíran draselný. Právě vzniklé isothiokyanatany jsou odpovědné za pepřnost a palčivost hořčice. Isothiokyanatany však nejsou stálé a během zrání podléhají hydrolytickému štěpení, kdy z AITK vzniká allylamin, oxid uhličitý a sulfan podle vztahu



Produkty této reakce během zrání polotovaru vyprchávají, palčivost mizí a chuť hořčice je jemnější. Období zrání závisí na tom, do jaké míry uvedené reakce proběhly, nicméně je doporučeno nechat polotovar zrát alespoň jeden týden [12, 13, 44].

3 KONZERVACE POTRAVIN

Konzervací potravin je míněn jakýkoli zákrok, který vede k prodloužení údržnosti dané potraviny na dobu delší, než je její přirozená doba údržnosti a spočívá v zamezení činnosti enzymatických látek a mikroorganismů. Účelem konzervace tedy není vyrobit zdravotně nezávadnou potravinu z potraviny, která je svým stavem nevhodná k lidské spotřebě [23].

3.1 Historie konzervace

Jednou z nejstarších metod konzervování potravin je sušení. Sušením se z potraviny odstraní voda, jejíž přítomnost v potravine je, z pohledu rozvoje mikroorganismů, nezbytná. Takto konzervovat potraviny však bylo možné pouze v místech s dostatečně teplým a suchým podnebím. V oblastech s jinými klimatickými podmínkami a hlavně v místech s chladným podnebím byly potraviny sušeny nad ohněm či horkým kouřem. Těmito metodami se potraviny sušily rychleji a navíc získaly charakteristické aromatické látky. Tyto používané metody položily základy pro konzervaci potravin uzením. V přímořských oblastech se potraviny, potažmo úlovky na rybářských lodích konzervovaly solí. V pozdějších dobách se ke konzervaci potravin využívaly i kvasné procesy, tedy aplikace mléčného i octového kvašení [11,35].

V 18. století položil Nicolas Appert základy tepelné sterilaci. Na základě svých experimentů, kdy uskladňoval potraviny ve skleněných nádobách zahříváných ve vodě, vypracoval praktickou metodu termosterilace. Tuto metodu následně upřesnil a rozšířil v 19. století Luis Pasteur, pro potřeby francouzského válečného loďstva, kdy bylo třeba zamezit octovatení přepravovaného vína. Tato metoda byla však natolik účinná, že se během let počala aplikovat i na jiné komodity [35].

Souběžně s tepelnou sterilací se v 18. století začíná také rozvíjet konzervace potravin chladem či mrazem. Tradičně se používaly izolované prostory vyložené bloky ledu. Nicméně potřeba zvýšit kapacitu konzervovaných potravin zavedla vzniku chladicího přístroje. Již v roce 1840 se objevují první zmínky o imerzním zmrazování potravin v chladících směsích. Následně se v Anglii objevuje vzduchové chladící zařízení a ve Francii byl sestaven absorpční chladící stroj s chladícími okruhy s vodou a čpavkem. Ve 20. letech 20. století se pro konzervaci začínají používat hydrokoloidy, ve 30. letech se aplikují chemické látky a v 60. letech se využívají i enzymové preparáty [11].

3.2 Problematika konzervace potravin

3.2.1 Kažení potravin

Původce kažení potravin můžeme rozdělit do 3 základních skupin. První část tvoří mechanické vlivy, kdy neopatrným nakládáním s potravinou dojde k jejímu narušení. V takto narušené potravine pak může docházet k nežádoucím změnám vlivem enzymatických či mikrobiologických pochodů. Mechanické poškození se projevuje hlavně u čerstvého ovoce a zeleniny, kdy dochází k jejich potlučení nebo pomačkání. Může se však také projevit při mražení potravin, kdy nevhodně zvoleným mrazicím režimem dochází ke vzniku velkých krystalů vody a k následnému porušení tkání [23, 24].

Další část tvoří fyzikálně-chemičtí činitelé. Do této skupiny se řadí hlavně teplota, vlhkost a přítomnost atmosferického kyslíku. Voda je základním prostředím pro probíhající chemické a enzymatické reakce. Stejně tak je důležitá pro rozvoj mikroorganismů. Z tohoto důvodu se potraviny skladované při vyšší vlhkosti kazí rychleji. Skladování potravin bez přístupu vzduchu také prodlužuje jejich údržnost, neboť kyslík obsažený ve vzduchu urychluje enzymatické a oxidační procesy zodpovědné za změnu barvy, chuti či vůně skladované potraviny [24, 26, 46].

Posledním a nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje údržnost potravin, jsou mikroorganismy. Za kažení potravin jsou zodpovědné bakterie, kvasinky i plísňe. Mikrobiální kažení je soubor několika souběžných pochodů, které se mohou týkat několika substrátů i několika mikrobiálních původců. Při mikrobiálních rozkladných procesech dochází téměř vždy (s výjimkou žádoucích změn) ke tvorbě zapáchajících, nepříjemně chutnajících a i zdraví škodlivých látek, které činí potravinu nepoživatelnou [23, 24].

3.2.2 Konzervační metody

Veškeré konzervační metody jsou založeny na poznatku, že intenzita rozkladu potravin (IRP) je přímo úměrná počtu mikroorganismů a násobku jejich virulence a nepřímo úměrná odolnosti prostředí:

$$IRP = \frac{\text{počet mikroorganismů} \cdot \text{virulence}}{\text{odolnost prostředí}} \quad [23]$$

Z uvedené definice vyplývá, že čím větších hodnot bude IRP nabývat, tím rychleji bude docházet ke kažení skladované potraviny. Cílem konzervačních metod je hodnotu IRP snižovat. Obecně lze rozdělit konzervační metody na přímé a nepřímé [23, 24, 26, 46].

3.2.2.1 Přímé konzervační metody

V případě přímých konzervačních metod se pracuje přímo s nežádoucími mikroorganismy. Podstatou přímých konzervačních metod je snížení nebo úplné odstranění mikroorganismů ze zpracovávané potraviny, popřípadě jejich usmrcení fyzikálním či chemickým ošetřením potraviny. Do této skupiny lze zařadit principy správné výrobní a hygienické praxe, protože dodržением těchto standardů se značně minimalizuje možná kontaminace potraviny nežádoucími mikroorganismy. Praní a čištění surovin je také možné zařadit do této skupiny, neboť s odstraněnými nečistotami se odstraní i nežádoucí mikroorganismy. Významným zástupcem, hojně využívaným v nápojářském průmyslu, je mikrobiální filtrace. Jedná se o mechanické odstranění mikroorganismů z ovocné šťávy či vína [23, 24, 34].

Přímým usmrcením mikroorganismů v potravine se docílí tzv. *praktické sterility* [23,24]. Jedná se o stav, kdy jsou usmrceny takové mikroorganismy, které by jinak, vzhledem ke složení potraviny, v ní mohly vegetovat. Tento stav je ovšem dočasný a trvá tak dlouho, dokud nedojde k případné opětovné kontaminaci potraviny. Mezi přímé fyzikální konzervační metody se řadí hlavně působení zvýšeným teplem, tzv. *termosterilace*. Jedná se o působení tepla po určitou dobu. Obecně platí, že pro usmrcení jednotlivých organismů je třeba působit teplotou o 10 až 15 °C vyšší než je jejich optimální teplota pro růst [26]. Na potraviny, které jsou technologicky kyselé, tj. jejich pH je nižší než 4, stačí působit teplotami v rozmezí 70 až 100 °C. Takový zákrok se označuje jako *pasterace*. Účelem pasterace je zničení vegetativních forem mikroorganismů, nedochází však k inaktivaci jejich spor. Na potraviny, které jsou z konzervařského hlediska technologicky málo kyselé (tj. hodnota pH je v rozmezí 4 až 6,5) nebo nekyselé (tj. hodnota pH je vyšší než 6,5), je třeba působit teplotou vyšší. Zpravidla teplotami od 115 až 123 °C a takový zákrok se nazývá *sterilace*. Sterilaci záhřevem lze provést dvěma základními způsoby. Je možné potravinu naplnit do hermeticky uzavřeného obalu a ten poté zahřát na předepsanou teplotu nebo se potravina zahřeje před plněním a poté v aseptickém prostředí dojde k jejímu naplnění a hermetickému uzavření spotřebitelského balení [23, 24, 34, 43].

Do skupiny přímých konzervačních metod lze zařadit i ozařování potravin ionizujícím zářením, tzv. *radiosterilaci*. Při aplikaci této metody dochází k vystavení potraviny účinn-

kům β či γ paprskům. Jednotlivé dávky ionizujícího záření působí v celé mase potravin, aniž by došlo k jejímu většímu zahřátí. Předpokládá se, že záření ničí molekuly DNA, tudíž nedochází k jejich absolutnímu odumření mikroorganismů, ale k jejich ztrátě rozmnožovacích schopností [24].

Za přímou, tzv. *chemosterilační* metodu lze považovat sterilaci kyslíkem či oligodynamicky působícím kovem. Přítomnost molekulárního kyslíku je fatální pouze pro striktně anaerobní bakterie, nicméně atomární kyslík (uvolněný z ozonu či peroxidů) je schopný usmrtit jak anaerobní, tak i aerobní organismy [43].

Mechanismus oligodynamického působení některých vybraných kovů na mikroorganismy spočívá v tom, že negativně nabitě buňky přitahují stříbrné ionty Ag^+ , které se na nich vybijí a pronikají do nitra buňky, kde zasahují do metabolismu aminokyselin [23]. Dále se předpokládá, že Ag^+ jsou schopné denaturovat enzymy cílových buněk tak, že se naváží na jejich reaktivní skupiny, což vede k jejich srážení a následné inaktivaci [22].

3.2.2.2 *Nepřímé konzervační metody*

Principem nepřímých konzervačních metod je úprava prostředí potravin tak, aby se v ní nežádoucí mikroorganismy nemohly množit ani v ní vegetovat. Nejedná se tedy o přímé usmrcení mikroorganismů, nicméně ve většině případů po takovém zásahu mikroorganismy odumírají. I v případě nepřímých konzervačních metod lze jednotlivé zákroky rozdělit do 3 základních skupin [23].

První skupinou jsou fyzikální či fyzikálně-chemické zákroky. Základní metody řadící se do této skupiny konzervačních metod jsou založené na snižování vlhkosti potravin či na zvyšování jejího osmotického tlaku vysušováním, zahušťováním, proslazováním či prosolováním. Tyto metody se souhrnně označují jako *osmoanabióza*. Nedílnou součástí této skupiny konzervačních metod je chlazení a mrazení. Tyto konzervační metody jsou založeny na poznatku, že se snižující se teplotou se zpomaluje rychlost probíhajících chemických a enzymatických reakcí. Z toho vyplývá, že teplota použitá při skladování může kažení potravin urychlit či zpomalit. V extrémních případech, a to při mrazení, pak může tyto procesy zastavit úplně. U chlazených potravin, tedy potravin skladovaných při teplotách v rozmezí 0 až 4 °C se jedná o tzv. *psychroanabiózu*. *Kryoanabiózou* je pak myšlen stav, kdy jsou potraviny skladovány při teplotách hluboko pod bodem mrazu. Většinou se jedná o teploty -18 °C a nižší [23, 24, 34, 43].

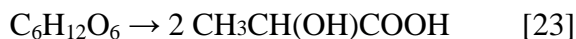
Druhou skupinou konzervace potravin je chemická konzervace – tzv. *chemoanabióza*. Při ní se mohou konzervované potraviny uměle okyselovat či alkoholizovat. Nejvíce rozšířenou metodou je však přidávání čisté chemické látky, u které bylo zjištěno, že je již v nepatrných koncentracích schopná usmrtit nežádoucí mikroorganismy [25]. Tato látka však nesmí být pro člověka škodlivá a neměla by ovlivnit sensorické vlastnosti konzervované potraviny. K chemickým konzervačním zákrokům lze dále řadit uzení. Konzervační účinek uzení spočívá nejen ve vysušení potraviny, ale také kulpění mykostatických složek udícího kouře na povrchu potraviny [27].

