

Vliv vybraných hydrokoloidů na senzorické a texturní vlastnosti termizovaných tvarohových dezertů

Bc. Jiří Švarc

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří ŠVARC**
Osobní číslo: **T09563**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vliv vybraných hydrokoloidů na senzorické a texturní vlastnosti termizovaných tvarohových dezertů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Popsat a charakterizovat termizované tvarohové dezerty se zaměřením na technologii jejich výroby
2. Zpracovat literární rešerši o použitých hydrokoloidech, jejich chemické složení, strukturu, vlastnosti a použití.

II. Praktická část

1. V experimentální části popsat výrobu termizovaných tvarohových dezertů.
2. Provést základní chemické, senzorické a fyzikálně-chemické analýzy.
3. V diskuzi vyhodnotit vliv použitých hydrokoloidů na jakost termizovaných tvarohových dezertů.
4. V závěru navrhnout neoptimálnější řešení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1]PHILLIPS, G. O., WILLIAMS, P. A. (ed.). Handbook of Hydrocolloids. Woodhead Publishing, 2000. 329 p. ISBN 978-1-59124-086-0.

[2]ROSENTHAL, A. J. Food Texture - Measurement and Perception. Springer - Verlag, 1999. 322 p. ISBN 978-1-59124-812-5.

[3]HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., BŘEZINA, P. Technologie výroby potravin živočišného původu pro kombinované studium. 1st ed. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 185 p. ISBN 978-80-7318-521-3.

[4]KADLEC, P., et al. Procesy potravinářských a biochemických výrob. 1st ed. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. 308 p. ISBN 80-7080-527-7.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Dagmar Tykvartová

Kroměříž

Datum zadání diplomové práce:

25. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

20. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: ŠVARC JIŘÍ

Obor: THEVA

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 20.5. 2011



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

(2) *Dísertační, 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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).*

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

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

(2) *Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit 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

Tato práce popisuje výrobu termizovaných tvarohových dezertů. Popisuje vybrané hydrokoloidy, jejich chemické složení, strukturu, vlastnosti a použití.

V praktické části se zabývá technologickým postupem výroby termizovaných tvarohových dezertů. Zkoumá vliv vybraných hydrokoloidů na jakost termizovaných tvarohových dezertů, schopnost jednotlivých hydrokoloidů, nebo jejich směsí, udržet syrovátku v termizovaném tvarohovém dezertu po procesu termizace.

Jako optimální hydrokoloid byl vybrán xanthan. Ten dosahoval stabilních výsledků po celou dobu minimální trvanlivosti.

Klíčová slova: termizovaný tvarohový dezert, hydrokoloid, termizace, senzorické a texturní vlastnosti, jakost

ABSTRACT

This thesis describes the production of thermised curd desserts. Describes selected hydrocolloids, their chemical compositions, structures, properties and use.

In the practical part it deals with the technological process of thermised curd desserts production. It examines the impact of hydrocolloids on the quality of thermised curd desserts, the ability of each hydrocolloid, or their mixtures, to maintain the whey in thermised curd desserts after the thermization process.

Xanthan gum was selected as the most appropriate hydrocolloid. Latter mentioned hydrocolloid provides a stable product during whole shelf-life of samples.

Keywords: thermised curd dessert, hydrocolloid, thermization, sensory and textural properties, quality

Rád bych poděkoval Ing. Dagmar Tykvartové a doc. Ing. Františku Buňkovi Ph.D za vedení, odborné rady a čas, který mi věnovali při sestavování mé diplomové práce. Dále bych rád poděkoval kolektivu z U3 Růmy. Poděkování patří také firmě NATURA a.s. za poskytnutí hydrokoloidů a v neposlední řadě Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, která mi umožnila stvořit tuto práci.

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

Ve Zlíně

.....

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TERMIZOVANÉ TVAROHOVÉ DEZERTY	12
1.1 SUROVINY PRO VÝROBU TERMIZOVANÝCH TVAROHOVÝCH DEZERTŮ	12
1.1.1 Tvaroh	12
1.1.2 Smetana	14
1.1.3 Stabilizátory - hydrokoloidy.....	15
1.2 TECHNOLOGIE VÝROBY TERMIZOVANÝCH TVAROHOVÝCH DEZERTŮ.....	15
2 HYDROKOLOIDY	22
2.1 ROZDĚLENÍ HYDROKOLOIDŮ PODLE PŮVODU.....	22
2.2 HYDROKOLOIDY POUŽITÉ PRO VÝROBU TERMIZOVANÝCH TVAROHOVÝCH DEZERTŮ.....	22
2.3 POPIS A CHARAKTERISTIKA HYDROKOLOIDŮ POUŽITÝCH PRO VÝROBU TERMIZOVANÝCH TVAROHOVÝCH DEZERTŮ	22
2.3.1 Pektiny.....	22
2.3.2 Škrob	26
2.3.3 Xanthan	35
2.3.4 Želatina.....	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	42
3 CÍL PRÁCE	43
4 MATERIÁL A METODIKA	44
4.1 POPIS EXPERIMENTU	44
4.1.1 Experiment první.....	44
4.1.2 Experiment druhý.....	45
4.1.3 Experiment třetí.....	46
4.1.4 Experiment čtvrtý.....	47
4.2 VÝROBA TERMIZOVANÝCH TVAROHOVÝCH DEZERTŮ	47
4.3 ZÁKLADNÍ ANALÝZA	48
4.4 TEXTURNÍ ANALÝZA.....	49
4.5 SENZORICKÁ ANALÝZA	50
5 VÝSLEDKY A DISKUSE	51
5.1 EXPERIMENT PRVNÍ	51
5.2 EXPERIMENT DRUHÝ	53
5.3 EXPERIMENT TŘETÍ.....	55
5.4 EXPERIMENT ČTVRTÝ	57
5.5 VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY	59
5.5.1 Senzorické hodnocení na začátku doby minimální trvanlivosti.....	59

5.5.2	Senzorické hodnocení v polovině doby minimální trvanlivosti.....	60
5.5.3	Senzorické hodnocení na konci doby minimální trvanlivosti	61
5.6	SOUHRNNÁ DISKUSE.....	62
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	74

ÚVOD

Tato práce popisuje technologii výroby termizovaných tvarohových dezertů – termixů. Pro výrobu termixů jsou potřeba tři základní suroviny – tvaroh, smetana a stabilizátor. Dále je možné přidávat ovocné složky, arómata a barviva.

Tvaroh může být z mléka vyroben dvěma způsoby srážení. Jedná se o čistě kyselé srážení nebo kombinaci kyselého a enzymatického srážení. Pro výrobu tvarohu se obvykle používá kravské mléko, které obsahuje v průměru 87 % vody a 13 % sušiny. Kravské mléko je bohatým zdrojem živin. Obsahuje bílkoviny, tuky, cukry, minerální látky a vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E) i ve vodě (sk.B, C). [14, 19, 20, 22, 26, 27, 28]

Dále tato práce popisuje vybrané hydrokoloidy, které byly použity ke stabilizaci při výrobě termixů. Zabývá se jejich složením, strukturou, vlastnostmi a použitím v potravinářském průmyslu. Jejich použití při výrobě termixů je nezbytné. Důvodem nutnosti použití stabilizátorů je proces termizace. Během tohoto procesu dochází k oddělení sraženiny a syrovátky a tím narušení texturních a senzorických vlastností termixů. Použitím stabilizátoru se těmto negativním změnám předchází.

V praktické části se práce zabývá výrobou termixů a jejich následnou analýzou. Je prováděna základní analýza. Úkolem základní analýzy je zjištění pH a sušiny vzorků termixů. Dále je prováděna texturní analýza vzorků termixů. Tato analýza se zaměřuje na hodnoty relativní lepivosti, lepivosti a síly termixů.

Za pomoci základních a texturních analýz jsou vybrány vzorky termixů pro senzorickou analýzu.

Je vyhodnocen vliv hydrokoloidů na jakost termixů a navrhnuje optimální řešení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TERMIZOVANÉ TVAROHOVÉ DEZERTY

Termizované tvarohové dezerty (termixy) se vyznačují jemnou, hladkou, roztíratelnou a krémovitou konzistencí a chutí po použitých ovocných nebo jiných přísadách. V důsledku použití tepelného záhřevu (termizace) mají také delší trvanlivost. [8, 34]

1.1 Suroviny pro výrobu termizovaných tvarohových dezertů

Základními surovinami pro výrobu termizovaných tvarohových dezertů (termixů) jsou měkký tvaroh, smetana a stabilizátor. Dále může být použito máslo a podle druhu kakao, ovocná dřevina, káva, cukr, sůl, potravinářská barviva, zelenina, víno aj. [8, 34, 38, 41]

1.1.1 Tvaroh

Kvalita tvarohu, který je hlavní surovinou při výrobě termizovaných tvarohových dezertů. Má významný vliv na jemnost konzistence konečného výrobku. Jedná se o nezrající sýr vyrobený převládajícím kyselým srážením. Tvarohy jsou vyráběny s různou tučností a tím i sušinou. Přehled rozdělení podle tučností a sušiny znázorňuje tabulka 1. Tvaroh je možné

Tab. 1.: Přehled tučností a sušiny tvarohů [9]

Název skupiny	Tuk v sušině [% hm]	Obvyklá sušina [% hm]
Tučný	≥ 38,0	≥ 28,0
Polotučný	15,0 – 25,0	25,0 – 27,0
Nízkotučný, jemný	≤ 15,0	≥ 22,0
Odtučněný, měkký	≤ 5,0	≥ 22,0
Tvrký, na strouhání	≤ 5,0	≥ 30,0

vyrábět dvěma způsoby srážení. Prvním je srážení pouze kyselé, které se uplatňuje při výrobě tvrdého a průmyslového tvarohu. Při výrobě pomocí druhého způsobu se využívá kombinace srážení kyselého a enzymatického. [3, 8, 9, 28, 31, 37, 39, 41]

Mléko používané k výrobě tvarohu se upravuje pasterací. Pasterací dojde k zničení maximálního podílu vegetativních forem mikroorganismů a zajištění zdravotní nezávadnosti. Při klasické výrobě tvarohu se používá teplota 85 °C s výdrží 15 – 20 sekund. Vlivem tak vysoké teploty dochází k denaturaci části sérových bílkovin. Ty přechází do tvarohové sráženiny což má za následek zvýšení výtěžnosti. Také se zvyšuje vazba vody a to vede k snížení sušiny tvarohů. V případě výroby termotvarohu může být použita teplota 82 – 92 °C s výdrží 20 – 40 sekund. U mléka je také upravována kyselost. Ta by měla být při výrobě tvarohů vyšší. Požadované kyselosti je možné dosáhnout přidávkem vyššího množství smetanového zákysu nebo předkysáním mléka s přidaným zákysem. [3, 9, 12, 13, 22, 30, 32, 33]

Pro výrobu termizovaných tvarohových dezertů je nejvhodnější měkký tvaroh vyrobený s dostatečně vysokou dávkou syřidla. V případě nízké dávky syřidla nebo při použití nízkých koagulačních teplot při výrobě tvarohu. Mají termizované tvarohové dezerty moučnatou až krupičkovitou konzistenci. To souvisí s poměrem kyselého a syřidlového srážení při výrobě tvarohu. Měkký tvaroh lze vyrábět klasickou technologií, odstředivkovým způsobem nebo jako termotvaroh. [8, 9]

Pro klasickou výrobu tvarohu se používá vysoko pasterované mléko (85 °C, 15 – 25 s). Které se vytemperuje na teplotu 20 – 25 °C a zaočkuje 0,5 – 1,0 % smetanového zákysu. Nastává předkysání a po dosažení titrační kyselosti 8,0 – 8,4 SH se mléko zasýří malým množstvím pepsinového syřidla. Dojde k vzniku sráženiny. Srážení trvá 16 – 18 hodin do dosažení titrační kyselosti syrovátky 22 – 24 SH. Pokrájená tvarohovina se vypustí do tvarožníků. Překládáním tvarožníků za neustálého odkapávání se dosáhne požadované sušiny. Po té se tvaroh vychladí na teplotu pod 10 °C a dále zpracovává nebo balí. Toto je univerzální způsob výroby pro tvarohy různých tučností i pro tvrdý tvaroh. Takto vyrobený tvaroh neuvolňuje syrovátku, má jemnou, stejnorodou a roztíratelnou konzistenci. Jeho nevýhodou je krátká trvanlivost, vysoká pracnost a spotřeba. Tvaroh vyrobený klasickým způsobem je vhodný jako náplň do pečiva. [3, 9, 36, 41]

Tvarohy vyráběné odstředivkovým způsobem se vyrábí pouze z odstředěného mléka. Toto mléko může být ošetřeno šetrnou pasterací při teplotě 74 – 75 °C a výdrží 20 – 40 sekund. Srážení probíhá v koagulačních tancích po dobu 16 – 18 hodin do dosažení titrační kyselosti koagulátu 36 – 40 SH. Poté se koagulát dokonale rozmíchá a odstřeďuje. Výsledná

sušina je přibližně 20 %. Zvýšení sušiny je možné temperancí koagulátu před odstředováním na teplotu 40 °C s výdrží 30 minut. Tvaroh vyrobený odstředivkovým způsobem snadno uvolňuje syrovátku. Jeho konzistence je jemná, stejnorodá, pastovitá a snadno roztíratelná. Není tak pracný na výrobu, ale jeho nevýhodou je krátká trvanlivost a největší spotřeba mléka. Jako náplň do pečiva není vhodný. [3, 9, 32, 40, 41]

Při výrobě termotvarohu jsou použity vyšší teploty pasterace mléka s delší výdrží a tvarohovina je před odstředováním termizována. Sušina termotvarohu je snížena na 17 – 18 %. Mléko je pasterováno při teplotě 82 °C s výdrží 5 – 6 minut. Mléko se obdobně jako u předchozích dvou způsobů zaočkuje čistými kulturami a přidá se syřidlo. Vzniklá sraženina se termizuje při teplotě 60 – 64 °C po dobu 4 – 6 minut. Poté dojde k odstředění sraženiny při teplotě 40 – 44 °C. Při výrobě termotvarohu se spolu se smetanovým zákysem používají i termofilní kultury. Při tomto způsobu výroby tvarohu dojde k zachycení až 50 % syrovátkových bílkovin. Ty lépe vážou vodu a dochází ke zvýšení výtěžnosti. Termotvaroh má dobrou vaznost vody v nízkých teplotách. Při pečení však dochází k uvolňování vody. Není tudíž vhodný jako náplň do pečiva. Termotvaroh má v důsledku termizace a aseptického plnění dlouhou trvanlivost. Výroba není tak pracná, protože jsou linky automatizované. Spotřeba mléka je zde nízká. [3, 9, 32, 40, 41]

1.1.2 Smetana

Smetana má významný vliv na tučnost termizovaných tvarohových dezertů. Čím více tuku je obsaženo, tím jemnější konzistence při termizaci dosáhneme. Smetana se vyrábí s různým obsahem tuku. Konzumní smetana se dělí na dvě hlavní skupiny výrobků. První skupinu představuje sladká smetana a smetana do kávy. Jejich tučnost se pohybuje v rozmezí od 10 do 18 %. Druhou skupinu tvoří smetana ke šlehání s 30 – 40 % tuku. Při použití vysokotučné smetany, na výrobu termizovaných tvarohových dezertů, je dosaženo jemné konzistence i s minimální dávkou stabilizátoru. Naopak beztukou tvarohovinu prakticky nelze termizovat ani za použití vysoké dávky stabilizátoru. [8, 9, 12, 18, 40]

Smetana se vyrábí současně se zpracováním mléka. Smetana se od mléka oddělí v odstředivce při procesu tepelného ošetření. Smetana obvykle prochází tepelným ošetřením o vyšší teplotě než u mléka. Tučnost smetany se upravuje za odstředivkou pomocí přídavku odstředěného mléka. Smetana dále může procházet procesem deaerace (obvykle po odstředění) a homogenizace. Poté se smetana balí nebo dále použije ve výrobě. Homogeni-

zace zabraňuje vyvstávání tuku a umožňuje též upravit viskozitu smetan, ale zhoršuje její termostabilitu. Obvykle homogenizace probíhá v rozmezí teplot 60 – 70 °C. Avšak v případě, že by homogenizace byla provedena v rozmezí teplot 10 – 40 °C může dojít vlivem mechanického namáhání tukových kuliček s částečně vykrystalizovaným tukem k jejich porušení. Porušené tukové kuličky se snadno spojují a při skladování vytváří hustou nerozmíchatelnou vrstvu tuku. Také se zvyšuje riziko lipolýzy. Je proto vhodné po tepelném ošetření zařadit tzv. fyzikální zrání smetany. Při fyzikálním zrání se smetana rychle vychladí a tuk se nechá bez míchání několik hodin krystalizovat v uzrávači smetany. Přídavkem karagenanu je možné zabránit shlukování tuku během skladování. [9, 11, 12, 13, 14, 18, 30, 32, 40, 45]

1.1.3 Stabilizátory - hydrokoloidy

Termín hydrokoloidy zahrnuje řadu polysacharidů a bílkovin. Ty jsou dnes používány v nejrůznějších průmyslových odvětvích a vykonávají řadu funkcí. Slouží jako zahušťující a želírující látky, stabilizují pěny, emulze a disperze, brání vytváření ledových a cukerných krystalů a slouží také k řízenému uvolňování příchutě atd. [1, 5, 7, 13]

Podrobněji jsou hydrokoloidy zpracovány v kapitole 2.