Podstatou biologických konzervačních metod, tzv. *cenoanabiózy*, je fakt, že metabolity určitého mikroorganismu zabraňují rozvoji mikroorganismu nežádoucího. Při těchto metodách je nejvíce využívána aplikace *ethanolového* a *mléčného kvašení*. Při ethanolovém kvašení se nejčastěji uplatňují kvasinky rodu *Saccharomyces*, které cukry rozkládají na ethanol a oxid uhličitý podle rovnice:



Zvýšený obsah ethanolu působí jako buněčný jed a do jisté míry inaktivuje činnost mikroorganismů. Většina konzervárensky škodlivých mikroorganismů nemůže vegetovat při koncentraci ethanolu 14 % [23]. U málo prokvašených potravin však může, za přístupu kyslíku a případné povrchové kontaminaci potraviny, dojít k pomnožení octové mikroflóry. Kvasinky rodu *Acetobacter* mohou vznikající ethanol měnit na kyselinu octovou a tím měnit sensorické vlastnosti potraviny či způsobit její kažení [43].

Mléčné kvašení způsobují bakterie rodu *Lactobacillus*. Tyto bakterie rozkládají glukosu nebo jiné sacharidy podle rovnice:



Jedná se o tzv. homofermentativní kvašení. Konzervační účinky mléčného kvašení spočívají právě ve tvorbě kyseliny mléčné, která zvyšuje kyselost prostředí, čímž zabraňuje rozvoji nežádoucích mikroorganismů, hlavně plísní a bakterií máselného kvašení. Heterofermentativní kvašení způsobují bakterie rodu *Lactobacillus*, *Leuconostoc* a *Escherichia*. Při tomto kvašení vzniká ze sacharidů kyselina mléčná a octová, ethanol, oxid uhličitý a vodík dle reakce:



Heterofermentativní kvašení je považováno za nežádoucí a způsobuje kažení potravin v důsledku nežádoucích sensorických a chemických změn potraviny [23,24,25].

4 PRINCIPY VYBRANÝCH KONZERVAČNÍCH METOD VYUŽÍVANÝCH PŘI VÝROBĚ HOŘČICE

4.1 Termosterilace

Jak již bylo uvedeno v kapitole 3.2.2.1 o přímých konzervačních metodách, účinnou metodou konzervace potravin je jich vystavení účinkům tepla, kdy dochází k devitalizaci nežádoucích mikroorganismů. U všech technologických termosterilačních zákroků platí, že:

- závislost teploty na čase, který je potřebný k usmrcení mikroorganismů při určité účinné teplotě, je semilogaritmická
- kombinace teploty a času je závislá kromě termorezistence příslušného druhu mikroorganismu i na jeho počtu buněk v konzervované potravine
- účinnost termosterilace ovlivňuje vnitřní prostředí potraviny [23, 34, 43]

Pro stanovení a vyhodnocení účinnosti termosterilačního zákroku jsou v konzervářenském průmyslu zavedeny a využívány následující veličiny.

4.1.1 D-hodnota

D-hodnota udává čas v minutách, popřípadě sekundách, který je při dané teplotě termosterilačního zákroku potřebný ke snížení počtu mikroorganismů o 10 %, tedy o jeden logaritmický řád. Hodnota D se vypočítá podle vzorce:

$$D = \frac{t}{\log_a - \log_b} \quad [29]$$

kde:

a = počáteční počet mikroorganismů

b = konečný počet mikroorganismů

t = čas působení mikrobicidní teploty v minutách nebo v sekundách

Z uvedeného vzorce vyplývá, že při konstantní teplotě je pro usmrcení určitého mikroorganismu potřebný o to delší čas, o co více buněk tohoto mikroorganismu je v prostředí přítomných. Proto je výhodné aby příslušná potravina obsahovala před teplotním zásahem co nejméně mikroorganismů [29,30].

4.1.2 z-hodnota

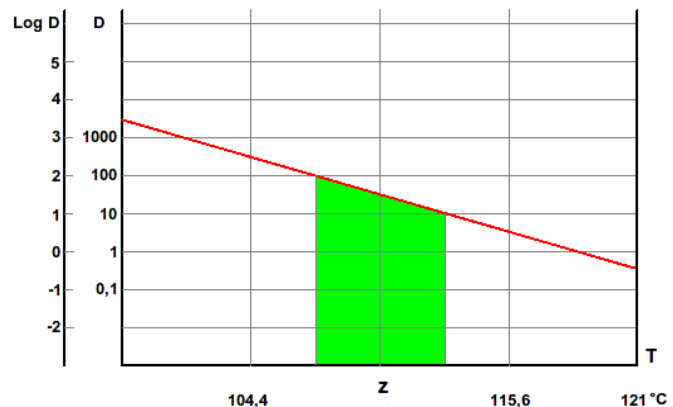
Zvýšení teploty záhřevu, které je potřebné na snížení D-hodnoty na jednu desetinu, se nazývá z-hodnota a udává se ve °C. Obecně platí, že čím vyšší je teplota použitá při záhřevu populace mikroorganismů, tím rychleji dané mikroorganismy odumírají. Výpočet pro z-hodnotu:

[31]

přičemž:

D_1 – D-hodnota při teplotě T_1

D_2 – D-hodnota při teplotě T_2



Obr. č. 4 z-hodnota, v tomto případě je z-hodnota rovna 10°C [52]

4.1.3 Q_{10} -hodnota

Mezi z-hodnotou a D-hodnotou existuje přímý vztah. Jedná se o Q_{10} -hodnotu, která udává, o kolik se zvýší smrtící účinek termosterilace, jestliže se teplota zákroku zvýší právě o 10 °C. Hodnota Q_{10} se vypočte podle vztahu:

[32]

4.1.4 F-hodnota

Hodnota F udává číselné vyjádření použitého termosterilačního zákroku. Hodnota 1F pak udává letální účinek teploty 121,1 °C, která působí na potravinu právě 1 minutu (nebo jiné kombinaci času a teploty, která zajistí ekvivalentní letální účinek) [33].

F-hodnota se vypočte ze vztahu:

$$F = t \cdot 10^{\frac{T-121,1}{z}} \quad [33]$$

t – čas v minutách, po který působí sterilační teplota

T – sterilační teplota ve stupních Celsia

4.2 Osmoanabióza

Principem osmoanabiotických metod je zvyšování osmotického tlaku, který je charakterizován jako vnitřní tlak kapalin v potravine. Nesterilní prostředí potraviny s vysokým osmotickým tlakem do jisté míry zabraňuje rozvoji nežádoucích mikroorganismů [23]. Důležitým poznatkem, který vedl k aplikaci těchto metod je fakt, že cytoplazmatická membrána mikroorganismů je polopropustná, tzv. *semipermeabilní*. To má za následek fakt, že pokud se buňka mikroorganismu dostane do prostředí s určitým osmotickým tlakem, bude docházet k tzv. *osmóze*. Osmózou se rozumí prostup rozpouštědla skrz polopropustnou membránu z prostoru o nižší koncentraci do prostoru s vyšší koncentrací, dokud nedojde k vyrovnání koncentrací. Z hlediska osmotických tlaků lze prostředí rozdělit na [11, 12, 23, 24, 43]:

- *izotonické* – kdy je koncentrace prostředí a buněčné plazmy shodná, a tudíž nedochází k přestupu rozpouštědla
- *hypertonické* – kdy je koncentrace prostředí vyšší než koncentrace buněčné plazmy a dochází k *plazmolýze*, tj. z buněčného plazmatu přechází rozpouštědlo (voda) přes membránu do okolí a buňka se vysušuje. V počátečních fázích je ten děj vratným, později však může vést ke smrti buňky
- *hypotonické* – kdy je koncentrace prostředí nižší než koncentrace buněčné plazmy a dochází k *plazmoptýze*, tj. z okolního prostředí přechází rozpouštědlo (voda) skrz membránu do buňky, která se tím zvětšuje. Výsledkem je prasknutí buňky a uvolnění jejího obsahu

Hodnota osmotického tlaku je přímo úměrná koncentraci rozpuštěné látky a teplotě roztoku. Pro zředěné neelektrolytické roztoky lze hodnotu osmotického tlaku vypočítat ze stavové rovnice ideálního plynu [23]:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} \quad [23]$$

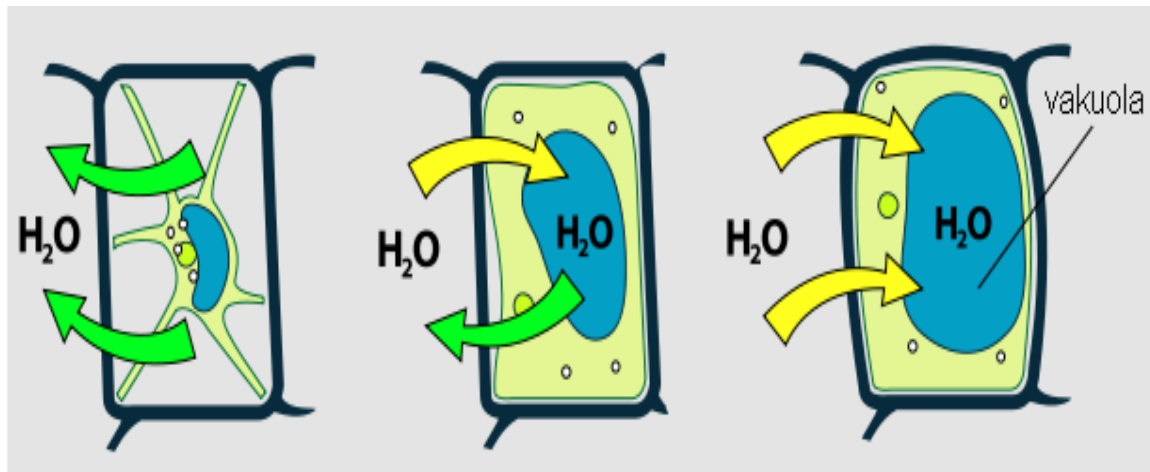
příčemž,

p – tlak v Pa

n – počet molů rozpuštěné látky v daném objemu

V – objem roztoku v m^3

T – teplota roztoku v K



Obr. č. 5 Buňka v hypertonickém, izotonickém a hypotonickém prostředí [53]

4.2.1 Konzervace sušením

Sušením je myšleno odstranění vody z pevných látek. Jedná se o jednu z nejstarších a nepoužívanějších konzervačních metod. Sušení však sebou nese riziko ztráty nutričně významných látek v důsledku probíhajících nežádoucích reakcí, jako například reakcí Maillardových. Jedná se o reakci redukujících sacharidů s aminokyselinami za vzniku melanoidů, tj. tmavých látek hořké chuti, často označována také jako reakce neenzymového hnědnutí. Další ztráty nutričních látek mohou způsobit teplem katalyzované oxidační reakce, které se projevují ztrátou vitamínu C a jiných redukčních látek. Při sušení se také mohou zhoršovat organoleptické vlastnosti potravin vlivem karamelizace sacharidů. Aby bylo možné těmto nežádoucím změnám zabránit, je třeba, aby sušicí proces byl co nejkratší.

V praxi se nejčastěji používají metody

- sušení vzduchem
- sušení rozstříkem
- sušení sublimací

Výhodou sušených potravin je jejich objem, zmenšený důsledkem koncentrace sušiny a tím i jejich menší hmotnost a snadnější skladování [23, 24, 43].

4.2.2 Konzervace zahušťováním

Zahušťováním je míněno odstranění vody z kapalných potravin. Odstraněním vody se zvýší osmotický tlak v kapalině, čímž je dostatečně chráněna proti rozvoji a činnosti nežádoucích mikroorganismů. Zahuštěná kapalina je také dostatečně chráněna proti enzymové oxidaci, jelikož zahuštěním se zvyšuje její viskozita a zvyšuje se i rozpustnost kyslíku. Koncentrace sušiny, která vykazuje konzervační účinky, je u jednotlivých surovin různá a ovlivňuje ji hlavně kyselost použité suroviny, např. citrusové koncentráty obsahují 50 % sušiny, ovocné koncentráty 60 % sušiny a rajčatový protlak je zahušťován na 28 až 30 % obsahu sušiny. I u této metody konzervace může dojít k degradaci nutričních látek a ke změnám organoleptických vlastností tak, jak je popsáno v kapitole 4.2.1. Dochází však také k úniku aromatických látek v podobě brýdových par, které je nutné jímat, kondenzovat a vracet do koncentrátů. Výhody takto konzervovaných látek jsou podobné jako u potravin sušených [23, 24, 43].

4.2.3 Konzervace kuchyňskou solí

Konzervační účinek chloridem sodným se projevuje hned dvěma způsoby. Jednak se jedná o dokonalý elektrolyt, což znamená, že již v malých dávkách vytváří vysoký osmotický tlak a jednak má NaCl specifické protimikrobiální a protienzymové účinky. Vlivem NaCl se zpomaluje činnost proteolytických enzymů, čímž se zpomaluje rozklad bílkovin a tím i rozvoj mikroorganismů [43].

Podle míry tolerance ke koncentraci NaCl lze mikroorganismy rozdělit do následujících skupin [24]:

- *nehalofilní* mikroorganismy snášejí koncentraci NaCl max. 2 %
- *málo halofilní* mikroorganismy snášejí koncentraci NaCl v rozmezí 2 až 5 %
- *mírně halofilní* mikroorganismy snášejí koncentraci NaCl v rozmezí 5 až 20 %
- *extrémně halofilní* mikroorganismy snášejí koncentraci NaCl v rozmezí 20 až 30 %

Pro dlouhodobou konzervaci potravin solí je třeba použít vysoké dávky okolo 20%, které jsou však chuťově nepřijatelné. Snesitelná koncentrace soli v nevodném prostředí (jako

jsou salámy, klobásy apod.) je okolo 5 %. Ve vodném prostředí je tato koncentrace v důsledku lepší disociace NaCl nižší a pohybuje se okolo 3 %. Použití NaCl ke konzervaci potravin je tedy omezeno na následující možnosti [23,43]:

- konzervace zeleniny používané k dochucování polévek
- konzervace polotovarů, které je nutné před zpracováním odsolit
- krátkodobá konzervace masa solením

4.2.4 Konzervace cukrem

Konzervace cukrem je tradiční konzervační metoda, kterou se konzervují marmelády, džemy, sirupy, zelenina, ovoce a jejich rosoly. Nejběžněji se ke konzervaci, tzv. proslazování, používá sacharoza, která v kyselém prostředí hydrolyzuje za vzniku ekvivalentního množství invertního cukru, který má však větší osmotický tlak než sacharoza. Při totální hydrolyze sacharozy hrozí nebezpečí zpětné krystalizace glukosy z výrobků. Tomuto nežádoucímu ději lze zabránit přidávkem škrobového sirupu, který obsahuje mimo jiné koloidní dextriny, které brání tvorbě krystalizačních jader [23, 24, 43].

4.3 Konzervace organickými kyselinami

Organické nebo také karboxylové kyseliny jsou charakteristické přítomností karboxylové skupiny $-\text{COOH}$. Tyto skupiny ve svém řetězci mohou obsahovat vícekrát, z čehož vyplývá i jejich dělení podle počtu karboxylových skupin [48]:

- jednosytné* – obsahující ve svém řetězci jedinou karboxylovou skupinu
- vícesytné* – obsahující ve svém řetězci dvě a více skupin $-\text{COOH}$

Obecně se pro konzervaci potravin používají kyseliny, které se ve větším množství vyskytují v ovoci nebo se průmyslově vyrábějí mikrobiologickými procesy. Podle své bakteriostatické a mykostatiké účinnosti lze tyto kyseliny seřadit následovně: kyselina octová, mléčná, citronová, vinná a jablečná. Avšak takto konzervované potraviny lze zpravidla uchovávat pouze omezeně dlouhou dobu. Následující tabulka porovnává účinky jednotlivých organických kyselin na životní činnost mikroorganismů [23,24,34].

Tab. 1 Účinky organických kyselin na životní činnost mikroorganismů [24]

Kyselina	Koncentrace kyseliny v %, při které ustala životní činnost bakterií	Koncentrace kyseliny v %, při které přestaly růst plísně
octová	0,048	0,84
mléčná	0,27	8,1
citronová	0,15	37,8
vinná	0,09	25,5

4.3.1 Kyselina octová CH_3COOH

Jedná se z konzervařenského hlediska o nejúčinnější kyselinu. Je to bezbarvá kapalina ostrého zápachu. Rozvoji mikroorganismů zabraňuje tím, že reaguje s buněčnou stěnou a v enzymatických reakcích konkuruje reagujícím aminokyselinám. Nejúčinnější koncentrací kyseliny octové je 4 až 6 %, kdy dochází k usmrcení vegetativních forem bakterií, spory však mohou snášet tuto koncentraci poměrně dlouho. Chuťově přijatelná je koncentrace v rozmezí 1,5 až 3 %, u hodně okyselených pokrmů může být koncentrace kyseliny octové kolem 5 %. Vysokou účinnost vykazuje kyselina octová při nižších hodnotách pH. Tuto kyselinu lze použít k ochraně potravin i před nejodolnějšími acidofilními organismy. I konzervace kyselinou octovou je dočasná, neboť může být mikroorganismy průběžně strávována [20, 24].

4.3.2 Kyselina mléčná $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$

Kyselina mléčná má v potravinářství širší využití. Používá se také jako látka zvýrazňující chuť, dále zesiluje činnost antioxidantů a kontroluje pH potraviny. Má antimikrobiální vlastnosti, v potravině do jisté míry funguje také jako rozpouštědlo a nosič. Využívá se při výrobě sýrů, kde udržuje rovnováhu kyselosti. Je obsažená v kojenecké výživě, sladkostech a například v nealkoholických nápojích, kterým navíc dodává příjemnou kyselou chuť [20, 35].

4.3.3 Kyselina citronová $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$

Kyselina citronová má stejně jako kyselina máselná v potravinářském průmyslu široké využití. Mimo svých konzervačních účinků je využívána pro svou schopnost regulovat pH potraviny a do potravin se dodává také jako antioxidační činidlo [20]. Chuťově je méně příjemná než kyselina jablečná. Kyselina citronová se také používá pro povrchovou ochra-

nu při zpracování ovoce, kdy se řezné plochy plodů máčí v 1% až 2% roztocích, díky čemž se zabraňuje povrchovému hnědnutí. Tuto reakci lze ještě umocnit přidávkem kyseliny askorbové. Tato kyselina, chráněna před oxidací kyselinou citronovou, zabraňuje lépe a rychleji nežádoucím povrchovým změnám, než samotná kyselina citronová. Pokud je tato kyselina obsažena v náplni konzerv z ocelového cínového plechu, chrání tento plech před korozí zvyšováním polaritu cínu [24, 48].

4.3.4 Kyselina vinná $C_4H_6O_6$

Průmyslově se tato kyselina vyrábí z hroznů, jako vedlejší složka při výrobě vína. Ve své struktuře má 2 asymetrické uhlíkové atomy, takže se vyskytuje ve formě pravotočivé, levotočivé, opticky inaktivní (kyselina mesovinná) a jako racemická kyselina hroznová. Kyselina vinná posiluje účinek antioxidantů v tucích, dále se používá jako zvlhčující látka u pekařských výrobků či jako součást kypřících prášků do pečiva [20, 36].

4.3.5 Kyselina benzoová C_6H_5COOH

Jedná se o jednu z nejpoužívanějších konzervačních látek. Průmyslově se vyrábí oxidací toluenu [47]. Je to bílá, krystalická látka, která je špatně rozpustná ve vodě, proto se v praxi spíše uplatňuje její ve vodě dobře rozpustná sodná sůl benzoan sodný C_6H_5COONa . Tato kyselina je vhodná pro konzervaci kyselých potravin, neboť je nejúčinnější v rozmezí hodnot pH 2,5 až 4,5. Kyselina benzoová účinně ničí kvasinky a bakterie. Proti plísním je účinná v menší míře. Ke konzervaci velmi kyselých hmot postačuje koncentrace 0,02 až 0,03 % kyseliny benzoové. V potravinách, jejichž pH se pohybuje v rozmezí 3,5 až 4 je třeba koncentrace 0,08 % k potlačení plísní a koncentrace 0,1 až 0,15 % k potlačení kvasinek, 0,15 % k potlačení mléčných bakterií a 0,3 % k potlačení octových bakterií. U potravin s neutrálním prostředím je třeba použít množství 300krát větší. Kyselina benzoová dává potravinám nepříjemnou škrablavou pachut', která je postřehnutelná již od koncentrace 0,1 %. V případě použití benzoanu sodného je třeba ekvivalentně zvýšit jeho množství a to 1,33krát [20, 36, 43]. Lepších konzervačních účinků dosahuje kyselina benzoová v kombinaci s kyselinou sorbovou, stejně tak její soli jsou účinnější v kombinaci s oxidem siřičitým, kyselinou boritou nebo s cukrem. Kyselina benzoová či její sodná sůl se používají ke konzervaci nealkoholických nápojů, sirupů, marmelád, zeleniny, margarínů, omáček, kečupů, hořčice atd. [35].

4.3.6 Kyselina sorbová $C_6H_8O_2$

Je to bílá látka, špatně rozpustná ve vodě a dobře rozpustná v etanolu, proto se v konzervárenství používá její ve vodě dobře rozpustná draselná či sodná sůl – CH_5H_7COOK či C_5H_7COONa . Kyselina sorbová zabraňuje růstu plísní, kvasinek a některých bakterií. Nejvyšší konzervační účinek vykazuje v kyselém prostředí, nicméně je dostatečně účinná ještě při pH 6,5. Koncentrace 0,01 až 0,03 % kyseliny sorbové v kyselém prostředí konzervované potraviny zabraňuje růstu kvasinek, ale nepotlačuje rozmnožování mléčných bakterií. V případě použití solí kyseliny sorbové je třeba jejich množství ekvivalentně zvýšit a to u draselné soli 1,34krát a u sodné soli 1,12krát [20, 36, 43].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Cíl diplomové práce

Účelem této diplomové práce bylo vyrobit polotovar plnotučné (dále PL) hořčice, který neobsahoval žádnou konzervační látku z řady aditivních látek označených E 200 – E 297. Výjimku tvořila kyselina octová, která je sice považována za konzervační látku s označením E 260, nicméně do PL hořčice je přidávána kvůli svým chuťovým vlastnostem. Takto vyrobený polotovar by si měl po dobu trvanlivosti zachovat své organoleptické vlastnosti a musí být zdravotně nezávadný. Závazná doba trvanlivosti není u PL hořčice stanovena a určuje si ji výrobce. Podle vnitřních norem firmy FRUTA Bohemia a.s. je doba trvanlivosti stanovena na 6 měsíců ode dne výroby. Podle vyhlášky č. 132/2004 o mikrobiologických požadavcích na potraviny a o způsobu jejich kontroly a hodnocení patří hořčice do skupiny potravin mikrobiologicky nerizikových a tudíž u ní nejsou stanoveny limitní hodnoty CPM, kvasinek ani plísní. Pro vyhodnocení mikrobiologických vyšetření tedy byly brány v úvahu firmou stanovené tyto limitní hodnoty: **CPM max. 5×10^3 KTJ/g, počet kvasinek max. 5×10^2 KTJ/g a počet plísní max. 5×10^2 KTJ/g.**

5.2 Receptura a popis přípravy jednotlivých polotovarů

Pro přípravu jednotlivých polotovarů bylo vyrobeno 60 kg základní matrice složené z vody, hořčičného semínka, soli, barviva a koření, ze které byly odebrány 10 kg díly pro výrobu jednotlivých polotovarů. Tímto se eliminovalo zkreslení výsledků hlavně mikrobiologických rozborů, ke kterým by mohlo dojít, pokud by se každý polotovar připravoval zvlášť z různých šarží vstupních surovin. Do odebraných dílů se pak přidávaly zbylé suroviny tak, aby vznikl finální polotovar, který se naplnil do spotřebitelského balení, čímž byly PVC kelímky o obsahu 200 g. Tyto kelímky byly umístěny a skladovány v termostatu při teplotě 25 °C, která je pro skladování hořčice stanovena jako maximální. Tímto byly simulovány extrémní podmínky, které mohou nastat obzvláště v letních měsících při skladování, dálkové přepravě do centrálních skladů obchodních řetězců nebo při vyskladnění výrobků do prodejen, jelikož spotřebitelská balení není nutné při prodeji uchovávat v chladících policích.