1.2 Technologie výroby termizovaných tvarohových dezertů

Dosáhnout prodloužené trvanlivosti a jemné konzistence je jedním z hlavních problémů výroby termizovaných tvarohových dezertů. Dosažení těchto vlastností závisí na použitých surovinách. Především na tvarohu a volbě vhodného stabilizátoru. Bylo zjištěno, že použitá sladidla neovlivňují podstatně konzistenci finálního výrobku. Avšak tučnost výrobku má na průběh termizace značný vliv. Jemnější konzistence se při termizaci dosáhne zvýšením obsahu tuku. Pro dosažení lepších výsledků je vhodnější použít vysokotučnou smetanu a máslo než smetanu o nižší tučnosti. Vysokotučné suroviny se termizují snadněji, a to i bez přídavku stabilizátoru. Naopak vůbec nelze termizovat beztukou tvarohovou surovinu, a to ani při maximální dávce stabilizátoru. Při ohřevu dochází k vysrážení bílkovin a oddělení syrovátky. [8, 22, 38]

Na jakost termizovaných tvarohových výrobků má rozhodující vliv jakost použitého tvarohu. Tvaroh srážený za dostatečně vysoké dávky syřidla při teplotě 26 – 30 °C je pro termi-

zaci a výrobu termizovaných tvarohových dezertů nejvhodnější. Naopak tvaroh vyrobený s nižšími dávkami syřidla nebo při koagulačních teplotách 23 – 25 °C způsobuje moučnatou až krupičkovitou konzistenci termixů. To souvisí s poměrem kyselého a syřidlového srážení při výrobě tvarohu. Tvaroh vyráběný kyselým srážením je v podstatě izoelektricky vysrážený kasein. Ten může po předchozím ohřevu sraženiny na teplotu 50°C při odstředování uvolnit až 90 % syrovátky. Avšak pokud je při srážení tvarohu použito společného účinku kyseliny mléčné a syřidla, tak se za srovnatelných podmínek uvolní z tvarohové suspenze pouze 45 % syrovátky. Za pomoci reologického měření bylo zjištěno, že sraženina vzniklá použitím kyseliny mléčné i syřidla má sedmkrát větší pevnost než sraženina s převahou kyselého srážení. Dokonce i přes vyšší vazbu vody. Tato vyšší vazba vody v tvarohu má příznivý účinek na další průběh termizace. Vazba vody je závislá také na pH. Optimální pH tvarohu pro termizaci je 3,9 – 4,2. Vyšší hodnoty pH při termizaci způsobují moučnatost a krupičkovitost. To souvisí také s rovnováhou minerálních látek a bílkovin v tvarohu. Při nižších hodnotách pH pak do syrovátky přechází větší podíl vápenatých iontů. Čímž se snižuje obsah vápníku v tvarohu. Při zvýšeném obsahu těchto vápenatých iontů v tvarohu dochází ke vzniku moučnatosti a krupičkovitosti termizovaných tvarohových výrobků. Tomu lze předejít přidávkem kyseliny citronové. Ta snižuje pH výrobku a váže volné vápenaté ionty. [8, 23, 38]

Jakost tvarohu není důležitá jen pro chuť a konzistenci termixů, ale také pro jejich mikrobiologickou jakost. Podstatná část přítomné mikroflóry se sice zničí termizací, ale malá část stále přežívá. Zde se negativně uplatňují hlavně termostabilní enzymy (proteasy, lipasy). Které pocházejí z kontaminující mikroflóry mléka. [8, 22, 23]

Při výrobě termizovaných tvarohových dezertů typu termix se k termizaci používají převážně termizátory s přímým ohřevem. [8]

V případě termizátoru s nepřímým ohřevem probíhá pouze tepelný ohřev. Další operace jako je dávkování surovin, promíchávání surovin před termizací, tepelná výdrž po termizaci a homogenizace po výdrži se musí provádět v dalších zařízeních. Naopak přímý ohřev je jednodušší. V tomto případě celý proces probíhá v jedné nádobě. Termizátory pro přímý ohřev jsou vybaveny rychloběžnými noži. Ty mají vysoký zjemňující (homogenizační) účinek. Ještě jemnější konzistence výrobků lze u termizátorů s přímým ohřevem dosáhnout vstříkem horké páry do termizátoru. Při přímé termizaci se díky větší výdrži dosahuje většího termizačního účinku. Termizační účinek u přímého ohřevu se zvyšuje také zpracová-

ním surovin ve vakuu. Zpracování ve vakuu také chrání tuk před oxidací. Avšak přímý vstřík páry zvyšuje obsah vody ve výrobku a snižuje sušinu až o 10%. S čímž se musí v receptuře počítat. Pára použitá při přímé termizaci musí být potravinářsky čistá a nesmí obsahovat zdravotně závadná rezidua. Pokud je pro výrobu termixů použit termizátor s nepřímým ohřevem, tak se musí suroviny připravit a promíchat v odděleném zařízení. Promíchání je jednodušší při natučnění výrobku smetanou místo másla. [8, 22, 29, 30]

V obou případech (přímý i nepřímý ohřev) se termizovaná směs čerpá z termizátorů přímo na baličky nebo přes sběrnou nádobu. Termixy se balí do plastových vaniček, ukládají na palety a odvázejí do chladírny. [8]

Při výrobě termizovaných tvarohových výrobků je důležité použití stabilizátorů. Ty pomohou dosáhnout jemné konzistence a dokonalé vazby vody. Zahříváním směsi komponent pro výrobu termixů na teplotu 65 – 70 °C bez stabilizátorů, dochází k srážení bílkovinných složek do velkých konglomerátů. Toto srážení vlivem působení tepla v termizátoru, probíhá i při intenzivním míchání. Termix získává krupičkovitou konzistenci. Dochází k uvolňování tekuté fáze (vody a nestabilní tukové emulze). Aby se zabránilo těmto nežádoucím jevům, přidávají se do směsi stabilizující přídatné látky. Tyto stabilizující, emulgační a zahušťující přídatné látky dodávají termizovaným výrobkům nové vlastnosti. Udržují a upravují konzistenci, zabraňují oddělování syrovátky, napěňují a udržují strukturu pěny, emulgují a zajišťují emulzní stabilitu výrobků s přidavkem tukových složek. Zvyšují vazbu vody a tuku, napomáhají vytvoření homogenní hladké struktury, zjemňují chuťový vjem a mohou mít i dietetický význam. Všechny přídatné látky musí splňovat platné právní normy. Přídatné látky používané k dosažení vhodných organoleptických vlastností, kvality a trvanlivosti mléčných dezertů lze rozdělit na emulgátory a stabilizátory. Některé mohou působit současně jako emulgátor i stabilizátor. [1, 8, 22, 38]

Emulgátory jsou povrchově aktivní látky. Snižují povrchové napětí mezi tukovou a vodnou fází a usnadňují tak tvorbu emulzí. V mléčných výrobcích se jako emulgátory často používají monoacylglyceroly a diacylglyceroly, případně jejich modifikace. Povrchově aktivní účinky mají díky přítomnosti hydrofilní a lipofilní části molekuly. Emulgátory podporují vznik a stabilizaci emulzí, řídí aglomeraci tukových částic, zlepšují reologické vlastnosti výrobku, ovlivňují krystalickou modifikaci v tucích. [8, 38]

Stabilizátory jsou vysokomolekulární látky, které podporují tvorbu textury mléčných výrobků. Mají schopnost absorbovat velké množství vody. Tvoří gely a velmi viskózní suspenze nebo roztoky s nízkým obsahem sušiny. Jejich velké molekuly mohou vytvořit ochranný film kolem bílkovinných molekul. To umožní vytvoření jemné a stabilní disperze, zabraňuje synerezi směsi, případně koagulaci bílkovin při tepelném záhřevu. Používané stabilizátory by měli po dispergaci ve vodě bobtnat, tvořit vysoce viskózní roztoky, suspenze nebo gely. Tím poskytnout výrobek s požadovanou strukturou. Také by měli zabránit synerezi, zlepšit konzistenci výrobků a působit jako pěnотvorná činidla. Všechny hydrokoloidy, které většinou po chemické stránce patří do skupiny polysacharidů, mají stabilizační účinky. [1, 8, 34, 38]

Před technologickou aplikací stabilizátoru je třeba vždy provést experimentální ověření v konkrétních případech podle daných technologických a recepturních podmínek. Pokud by byl stabilizátor aplikován nevhodným nebo nesprávným způsobem. Tak by došlo ke zhoršení textury výrobku nebo by mohlo dojít k nežádoucím změnám kvality během skladování. Výběr vhodného hydrokoloidu závisí na požadovaném účinku. Účinnost stabilizátoru je výrazně ovlivněna přítomností dalších složek ve směsi, kyselostí prostředí, obsahem rozpustné sušiny a způsobem technologického zpracování výrobku. [1, 8]

V praxi je obvykle využíváno komerčních stabilizátorů. Ty jsou tvořeny směsí hydrokoloidů ve vhodném poměr. K dosažení požadovaných vlastností daného typu výrobku. [1, 8, 38]

V mlékárenském průmyslu se stabilizátory používají u kysaných mléčných výrobků a šlehaných výrobků na bázi tvarohu a jogurtu. Stabilizátory musí v této skupině výrobků především chránit bílkoviny před koagulací během tepelného ošetření (tzn. zabránit synerezi a písčitosti), zlepšit viskozitu kysaných mléčných nápojů (tzn. dosáhnout jemné a plné chuti, hladké konzistence), stabilizovat našlehané výrobky, stabilizovat tvarohové dezerty, vazbu vody, tuku a zabránit uvolňování syrovátky. Nejčastěji je zde používána želatina, agar, pektin, moučka ze svatojánského chleba, škroby, algináty, či jejich směsi. Obecně vyšší přísávek těchto látek umožní vyšší teplotu termizace, aniž by došlo ke zhoršení konzistence termixů. Avšak při použití příliš vysoké dávky stabilizátoru získávají termixy pudinkovitý charakter. [1, 8, 38]

Termizace má vliv na mikroorganismy a další změny při termizaci a skladování termixů. Její účinek na tvarohové dezerty lze vyjádřit termizačním efektem TE:

$$TE = \frac{N_0 - N_1}{N_0} \cdot 100$$

Kde N_0 vyjadřuje počet mikroorganismů před termizací a N_1 počet mikroorganismů po termizaci. [8, 22]

Úkolem termizace je zničit nežádoucí mikroorganismy. Ty znehodnocují výrobky při skladování. Odolnost jednotlivých druhů mikroorganismů vůči teplotě je rozdílná. Při teplotě 58 °C se ničí koliformní bakterie. Kvasinky se obvykle ničí již při teplotě 60 °C. Avšak v některých případech kvasinky přežívají v termizovaných tvarohových dezertech teplotu 65 °C. Kvasinky jsou termizovaných výrobků nejčastější příčinou znehodnocení během skladování. Nebezpečí tohoto znehodnocení je obzvláště vysoké v případě, že množství kvasinek v tvarohu a ostatních surovinách dosáhne před termizací počtu 10^5 a více. Zárodky plísní jsou ničeny při teplotách nad 60 °C. Počet mezofilních mikroorganismů se při teplotě 55 °C snižuje asi o 96 % a při teplotě 65 °C asi o 99 %. [8, 22, 23, 52]

Kromě termizační teploty je důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu výchozí surovina a přísady. Výchozí suroviny a přísady by proto měli být co nejkvalitnější. Měla by se u nich provádět pravidelná laboratorní kontrola. V případě špatných výchozích surovin totiž nepostačí k zabezpečení kvalitních finálních výrobků ani vysoká termizační teplota. [8, 22]

Počet mikroorganismů v termixech narůstá v průběhu skladování. Jejich celkový nárůst ovlivňuje teplota skladování a druh přeživší mikroflóry. Pokud jsou termixy skladovány při chladírenských teplotách. Dochází k většímu nárůstu jen u mezofilních bakterií. Hlavně po delší době skladování. Podstatně vyšší nárůst většiny druhů mikroorganismů nastává při teplotě 23 – 25 °C. Pro dodržení platných právních předpisů je tedy důležité skladovat výrobky po celou dobu při nízkých teplotách. [8, 22]

Při skladování termixů nedochází ke změnám sušiny. To zajišťuje kvalitní uzavření plastových vaniček hliníkovou fólií. Únik vody vypařováním je tak zcela zanedbatelný. Ke změnám kyselosti může dojít prokysáváním skladovaného výrobku. Zejména v případě skladování výrobků při pokojové teplotě. Kdy v termixech nastávají ideální podmínky pro kyselinotvorné bakterie. Může tak dojít k značnému nárůstu kyselosti a hodnota pH může klesnout až na 3,5. Vlivem mechanického namáhání v termizátorech jsou také zmenšeny tuko-

vé kuličky o 24 – 25 %. Vysokým stupněm homogenizace je zjemněna konzistence termixů. Avšak při nevhodném skladování při teplotách nad 6 – 8 °C může být zvětšený povrch tukové fáze a porušení obalů tukových kuliček příčinou zrychlené lipolýzy a žluknutí. [8, 23]

Linka pro výrobu termixů s termizátorem pro nepřímý ohřev se skládá ze:

- zásobníku pro skladování tvarohu k výrobě termixů
- tanku na skladování a promíchávání smetany
- čerpadla pro dopravu smetany od zásobníku k míchačce
- čerpadla tvarohu pro dopravu od zásobníku k míchačce
- mísiče tvarohu se stabilizátorem pro dávkování stabilizátoru a promíchání
- zásobníku cukru
- zvedacího a překlápěcího zařízení pro zvedání odměřené dávky tvarohu do míchačky
- míchačky pro míchání tvarohu se smetanou a přísadami
- čerpadla pro dopravu namíchané směsi od sběrné mísy čerpadla termizátoru
- termizátoru včetně regulace
- temperační nádrže (výdržník teploty) pro dosažení termizačního efektu
- homogenizačního čerpadla nebo dezintegrátoru pro dosažení správné konzistence výrobku
- baličky pro balení hotového výrobku
- váhy pro odvažování surovin.

[8, 23, 29]

Jednodušší je linka pro výrobu termixů s termizátorem pro přímý ohřev, která se skládá ze:

- zásobníku tvarohu pro skladování tvarohu k výrobě termixů
- čerpadla tvarohu pro dopravu tvarohu od zásobníku k navažování
- skladovacího tanku pro skladování a promíchávání smetany

- čerpadla pro dopravu smetany od zásobníku k navažování
- zásobníku cukru
- váhy pro odvažování surovin
- termizátoru včetně vakuového čerpadla
- filtru páry
- regulačního panelu
- zásobní nádrže na finální výrobek
- čerpadla finálního výrobku
- baličky.

[8, 23, 29]

2 HYDROKOLOIDY

Pojem hydrokoloidy označuje řadu polysacharidů a bílkovin. Tyto látky plní mnoho funkcí v nejrůznějších průmyslových odvětvích. Slouží například jako zahušťující a želírující látky, stabilizátory pěn, emulzí a disperzí, brání vytváření ledových a cukerných krystalů, atd. [1, 38]

2.1 Rozdělení hydrokoloidů podle původu

Hydrokoloidy se mohou dělit podle mnoha kritérií. Jedním ze způsobů dělení hydrokoloidů je dělení podle jejich původu. Kdy jsou hydrokoloidy rozděleny do pěti hlavních skupin. Jde o hydrokoloidy rostlinné, mikrobiální (xanthan, kurdlan, dextran, gelanová guma, celulóza), živočišné (želatina, kaseináty, syrovátkové bílkoviny, chitosan), syntetické (modifikované škroby, dextriny) a hydrokoloidy mořských řas. Rostlinné hydrokoloidy se dále dělí na hydrokoloidy stromů (celulóza, arabská guma, guma karaja, guma ghatti), rostlin (škrob, pektin, celulóza), semen (guarová guma, tara guma, tamarindová guma) a hlíz (konjaková guma). Hydrokoloidy mořských řas se dále dělí na hydrokoloidy červené mořské řasy (agar, karagenany) a hnědé mořské řasy (algináty). [1, 8, 35]

2.2 Hydrokoloidy použité pro výrobu termizovaných tvarohových dezertů

Rostlinné – pektin, škrob

Mikrobiální – xanthan

Živočišné – želatina

Modifikované – modifikovaný škrob

2.3 Popis a charakteristika hydrokoloidů použitých pro výrobu termizovaných tvarohových dezertů

2.3.1 Pektiny

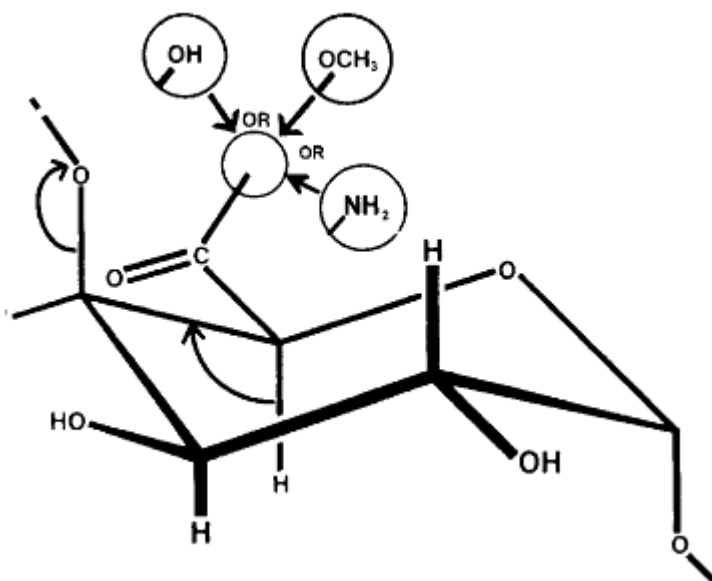
Pektiny jsou polysacharidy pletiv vyšších rostlin. Kde tvoří součást stěn primárních buněk a mezibuněčných prostor. Vznik a ukládání probíhá hlavně v ranných stádiích růstu. Kdy

dochází ke zvětšení ploch buněčných stěn. Jsou obsaženy prakticky ve všech druzích ovoce a zeleniny. Jejich přítomnost a změny během růstu, zrání, skladování a zpracování značně ovlivňují především texturu ovoce a zeleniny. Mají proměnlivé složení. Patří mezi polysacharidy tvořící vlákninu potravy. Ovlivňují metabolismus glukosy a snižují množství cholesterolu v krvi. Obchodní preparáty používané v potravinářství jako přídatné látky obsahují alespoň 65 % hmotnostních kyseliny galakturonové. Obvykle také obsahují přidaný cukr pro standardizaci účinku. [1, 5, 6, 44]

Základní strukturu pektinů tvoří lineární řetězce D – galakturonové kyseliny spojené α -(1→4) vazbami. Také nazývané polygalakturonová kyselina. Jednotky galakturonové kyseliny (obr.č.1.) jsou esterifikovány methanolem do různého stupně. U komerčních preparátů pektinů je obvykle esterifikováno 67 – 73 %. U jablečného pektinu může být esterifikováno až 80 %. V některých pektinech je část hydroxylových skupin acetylována. Některé α -D-galaktopyranuronáty nebo methyl-(α -D-galaktopyranuronáty) jsou acetylovány v poloze C-2 nebo C-3. Větší množství acetylovaných skupin obsahují především pektiny cukrové řepy. V menší míře pak pektiny brambor a mrkve. Neesterifikované volné karboxilové skupiny galakturonové kyseliny mohou být neutralizovány různými kationty. [1, 5, 6, 44]

Pektiny obsahují řadu neutrálních cukrů. Hlavní řetězce kyseliny galakturonové jsou přerušovány rhamnosou. Ta bývá obsažena v pektinech v množství 1 – 4 %. Úseky molekul pektinů obsahující rhamnosu se nazývají rhamnogalakturonany. Další neutrální polysacharidy jsou obsaženy v postranních řetězcích. Je to především L-arabinosa a D-galaktosa. V menší míře pak D-xylosa, D-glukosa, D-manosa, L-fukosa a další. Arabinosa a galaktosa jsou přítomny s často značným množstvím cukerných jednotek a mají strukturu arabinanů a arabinogalaktanů. Postranní řetězce jsou k hlavnímu rhamnogalakturonovému řetězci připojeny prostřednictvím rhamnosy nebo méně často kyselinou galakturonovou. Hlavní řetězec arabinanů tvoří jednotky α -L-arabinofuranosy spojené vazbami (1→5). Substituován je různým počtem arabinofuranosových zbytků. Tyto postranní řetězce mohou být mnohonásobně větvené. Arabinogalaktany se vyskytují ve dvou formách. První forma má v hlavním řetězci vázanou galaktopyranosu a je substituována krátkými postranními řetězci α -L-arabinofuranosy připojené na galaktosu. Tato forma se vyskytuje v pektinech jablek, citrusového ovoce, zelí, rajčat i brambor. Hlavní řetězec druhé formy je tvořen β -D-galaktopyranosovými jednotkami. Ty jsou terminovány především α -L-arabinofuranosou a částečně také β -L-arabinopyranosou. Tato forma se vyskytuje v jablkách, hroznech, cukro-

vé řepě, semenech řepky. Na arabinosu a galaktosu je v pektinech vázáno také malé množství ferulové kyseliny. Obě cukerné jednotky arabinany i arabinogalaktany tvoří tzv. vlasové oblasti molekuly. Hladké úseky jsou tvořeny nesubstituovanou polygalakturonovou kyselinou a jsou vazebnými zónami. Velikost vazebných zón při tvorbě gelů určuje umístění rhamnosy v řetězci. [1, 5, 6, 44]



Obr.č.1.: Galakturonová kyselina [1]

Pektiny jsou rozpustné ve vodě. Jejich rozpustnost však klesá s rostoucí molekulovou hmotností a stupněm esterifikace. Rozpustnější než volné kyseliny jsou soli polygalakturonových kyselin. Disperze pektinů jsou málo viskózní. Proto pektiny nejsou příliš vhodná zahušňovadla. Na viskozitu pektinů má vliv řada faktorů – obsah rozpustné sušiny, pH, koncentrace pektinu a vápníku a další. Přídavkem sacharózy lze zlepšit viskozitu vysokoesterifikovaných pektinů. Viskozita nízkoesterifikovaných pektinů se zlepšuje v přítomnosti vápenatých iontů. [1, 5, 6, 44]

Tvorba gelu je závislá na stupni esterifikace a pH. U vysokoesterifikovaných pektinů dochází k tvorbě gelu za přítomnosti cukru v kyselém prostředí. Cukr na sebe váže vodu a tím snižuje stupeň hydratace pektinu. Disociaci karboxylových skupin potlačují kyseliny v prostředí. Potřeba kyselin v prostředí klesá s rostoucím stupněm esterifikace. Při pH 3,4 tvoří gel rychle želírující pektiny a při pH 3,2 pomalu želírující. Takto připravené gely nejsou termoreverzibilní. U nízkoesterifikovaných pektinů dochází k tvorbě gelu v přítomnosti vápenatých iontů. Gelovatění je závislé na teplotě, pH, iontové síle a množ-

ství přidaného vápníku. Potřeba vápenatých iontů roste se stoupající kyselostí prostředí. Množství potřebných vápenatých iontů lze snížit také přidavkem cukru. Takto připravené gely jsou termoreverzibilní. V neutrálním prostředí mají pektinové molekuly záporný náboj. Reagují s kladně nabitými polymery. Tím stabilizují kasein v kyselém prostředí a umožňují tepelné ošetření kysaných mléčných výrobků. U ovocných produktů ovlivňují konzistenci a texturu interakcí s rostlinnými proteiny. [1, 6, 38, 44]

K hydrolyze pektinu může dojít působením rostlinných nebo mikrobiálních enzymů. V kyselém prostředí při pH 3-4 je pektin poměrně stabilní, ale v silně kyselém prostředí opět dojde k hydrolyze pektinu. K hydrolyze může dojít i v slabě kyselém prostředí při zvýšení teploty. K hydrolyze dochází i v alkalickém prostředí. Kde se hydrolyzují především esterové vazby. Dochází také k depolymeraci polysacharidového řetězce. [1, 6, 44]

Reakcí vysokoesterifikovaných pektinů s amoniakem vzniká amidovaný pektin. Ten má ve srovnání s nízkoesterifikovanými pektiny vyšší afinitu k vápenatým iontům. [1, 6, 38]

Tvrdość a pevnost nezralého ovoce a zeleniny způsobují nerozpustné pektinové látky. Tyto látky podléhají enzymové a neenzymové degradaci. Kdy během zrání, skladování a zpracování dochází k měknutí ovoce a zeleniny vlivem těchto degradací. Zároveň dochází ke ztrátě želírující schopnosti pektinu. Během měknutí rostlinných pletiv v době zrání se pektiny uvolňují z komplexů polysacharidů tvořících buněčné stěny. Tyto pochody přetrvávají i během skladování. Pokud ovoce a zelenina obsahují aktivní endo-polygalakturonasy a pektinmethylesterasy. Pak měknou výrazně rychleji. Toto měknutí není tolik výrazné u ovoce a zeleniny obsahujících pouze *exo*-polygalakturonasy. Ve fázi zpracování se dají enzymatické změny potlačit tepelnou inaktivací enzymů. Dále lze změny ovlivnit přidavkem monovalentních a bivalentních kationtů. V případě monovalentních kationtů dochází k vytěsnění bivalentních kationtů a měknutí ovoce a zeleniny. Jsou-li přidány bivalentní kationty dochází ke zpevnění textury ovoce a zeleniny vlivem ochrany pektinů před depolymerací. V konzervárenství a cukrovarnictví lze využít pektolytické enzymy na zvýšení výtěžnosti a k čiření. [5, 6, 44]

U mléčných výrobků a mléčných analogů má pektin odlišné funkce. Vysokoesterifikovaný pektin může působit jako stabilizátor proteinové disperze za sníženého pH v jogurtových i mléčných nápojích. Naproti tomu nízkoesterifikovaný pektin se chová zcela odlišně.

V případě vyššího obsahu kyselin ve výrobku nebo interakcí s vápníkem obsaženým ve výrobku může dojít k tvorbě gelu. [1, 38]

Pektin je tedy účinný ochranný hydrokoloid pro kaseinové částice při pH 3,9 - 4,1. Tudíž je vhodný pro použití v jogurtech. Je důležité zhomogenizovat jogurt a tím rozbít bílkovinné agregáty. Je také důležité provést homogenizaci již v přítomnosti pektinu a ještě před tepelným ošetřením. Viskozitu konečného výrobku ovlivní množství potřebného pektinu a stupeň homogenizace. Pokud bude pektinu více než je potřeba pro stabilizaci disperze. Dojde ke zvýšení viskozity konečného výrobku, které může nebo nemusí být žádoucí. Po tepelném ošetření může následovat další homogenizace, aby bylo dosaženo maximální stability. Podobně je možné stabilizovat i mléka s přídavkem ovocných šťáv, nápoje na bázi syrovátky a další. [1, 38]

Na mléčné gely a dezerty lze použít nízkoesterifikovaný pektin. Ten se přidá jako prášek přímo do mléka. Je vhodné pektin nejdříve smíchat s několikanásobným množstvím cukru. Následně se směs pektinu s cukrem přidá do studeného mléka a za stálého míchání se zahřívá k varu, aby se pektin rozpustil. Potřebné množství pektinu je 0,6 – 0,9 %. Výsledná struktura gelu může být od pevné a křehké až k velmi měkké a krémové. To závisí na zvoleném typu pektinu. U výroby rosolovitých ovocných gelů lze do studeného mléka přidat ovocný sirup. [1, 38]

Pektin lze také uplatnit při výrobě želé cukrovinek. Zde se dělí do dvou typů. V případě pevného želé se používá vysokoesterifikovaný pektin. Při výrobě elastického želé se naopak používá nízkoesterifikovaný pektin. Druhý typ je možné použít i na náplně. V tom případě je důležité použít podíl glukosového sirupu, aby se zabránilo krystalizaci cukru. [1]

2.3.2 Škrob

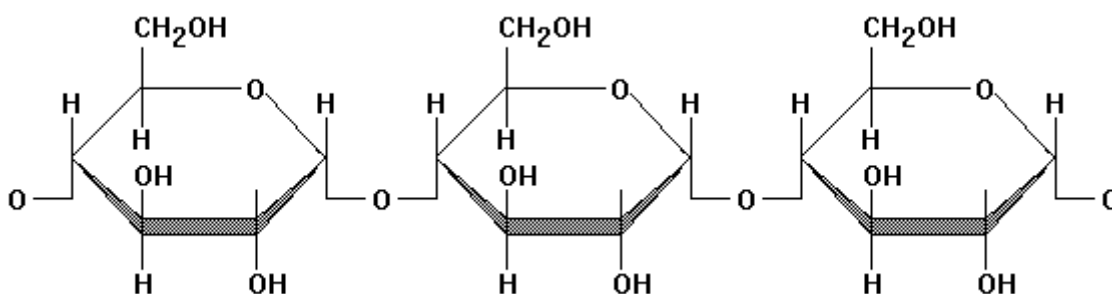
Škrob je hlavní zásobní látkou rostlin a slouží jako pohotová zásoba glukosy. Glukosu rostliny získávají pomocí fotosyntézy. Glukosa samotná je příliš mobilní a nevhodná na dlouhodobé uskladnění energie. Proto ji rostliny ukládají jako škrob. Na rozdíl od jiných polysacharidů není škrob součástí buněčných stěn. Nachází se organelách cytoplazmy, které se nazývají plastidy. V největším množství je škrob uložen v amyloplastech, speciálních buňkách kořenů, hlíz a semen. V malém množství se také nachází v pletivech, v chloroplastech, kde probíhá fotosyntéza. Uložen je ve formě nerozpustných micel nazý-

vaných škrobové granule (škrobová zrna). Tyto škrobové granule mají druhově specifický, geneticky daný tvar a rozměr. [1, 5, 6, 44]

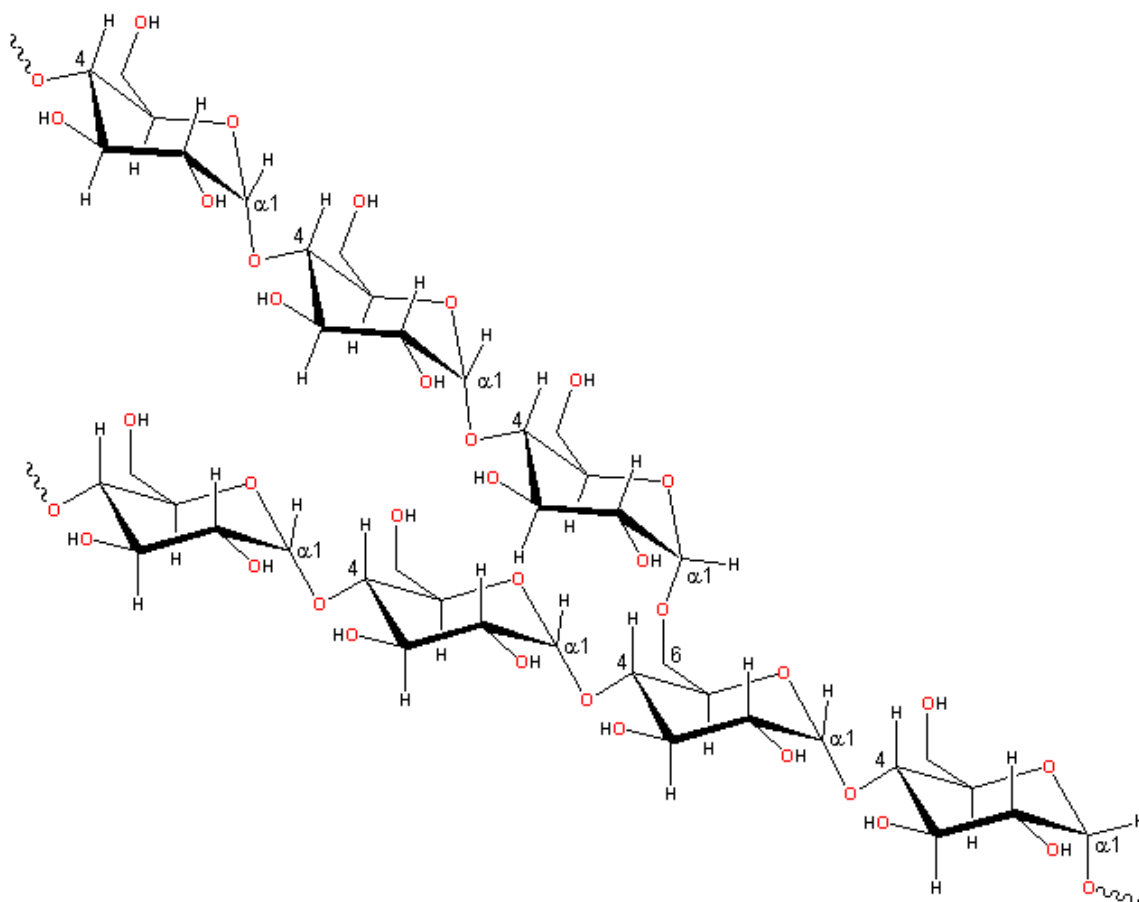
Příroda nabízí nepřeberné množství zdrojů škrobu. Avšak pro komerční výrobu je zdrojů poměrně málo. Nejdůležitějšími zdroji škrobu jsou kukuřice, brambory, pšenice, tapioka a rýže. Zajímavé množství škrobu obsahují také zelené banány. Výroba škrobu je poměrně jednoduchá. Škrobové granule se v amyloplastech vyskytují volně. Surovinu tak stačí rozdrtit. Poté vypíráním a dekantací na sítích nebo v odstředivkách oddělit a získat škrob v čisté formě. [1, 5, 6, 38, 44]