Tab. 2 Rozpis surovin pro přípravu plnotučné hořčice

Surovina	Množství na 60 kg v g(ml)	Množství na 10 kg v g(ml)
Hořčičné semínko žluté	9000	1500
Benzoan sodný	60	10
Ocet kvasný 20%	3600	600
Sůl jedlá	1080	180
Směs koření typu SAROMEX	30	5
Cukr krystalový	3300	550
Kurkuma	30	5
Voda	42900	7150

5.3 Použité přístroje, technické vybavení a chemikálie

- elektrické předvážky KERN 440-35A
- elektrická laboratorní sušárna KBC G 100/250
- pH metr HI 2211 s automatickou teplotní kompenzací
- magnetické míchadlo
- biologický inkubátor
- Vodní lázeň MEMMERT WNB 45
- destilovaná voda
- kyselina chlorovodíková
- hydroxid sodný
- fenolftalein

5.4 Hořčice s konzervantem var. „A“

Ze základní matrice bylo odebráno 10 kg polotovaru a byly k němu přimíchány zbylé pře-depsané suroviny podle uvedené receptury, čímž vznikl standardně vyráběný polotovar. Z takto upraveného polotovaru bylo naplněno 10 PVC kelímků o hmotnosti obsahu 200g. Kelímky byly uzavřeny svařovací hlavou, byly označeny písmenem „A“ a uloženy do term-mostatu. Výsledky laboratorních vyšetření tohoto polotovaru budou brány jako srovnávací pro hodnocení účinnosti jednotlivých konzervačních metod.

5.5 Hořčice bez konzervantu var. „B“

Ze základní matrice bylo odebráno 20 kg polotovaru a byly k němu přimíchány zbylé pře-depsané suroviny vyjma benzoanu sodného. Účelem je zjistit, zda je neošetřený polotovar bez konzervantu údržný. V ideálním případě by se výsledky laboratorních rozborů tohoto polotovaru měly přiblížit výsledkům var. „A“. V takovém případě by pak nebylo třeba použít žádnou z navrhovaných konzervačních metod. Takto vyrobený polotovar byl rozdě-len na dvě stejné části, z nichž jedna byla použita pro variantu „C“ a z druhé půlky poloto-varu bylo naplněno 10 PVC kelímků o hmotnosti obsahu 200g. Kelímky byly uzavřeny svařovací hlavou, byly označeny písmenem „B“ a uloženy do termostatu.

5.6 Hořčice ošetřená pasterací var. „C“

Pro přípravu tohoto polotovaru byla použita část z bodu 5.4. S ohledem na technické vyba-vení ve firmě FRUTA Bohemia a.s., byla pro ošetření vyrobeného polotovaru vybrána nízká (dlouhodobá) pasterace ve spotřebitelském balení. Pro přímou pasteraci polotovaru a pro jeho následné aseptické plnění nejsou výrobní prostory přizpůsobeny. Principem nízké pasterace ve spotřebitelském balení je vystavení tohoto balení teplotě 63 až 65 °C po dobu 20 až 30 minut. V prvním kroku bylo třeba experimentálně stanovit dobu potřebnou k do-sažení stanovené teploty v nejhůře prohřivaném místě balení. Ve středu víčka jednoho spo-třebitelského balení byla vytvořena díra a do ní byl umístěn kapalinový teploměr tak, aby jeho jímka byla v nejhůře prohřivaném místě balení. Teploměr byl ve víčku zafixován po-travinářským voskem. Takto upravené zkušební balení bylo umístěno do elektrické sušár-ny. Byla nastavena teplota 65°C a měřil se čas potřebný k dosažení této teploty na teplomě-ru. Tento pokus byl proveden třikrát za stejných podmínek s následujícími naměřenými údaji:

t_1 – 38 minut

t_2 – 32 minut

t_3 – 37 minut

Byl vypočítán aritmetický průměr, to je 36,66 minut, zaokrouhleně 37 minut. Do vychladnuté sušárny bylo umístěno 10 PVC kelímku o hmotnosti obsahu 200 g, byla nastavena teplota 65 °C. Po 37 minutách, což byl předpokládaný čas vzestupu teploty, byl nastaven 30 minutový odpočet doby výdrže. Po uplynutí stanovené doby byla balení vyjmuta ze sušárny a zchlazena ponořením do studené chladicí vody. Následně byly kelímky označeny písmenem „C“ a umístěny do termostatu.

5.7 Hořčice se zvýšeným obsahem octa var. „D“

Princip takto upraveného polotovaru spočívá v maximálním možném přídavku 20% octa do polotovaru, čímž se významně sníží hodnota pH výsledného výrobku. Takový výrobek by měl být dostatečně odolný vůči aktivitě kontaminujících mikroorganismů. Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích předepisuje maximální obsah kyseliny octové v PL hořčici na 2,5 %. Základní receptura ve firmě FRUTA Bohemia a.s. obsahuje 6 % octa o koncentraci 20 %. Průměrný, titračně stanovený obsah kyseliny octové v běžně připravovaných polotovarech je 1,63 %. Obsah kyseliny octové se přímo úměrně zvyšuje s přídavkem octa do polotovaru, takže byla jednoduchým výpočtem stanovena jeho maximální dávka na 10 kg polotovaru.

$$x = \frac{2,5 * 600}{1,63} = 920 \text{ ml 20\% octa na 10 kg polotovaru}$$

Ze základní matrice byl odebrán vzorek o hmotnosti 8,53 kg, do kterého bylo přidáno vypočtené množství 20% octa a předepsané množství cukru, tedy 550 g. Vzorek byl důkladně promíchán a bylo provedeno titrační stanovení obsahu kyseliny octové. Postupovalo se podle bodu 5.2.2. Spotřeba 0,1M odměrného roztoku NaOH o faktoru 0,9984 byla při navážce 25,11 g 40,8 ml. Byl vypočten obsah kyseliny octové, který činil 2,44 %. Z takto upraveného polotovaru bylo naplněno 10 PVC kelímků o hmotnosti obsahu 200g. Kelímky byly uzavřeny svařovací hlavou, byly označeny písmenem „D“ a uloženy do termostatu.

5.8 Hořčice s invertním cukrem var. „E“

Ze základní matrice bylo odebráno 8,85 kg, do kterých bylo přimícháno 550 g invertního cukru a 600 ml 20% octa. Takto připravený polotovar odpovídal svým složením předepsané receptuře, pouze krystalový cukr byl nahrazen cukrem invertním. Použití invertního cukru významně zvýší osmotický tlak v polotovaru a ten by tudíž měl být dostatečně odolný vůči činnosti nežádoucích mikroorganismů. Z takto upraveného polotovaru bylo napl-

něno 10 PVC kelímků o hmotnosti obsahu 200g. Kelímky byly uzavřeny svařovací hlavou, byly označeny písmenem „E“ a uloženy do termostatu.

5.9 Hořčice s invertním cukrem a zvýšeným obsahem octa var. „F“

Jedná se kombinaci varianty D a E. Jak je uvedeno v kapitole 6.6 přídavek invertního cukru zvýší osmotický tlak polotovaru a větší přídavek octa pak dostatečně sníží hodnotu pH. Pro přípravu tohoto polotovaru byly použity stejné navážky jako při výrobě var. E a D, což znamená, že k 8,53 kg základní matrice bylo přidání 550 g invertního cukru a 920 ml 20% octa. Ze zhomogenizovaného polotovaru byl odebrán vorek pro stanovení obsahu kyseliny octové. Spotřeba 0,1M odměrného roztoku NaOH o faktoru 0,9984 byla při navážce 25,36 g 40,9 ml. Byl vypočten obsah kyseliny octové, který činil 2,42 %. Z takto upraveného polotovaru bylo naplněno 10 PVC kelímků o hmotnosti obsahu 200g. Kelímky byly uzavřeny svařovací hlavou, byly označeny písmenem „F“ a uloženy do termostatu.

6 KONTROLA JAKOSTI VYROBENÝCH POLOTOVARŮ

6.1 Stanovení sušiny

Sušinou se rozumí pevný podíl, tvořený organickými i anorganickými látkami, zůstávající v potravině po odstranění vody a těkavých látek. Sušinu tvoří sacharidy, třísloviny, bílkoviny, minerální látky, vitamíny, barviva, dusíkaté látky aj. Celková sušina je tvořena sušinou rozpustnou a nerozpustnou. Rozpustnou sušinou se rozumí látky rozpustné ve vodě a stanoví se buďto rozdílem celkové a nerozpustné sušiny nebo některou z přímých metod např. refraktometricky. Nerozpustná sušina je soubor organických i anorganických látek nerozpustných ve vodě. Stanovuje se opět rozdílem sušiny celkové a rozpustné nebo přímo gravimetricky po vymytí sušiny rozpustné.

6.1.1 Postup stanovení sušiny

Do předem vysušené a vychladlé platinové misky, jejíž hmotnost byla zaznamenána, se navázilo 5 až 10 g homogenního vzorku s přesností na 0,01 g. Miska se vzorkem se umístila do sušárny a při teplotě 105 °C se vzorek sušil do konstantní změny hmotnosti (cca 3 hodiny). Vysušený vzorek se umístil do exsikátoru, kde se nechal vychladnout.

Poté se vzorek zvažil a procentuální obsah sušiny se vypočetl podle vztahu:

$$x = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100$$

Kde:

m_1 – hmotnost misky [g]

m_2 – hmotnost navážky [g]

m_3 – hmotnost misky po vysušení [g]

6.2 Stanovení aktivní a titrační kyselosti

Stanovení kyselosti, ať už aktivní či titrační je jedním ze základních analytických rozborů potravin, který podává informace o složení či jakosti potravin [37]. Zvýšení kyselosti může indikovat nevhodné podmínky při skladování, či může upozornit na výskyt nežádoucích mikroorganismů, které mohou metabolizovat sacharidy za vzniku různých organických kyselin. Kyselost lze stanovit metodami chemickými či fyzikálně-chemickými [37,38].

Principiálně je měření aktivní kyselosti založené na faktu, že za kyseliny jsou považovány takové látky, které jsou schopné odštěpit kladně nabitě vodíkové ionty H^+ . Záporný dekadický logaritmus koncentrace těchto iontů pak udává hodnotu pH a tím míru kyselosti či zásaditosti roztoků. Kyselé roztoky mají hodnotu $pH < 7$, zásadité roztoky mají hodnotu $pH > 7$. Roztoky, jejichž hodnota $pH = 7$ se označují jako neutrální. Aktivní kyselost se stanovuje potenciometricky. Elektrické napětí vzniklé mezi dvojicí vhodných elektrod ponořených do měřeného roztoku je přímo úměrné koncentraci vodíkových iontů. Citlivým voltmetrem se přímo měří hodnota pH na pH-metrech se skleněnou, chlorstříbrnou nebo kombinovanou elektrodou [37,38].

Titrační kyselost se stanovuje acidimetricky. Princip spočívá v neutralizaci kyselin roztokem hydroxidu o přesně známé koncentraci do bodu ekvivalence za použití vhodného indikátoru, nejčastěji fenolftaleinu. Titrační kyselost se pak udává jako procentuální obsah převládající kyseliny [37,38].

6.2.1 Postup stanovení aktivní kyselosti

Do kádinky se navážilo 20 g homogenního vzorku hořčice s přesností na 0,01 g. K navážce se přidalo 100 ml destilované vody a obsah se důkladně promíchal. Pomocí pufrů se nkalibroval pH metr. Do suspenze se ponořila kombinovaná elektroda a po ustálení se z displeje pH metru odečetla výsledná hodnota pH.

6.2.2 Postup stanovení titrační kyselosti

6.2.2.1 Příprava a stanovení faktoru 0,1M odměrného roztoku NaOH

Navážilo se 8,5 g pevného NaOH, který se kvantitativně převedl do 2 litrové odměrné baňky. Doplnil se destilovanou vodou po rysku a obsah se důkladně promíchal.