Většina nativních škrobu je směsí dvou homopolysacharidů, amylosy a amylopektinu. Oba polysacharidy se skládají z molekul α -D-glukopyranosy. Obvykle jsou zastoupeny v hmotnostním poměru 1:3. Ale byly vyšlechtěny odrůdy rostlin. Kde převládá buď amylosa nebo amylopektin. [1, 5, 6, 44]

Amylosa (obr.č.2.) je lineárním polymerem disacharidu maltosy. Ve skutečnosti lineární amylosa v malé míře větvená. Je částečně esterifikovaná kyselinou fosforečnou a u obilných škrobů tvoří komplexy s lipidy. Má jeden redukující zbytek monosacharidu. Ve vodě a neutrálních roztocích je náhodně svinutá, místy s helikální strukturou, vytváří levotočivou šroubovici. To způsobují převládající vazby 1 \rightarrow 4. V alkalických roztocích převládají globulární struktury. Amylosa je směsí polymerů o různém stupni polymerace. Délka řetězce se může měnit v závislosti na botanickém původu škrobu. Řádově se bude pohybovat v rozmezí 500 až 6000 jednotek glukosy. [1, 5, 6, 44]



Obr.č.2.: Amylosa [49]



Obr.č.3.: Amylopektin [50]

Amylopektin (obr.č.3.) má větvenou strukturu. Je složen z řetězců D-glukosových jednotek vázaných vazbami α -(1→4). Postranní řetězce se odvětvují po 10 – 100 jednotkách vazbou α -(1→6). Výjimečně také vazbou α -(1→3). Přibližně připadá jeden zbytek esterifikovaný kyselinou fosforečnou na asi 400 glukosových zbytků. Molekula amylopektinu má mnohonásobně větší hmotnost než molekula amylosy. Mnohonásobně větvenou makromolekulu amylopektinu tvoří 3 typy řetězců a to vnější řetězce A, vnitřní B a hlavní řetězec C. Vnitřní a vnější krátké postranní řetězce se nazývají řetězci S. Dlouhé vnitřní řetězce se nazývají řetězce L. Hlavní řetězec molekuly amylopektinu má jeden redukující konec. [1, 5, 6, 44]

Škrobové granule mají v závislosti na svém rostlinném původu odlišnou ultrastrukturu. Mají však společný obecný model. Základem tohoto modelu jsou radiálně uspořádané molekuly amylopektinu ve tvaru disku. Neredukující konce jsou zde situovány ven z granulí a tvoří jejich povrch. Právě v těchto oblastech neredukujících konců a oblastech střední části se tvoří antiparalelní dvojité šroubovice s uspořádanou (krystalovou) třírozměrnou strukturou. Naopak neuspořádanou amorfni strukturu má amylopektin spolu s doprovázející amy-

losou v oblastech větvení řetězců. Obě oblasti, krystalová i amorfni, se pravidelně střídají. Rozeznáváme 4 polymorfni formy škrobu, v závislosti na stupni krystalinity granulí, označované A, B, C a V. Z nichž nejstabilnější je forma A. Tato forma má centrální kanál tvořený dvojitou spirálou. Centrální kanál vyplňuje další dvojitý helix a v prostoru mezi oběma dvojitými helixi je vázána voda. Další je forma B. Ta je méně stabilní. U formy B se v centrálním atomu dvojitého helixu nachází pouze molekuly vody. Forma C vzniká při retrogradaci želatinovaných škrobů s amorfni strukturou. Nejprve vzniká při retrogradaci méně stálá forma B. Z formy B vzniká forma C, která poté přechází na nejstabilnější formu A. Pokud želatinovaný škrob obsahuje lipidy. Dochází k interakci mastných kyselin s amylosou. A vzniká forma V. Pokud jsou s molekulami amylopektinu asociovány řetězce amylosy, které tvoří v jistých částech molekuly levotočivé šroubovice směřující neredukujícími konci na povrch granulí. Tak vznikají nestechiometrické komplexy, tzv. inkusní sloučeniny. V povrchových vrstvách granulí se také nachází malé množství proteinů. [1, 6, 44]

Při běžné relativní vlhkosti vzduchu přijímají škrobové granule z atmosféry asi 0,2 g vody na 1 g suchého škrobu a obsahují asi 17 % vody, aniž se mění objem zrn. Tento děj se nazývá inbibice. Ve škrobových granulích připadá na jednu molekulu glukosy 1,5 molekul vázané vody. Kyslíkových atomů, které mohou s vodou interagovat. Je ve strukturních jednotkách glukozů celkem pět. [6]

Ve studené vodě jsou granule škrobu nerozpustné a tvoří suspenzi. Při zahřívání suspenze nepoškozených granulí škrobu množství absorbované vody dále roste. Avšak integrita granulí škrobu není porušena. Dochází pouze k inbibici. Struktura zůstává stejná až do určité teploty. Při dosažení této teploty nastává botnání zrn (granulí). Jde o reverzibilní proces. Tato teplota se nazývá počáteční želatinační teplota a závisí na druhu škrobu a vzájemném poměru škrobu a vody, pH prostředí a přítomnosti dalších složek (soli, cukry, lipidy, bílkoviny). Počáteční, želatinační teplota běžně leží mezi 50 – 70 °C. [1, 5, 6]

Změny granulí škrobu v procesu želatinace jsou nevratné. Stávající vazby se přerušují tepelným pohybem molekul. Molekuly vody pronikají amorfni oblastmi zrn a interagují s volnými vazebnými místy polymerů. Hydratované řetězce se vzájemně oddalují a odhalují se tak další vazebná místa. Tato vazebná místa rovněž interagují s vodou. Rozpadají se dvojitě šroubovice postranních řetězců amylopektinu. V důsledku čehož mizí krystalické

zóny a celá struktura se stává neorganizovanou, amorfni. Granule intenzivně bobtnají a zvětšují svůj objem. [1, 5, 6]

Některé molekuly amylosy a amylopektinu se v důsledku dalšího záhřevu dostávají na povrch. Lineární molekuly amylosy, které jsou méně objemné než molekuly amylopektinu. Pronikají tangenciálně situovaným sítím molekul a uvolňují se do prostředí. V tomto prostředí jsou zcela hydratovány. Také malý podíl molekul amylopektinu se uvolňuje do prostředí. V důsledku záhřevu přijímají granule škrobu vodu v množství až 25 násobku své hmotnosti. Vlivem hydratace a uvolnění amylosy z granulí roste viskozita. Pokud je koncentrace škrobu dostatečná vzniká viskózní škrobový maz. Ten obsahuje mnohonásobně zvětšené kolapsované granule škrobu. Ty obsahují většinu molekul amylopektinu a zbývající molekuly amylosy. Dalším záhřevem viskozita klesá a granule ztrácí integritu. [1, 5, 6]

Viskozitu škrobového mazu lze opět zvýšit ochlazením. Vlivem ochlazení se mezi makromolekulami amylosy a amylopektinu obnovují vodíkové vazby. Při dostatečné koncentraci škrobu vzniká z tohoto solu pevná trojrozměrná síť, tzv. škrobový gel. Pokud je však suspenze škrobu málo koncentrovaná. Vzniká viskózní pasta nebo viskózní koloidní roztok. Škrobový gel je tedy komplexním systémem želatinovaných granulí nacházejících se v matici tvořené amylosou. [1, 5, 6]

Reologické vlastnosti škrobových gelů jsou závislé na původu škrobu, stupni degradace granulí, vzájemném poměru interagujících polysacharidů (amylosy a amylopektinu), teplotě, množství přítomné vody, druhu a množství dalších složek. [6]

Z amylosových gelů vznikají gely rychleji a při vyšších teplotách než gely ze škrobů voskových odrůd obilovin. Jsou také pevnější a jejich pevnost roste s koncentrací škrobu. Dochází však u nich rychle k rozsáhlé retrogradaci. Obtížně tvoří gely škroby z voskových odrůd obilovin, kde převládá amylopektin. Ty tvoří gely až po ochlazení na nízkou teplotu. Lineární segmenty amylopektinu mají postupem času tendenci asociovat. Proto dochází delším skladováním za nižších teplot k retrogradaci, ztrátě vaznosti, podobně jako u amylosových gelů. [1, 5, 6]

Zmazovatělý škrob není termodynamicky stabilní. Po několika hodinách stání škrobových gelů, past i zředěných disperzí se jejich struktura i reologické vlastnosti výrazně mění. Dochází k intermolekulární asociaci mezi dvěma nebo více lineárními řetězci amylosy vodíkovými vazbami a vazebná místa poutající molekuly vody se ztrácejí. Gely a koncentrova-

né pasty získávají gumovitou strukturu a vyšší pevnost. Zředěné disperze ztrácejí viskozitu a srážejí se. Původně vázaná voda se vylučuje a vzniká dvoufázový systém pevná látka-kapalina. Tento děj se nazývá synerese. U škrobových gelů se tyto změny související s vlastnostmi amylosy nazývají retrogradací. Tento děj je vlastně opakem želatinace. Rychlost a rozsah retrogradace závisí na řadě faktorů, na původu škrobu, teplotě, obsahu vody a dalších složek. [1, 5, 6]

Při skladování škrobových gelů s 45 – 50 % vody se retrogradace projevuje nejvíce v rozmezí teplot od $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do pokojové teploty. V tomto rozmezí je rychlost retrogradace největší. Při skladování škrobových gelů za teplot nižších než $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ je retrogradace silně inhibována. Retrogradaci také účinně potlačují teploty vyšší ($32 - 40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Při teplotách kolem $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vyšších k retrogradaci nedochází vůbec. [5, 6]

Pro mražené potraviny se lépe hodí voskové škroby. Mají vysoký obsah amylopektinu a rozsah retrogradace je malý. Avšak skladováním těchto škrobů za nízkých teplot dochází i u nich ke ztrátě čirosti a vaznosti gelů. To se připisuje intermolekulárním asociacím postranních řetězců. [5, 6]

Dalším faktorem ovlivňujícím retrogradaci je množství vody ve škrobovém gelu. Jestliže je obsah vody v rozmezí od 20 do 90 %. Potom dochází k retrogradaci a při obsahu vody v gelu 45 – 50 % mají sklon k retrogradaci největší. Stupeň retrogradace je nižší také v přítomnosti solí nebo cukrů. Vliv jednotlivých cukrů se liší v závislosti na řadě faktorů, např. na koncentraci apod. Také přítomnost lipidů potlačuje retrogradaci tvorbou inkusních sloučenin s amylosou. [5, 6]

V potravinách se kromě škrobu nachází voda, cukry, lipidy, proteiny, soli a kyseliny, které tvorbu gelů ovlivňují. [5, 6]

Při mletí obilí se mechanicky poškodí 5 – 10 % škrobových granulí. Tyto poškozené granulky škrobu jsou při kynutí těsta přednostně napadány amylasami. Škrob se částečně hydrolyzuje α -amylasou a β -amylasou na maltosu. Ta je dále hydrolyzována maltasou na glukosu. Dochází také k náhodnému štěpení glykosidových vazeb uvnitř řetězců polymeru. Kde endoglykosidasa α -amylasa náhodně atakuje α -(1 \rightarrow 4) glykosidové vazby amylosy na libovolném místě polymeru a vzniká tak glukosa, maltosa a výšemolekulární celky, tzv. lineární dextriny. Je tudíž dextrinogenní. Exoglykosidasa β -amylasa hydrolyzuje α -(1 \rightarrow 4) glykosidové vazby amylosy od neredukujícího konce molekuly a odštěpuje maltosu. Je tudíž

sacharogenním enzymem. Amylopektin oba enzymy, ale hydrolyzují jej jen z asi 50 – 60 %. To je dáno tím, že štěpí molekulu amylopektinu pouze do místa větvení a α -(1→6) glykosidové vazby nehydrolyzují. Vznikají tak kromě maltosy dále neštěpitelné dextriny. β -amylasa hydrolyzuje amylopektin od redukujícího konce až zbývají u míst větvení 2 –3 glukosové zbytky. Vysoce větvené zbytky tohoto typu se nazývají limitní dextriny nebo β -dextriny. Ty jsou dále postupně hydrolyzovány pullulanasou, která štěpí vazby α -(1→6) a následně jsou zbytky dextrinů dále štěpeny amylasami. [5, 6]

Lipidy a monoacylglyceroly, používané jako emulgátory, zpomalují bobtnání škrobu a snižují rozsah želatinace. [5, 6]

Malé koncentrace soli na želatinaci prakticky nemají vliv. [5, 6]

Použití nativních škrobů je limitováno jejich fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Proto je potřeba nativní škroby různými způsoby upravit – modifikovat. Tím se omezí nežádoucí vlastnosti (nerozpustnost ve studené vodě, vysoká viskozita škrobových mazů, vznik retrogradovaných gelů, hydrolyza v kyselém prostředí) nebo se získají produkty s jinými vlastnostmi. Rozlišují se modifikované škroby přeměněné, zesítené, stabilizované a jinak modifikované. [1, 5, 6, 38]

Zesítené škroby jsou dvojího typu – adipáty a fosfáty. Reakcí škrobů s adipanhydridem ve slabě alkalickém prostředí se připravují adipáty. Diškrobové fosfáty se zase připravují reakcí s oxychloridem fosforečným, POCl_3 nebo trimetafosfátem sodným v alkalickém prostředí. Rheologické vlastnosti produktů se výrazně mění a to i přesto, že stupeň zesítení je poměrně nízký. Přibližně připadá na 100 – 3000 glukosových jednotek jedna příčná vazba. Granule si po zbobtnání zachovávají značnou integritu. Také prakticky zůstává zachována viskozita disperzí. Na rozdíl od nativních škrobů se tvoří nekohezní pasty. Tímto způsobem modifikované škroby se používají na zahušťování, stabilizaci a úpravu textury potravin. Není vhodné používat je u výrobků skladovaných při nízkých teplotách. [1, 5, 6, 38]

Modifikace stabilizovaných škrobů spočívá v substituci některých hydroxylových skupin polysacharidů. Stabilizované škroby se připravují jako estery škrobů (acetáty, fosfáty, sukcináty aj.) a ethery (hydroxyalkylethery aj.). Takto modifikované škroby se vyrábějí jak z nativních škrobů tak i škrobů modifikovaných jiným způsobem. V slabě alkalickém prostředí se reakcí škrobových suspenzí získávají acetylované škroby. Acetylované škroby mají sníženou želatinační teplotu, vyšší stabilitu vůči retrogradaci při skladování produktů

za nízkých teplot a jsou také stabilnější v kyselém prostředí. Použití acetylovaných škrobů je podobné jako u zesíťovaných škrobů. Dalším typem stabilizovaných škrobů jsou fosforylované škroby. Ty se získávají reakcí vodných suspenzí škrobu v slabě alkalickém prostředí s fosfáty při teplotách 120 – 170 °C. Tímto postupem dochází k značnému snížení želatinnosti a bobtnání i ve studené vodě. Fosforylované škroby tvoří neželatinující disperze s vyšší číroostí, viskozitou a stabilitou při nízkých teplotách. Jsou vhodné k zahušťování a stabilizaci neslaných, nekyselých a mrazírensky skladovaných výrobků. Používají se také pro výrobu pudinkových prášků rozpustných za studena. Sukcinylované škroby představují další typ stabilizovaných škrobů. Přípravovány jsou reakcí vodné suspenze škrobu se sukcinanhydridem nebo alk(en)ylsukcinanhydridy v neutrálním nebo slabě alkalickém prostředí. Tyto škroby slouží jako zahušťovadla. Stabilizované škroby jsou připravovány také jako estery s vyššími mastnými kyselinami, jantarovou, adipovou a citrónovou a také s karbamáty. [1, 5, 6, 38]

Jinak modifikované škroby se vyrábějí dodatečnými modifikacemi. To jsou obvykle kombinace kyselé hydrolyzy a dextrinace, dextrinace se zesíťováním a další způsoby. Funkčnost modifikovaných škrobů lze také zvýšit další modifikací působením enzymů. Sušením zbobtnalých škrobů se připravují předželatinované škroby. [1, 6]

Škroby nacházejí široké uplatnění jako multifunkční složky v potravinářském a nápojovém průmyslu. Používají se jako aditivní látky upravující texturu a funkční vlastnosti potravinářských výrobků. Sloužit mohou jako zahušťovadla a plnidla, želírující látky, poutače vody, náhrady tuků, nosiče vonných látek, stabilizátory pěn a emulzí. Slouží také jako surovina pro výrobu modifikovaných škrobů, některých cukrů a cukerných derivátů. Uplatnění nachází škroby i v nepotravinářských odvětvích průmyslu. [1, 6, 38]

V mléčných výrobcích nachází škroby uplatnění hlavně v oblasti chlazených a mražených produktů, ale i u sušených směsí a ostatních mléčných produktů. U těchto výrobků je důležitým faktorem tepelné zpracování. Při proudění hmoty výměníkem je vhodné, aby měla nízkou počáteční viskozitu. To přispívá k lepšímu prostupu tepla, menšímu znečištění přístrojů a také se zkracuje čas procesu. Vhodné je použít hydroxypropylované a zesíťované škroby. Ty poskytují při vyšších teplotách nižší viskozitu než acetylované škroby a přitom jejich viskozita za studena je až 50 % vyšší. Hydroxypropylované škroby jsou také stabilnější při zmrazování a rozmrazování a vytváří krémovější strukturu. Účinněji zahušťují a stabilizují odtučněné a nízkotučné mléčné výrobky. Také během homogenizace dochází

k namáhání a vystavení teplotám, které jsou vyšší než želírovací teplota. V tomto případě je pro dosažení optimální viskozity vhodné použít tepelně upravené nebo zesítěné škroby. Viskozitu ovlivňuje i obsah mléčného tuku. S plnotučným mlékem bude škrob tvořit větší viskozitu než s odstředěným mlékem. [1, 38]

V ovocných přípravcích se škrob používá ke kompenzaci rozdílů pH ovoce. Obsah pektinu i pH přirozeně kolísá v rámci období, ale i mezi jednotlivými druhy ovoce a i v rámci jednoho druhu ovoce. Zahušřovadlo a stabilizátor musí nejen vyrovnat tyto variace, ale také poskytnout požadovanou texturu a stabilitu při zmrazování, rozmrazování nebo pečení. Tyto ovocné přípravky nachází uplatnění v jogurtech, mléčných dezertech, zmrzlinách a jako náplně a polevy při výrobě pečiva. Vyšší obsah cukru (nad 40 %) způsobuje nárůst želírovací teploty nad 100 °C. Aby došlo k plné želatinaci škrobu je vhodné přidat cukr až na konci procesu. Pro tyto výrobky jsou vhodné škroby zesítěné, stabilizované, předželatinované a tepelně upravené. Pro přípravky s kousky ovoce jsou vhodné zejména zesítěné a stabilizované škroby. Ty poskytnou nižší viskozitu pro lepší prostup tepla a stabilitu v kyselém a chladném prostředí. [1, 38]

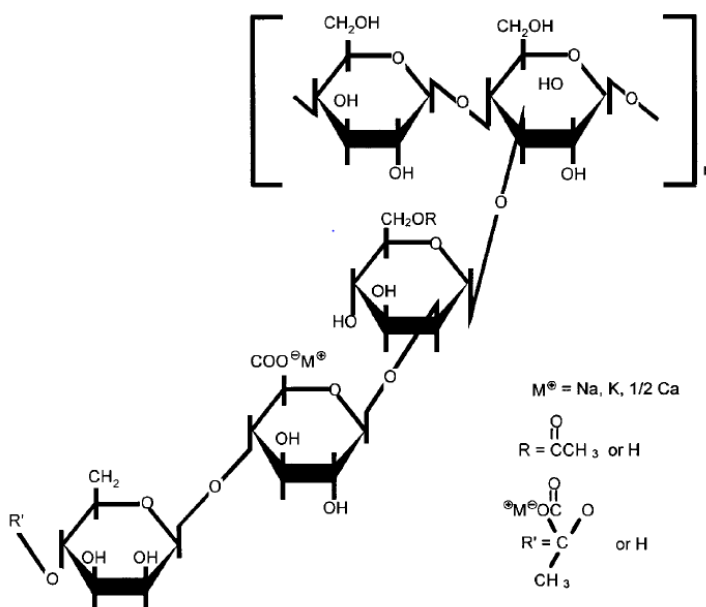
Škroby se používají také při výrobě polévek a omáček. Tato oblast zahrnuje velké množství potravinářských výrobků a široké rozmezí trvanlivostí výrobků. Zde je výběr škrobu závislý na výrobním procesu. Kde jsou důležitými faktory pH a teplota. Například pro smetanové omáčky jsou vhodné hydroxypropylované škroby, které jsou kompatibilní s mléčnými bílkoviny a vytváří tak lepší texturu. Dalším důležitým faktorem je viskozita v počátečních fázích výroby. Obvykle během predehřevu. Kdy je potřebná vysoká viskozita. Prostřednictvím vysoké viskozity dojde k rovnoměrnému rozprostření jednotlivých přísad v celém objemu míchané hmoty. To má také hygienický význam. Protože nedochází k rozstříkávání hmoty po okolí plnicí linky. K tomuto účelu se obvykle používají nativní škroby, především kukuřičný. Ten dosáhne poměrně snadno a rychle maximální viskozity potřebné v počátečních fázích výroby. Během sterilační fáze pak dochází k jeho zhroucení. Požadované viskozity je poté dosaženo prostřednictvím zesítěných nebo stabilizovaných škrobů. Na suché směsi jsou pak vhodné předželatinované a tepelně upravené škroby, které se rychle hydratují a dosahují potřebné viskozity ve vhodný čas. Je také možné použít stabilizované a hydroxypropylované škroby s nižší želírovací teplotou, které vytváří husté a krémové produkty. Pro výrobky připravované v mikrovlné troubě kde není možné míchání je vhodná kombinace předželatinovaných a tepelně upravených škrobů. Kdy nejprve vytvá-

ří viskozitu předželatinovaný škrob a konečnou viskozitu a stabilitu dotváří tepelně upravený škrob. [1, 38]

Škroby také zahušťují a stabilizují majonézy a salátové dresinky. Zde se používají hlavně zesítné a stabilizované škroby, ale i tepelně upravené škroby. Pro stabilizaci emulze bezvaječných a nízkotučných zálievek se používají lipofilní škroby. Škroby zde musí odolat nízkému pH (pH 2,8) a sterilačním teplotám. K problému s teplotou nedochází jen při sterilizaci, ale i po naplnění. Kdy se výrobky skládají na paletu a v jádře stohu výrobků zůstává relativně vysoká teplota delší dobu a jak je škrob degradován tak se viskozita výrobků začíná hroutit. Dostatečnou toleranci vůči teplotě a kyselosti, potřebnou k překonání tohoto jevu, poskytuje zesítný škrob. Dostatečnou odolnost vůči zmrazování a rozmrazování poskytne hydroxypropylovaný škrob. Ten je vhodný také jako zahušťovadlo pro nízkotučné výrobky. [1, 38]

2.3.3 Xanthan

Extracelulární polysacharid xanthan je produkován mikroorganismem *Xanthomonas campestris*. V potravinářství se uplatňuje jako emulgátor, stabilizátor emulzí a zahušťovadlo a v kombinaci s jinými hydrokoloidy i jako gelotvorná látka. [1, 6, 7, 38, 51]



Obr.č.4.: Primární struktura xanthanové gumy [1]

Hlavní řetězec xanthanu je lineární (obr.č.4.). Obsahuje D-glukosu, D-mannosu a D-glukuronovou kyselinu v poměru 3:3:2. β -D-(1 \rightarrow 4)glukosové jednotky tvoří hlavní řetězec

xanthanu. Zbytek D-glukuronové kyseliny a dva zbytky D-mannosy tvoří postranní řetězce. Glykosidovou vazbou β -(1→4) je k terminální D-mannosové jednotce postranního řetězce vázána D-glukuronová kyselina. Na ni je připojena α -D-mannosa vazbou (1→2). Na glukosovou jednotku hlavního řetězce se tyto postranní řetězce váží v poloze C-3. Ve struktuře je přítomna také kyselina pyrohroznová. Ta je vázána na koncovou jednotku β -D-mannosy v polohách C-4 a C-6. V poloze C-6 je vnitřní mannosová jednotka v postranním řetězci acetylována. Stupněm substituce v závislosti na produkčním kmenu bakterií se struktura může lišit. Xanthanové molekuly tedy vytváří jednoduchou nebo dvojitou šroubovici, která je stabilizována postranními řetězci. [1, 6, 7]

Xanthan se dobře rozpouští a to i ve studené vodě. Vytváří vysoce viskózní disperze. Vykazuje thixotropní chování již při nízkých koncentracích. Viskozita je značně závislá na teplotě. Záhřevem nejprve klesá, ale s dalším zahříváním opět roste. To souvisí se změnami konformace molekul. Xanthan tvoří stabilní disperze v kyselém i alkalickém prostředí a při zvýšené teplotě. Udrží jednotnou a vysokou viskozitu v rozmezí pH 2 – 12 a to po poměrně dlouhou dobu. Je dobře rozpustný v mnoha kyselých roztocích. Například v 5 % kyselině octové, 5 % kyselině dusičné a 25 % kyselině fosforečné a také v roztoku 5 % hydroxidu sodného. Je však rychlejší rozpustit jej ve vodě ještě před přidáním kyseliny nebo zásady. Má vynikající stabilitu v přítomnosti většiny organických kyselin. Za zvýšených teplot je však zrychlena hydrolyza polysacharidů a dochází ke snížení viskozity. Odolnost xanthanu vůči zvýšené teplotě je závislá na iontové síle roztoku. Pokles viskozity způsobené změnou molekulární konformace při zvýšené teplotě je reverzibilní. Po ochlazení se obnoví původní viskozita. [1, 6, 7]

Enzymy běžně přítomné v potravinách (proteázy, celulázy, pektinázy, amylázy) do jisté míry degradují většinu hydrokoloidů. Avšak xanthan je v důsledku uspořádání postranních řetězců spojených s hlavním řetězcem vůči těmto enzymům rezistentní. Toto uspořádání brání vazby hlavního řetězce β -(1→4) před enzymy. [1]

Pokud je spolu s xanthanem použita i guarová guma, tak se zvyšuje viskozita disperze. Xanthan samotný gely netvoří. Avšak ve směsích s některými polysacharidy, např. s galaktomannany a glukomannany, vznikají termoreverzibilní gely. Gel vzniká interakcí molekul xanthanu s nevětvenou částí molekuly jiného polysacharidu. Tyto interakce vedou ke zvýšení viskozity. [1, 6]

Xanthan nachází uplatnění při přípravě těstíček a obalovacích směsí. Při přípravě vlhkých těst xanthan snižuje sedimentaci mouky, zlepšuje schopnost zadržet plyny, dodává stabilitu vůči enzymům, zmrazování a rozmrazování a poskytuje jednotný nátěr, který dobře drží. V obalovacích směsích zlepšuje přilnavost a kontroluje snižování vlhkosti během smažení. V palačinkovém těstě zlepšuje zapracování a uchovávání vzduchu. Xanthan nachází uplatnění také v těstíčku na cibulové kroužky. Na jejichž povrchu je různá přilnavost způsobená voskovým povlakem. Xanthan je také vhodný do obalovacích směsí na ryby a krevety. Vhodný je i pro zmrazené produkty (kuřecí maso, krevety nebo ryby). [1, 38]

U pečiva a pekárenských výrobků xanthan zvyšuje objem a vlhkost. Zvyšuje pevnost střídky, upravuje drobivost pečiva a odolnost vůči poškození při přepravě. Je vhodný pro těsta uchovávaná v chladu, nízkotučné a bezlepkové pečivo. Napomáhá rychlé a rovnoměrné hydrataci těsta hlavně v počátečních fázích při míchání a tím také pomáhá stabilizovat vzduchové bublinky vznikající během procesu míchání. Tím zlepšuje objem konečného výrobku. Xanthan se zde používá také do náplní ovocných koláčů. Kde zlepšuje texturu. Dalšími výhodami použití xanthanu ve smetanových a ovocných náplních je prodloužení skladovatelnosti, stabilita při zmrazování a rozmrazování a kontrola synereze. [1, 38]

Pro mléčné výrobky je xanthan vynikajícím stabilizátorem ve směsi s karagenany a galaktomannany. Používá se zde ke stabilizaci mražených a chlazených mléčných výrobků, jako je např. zmrzlina, sorbet, zakysaná smetana, sterilovaná smetana ke šlehání a rekombinované mléko. Směsi xanthanu zde poskytují optimální viskozitu, dlouhodobou stabilitu, lepší přenos tepla během zpracování, ochranu proti tepelným šokům a ledovým krystalům. [1, 38]

Velké uplatnění nachází xanthan při výrobě dresinků. Poskytuje stabilitu vůči kyselinám a soli již při nízkých koncentracích. Je tedy ideálním stabilizátorem pro tekuté, odtučněné a nízkotučné salátové dresinky. Dresinky s xanthanem mají vynikající dlouhodobou stabilitu a relativně konstantní viskozitu v širokém teplotním rozmezí. Snadno se nalévají a dobře lpí na salátu. Množství použitého xanthanu je závislé na obsahu tuku v dresinku. Obecně platí, že čím více tuku dresink obsahuje, tím méně xanthanu je potřeba. [1]

V suchých směsích jemné částice xanthanu rychle poskytují vysokou viskozitu za tepla i za studena. Poskytují vynikající texturu a umožňují snadnou přípravu moučníků, salátových dresinků, dipů, polévek, mléčných koktejlů, omáček, šťáv a nápojů. [1, 38]

V mražených výrobcích xanthan dodává stabilitu, řídí synerezy a poskytuje vhodnou viskozitu během procesů zmrazování, rozmrazování a ohřevu. Mraženými výrobky kde nachází xanthan uplatnění jsou šlehačky, omáčky, šťávy, těsta a suflé. [1, 38]

Při výrobě omáček a šťáv xanthan poskytuje vysokou viskozitu v kyselém i neutrálním pH. Tato viskozita je stabilní i při změnách teploty a je udržována i při dlouhodobém skladování. Omáčky obsahující xanthan dobře lpí na horkých potravinách. [1, 38]

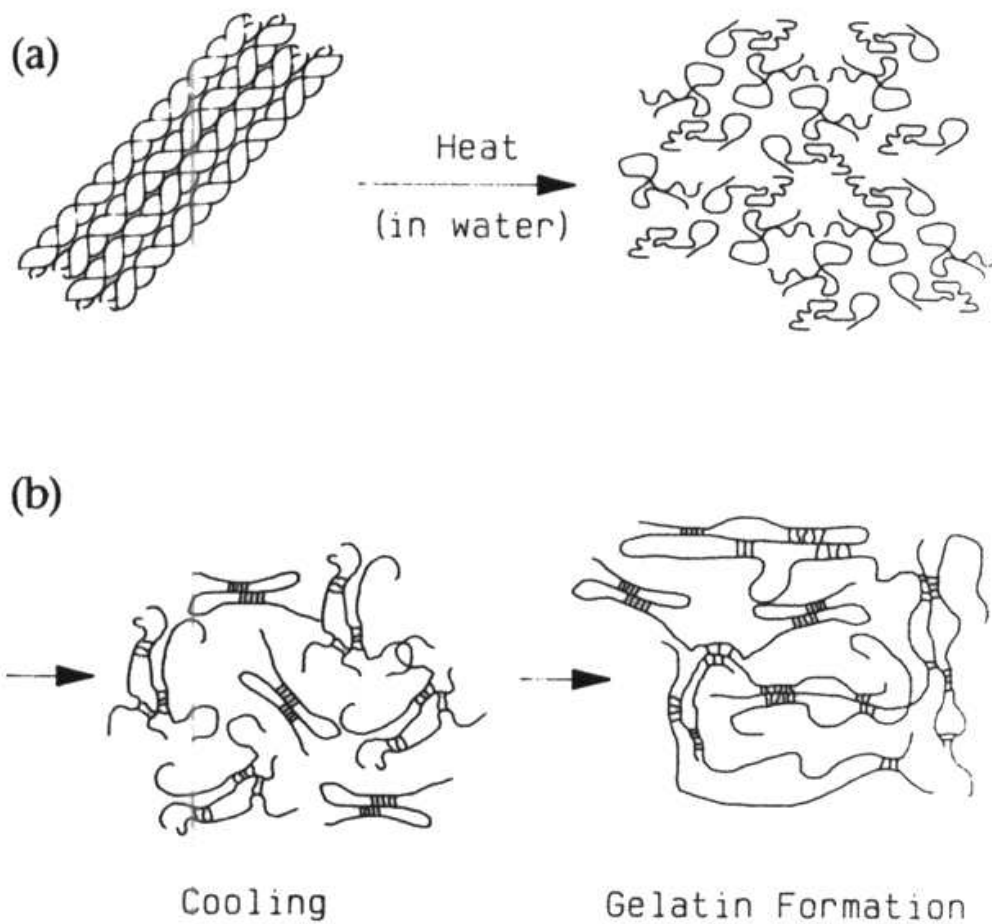
Uplatnění nachází xanthan při výrobě sirupů a polev. Podporuje snadné nalévání a dobře lpí na zmrzlině, ovoci a palačinkách. Při skladování v chladničce si sirupy a polevy udrží jednotnou konzistenci. Zmrazené nešlehané a šlehané mléčné koncentrované polevy mají pevnou strukturu a při jejich zmrazování a rozmrazování si zachovávají vynikající stabilitu. [1]