Do titrační baňky se pipetou odebralo 25 ml roztoku NaOH a přidaly se 3 kapky FF. Vznikl růžový roztok, který se titroval 0,1 M roztokem HCl do odbarvení. Odbarvený roztok se

povařil. Pokud došlo k růžovému zbarvení roztoku se dotitroval a znovu povařil, tak dlouho, dokud se nepřestal zbarvovat. Faktor výsledného roztoku se pak vypočetl podle vzorce:

$$f = \frac{V_{HCl} * f_{HCl}}{25}$$

Kde:

V_{HCl} – objem spotřebovaného odměrného roztoku HCl

f_{HCl} – faktor odměrného roztoku HCl

6.2.2.2 Příprava filtrátu a titrace

Vzorek se důkladně promíchal a připravila se jeho 10% suspenze, tj. s přesností na 0,01 g se navážilo 25 g vzorku, kvantitativně se převedlo do 250ml odměrné baňky, doplnilo se destilovanou vodou po rysku a obsah se důkladně promíchal. Vzniklý roztok se přefiltroval přes skládaný filtr, přičemž se první podíl vylil. 100 ml filtrátu se zahřálo na teplotu 60 až 70 °C, přidalo se pár kapek FF a titrovalo se odměrným roztokem NaOH do růžového zbarvení, které trvalo 1 minutu. Odečetla se hodnota spotřebovaného odměrného roztoku a vypočetl se procentuální obsah kyseliny octové podle vztahu:

$$x = V_{NaOH} * 0,6005$$

Kde:

V_{NaOH} – objem spotřebovaného odměrného roztoku NaOH

6.3 Termostatová zkouška

Principem termostatové zkoušky je uložení potraviny či konzervy do termostatu a její vystavení optimální teplotě pro rozvoj mikroorganismů. Obecně platí, že výrobky, které byly sterilovány při teplotách nižších než 100 °C, se skladují v termostatu po dobu 10 dní při teplotě 37 °C. Výrobky sterilované při teplotách nad 100 °C jsou skladovány v termostatu při teplotě 37 °C a 55 °C. Po termostatové zkoušce musí u skladovaných vzorků proběhnout mikrobiologický rozbor a nesmí být prokázána přítomnost patogenních mikroorganismů či jejich toxinů [23].

6.3.1 Postup při termostatové zkoušce

Od každého druhu upraveného polotovaru se odebral jeden dílčí vzorek. Tyto vzorky se pak umístily do termostatu a skladovaly se 10 dní při teplotě 37 °C. Po uplynulé době bylo

provedeno mikrobiologické vyšetření vzorků v externí akreditované laboratoři pro vyšetřování potravin pana MVDr. Šotoly v Kroměříži, kde se stanovila hodnota CPM, počet kvasinek a plísní.

6.4 Stanovení CPM

Celkový počet mikroorganismů se udává v hodnotách KTJ – kolonie tvořící jednotky, popř. z anglického Colony Forming Units v hodnotách CFU – na 1 g či 1 ml vzorku. Jedná se o celkový počet kolonií bakterií, kvasinek a plísní rostoucích na agarové půdě za aerobních podmínek během inkubace v termostatu při teplotě 30 °C po dobu 72 hodin [39]. Hodnotu CPM lze v konzervářském průmyslu považovat za základní informaci o stupni případné mikrobiální kontaminace. Pro kultivaci a následné stanovení CPM se používá neselektivní médium označované jako GTK agar (popř. PCA – Plate Count Agar). Kulti-vační půda neobsahuje žádné indikátory ani inhibitory růstu a výsledné pH agar je $7,0 \pm 0,2$.

Tab. 3 Složení GTK agaru

Látka	Množství [g/l]
Enzymatický hydrolyzát kaseinu	5,0
Kvasniční extrakt	2,5
Glukóza	1,0
Agar	15

6.4.1 Příprava živné půdy

Pro přípravu živné půdy byl použit originální premix pro přípravu GTK agaru. Bylo navá-ženo stanovené množství premixu, ke kterému bylo přidáno předepsané množství vody. Vzniklý agar byl sterilizován v autoklávu po dobu 15 minut při teplotě 121 °C. Takto při-pravený agar byl umístěn do vodní lázně o teplotě $45 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.

6.4.2 Pracovní postup při stanovení CPM

Vzorky jednotlivých polotovarů byly vloženy do plastických sáčků. K jednotlivým na-vážkám se přidalo po 100 ml fyziologického roztoku (0,9% roztok chloridu sodného). Sáč-ky byly homogenizovány v homogenizátoru po dobu 2 minut. Do 2 sterilních Petriho mi-sek bylo sterilní pipetou přeneseno po 1 ml homogenní suspenze. Následovalo desetina-sobné ředění tak, aby se celkový počet vyrostlých kolonií pohyboval v rozmezí 30 až 300

[40], přičemž se vždy na nové sterilní Petriho misky přenesl novou sterilní pipetou 1 ml suspenze. Následně se inokulum zalilo živným GTK agarem tak, aby výsledná vrstva agaru byla 2 až 4 mm. Misky byly uzavřeny víčkem a krouživým pohybem misky po desce stolu se inokulum promíchalo s živnou půdou. Poté se misky nechaly ztuhnout. Označené misky se následně obrátily dnem vzhůru a umístily do termostatu při teplotě 30 °C po dobu 72 hodin.

6.4.3 Vyhodnocení inkubace

Po uplynutí stanovené doby byly misky vyjmuty a bylo provedeno vyhodnocení odborným pracovníkem externí laboratoře. Principiálně se vzorky hodnotí podle počtu kolonií narostlých na živné půdě během inkubace bez ohledu na tvar, barvu či velikost. Pro stanovení CPM se používají misky, které obsahují maximálně 300 kolonií ve dvou po sobě jdoucích ředění, přičemž každá miska musí obsahovat alespoň 15 kolonií. CPM se poté vypočítá podle vzorce [39]:

$$N = \frac{\Sigma C}{V * (n_1 + 0,1 * n_2) * d}$$

Kde:

ΣC - celkový počet kolonií vyrostlých na vybraných miskách

V – objem inokula

n_1 – počet ploten vybraných k výpočtu z prvního zvoleného ředění

n_2 – počet ploten vybraných pro výpočet z druhého zvoleného ředění

d – faktor ředění odpovídající prvnímu z obou vybraných ředění

Výsledkem hodnocení je počet mikroorganismů v 1 g či 1 ml původního vzorku udávaný jako číslo z intervalu $1,0 * 10^x$ až $9,9 * 10^x$ KTJ [39].

6.5 Stanovení kvasinek a plísní

Pro stanovení počtu kvasinek a plísní se používá GKCH agar, který ve svém složení obsahuje chloramfenikol, jež je zodpovědný za inhibici růstu bakterií. Podstata zkoušky spočívá v inkubaci naočkovaných ploten při teplotě 25 °C po dobu tří, čtyř nebo pěti dnů a v následném spočítání kolonií [41,42].

6.5.1 Pracovní postup při stanovení kvasinek a plísni

Postup stanovení kvasinek a plísni byl shodný s postupem pro stanovení CPM. Byla připravena kultivační půda, v tomto případě GKCH agar, který byl následně sterilizován po dobu 15 minut při teplotě 121 °C. Následně byl přemístěn do vodní lázně o teplotě 45 °C ± 2 °C. Vzorky polotovarů byly zhomogenizovány a jednotlivé sterilní Petriho misky byly naočkovány inokulem, zality připravenou živnou půdou a po ztuhnutí přemístěny do biologického termostatu. Po uplynutí stanovené doby inkubace při předepsané teplotě byly jednotlivé vzorky vyhodnoceny.

Tab. 4 Složení GKCH agaru

Látka	Množství [g/l]
Glukóza	20,0
Kvasniční extrakt	5,0
Chloramfenikol	0,1
Agar	15

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

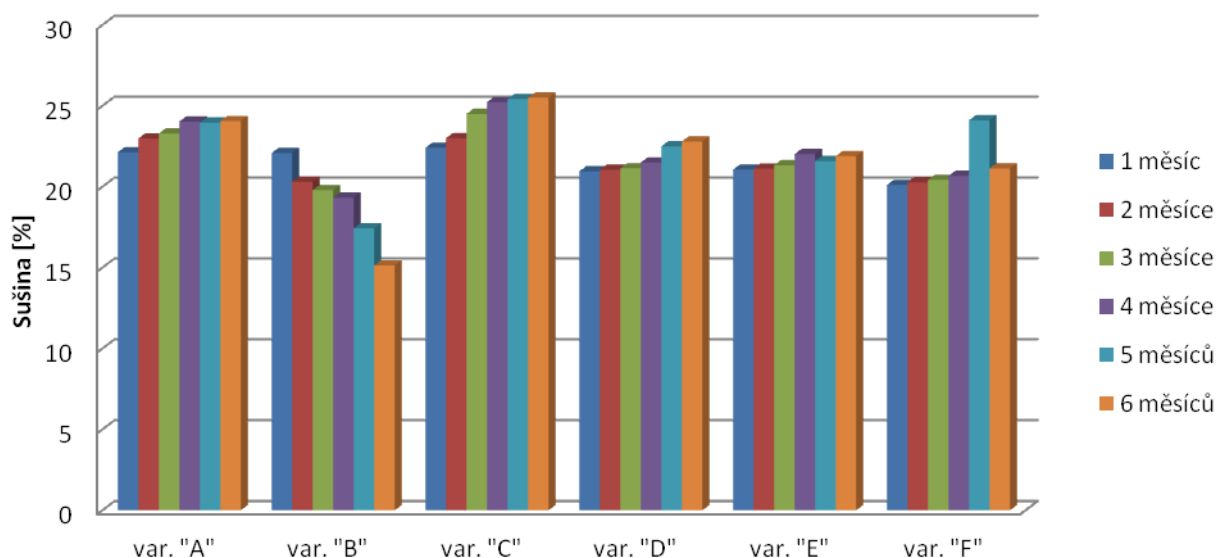
7.1 Výsledky a diskuze stanovení sušiny

Stanovení obsahu sušiny probíhalo podle bodu 6.3. Vzorky byly sušeny do konstantní změny hmotnosti a poté byl stanoven obsah sušiny.

Tab. 5 *Výsledky stanovení obsahu sušiny*

		var. „A“	var. „B“	var. „C“	var. „D“	var. „E“	var. „F“
Sušina [%]	1 měsíc	22,13	22,08	22,41	20,95	21,06	20,11
	2 měsíce	22,98	20,31	23,00	21,05	21,12	20,28
	3 měsíce	23,29	19,79	24,50	21,14	21,33	20,43
	4 měsíce	24,03	19,33	25,23	21,50	22,02	20,67
	5 měsíců	23,97	17,43	25,42	22,50	21,59	24,11
	6 měsíců	24,06	15,13	25,51	22,80	21,89	21,13

Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích předepisuje minimální obsah sušiny u plnotučné hořčice 20 %. Podle tabulky č. 5 je zřejmé, že mimo varianty „B“, což je hořčice bez konzervantu neošetřená žádnou z konzervačních metod, splňují tuto podmínku všechny připravené polotovary. Obsah sušiny se v průběhu skladování při teplotě 25 °C plynule zvyšoval, což mohlo být způsobeno tím, že PVC kelímek uzavřený svařovací hlavou netvoří hermeticky uzavřené balení a voda se během skladování mohla volně vypařovat. Jak bude popsáno dále u varianty „B“ byl prokázán vysoký výskyt kvasinek. Snižování sušiny tedy mohlo být způsobeno jejich činností, kdy pro syntézu buněčné hmoty při rozmnožování rozkládaly přítomné cukry a organickou kyselinu octovou tak, jak uvádí Šilhánková (1983).