2.3.4 Želatina

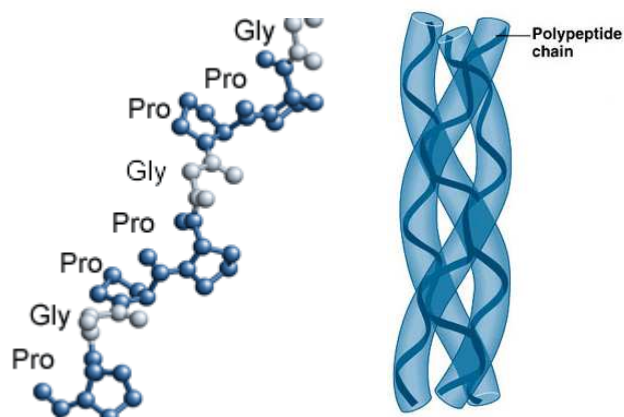
V přírodě se želatina nevyskytuje. Vyrábí se ze strukturní bílkoviny kolagenu hydrolyzou polypeptidového řetězce. Přibližně 25 % živočišných tkání tvoří kolagen. Jeho vlákna se vyskytují téměř ve všech pojivových tkáních. Existují dva typy želatiny. Podle toho zda byla z kolagenu vyrobena kyselou (želatina typu A) nebo alkalickou (želatina typu B) cestou. [1, 7, 38, 44]

Nativní kolagen je tvořen vlákny tropokolagenu. Tato vlákna mají tvar tyčinek. Jsou dlouhá 300 nm a široká 1,5 nm. Jejich molekulová hmotnost je 340000. Vlákna jsou složena ze tří paralelních polypeptidových šroubovic, které se vzájemně ovíjejí. Struktura kolagenu je znázorněna na obrázku č.6. Ve vláknu připadá na dva stejné α_1 polypeptidové řetězce jeden odlišný α_2 řetězec. Mohou se vyskytovat také dvojité β řetězce a trojitě γ řetězce. Primární struktura kolagenu obsahuje značné množství vázaného hydroxyprolinu a hydroxylysinu. Tím se liší od ostatních proteinů. V kolagenu je navázáno malé množství sacharidů na hydroxylové skupiny peptidového řetězce. [1, 7, 44]

Želatina vzniká z kolagenu denaturací. Kdy jsou od sebe jednotlivé polypeptidové řetězce odděleny. Vše je znázorněno na obrázku č.5. [1, 7, 44]



Obr.č.5.: Přeměna kolagenu na želatinu prostřednictvím záhřevu a chlazení [16]



Obr.č.6.: Struktura kolagenu, vlevo základní levotočivá šroubovice, vpravo tropokolagen [15]

Při ochlazení solu želatiny vzniká v závislosti na kvalitě želatiny a pH jasný a transparentní gel a to již při 1 % koncentraci želatiny. Shluky molekul želatiny se rozvinou na dlouhé

vláknité molekuly. Ty se prostřednictvím ne vazebných interakcí vzájemně spojují. Vzniká tak prostorová organizovaná síťovitá struktura, která váže značný počet molekul vody. Ny- ní je pevná fáze disperzním prostředím a voda disperzním podílem. Tím vznikl ze solu gel. Iontové vazby mezi aminoskupinami jednoho polypeptidového řetězce a karboxylovými skupinami dalšího řetězce mají hlavní podíl na vzniku gelu. Vodíkové vazby mezi amido- vými vodíkovými atomy a karboxylovými peptidovými vazbami jsou sekundárními vaz- bami. Případně se na nich mohou podílet molekuly vody. Také kovalentní disulfidové vaz- by mohou vázat polypeptidové řetězce. [1, 17, 25, 44]

Tuhost želatinového gelu za normálních podmínek je udávána jak síla Bloom. Tuto metodu vyvinul a patentoval O.T.Bloom v roce 1925. Bloom test stanoví jakou hmotností (v gra- mech) musí sonda (válcový píst s plochým dnem o průměru 12,7 mm) stlačit povrch želati- ny o 4 mm aniž by došlo k lámání gelu. Gel musí obsahovat 6,67 % w/w želatiny. Gel pro měření se připraví rozpuštěním 7,5 g želatiny ve 105 g destilované vody. Po úplném na- bobtnání se zahřeje ve vodní lázni na 60 °C. Poté se roztok nechá 15 minut při pokojové teplotě a následně vloží do lázně o teplotě 10 °C po dobu 16 – 18 hodin. Poté je možné provést zkoušku. [1, 38]

Prášek nebo granule želatiny by měli být jantarově žluté, slabě průsvitné s malým zápa- chem. To ponoření do vody by měla zvětšit svůj objem. Po zahřátí a následném ochlazení by měla tvořit více či méně pevné gely a měla by být nerozpustná ve většině organických rozpouštědel. [1, 38]

Želatina nachází široké uplatnění v potravinářském průmyslu, například při výrobě cukro- vinek, marshmallows a celé řady dezertů. V některých případech je však nahrazována ji- nými hydrokoloidy. K tomu přispívají i obavy z BSE u hovězí želatiny a svou roli zde hrají i některá náboženství, která nepřipouští konzumaci potravin z vepřového masa. [1, 38]

Uplatnění nachází želatina při výrobě zmrzlin a mražených smetanových výrobků. Kde potlačuje tvorbu ledových a cukerných krystalků. Její schopnost zabránit krystalizaci je využívána i při výrobě marshmallows a pěnových cukrovinek. Kde zvyšuje viskozitu a stabilizuje pěny během zpracování, dopravy a skladování. Želatina je také vhodná pro pou- žití v nízkokalorických potravinách. Její energetická hodnota je 14,7 kJ/g. Tudíž 2 % žela- tinový gel bude obsahovat méně než 30 kJ na 100 g. V masných výrobcích slouží želatina hlavně k navázání vody (udržení šťávy). [1, 38]

V mléčných výrobcích může již malé množství želatiny vytvořit krémovější strukturu jogurtu nebo pevnější rosolovité produkty s dobrými organoleptickými vlastnostmi. Pokud je to možné, tak je vhodné přidat želatinu přímo do studeného čerstvého mléka. To umožní nabobtnání a rozpuštění želatiny v průběhu tepelného zpracování. [1, 38]

Využití nachází želatina také v nápojovém průmyslu. Kde se používá například k čiření piva nebo stabilizaci éterických olejů v limonádách. [1]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

- Popsat výrobu termizovaných tvarohových dezertů
- Provést základní analýzy:
 - pH
 - Sušina
- Provést texturní analýzu
- U vybraných vzorků provést senzorickou analýzu
- Vyhodnotit vliv použitých hydrokoloidů na jakost termizovaných mléčných výrobků
- Navrhnout optimální řešení

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Popis experimentu

Cílem experimentu bylo vybrat nejvhodnější hydrokoloid nebo směs hydrokoloidů pro výrobu termizovaných tvarohových dezertů (termixů). Při výběru hydrokoloidu je důležitým faktorem dosažení co nejlepších sensorických s texturních vlastností termizovaných tvarohových dezertů. Přitom by měl být přídavek hydrokoloidů co nejmenší, aby nedocházel k zbytečnému plýtvání. Hydrokoloid by také neměl dodávat termizovaným tvarohovým dezertům nežádoucí chuť a vůni.

V experimentu byly vyráběny termizované tvarohové dezerty z tvarohu, smetany a stabilizátoru. Při výrobě byl použit měkký tvaroh o tučnosti 1,1 % a minimální sušině 18 % a použitá smetana měla tučnost 33 %. Tučnost konečného termizovaného tvarohového dezertu byla 6,2 %. Množství jednotlivých hydrokoloidů i jejich směsí se v jednotlivých výrobcích měnilo. Suroviny byly po navážení termizovány za stálého míchání na přístroji Thermomix Vorwerk TM 31 do dosažení teploty 72 °C. Poté se termixy plnily do plastových kelímků a uzavíraly přivařením hliníkové fólie.

Po vychlazení se u termixů provedla základní analýza. V té bylo zjištěno pH (pH metr – pH Spear for food testing) a sušina výrobků z daného dne. Dále bylo prováděno texturní měření textury na přístroji TA.XT. plus Texture Analyser. Měření textury bylo prováděno u každého experimentu třikrát. První měření bylo provedeno v den výroby, druhé po patnácti dnech a třetí po třiceti dnech. Na závěr byla u vybraných experimentů provedena sensorická analýza.

4.1.1 Experiment první

V prvním experimentu byly použity dva samostatné hydrokoloidy a dvě směsi hydrokoloidů (tab. 2.). Prvním použitým hydrokoloidem byl pektin (E440) (vzorek 1). Který byl použit v množství 0,2 %. Dalším samostatně použitým hydrokoloidem byla vepřová želatina (vzorek 4). Ta byla použita v množství 0,5 %. První směs hydrokoloidů (vzorek 2) byla složena z nativního tapiokového škrobu v množství 0,4%, xanthanu (E415) v množství 0,05 % a vepřové želatiny v množství 0,15 %. Druhá směs hydrokoloidů (vzorek 3) byla složena z hydroxypropylškrobového difosforečnanu. To je modifikovaný zesíťný stabili-

zovaný škrob. V množství 0,4 %. Další složku druhé směsi tvořila vepřová želatina v množství 0,15 %.

Tab. 2.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích prvního experimentu

Vzorek	Hydrokoloid	Množství hydrokoloidu [%]
1	Pektin E440	0,200
2	Nativní tapiokový škrob	0,400
	Xanthan E415	0,050
	Vepřová želatina	0,150
3	Hydroxypropylškrobový difosforečnan E1442	0,400
	Vepřová želatina	0,150
4	Vepřová želatina	0,500

4.1.2 Experiment druhý

V druhém experimentu byly použity opět dva samostatné hydrokoloidy a dvě směsi (tab. 3.). Avšak množství použitých hydrokoloidů a jejich směsí bylo sníženo na polovinu. Pektin (E440) (vzorek 1) byl tedy přidán v množství 0,1 %. Vepřová želatina (vzorek 4) v množství 0,25 %. V první směsi hydrokoloidů (vzorek 2) bylo obsaženo 0,2 % nativního tapiokové škrobu, 0,025 % xanthanu (E415) a 0,075 % vepřové želatiny. V druhé směsi (vzorek 3) bylo obsaženo 0,2 % hydroxypropylškrobového difosforečnanu (E1442) a 0,075 % vepřové želatiny.

Tab. 3.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích druhého experimentu

Vzorek	Hydrokoloid	Množství hydrokoloidu [%]
1	Pektin E440	0,100
2	Nativní tapiokový škrob	0,200
	Xanthan E415	0,025
	Vepřová želatina	0,075
3	Hydroxypropylškrobový difosforečnan E1442	0,200
	Vepřová želatina	0,075
4	Vepřová želatina	0,250

4.1.3 Experiment třetí

V třetím experimentu byly použity hydrokoloidy, které byly dříve použity ve směsích (tab. 4.). Avšak tentokrát byly aplikovány samostatně v množství, které by měla původní směs hydrokoloidů jako celek. Z první směsi byl tedy samostatně použit nativní tapiokový škrob (vzorek 1) v množství 0,6 %. Dále samostatně xanthan (E415) (vzorek 2) v množství 0,6 % a samostatně vepřová želatina (vzorek 3) také v množství 0,6 %. Z druhé směsi byl samostatně použit hydroxypropylškrobový difosforečnan (vzorek 4) v množství 0,55 % a samostatně opět vepřová želatina (vzorek 5). Avšak tentokrát v množství 0,55 %.

Tab. 4.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích třetího experimentu

Vzorek	Hydrokoloid	Množství hydrokoloidu [%]
1	Nativní tapiokový škrob	0,600
2	Xanthan E415	0,600
3	Vepřová želatina	0,600
4	Hydroxypropylškrobový difosforečnan E1442	0,550
5	Vepřová želatina	0,550

4.1.4 Experiment čtvrtý

Ve čtvrtém experimentu byl použit především xanthan (E415), který dosahoval nejlepších výsledků. Byl proto vyroben ve čtyřech různých koncentracích samostatně. Aby bylo možné stanovit minimální potřebné množství xanthanu pro výrobu termixů. Xanthan byl tedy použit samostatně ve čtyřech postupně se snižujících koncentracích (tab. 5) a to v množstvích 0,6 % (vzorek 1), 0,45 % (vzorek 2), 0,30 % (vzorek 3) a 0,15 % (vzorek 4). Dále byl ve čtvrtém experimentu samostatně použit pektin (E440) (tab. 5.) v množství 0,6 % (vzorek 5). Aby jej bylo možné porovnat s hydrokoloidy a jejich směsmi, které byly vyrobeny s vyšším celkovým obsahem hydrokoloidů. Než byl obsah v původně samostatně použitém pektinu.

Tab. 5.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích čtvrtého experimentu

Vzorek	Hydrokoloid	Množství hydrokoloidu [%]
1	Xanthan E415	0,600
2	Xanthan E415	0,450
3	Xanthan E415	0,300
4	Xanthan E415	0,150
5	Pektin E440	0,600

4.2 Výroba termizovaných tvarohových dezertů

Před výrobou jsou nejprve naváženy jednotlivé suroviny. Měkký tvaroh je navážen v množství 1024 g a smetana v množství 195 g. Celkové množství směsi tak činí 1219 g. Použitý měkký tvaroh má tučnost 1,1 % a smetana 33 %. Výsledná tučnost směsi tedy činí 6,2 %. Množství přidávaných hydrokoloidů se u každého experimentu liší. Přehled přidávaných hydrokoloidů a jejich množství je uvedeno v příloze P II.

Po navážení jsou jednotlivé suroviny převedeny do mixéru s ohřevem (Thermomix Vorwerk TM 31). Nejprve se nalévá smetana. Poté se přidá měkký tvaroh a jednotlivé hydrokoloidy nebo jejich směsi. Po naplnění přístroje se směs za stálého míchání tepelně ošetří. Je důležité přístroj nepřehřívát. Jinak dochází k napékání surovin. Termizace probíhá do

dosažení teploty 72 °C bez další výdrže. Celý proces míchání a termizace trvá přibližně 15 minut. První 2 – 3 minuty se míchající nože otáčejí rychlostí přibližně 4000 ot min⁻¹. V této fázi dojde k promíchání surovin a dosažení jednotné konzistence. Je potřeba snížit otáčky míchacích nožů na přibližně 3500 ot min⁻¹. Tím se zabrání rozstříkávání termizované směsi.

Po termizaci je termix naléván do kulatých polypropylenových kelímků v množství přibližně 50 ml. Kelímky mají válcový tvar o průměru přibližně 5 cm, výšce 5 cm a objemu 80 ml. Po naplnění jsou kelímky uzavřeny přitavením hliníkové fólie pomocí žehličky. Uzavřené a naplněné kelímky se označí na víčku číslem vzorku, datem výroby a číslem označujícím pořadí plnění kelímku. Následně se naplněné kelímky nechají vychladit při laboratorní teplotě. Poté se vychladí a skladují při teplotě 10 °C.

4.3 Základní analýza

Základní analýza měla za úkol stanovit pH a sušinu hotových termizovaných tvarohových dezertů – termixů.

Aktivní kyselost byla stanovena pH metrem pH Spear for food testing při teplotě 10 °C. Obsah sušiny byl stanoven pomocí hliníkové váženky s nasávací hmotou. Křemenný písek se v množství 20 – 30 g naváží do hliníkové váženky se skleněnou tyčinkou. Následně se ve vyhřáté sušárně předsouší při teplotě 102 ± 2 °C po dobu 1 hodiny. Po předsušení se váženka přesune ze sušárny do exsikátoru a nechá minimálně 30 minut chladnout. Po vychladnutí se váženka zváží na analytických vahách s přesností na 0,1 mg. Poté se naváží přibližně 3 g vzorku, opět s přesností na 0,1 mg. Váženka se vzorkem se umístí do sušárny a za občasného promíchávání se předsouší při teplotě 60 °C po dobu 30 minut. Tím se zabrání vytvoření krusty na povrchu vysoušeného materiálu. Která by měla negativní vliv na odpařování vody. Je třeba promíchávat vysoušený materiál opatrně, aby se nerozsypal ven z váženky. Po předsušení se materiál suší při 102 ± 2 °C do konstantních hmotnostních úbytků. Po dosažení konstantní hmotnosti se váženka vloží do exsikátoru a opět nechá minimálně 30 minut chladnout. Poté se váženka opět zváží a vypočte se sušina podle vzorce:

$$\text{sušina} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100 \text{ [\%]}$$

kde:

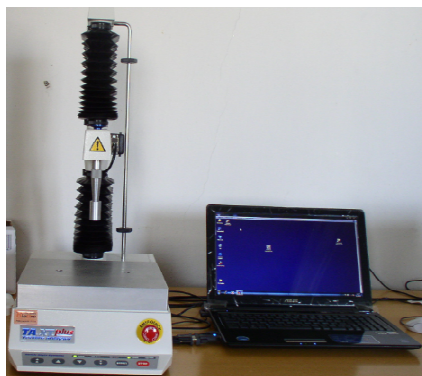
m_0 ...hmotnost předsušené váženky s křemenným pískem [g]

m_1 ...hmotnost váženky s navážkou vzorku před sušením [g]

m_2 ...hmotnost váženky s navážkou vzorku po sušení [g]

4.4 Texturní analýza

Texturní analýza byla prováděna na přístroji TA.XT. plus Texture Analyser (Stable Micro Systems) (obr.č.7). K měření byla použita sonda P/20. Tato sonda má tvar válce o průměru 20 mm. Sonda vstupuje do termixu rychlostí 1 mm s^{-1} . Při kontaktu s povrchem termixu se rychlost zvýší na 2 mm s^{-1} . Výstup sondy z termixu probíhá také rychlostí 2 mm s^{-1} . Po kontaktu s termixem se sonda vsouvá do hloubky 10 mm při výše uvedené rychlosti. Celý proces vsouvání sondy probíhá dvakrát.



Obr.č.7.: TA.XT. plus Texture Analyser

Před měřením textury je vždy nutné zarovnat povrch termixu v kelímku. Kelímek má kulatý tvar o průměru přibližně 5 cm, výšce 5 cm a objemu 80 ml. Naplněný je asi do 2/3. V každém experimentu se u jeho jednotlivých výrob provádělo měření textury po výrobě, po 15 dnech a po 30 dnech od výroby. Z každého souboru kelímků vyrobených v jeden den. U kterých byl použit stejný hydrokoloid nebo jejich směs. Se pro měření textury použilo 5 vzorků (kelímků) pro měření po výrobě, 5 vzorků pro měření po 15 dnech a 5 vzorků pro měření po 30 dnech ode dne výroby. Vzorky pro jednotlivá měření byly vybírány tak, aby bylo pokryto rozmezí vzorků v celém rozsahu podle pořadí nalévání do kelímků. Pro měření po výrobě byly tedy vybrány podle pořadí nalévání vzorky 1, 4, 7, 10 a 13. Pro měření po 15 dnech ode dne výroby vzorky 2, 5, 8, 11 a 14 a pro měření po 30 dnech ode dne výroby vzorky 3, 6, 9, 12 a 15. Měření probíhalo při teplotě vzorků $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Při měření textury byly sledovány hodnoty tvrdosti, lepivosti a relativní lepivosti vzorků.

Data z měření texturním analyzátozem byla vyhodnocena v programu EXPONENT Lite (verze 4.0.13.0.) a následně zpracována v programu Microsoft Excel.

4.5 Senzorická analýza

U vybraných vzorků byla provedena senzorická analýza. Protokol použitý pro senzorická hodnocení je uveden v příloze P I. Pro tuto analýzu byly vybrány tři samostatné hydrokoloidy a jedna směs. Směs byla složena z nativního tapiokového škrobu v množství 0,4 %, xanthanu (E415) v množství 0,05 % a vepřové želatiny v množství 0,15 %. Jako samostatný hydrokoloid byl použit xanthan (E415) v množství 0,6 %. Dále byla samostatně použita vepřová želatina v množství 0,5 %. Jako poslední byl samostatně použit pektin (E440) v množství 0,6 %.

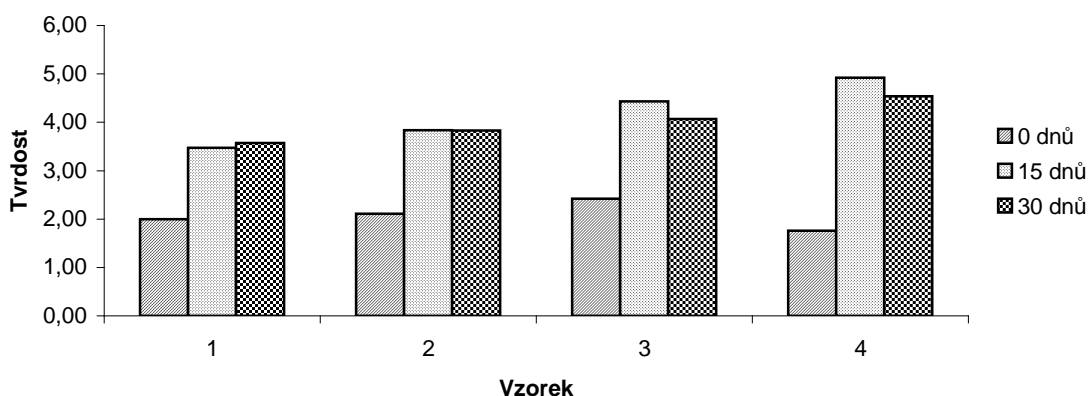
Senzorická analýza byla provedena po výrobě, přibližně po 15 a po 30 dnech ode dne výroby. Hodnotící komise se skládala z 12 členů. U senzorické analýzy byla pro statistické hodnocení použita 5 % hladina významnosti. Výsledky senzorické analýzy byly statisticky vyhodnoceny za použití Friedmanova a Kruskall Wallisova testu, pro srovnání dvou výběrů. Ten bere zřetel na druh použité ordinální stupnice. K výpočtům byl použit program STATVYD.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Experiment první

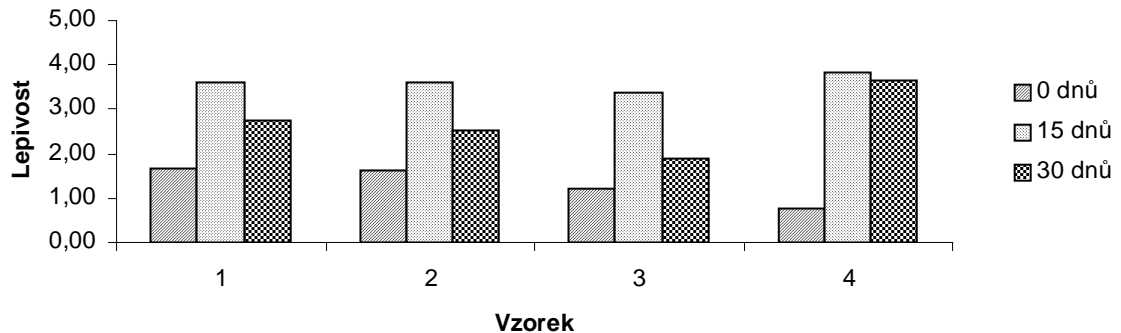
V prvním experimentu byla při základní analýze naměřena průměrná hodnota pH hotového termixu $4,55 \pm 0,06$. Zjištěná průměrná hodnota sušiny hotového termixu činila $21,91 \pm 0,58$ %.

Při texturní analýze byly zjišťovány hodnoty tvrdosti (obr.č.8), lepivosti (obr.č.9) a relativní lepivosti (obr.č.10). Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí v jednotlivých vzorcích je uvedeno v kapitole 4.1.1. tab. 2.



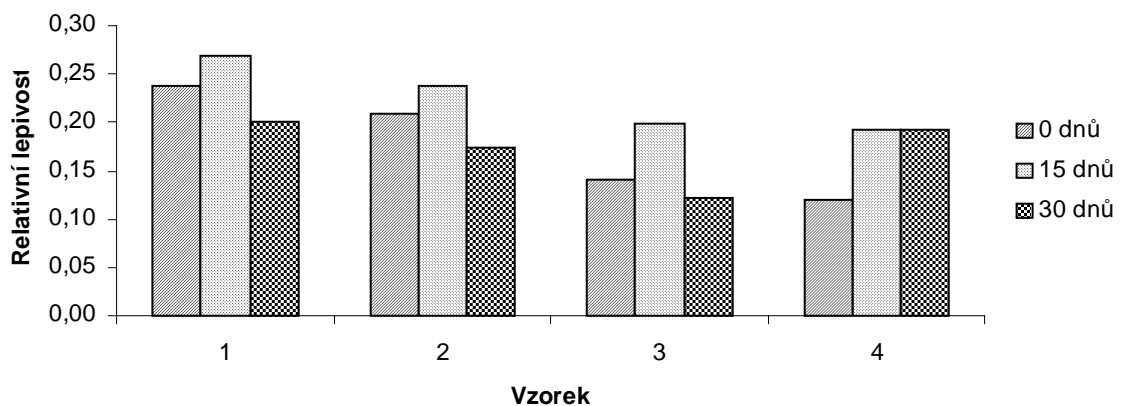
Obr.č.8.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 1. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z hodnot v grafu na obrázku č. 8. je patrné, že u vzorků 1 a 2 dochází k nárůstu tvrdosti do poloviny doby minimální trvanlivosti. Poté se již významně nemění. U vzorků 3 a 4 dochází od poloviny do konce doby minimální trvanlivosti k mírnému poklesu hodnot tvrdosti vzorků.



Obr.č.9.: Hodnoty lepivosti u vzorků 1. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z hodnot grafu lepivosti na obrázku č. 9. je vidět podobný trend vývoje v průběhu doby minimální trvanlivosti u vzorků 1 až 3. Kdy dochází k nárůstu hodnot lepivosti v první polovině doby minimální trvanlivosti a poklesu těchto hodnot v druhé polovině doby minimální trvanlivosti. Hodnoty lepivosti na konci doby minimální trvanlivosti jsou vyšší než na počátku. U vzorku 4 dochází ke strmějšímu nárůstu hodnot lepivosti v první polovině doby minimální trvanlivosti. Avšak poté se již významně nemění.



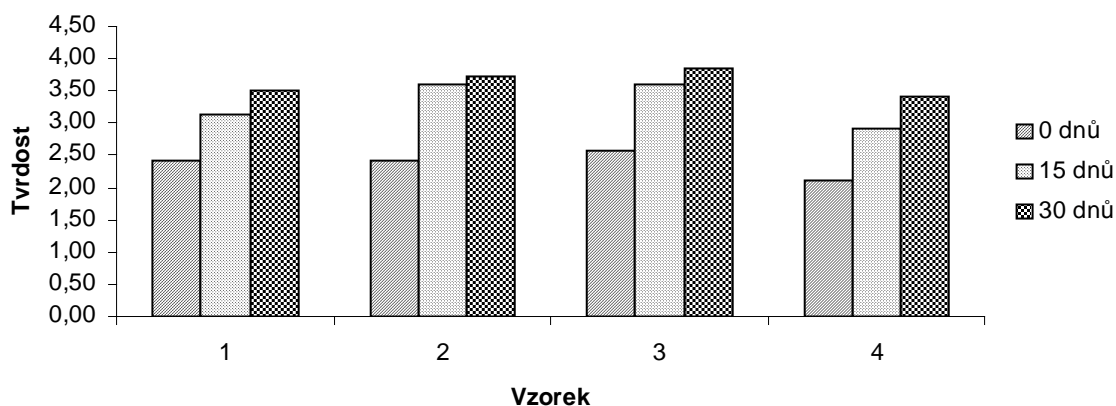
Obr.č.10.: Hodnoty relativní lepivosti u vzorků 1. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z hodnot grafu na obrázku č. 10. je vidět podobný trend vývoje hodnot relativní lepidlosti u vzorků 1 až 3. Avšak tento trend má opačný charakter vývoje ve srovnání s hodnotami lepidlosti (obr. č. 9). Zde je na rozdíl od hodnot lepidlosti, konečná relativní lepidlost nižší než počáteční. Hodnoty relativní lepidlosti vzorku 4 mají podobný trend vývoje s hodnotami lepidlosti. Avšak hodnoty jsou vyrovnanější. Nárůst hodnot v první polovině doby minimální trvanlivosti není tak prudký a od poloviny doby minimální trvanlivosti jsou hodnoty relativní lepidlosti vzorku 4 poměrně stabilní.

5.2 Experiment druhý

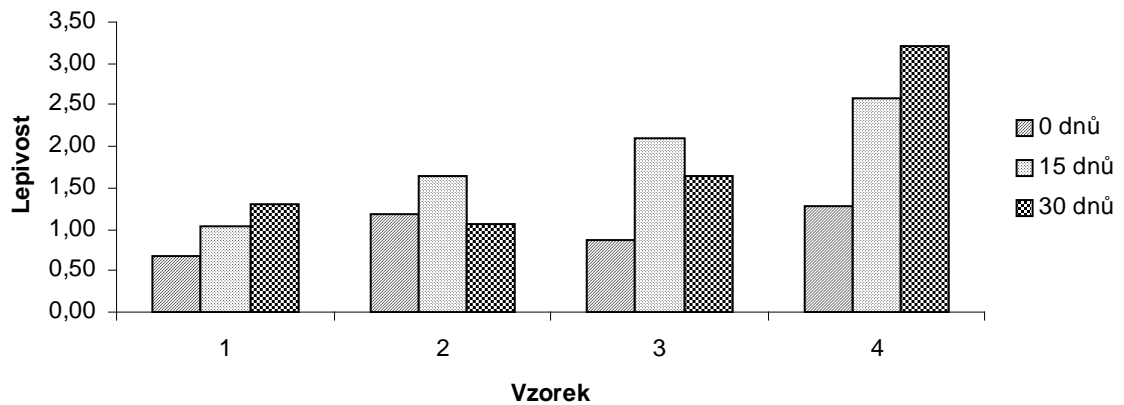
V druhém experimentu byla při základní analýze naměřena průměrná hodnota pH hotového termixu $4,52 \pm 0,02$. Zjištěná průměrná hodnota sušiny hotového termixu činila $22,02 \pm 1,10 \%$.

Při texturní analýze byly zjišťovány hodnoty tvrdosti (obr.č.11), lepidlosti (obr.č.12) a relativní lepidlosti (obr.č.13). Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí v jednotlivých vzorcích je uvedeno v kapitole 4.1.2. tab. 3.



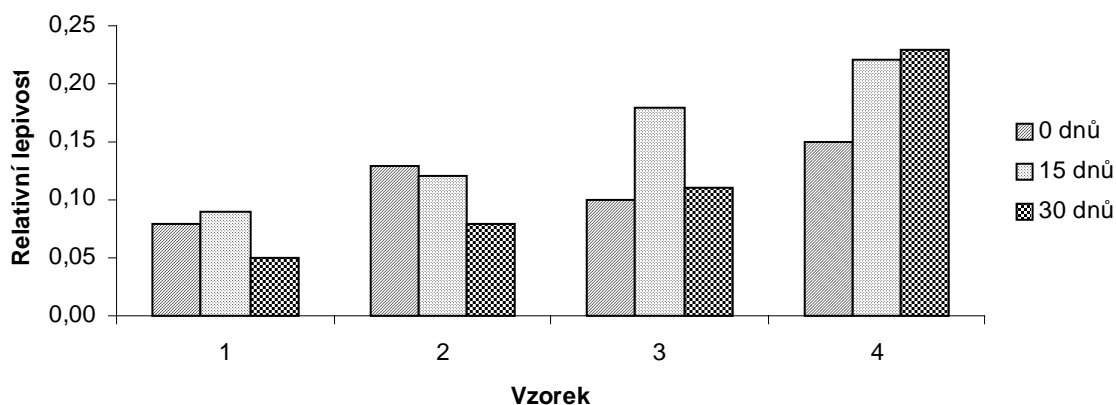
Obr.č.11.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 2. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z hodnot v grafu na obrázku č. 11 je patrný podobný trend vývoje hodnot tvrdosti v průběhu doby minimální trvanlivosti u všech vzorků 1 až 4. Kdy dochází k postupnému nárůstu hodnot tvrdosti vzorků v průběhu doby minimální trvanlivosti. Stabilnějších výsledků v druhé polovině doby minimální trvanlivosti dosahují vzorky 2 a 3.



Obr.č.12.: Hodnoty lepidlosti u vzorků 2. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z hodnot grafu na obrázku č. 12 je vidět podobný trend vývoje hodnot lepidlosti u vzorků 1 a 4. Kde dochází k postupnému nárůstu hodnot lepidlosti v průběhu celé doby minimální trvanlivosti. Vzorek 4 má celkově stabilnější hodnoty než vzorek 4, který nabývá příliš strmí nárůst hodnot lepidlosti. U vzorku 2 dochází k nárůstu a následně poklesu hodnot lepidlosti v průběhu doby minimální trvanlivosti. Avšak počáteční a konečná hodnota lepidlosti je téměř totožná. U vzorku 4 dochází k poměrně prudkému nárůstu hodnot lepidlosti v první polovině doby minimální trvanlivosti a následně poklesu hodnot v druhé polovině. Tento pokles už však není tak prudký a konečné hodnoty lepidlosti jsou vyšší než počáteční.