Obr. č. 6 Graf obsah sušiny v průběhu skladování při mezní teplotě 25 °C

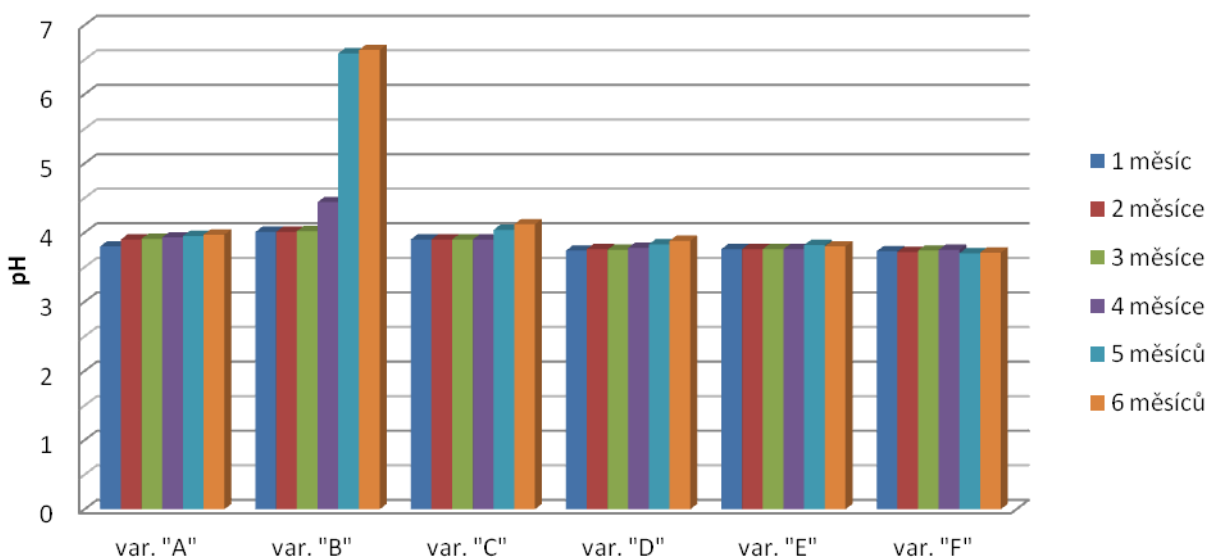
7.2 Výsledky a diskuze měření hodnoty pH

V polotovarech bylo pH měřeno ve vodném výluhu tak, jak je popsáno v kapitole 6.4.1

Tab. 6 Výsledky stanovení hodnoty pH

	var. "A"		var. "B"	var. "C"	var. "D"	var. "E"	var. "F"
pH	1 měsíc	3,80	4,01	3,90	3,74	3,76	3,73
	2 měsíce	3,90	4,01	3,90	3,76	3,76	3,72
	3 měsíce	3,91	4,02	3,90	3,75	3,76	3,74
	4 měsíce	3,93	4,44	3,90	3,78	3,76	3,75
	5 měsíců	3,95	6,59	4,04	3,83	3,82	3,70
	6 měsíců	3,97	6,64	4,12	3,88	3,80	3,71

Aktivní kyselost polotovarů v tabulce č. 6 vyjádřená jako hodnota pH není u plnotučné hořčice legislativou vázána. Přesto byl její vývoj u polotovarů sledován. Z naměřených hodnot je patrné, že pH hořčice se pohybuje okolo hodnoty 4 a je tedy možné ji charakterizovat podle Ilčíka (1980) jako potravinu technologicky kyselou. Podle Šilhánkové (2003) vyžadují kvasinky pro svůj růst pH v rozmezí 4,2 až 5,5. Z čehož vyplývá, že pH polotovaru hořčice je téměř ideální pro rozvoj kvasinek. Hodnota pH polotovarů s maximální dávkou octa, tedy var. „D“ a var. „E“, se snížila řádově o 0,1 až o 0,2. Přesto, jak poukazují výsledky CPM a počtu kvasinek, i takové snížení pH sťažuje mikrobiální kontaminaci polotovaru. V průběhu skladování byla hodnota pH víceméně stabilní. Jen u polotovaru „B“ se hodnota pH plynule zvyšovala s tím, jak mikroorganismy rozkládaly organickou kyselinu octovou při syntéze uhlíku, stejně jako v bodě 7.1.



Obr. 7 Graf změna hodnoty pH během skladování při mezní teplotě 25 °C

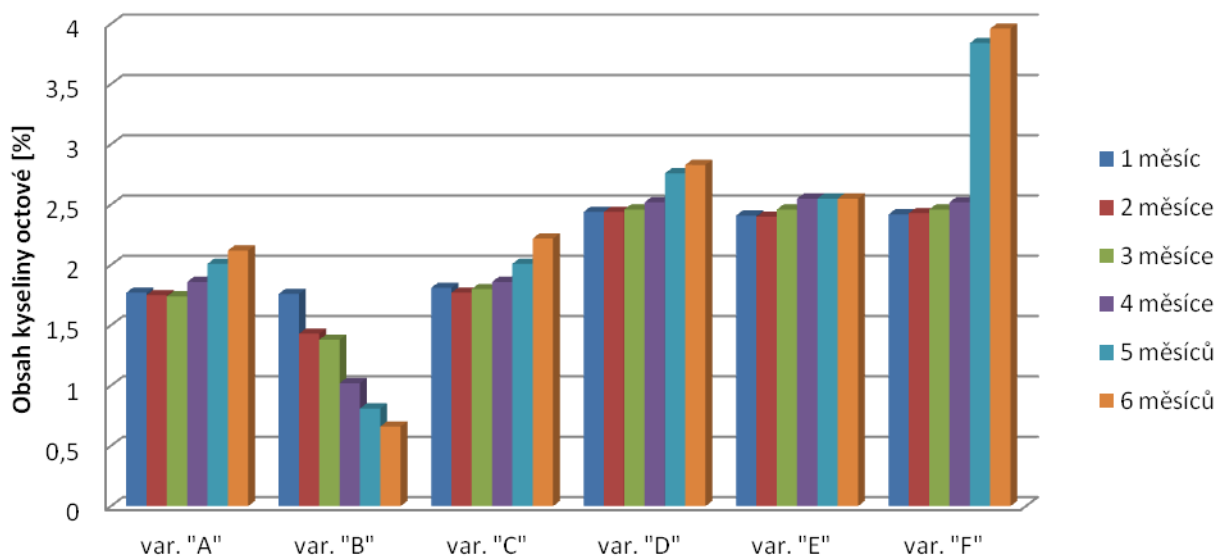
7.3 Výsledky a diskuze stanovení obsahu kyseliny octové

Stanovení kyseliny octové probíhalo podle bodu 6.4.2, kdy se stanovená titrační kyselost přepočítala na kyselinu octovou.

Tab. 7 Výsledky stanovení kyseliny octové

	var. "A"		var. "B"	var. "C"	var. "D"	var. "E"	var. "F"
Obsah kys. octové [%]	1 měsíc	1,77	1,76	1,81	2,44	2,41	2,42
	2 měsíce	1,75	1,43	1,77	2,44	2,4	2,43
	3 měsíce	1,74	1,38	1,8	2,46	2,46	2,46
	4 měsíce	1,86	1,02	1,86	2,52	2,55	2,52
	5 měsíců	2,01	0,81	2,01	2,76	2,55	3,84
	6 měsíců	2,12	0,66	2,22	2,83	2,55	3,96

Maximální celkový obsah kyseliny octové v plnotučné hořčici stanovuje na 2,5% [3]. Z tabulky č. 7 je zřejmé, že varianta D a varianta F tuto hodnotu překonala již po 4 měsíci skladování při teplotě 25°C. V případě varianty F se však jedná o dramatický nárůst obsahu kyseliny octové. U varianty B je zřejmé snižování obsahu kyseliny octové, což jen podporuje teorii o rozkladu kyseliny octové při syntéze buněčné stěny při rozmnožování kvasinek.



Obr. č. 8 Graf obsah kyseliny octové během skladování při mezní teplotě 25 °C

7.4 Výsledky a diskuze stanovení CPM, kvasinek a plísní

Příprava živných půd, očkování a inkubace byla provedena podle bodu 6.6. a 6.7. Stanovení CPM, počtu kvasinek a plísní poté provedl odborný pracovník externí akreditované laboratoře.

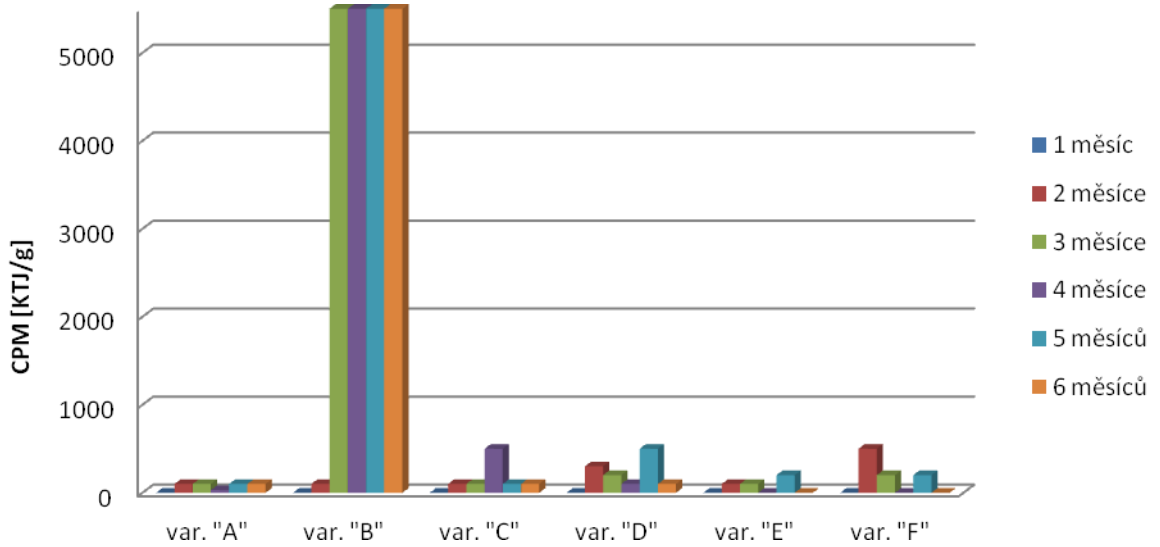
Tab. 8 *Výsledky stanovení CPM*

		var. "A"	var. "B"	var. "C"	var. "D"	var. "E"	var. "F"
CPM [KTJ/g]	1 měsíc	0	0	0	0	0	0
	2 měsíce	100	100	100	300	100	500
	3 měsíce	100	1000000	100	200	100	200
	4 měsíce	30	100000	500	100	0	0
	5 měsíců	100	100000	100	500	200	200
	6 měsíců	100	100000	100	100	0	0

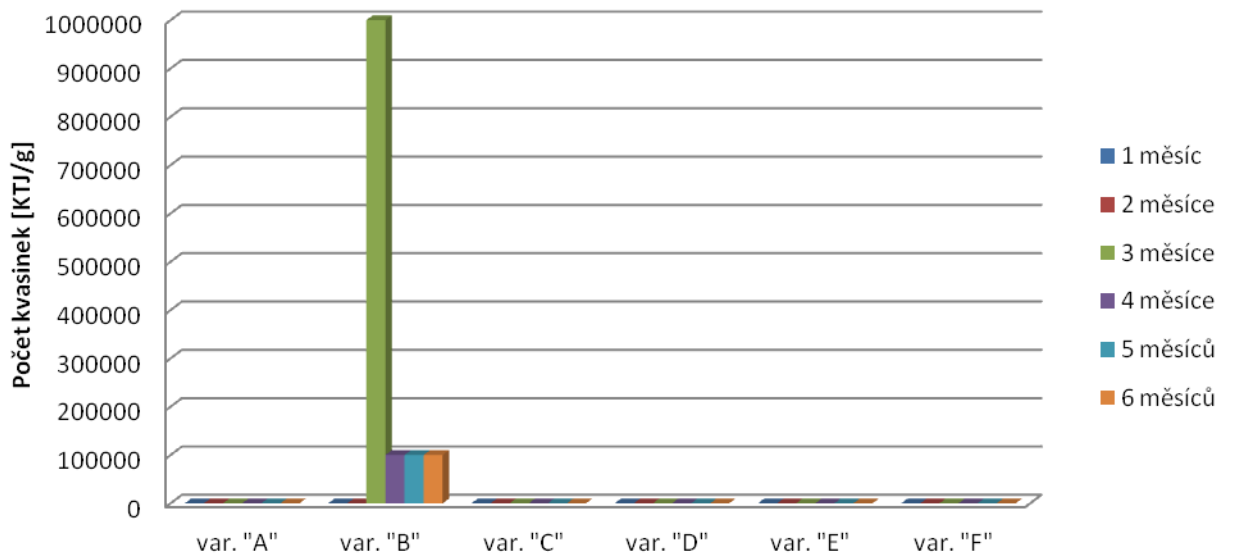
Tab. 9 *Výsledky stanovení počtu kvasinek*

		var. "A"	var. "B"	var. "C"	var. "D"	var. "E"	var. "F"
Kvasinky [KTJ/g]	1 měsíc	0	0	0	0	0	0
	2 měsíce	0	0	0	0	0	0
	3 měsíce	0	1000000	0	0	0	0
	4 měsíce	0	100000	0	0	0	0
	5 měsíců	0	100000	0	0	0	0
	6 měsíců	0	100000	0	0	0	0

Jak je uvedeno v kapitole 5.1, plnotučná hořčice se řadí mezi mikrobiologicky nerizikové potraviny, a proto u ní nejsou stanoveny maximální limity pro hodnotu CPM a pro počet kvasinek a plísní. Tyto hodnoty si stanovila firma, ve které byla praktická část diplomové práce prováděna. U CPM byl stanoven maximální limit 5×10^3 , což nesplnil pouze polotvar s označením B, který tuto hodnotu přesáhl již po 3 měsících skladování, tak jak je uvedeno v tabulce č. 8. U počtu kvasinek byla maximální hodnota stanovena na 5×10^2 a tuto hodnotu přesáhl opět pouze polotovar s označením B, u ostatních polotovarů kvasinky nebyly prokázány. Přestože byla stanovena i horní hranice pro počet plísní 5×10^2 , tyto nebyly prokázány v žádném z polotovarů.



Obr. č. 10 Graf celkového počtu mikroorganismů během skladování při mezní teplotě 25 °C



Obr. č. 9 Graf počtu kvasinek během skladování při mezní teplotě 25 °C

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a otestovat údržnost polotovaru plnotučné hořčice, který by neobsahoval tradiční chemický konzervant, který by se podle vyhlášky 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobcích nemusel uvádět na etiketě finálního výrobku. V praktické části, která probíhala s laskavým svolením vedení firmy FRUTA Bohemia a.s., bylo připraveno 6 polotovarů. Referenční polotovar s konzervantem, polotovar bez konzervantu, pasterovaný polotovar, polotovar s vysokou dávkou 20% octa, polotovar s invertním cukrem namísto sacharózy a polotovar jež byl kombinací posledních dvou. Takto vyrobené polotovary byly naplněny do spotřebitelských balení a tyto byly umístěny do termostatu při teplotě 25 °C na dobu 6 měsíců, přičemž každý měsíc byly provedeny chemické a mikrobiologické rozbory u každého polotovaru. Výsledky praktické části poukazují na to, že vyrobit plnotučnou hořčici tak, že se z receptury pouze vypustí konzervant nelze. Již po 3 měsících skladování byl takový polotovar napaden kvasinkami a polotovar byl prakticky nepoživatelný. Naopak polotovary, které byly upraveny, vykazovaly dostatečnou odolnost vůči mikrobiologické kontaminaci po celou dobu skladování. Polotovary, u kterých byla zvýšena dávka 20% octa, přesáhly po 4 měsících skladování zákonem povolený limit obsahu kyseliny octové. Z uvedené informace lze usuzovat, že standardní dávka 20% octa není pro polotovar dostatečně údržná. Zvýšením množství octa lze konzervant dostatečně uchránit proti nežádoucí činnosti mikroorganismů, po určité době však toto množství přesáhlo zákonem povolený limit. Dalším krokem ve vývoji tohoto polotovaru by měla být příprava nového polotovaru s dávkou octa o 0,5 až 1 % nižší než je maximální, aby byl dostatečný prostor pro nárůst obsahu kyseliny octové během skladování. Nejvíce stabilním polotovarem ve všech měřených hodnotách byl polotovar s invertním cukrem, u kterého nebyly diagnostikovány žádné kvasinky ani plísně, hodnota pH a obsah sušiny nevykázovaly v průběhu skladování výkyvy hodnot a obsah kyseliny octové na rozdíl od ostatních polotovarů byl prakticky neměnný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ANTOL, M. *Neuvěřitelná tajemství hořčice: Úplný průvodce historií, tradicemi, druhy a zdravotními účinky hořčice*. Praha: PRAGMA, 2008. 224 s. ISBN 978-80-7205-150-2
- [2] *Zajímavé články: Historie hořčice* [online]. 2011 [cit. 2011-11-01]. Zdraví život. Dostupné z WWW:
http://www.zajimaveclanky.cz/historie_horcice-6-251-1-1.html
- [3] *Praktická příručka: Úplné znění Zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích po úpravě Zákonem č. 306/2000 Sb. s komentářem*. Praha: Agrospoj s.r.o., 2001. 311 s
- [4] SOLIERI, L., GIUDICI, P., HOLZAPFEL, Wilhelm. *Vinegars of the world* [online]. Milan: Springer, 2009 [cit. 2011-11-03]. 297 s. Dostupné z WWW:
<http://www.springerlink.com/content/r813v0/?p=12f759be5e6e4c9c8894770f7c82c470>. ISBN 978-88-470-0866-3
- [5] ŽIŽKA, B. *Mikrobiologie*. 2.vyd. Praha: SNTL, 1980. 184 s
- [6] MEISER, J., HAUZAR I., KRAITR, M. a JELÍNEK F. *Obecná chemická technologie*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 288 s. 1981 Vnitřní systémová dokumentace firmy FRUTA Bohemia a.s.
- [7] CASTENHOLZ, W., BOONE, D., GARRITY, G. Bergey [online]. 2005 [cit. 2011-11-03]. Dostupné z WWW:
http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=1703
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Sa_yellow_mustard.jpg
- [9] JÍLEK, J. *Učebnice zavařování a konzervace: Jak uchovávat potraviny*. Olomouc: FONTÁNA, 2001. 238 s. ISBN 80-86179-67-2
- [10] TVRDOŇ, M. *Základní obecná mikrobiologie*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1974. 208 s
- [11] DOBIÁŠ, J. *Technologie zpracování ovoce a zeleniny I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav konzervace potravin a technologie masa, 2004. 152 s. Dostupné z WWW:
http://www.vscht.cz/ktk/www_324/studium/OZ/zelenina_1.pdf

- [12] DOBIÁŠ, J. *Technologie zpracování ovoce a zeleniny II*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav konzervace potravin a technologie masa, 2004. 226 s. Dostupné z WWW: http://www.vscht.cz/ktk/www_324/studium/OZ/zelenina_2.pdf
- [13] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. 2. vyd. Praha: Academia, 1996. 192 s
- [14] Vnitřní systémová dokumentace firmy FRUTA Bohemia a.s.
- [15] Potravinářské technologie a biofermentační technologie. In *Studijní materiály* [online]. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav konzervace potravin a technologie masa, 200? [cit. 2011-11-03]. Dostupné z WWW: <http://www.vscht.cz/kch/download/sylaby/potravtech.pdf>
- [16] Potravinářská technologie I: distanční text [online]. 2007 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z WWW: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0001_potravinarska_technologie_I/distanzni_text/M0001_potravinarska_technologie_I_distanzni_text.pdf
- [17] Listy cukrovarnické a řepářské: odborný časopis pro obor cukrovka-cukr. *Oficiální statistika - Výroba cukrovky a cukru v ČR* [online]. Praha: VUC Praha, a. s. ve spolupráci s ČMCS a SPC, [cit. 2012-01-05]. Dostupné z WWW: <http://www.cukr-listy.cz/lc-statistika.html>
- [18] Výroba cukru. In: *Projekty SIPVZ Gymnázia Olomouc-Hejčín 2005/2006: Kde se používá chemie a fyzika* [online]. 16. dubna 2006 [cit. 2012-01-11]. Dostupné z WWW: <http://projektysipvz.gytool.cz/ProjektySIPVZ/Default.aspx?uid=373>
- [19] O soli: Co je to sůl. In: Solné mlýny a.s. Olomouc [online]. 13.3.2009 [cit. 2012-01-11]. Dostupné z WWW: <http://www.solnemlyny.cz/osoli.html>
- [20] Seznam éček. In: *Emulgatory.cz* [online]. [cit. 2012-01-11]. Dostupné z WWW: <http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek>
- [21] LANSDOWN, A. *Silver in healthcare: its antimicrobial efficacy and safety in use*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, c2010, 261 s. Issues in toxicology, no. 6. ISBN 18-497-3006-7
- [22] SHRESTHA, R, JOSHI D, GOPALI, J a PIYA, S. *Oligodynamic Action of Silver, Copper and Brass on Enteric Bacteria Isolated from Water of Kathmandu Val-*

- ley[online]. [cit. 2012-03-06]. ISSN 10.3126/njst.v10i0.2959. Dostupné z WWW: <http://nepjol.info/index.php/NJST/article/view/2959>
- [23] *Konzervace a balení potravin: Distanční text* [online]. 2007 [cit. 2012-03-06]. Dostupné z WWW: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0011_konzervace_a_baleni_potravin/distanzni_text/M0011_konzervace_a_baleni_potravin_distanzni_text.pdf
- [24] KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1958. 534 s.
- [25] HAMPL, B. *Obecná chemická technologie III: Přehled potravinářského a kvasného průmyslu*. 1. Praha: SNTL, 1962
- [26] DRDÁK, M. *Technológia rastlinných neúdržných potravin: Přehled potravinářského a kvasného průmyslu*. 1. Praha: SNTL, 1962. ISBN 80-05-00121-5
- [27] HRABĚ, J., ROP, O., a HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 20052006, 178 s. ISBN 80-731-8372-2
- [28] LEWIS, M a HEPPELL, N. *Continuous thermal processing of foods: pasteurization and UHT sterilization*. Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers, 2000, 447 s. Food engineering series (Aspen Publishers). ISBN 08-342-1259-5
- [29] MAZZOLA, P., PENNA, T a M DA S MARTINS, A. Determination of decimal reduction time (D value) of chemical agents used in hospitals for disinfection purposes. *BMC Infectious Diseases* [online]. roč. 3, č. 1, s. 24- [cit. 2012-03-07]. ISSN 14712334. DOI: 10.1186/1471-2334-3-24. Dostupné z WWW: <http://www.biomedcentral.com/1471-2334/3/24>
- [30] KATZIN, L., SANDHOLZER L. a STRONG, M. Application of the Decimal Reduction Time Principle to a Study of the Resistance of Coliform Bacteria to Pasteurization. [online]. [cit. 2012-03-07]. Dostupné z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC373739/pdf/jbacter00703-0059.pdf>
- [31] MCLANDSBOROUGH, L. *Food microbiology laboratory*. Boca Raton: CRC Press, 2005, 179 s. ISBN 08-493-1267-1
- [32] BELITZ, H. *Food chemistry*. 4th ed. New York: Springer, 2008. ISBN 9783540699354

- [33] LAZÁRKOVÁ, Z. *Faktory ovlivňující jakost sterilovaných tavených sýrů*. Zlín, 2009. Dostupné z WWW:
http://dspace.knihovna.utb.cz/bitstream/handle/10563/10885/laz%C3%A1rkov%C3%A1_2009_dp.pdf?sequence=1. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati
- [34] INGR, I. *Základy konzervace potravin*. 3. vyd. přeprac. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-110-4
- [35] VRBOVÁ, T. *Víme, co jíme? Aneb: průvodce "Éčky" v potravinách*. 3. vyd. přeprac. V Brně: EcoHouse, 2001, 268 s. ISBN 80-238-7504-3
- [36] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 632 s. 1983
- [37] *Analýza a hodnocení potravin I.: Distanční text* [online]. 2007 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z WWW:
http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0032_analyza_a_hodnoceni_potravin/distančni_text/M0032_analyza_a_hodnoceni_potravin_distančni_text.pdf
- [38] DAVÍDEK, J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1982
- [39] ČSN EN ISO 4833:2003. *Mikrobiologie potravin a krmiv - Horizontální metoda pro stanovení celkového počtu mikroorganismů: Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C*. Praha: Český normalizační institut, 2003
- [40] ČSN EN ISO 7218. *Mikrobiologie potravin a krmiv: Všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 2008
- [41] ČSN ISO 21527-1. *Mikrobiologie potravin a krmiv: Horizontální metoda stanovení počtu kvasinek a plísní - Část 1: Technika počítání kolonií u výrobků s aktivitou vody vyšší než 0,95*. Praha: Český normalizační institut, 2009
- [42] ČSN ISO 21527-2. *Mikrobiologie potravin a krmiv: Horizontální metoda stanovení počtu kvasinek a plísní - Část 1: Technika počítání kolonií u výrobků s aktivitou vody nižší nebo rovnou 0,95*. Praha: Český normalizační institut, 2009
- [43] ILČÍK, F., VAGUNDA, J., ČURDOVÁ, M. *Technologie konzervárenství pro 3. ročník SPŠ konzervářské*. Praha: SNTL, 1980
- [44] ILČÍK, F., VAGUNDA, J., BEBJAK, P. *Technologie konzervárenství pro 4. ročník SPŠ konzervářské*. Praha: SNTL, 1981

- [45] ČSN 58 1361. *Metody zkoušení hořčice*. Praha: Český normalizační institut, 1964
- [46] VALÁŠEK, P a ROP, O. *Základy konzervace potravin: doplňkové texty k základnímu kurzu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. ISBN 978-80-7318-587-9
- [47] BENEŠOVÁ, M. *Odmaturuj! z chemie*. 1. vyd. Brno: Didaktis, 2002, 208 s. ISBN 80-862-8556-1
- [48] PACÁK, J. *Poznáváme organickou chemii*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1989, 382 s. Polytechnická knihnice, sv. 135. ISBN 80-030-0185-4
- [49] KONKA, W., GRABKA, J. Technologické aspekty výroby sirupu z cukrovky pro potravinářský průmysl. Listy cukrovarnické a řepářské [online]. 2010, 7-8, [cit. 2011-10-31]. Dostupný z WWW: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2010/PDF/263-266.PDF
- [50] BERÁNEK, J. *Slovník potravinářů a gastronomů*. 1. vyd. Praha: MAG Consulting s.r.o., 2005. 104 s. ISBN 80-86724-04-2
- [51] <http://www.aromadictionary.com/articles/acetobacter.jpg>
- [52] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4f/Z-value.png>
- [53] http://gymtri.trinec.org/soubory/Biologie/1-rocnik/eukaryotni-bunky/osmoticke_jevy.PNG
- [54] POLLMER, U., SCHMELZER-SANDTNEROVÁ, B. *Šokující pravda o výrobě potravin*. Olomouc: Fontána, 2001. 256 s
- [55] Výroba solivarské soli [online]. [cit. 21.4.2012]. Dostupný z WWW: <http://www.alpskasul.cz/zlato/vyuka.html>
- [56] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 3. vyd., Praha: Academia, 2008, 363 s. ISBN 978-802-0017-031
- [57] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře*. 1. vyd., Praha: Nakladatelství technické literatury, 1983
- [58] Vyhláška č. 113/2005 o způsobu označování potravin a tabákových výrobků. In: *Sbírka zákonů ČR*. 2005. Dostupné z WWW: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005853&docType=ART&nid=11307>
- [59] Vyhláška č. 132/2004 o mikrobiologických požadavcích na potraviny, způsobu jejich kontroly a hodnocení. In: *Sbírka zákonů ČR*. Praha, 2004. Dostupné z WWW: http://www.pravnipredpisy.cz/predpisy/ZAKONY/2004/132004/Sb_132004_-----_.php

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PL	plnotučná
ATP	adenosintrifosfát
ES	Evropské společenství
G ⁻	Gramnegativní
AITK	Allylisoithiokyanatan
NaOH	Hydroxid sodný
FF	Fenolftalein
HCl	Kyselina chlorovodíková
CPM	Celkový počet mikroorganismů
NaCl	Chlorid sodný

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Žluté semínko hořčice bílé [8]	11
Obr. č. 2 <i>Acetobacter aceti</i> [8].....	12
Obr. č. 3 Schéma výroby plnotučné hořčice [51]	16
Obr. č. 4 z-hodnota, v tomto případě je z-hodnota rovna 10°C [52]	25
Obr. č. 5 Buňka v hypertonickém, izotonickém a hypotonickém prostředí [53].....	27
Obr. č. 6 Graf obsah sušiny v průběhu skladování při mezní teplotě 25 °C.....	45
Obr. č. 7 Graf změna hodnoty pH během skladování při mezní teplotě 25 °C	46
Obr. č. 8 Graf obsah kyseliny octové během skladování při mezní teplotě 25 °C	47
Obr. č. 9 Graf počtu kvasinek během skladování při mezní teplotě 25 °C.....	49
Obr. č. 10 Graf celkového počtu mikroorganismů během skladování při mezní teplotě 25 °C	49

SEZNAM TABULEK

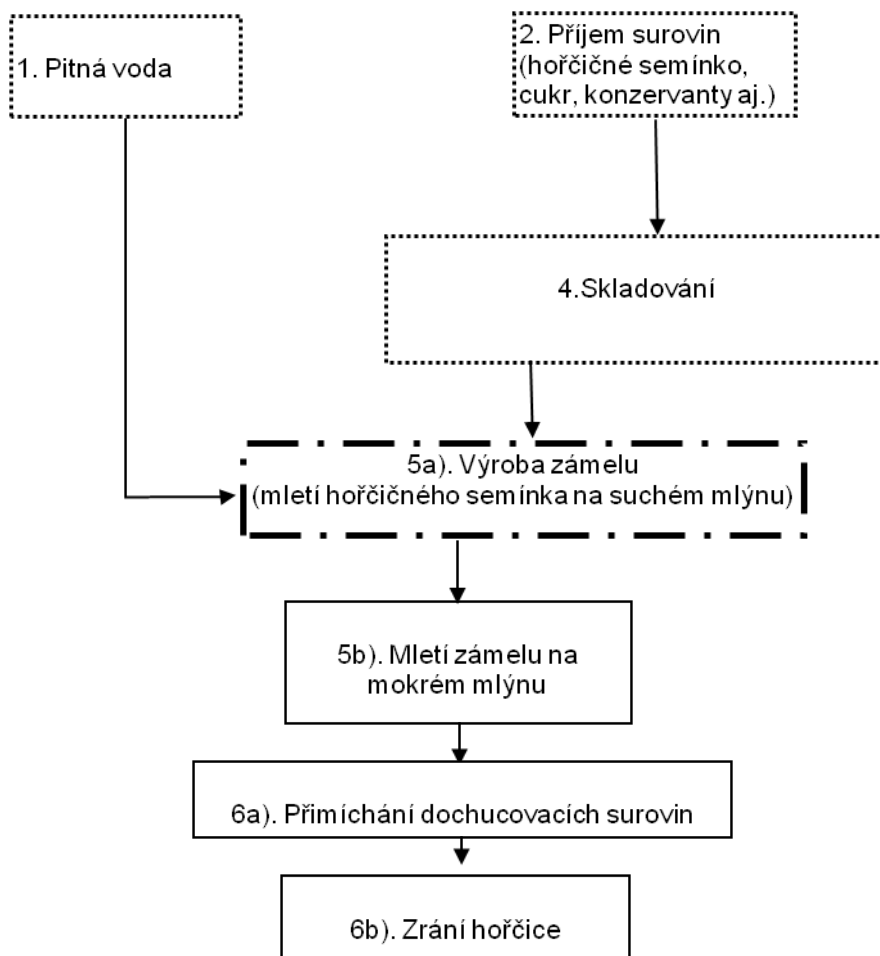
Tab. 1 Účinky organických kyselin na životní činnost mikroorganismů [24]	30
Tab. 2 Rozpis surovin pro přípravu plnotučné hořčice	35
Tab. 3 Složení GTK agaru	42
Tab. 4 Složení GKCH agaru	44
Tab. 5 Výsledky stanovení obsahu sušiny	45
Tab. 6 Výsledky stanovení hodnoty pH	46
Tab. 7 Výsledky stanovení kyseliny octové	47
Tab. 8 Výsledky stanovení CPM	48
Tab. 9 Výsledky stanovení počtu kvasinek	48
Tab. 10 Jakostní požadavky na potravinářskou sůl [9]	61
Tab. 11 Jakostní požadavky na potravinářský cukr [9]	61
Tab. 12 Jakostní požadavky na kvasný ocet [9]	62
Tab. 13 Jakostní požadavky na hořčičné semeno [9]	62

SEZNAM PŘÍLOH

PI **Diagram výroby PL hořčice**

PII **Jakostní požadavky na jednotlivé suroviny pro výrobu PL hořčice**

PŘÍLOHA P I: DIAGRAM VÝROBY PL HOŘČICE



PŘÍLOHA P II: JAKOSTNÍ POŽADAVKY NA JEDNOTLIVÉ SUROVINY PRO VÝROBU PL HOŘČICE

Tab. 10 *Jakostní požadavky na potravinářskou sůl [9]*

Skupina Podskupina	Chuť	Vůně	Obsah NaCl v sušině % nejméně	Minerální příměsi v sušině % nejvýše	Obsah potravního doplňku v kg soli
jedlá sůl	slaná	neutrální, bez cizích pachů	98,0	2,0	-
jedlá sůl s jodem	slaná	neutrální, bez cizích pachů	98,0	2,0	27±7 mg jodu
jedlá sůl s jodem a fluorem	slaná	neutrální, bez cizích pachů	98,0	2,0	27±7 mg jodu nejvýše 250 mg fluoru
jedlá sůl s jodem obohacená	slaná	neutrální, bez cizích pachů	97,0	-	27±7 mg jodu potravní doplněk dle údajů výrobce

Tab. 11 *Jakostní požadavky na potravinářský cukr [9]*

Skupina	Sacharóza polarimetricky v hm. % nejméně	Invertní cukr v hm. % nejvýše	Ztráta suše- ním v hm. % nejvýše	Popel kondukto- metricky v hm. % nejvýše	Barva v roztoku při 420 nm IU nejvýše
cukr extra bílý	99,7	0,04	0,1	0,01	22,5
cukr bílý	99,7	0,04	0,1	0,04	45
cukr polobílý	99,5	0,10	0,1	0,10	150
cukr moučka	96,7	0,10	0,2	0,04	-
tvarovaný cukr	99,5	0,10	0,25	0,04	150
cukr s přísadami	85,0	-	1,2	-	-
přírodní cukr	97,5	0,09	1,4	0,8	-
kandys	98,5	-	1,0	0,45	-

Tab. 12 *Jakostní požadavky na kvasný ocet [9]*

Skupina	Vzhled	Barva	Vůně a chuť	Kyselost jako kys. octová v % nejvýše	Extrakt v % nejméně
kvasný lihový	čirá tekutina, přípustný výskyt jemného sedimentu	bezbarvá nebo slabě nažloutlá až žlutohnědá	octová, podle použitých surovin, bez cizích zápachů a příchutí	10	-
kvasný vinný	čirá tekutina, přípustný výskyt jemného sedimentu	odstín odpovídající použitým surovinám	octová, podle použitých surovin, bez cizích zápachů a příchutí	10	0,1
kvasný ovocný	čirá tekutina, přípustný výskyt jemného sedimentu	odstín odpovídající použitým surovinám	octová, podle použitých surovin, bez cizích zápachů a příchutí	10	0,1
kvasný ochucený	čirá až opalizující tekutina, přípustný výskyt jemného sedimentu	odstín odpovídající použitým surovinám	octová, podle použitých surovin, bez cizích zápachů a příchutí	10	-

Tab. 13 *Jakostní požadavky na hořčičné semeno [9]*

Hořčičné semínko	Vlhkost v % nejvýše	Příměsi v % nejvýše	Nečistoty v % nejvýše
<i>Sinapis alba</i> L.	10	3,0	0,5
<i>Brassica nigra</i> L.	10	3,0	0,5
<i>Brassica juncea</i> L.	10	3,0	0,5