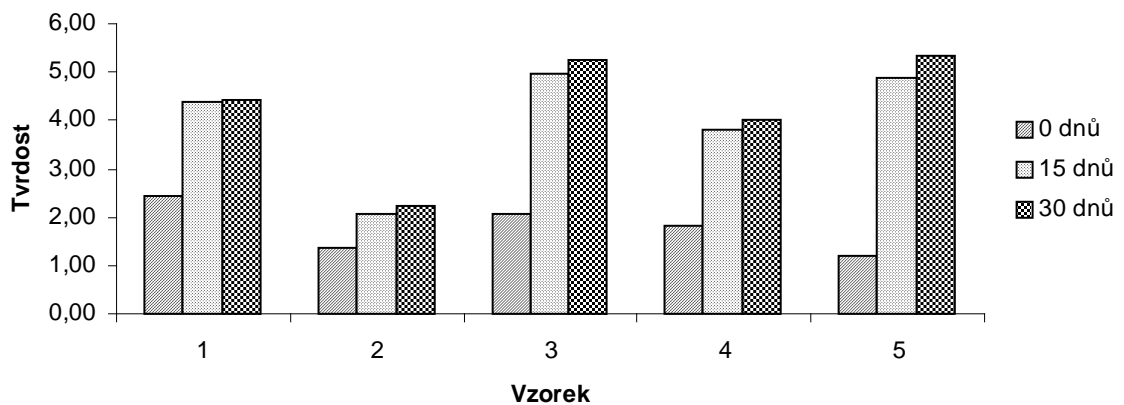
Obr.č.13.: Hodnoty relativní lepidivosti u vzorků 2. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z hodnot grafu relativní lepidivosti na obrázku č. 13 je vidět obdobný trend vývoje hodnot vzorků 3 a 4 jako tomu bylo u lepidivosti (obr. č. 12). Avšak rozdíl hodnot na počátku a na konci doby minimální trvanlivosti není tak velký. Nárůst hodnot u vzorku 4 není v první polovině doby minimální trvanlivosti tak velký a v druhé polovině této doby již dochází jen k minimálnímu nárůstu. U vzorku 1 je trend vývoje hodnot relativní lepidivosti opačný vůči lepidivosti a celkově dochází spíše k poklesu hodnot v průběhu doby minimální trvanlivosti. U vzorku 2 nabírají hodnoty relativní lepidivosti klesající trend. Kdy k největšímu poklesu hodnot dochází v druhé polovině doby minimální trvanlivosti.

5.3 Experiment třetí

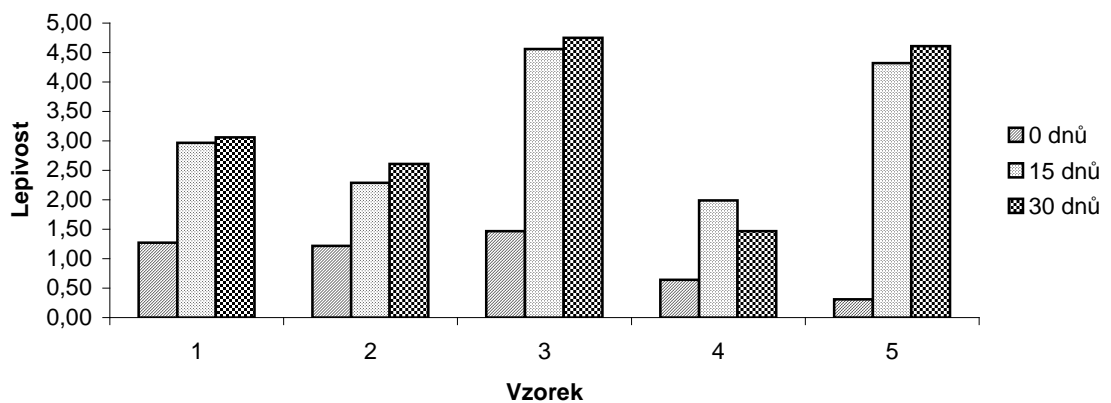
V třetím experimentu byla při základní analýze naměřena průměrná hodnota pH hotového termixu $4,63 \pm 0,04$. Zjištěná průměrná hodnota sušiny hotového termixu činila $21,24 \% \pm 0,56 \%$.

Při texturní analýze byly zjišťovány hodnoty tvrdosti (obr.č.14), lepidivosti (obr.č.15) a relativní lepidivosti (obr.č.16). Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí v jednotlivých vzorcích je uvedeno v kapitole 4.1.3. tab. 4.



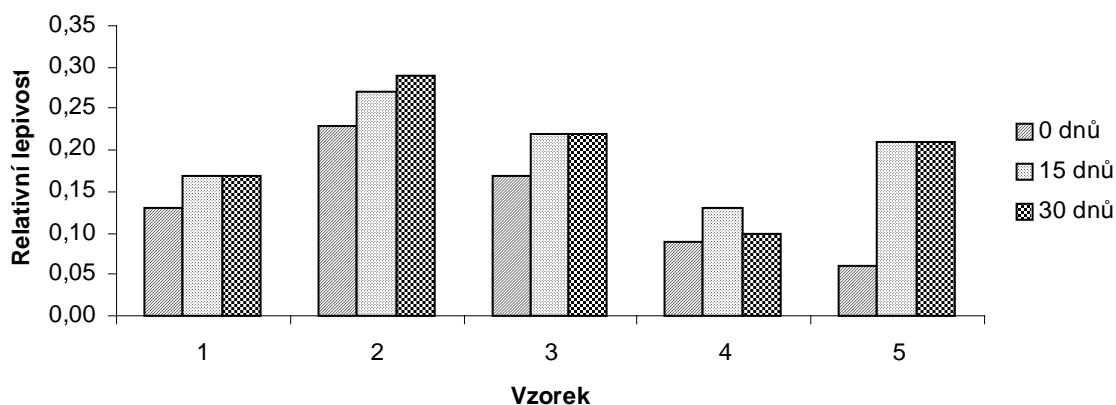
Obr.č.14.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 3. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z grafu na obrázku č. 14 je vidět podobný trend vývoje hodnot u všech vzorků. Kdy k největšímu nárůstu hodnot tvrdosti vzorků dochází v první polovině doby minimální trvanlivosti a pak se již významně nemění. Poměrně vyrovnaných a zároveň nízkých hodnot v rámci celé doby minimální trvanlivosti dosahuje vzorek 2.



Obr.č.15.: Hodnoty lepivosti u vzorků 3. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z grafu na obrázku č. 15 je patrný podobný trend vývoje hodnot u vzorků 1 až 3 a 5. Kde dochází k neprudšímu nárůstu hodnot lepivosti v první polovině doby minimální trvanlivosti a pak již dochází jen k minimálnímu nárůstu hodnot. U vzorku 4 také dochází v první polovině k nárůstu hodnot. Avšak v druhé polovině doby minimální trvanlivosti dochází k malému poklesu hodnot lepivosti.



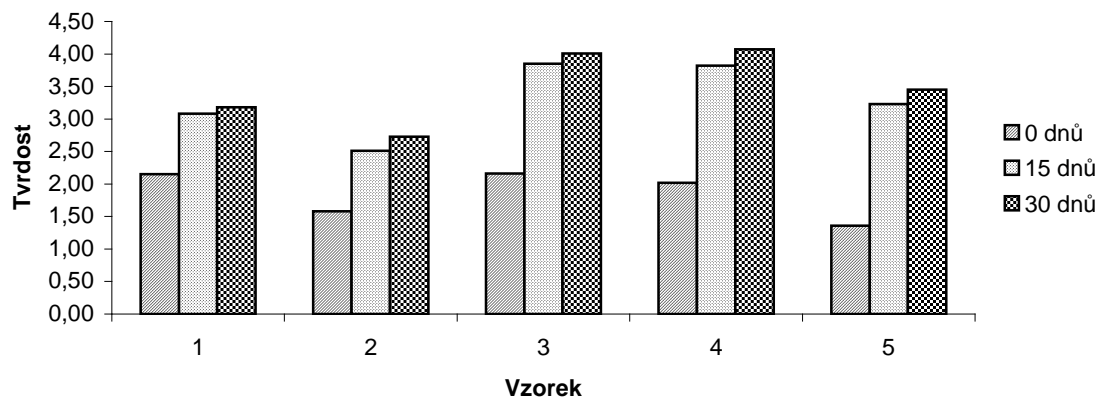
Obr.č.16.: Hodnoty relativní lepivosti u vzorků 3. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z grafu na obrázku č. 16 je patrný srovnatelný trend vývoje hodnot relativní lepivosti vzorků 2 a 4 s hodnotami lepivosti (obr. č. 15). Avšak hodnoty relativní lepivosti jsou u vzorku 2 vyrovnanější v rámci celého období a u vzorku 4 jsou vyrovnanější počáteční a konečné hodnoty. Trend vývoje hodnot relativní lepivosti u vzorků 1, 3 a 5 je srovnatelný s trendem vývoje hodnot lepivosti. Hodnoty v druhé polovině doby minimální trvanlivosti se u těchto vzorků prakticky nemění.

5.4 Experiment čtvrtý

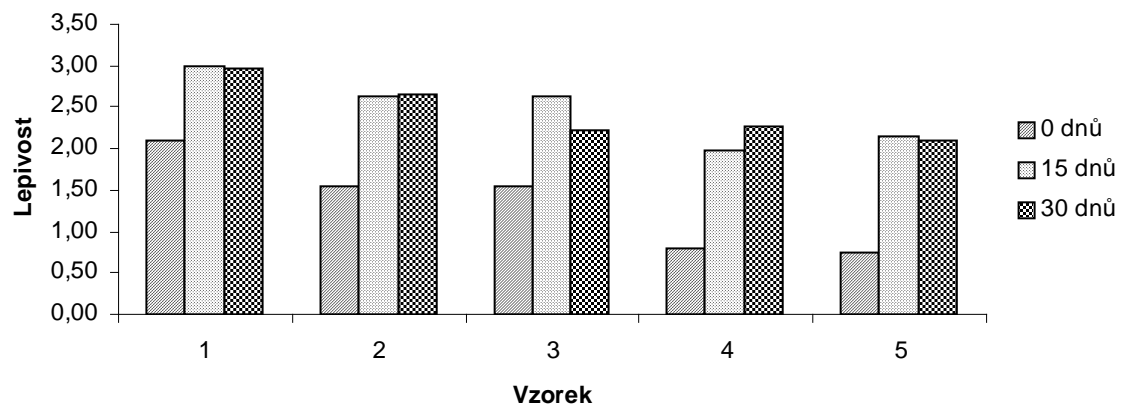
Ve čtvrtém experimentu byla při základní analýze naměřena průměrná hodnota pH hotového termixu $4,44 \pm 0,05$. Zjištěná průměrná hodnota sušiny hotového termixu činila $21,86 \pm 0,16$ %.

Při texturní analýze byly zjišťovány hodnoty tvrdosti (obr.č.17), lepivosti (obr.č.18) a relativní lepivosti (obr.č.19). Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí v jednotlivých vzorcích je uvedeno v kapitole 4.1.4. tab. 5.



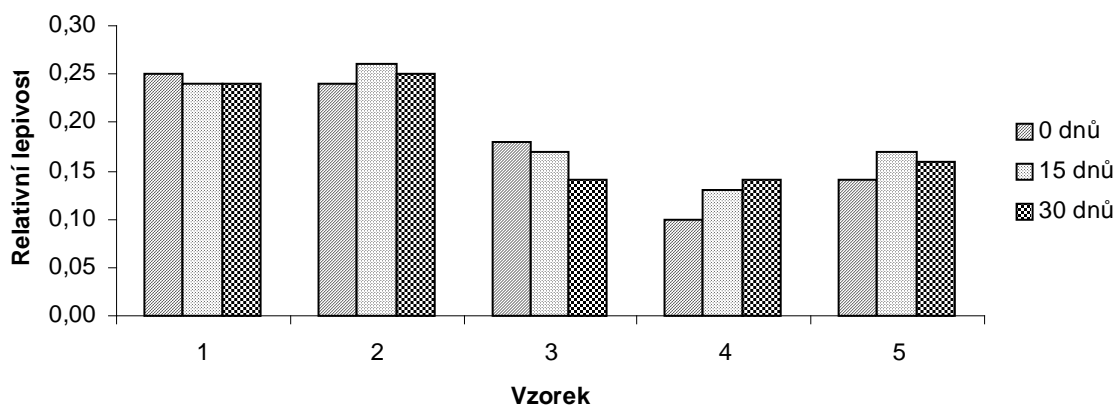
Obr.č.17.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 4. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z grafu na obrázku č. 17 je patrný podobný trend vývoje hodnot u všech vzorků. Kdy dochází ke strmému nárůstu hodnot v první polovině doby minimální trvanlivosti a v druhé polovině jen k minimálnímu nárůstu hodnot.



Obr.č.18.: Hodnoty lepivosti u vzorků 4. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z grafu na obrázku č. 18 je vidět podobný trend vývoje hodnot lepivosti u vzorů 1, 2 a 5. Kdy dochází v první polovině doby minimální trvanlivosti k nárůstu hodnot a v druhé polovině se již významně nemění. Podobně je tomu i u vzorků 3 a 4. Avšak u vzorku 3 dochází v druhé polovině doby minimální trvanlivosti k mírnému poklesu hodnot a u vzorku 4 k mírnému nárůstu hodnot.



Obr.č.19.: Hodnoty relativní lepidivosti u vzorků 4. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C

Z grafu na obrázku č. 19 jsou patrné poměrně stabilní hodnoty relativní lepidivosti u vzorků 1, 2 a 5 v rámci celé doby minimální trvanlivosti. U vzorku 3 nabírají hodnoty klesající trend vývoje. Vzorek 4 má stoupající trend vývoje hodnot relativní lepidivosti, který je obdobný jako u lepidivosti (obr. č. 18).

5.5 Výsledky senzoričké analýzy

Vybrané hydrokoloidy a jejich množství použité pro výrobu termixů na senzoričkou analýzu jsou popsány v kapitole 3.5. V kapitole 3.5 je také popsán způsob provedení senzoričké analýzy.

5.5.1 Senzoričké hodnocení na začátku doby minimální trvanlivosti

Hodnocení senzoričkých znaků bylo provedeno prostřednictvím pětibodové ordinální stupnice hedonického typu (stupeň 1 – vynikající, stupeň 5 – nevyhovující). Výsledky jsou prezentovány jako mediány v tabulce 6.

Tab. 6.: Hodnocení sensorických znaků na začátku doby minimální trvanlivosti

Sensorický znak	Vzorek			
	1	2	3	4
Vzhled a barva	3	1	3	2
Konzistence	3	1	4	2
Chuť a vůně	2	2	3	2

Statisticky významný rozdíl v souvislosti s použitým hydrokoloidem byl prokázán ve vzhledu a barvě a v konzistenci u vzorků 1-2 a 2-3. V obou případech byl vzorek 2 hodnocen lépe. V chuti a vůni nebyl mezi vzorky zjištěn statisticky významný rozdíl.

Prostřednictvím párového testu bylo zjištěno, že v konzistenci je vzorek 2 preferován před vzorky 1 a 3. V ostatních případech nebyl na hladině významnosti 5% shledán mezi vzorky statisticky významný rozdíl.

Prostřednictvím pořadového preferenčního testu označili hodnotitelé jako nejvíce preferovaný vzorek 4, pořadí dalších je: vzorek 2, 1 a jako nejhorší byl hodnocen vzorek 3. Na 5% hladině významnosti však v preferencích nebyly mezi vzorky zjištěny statisticky významné rozdíly.

5.5.2 Sensorické hodnocení v polovině doby minimální trvanlivosti

Hodnocení sensorických znaků bylo provedeno prostřednictvím pětibodové ordinální stupnice hedonického typu (stupeň 1 – vynikající, stupeň 5 – nevyhovující). Výsledky jsou prezentovány jako mediány v tabulce 7.

Tab. 7.: Hodnocení sensorických znaků v polovině doby minimální trvanlivosti

Sensorický znak	Vzorek			
	1	2	3	4
Vzhled a barva	2	1	3	2
Konzistence	2,5	1	3,5	2
Chuť a vůně	3	1	3	2

Statisticky významný rozdíl v souvislosti s použitým hydrokoloidem byl prokázán ve všech hodnocených znacích u vzorků 2-3, kdy byl ve všech případech hodnocen vzorek 2 jako lepší. V konzistenci byl dále prokázán statisticky významný rozdíl mezi vzorky 3-4, z nichž byl lépe ohodnocen vzorek 4.

Prostřednictvím párového testu bylo zjištěno, že v chuti a vůni byl vzorek 4 preferován před vzorky 1 a 3 a vzorek 2 před vzorkem 3. V konzistenci byl preferován vzorek 2 před vzorky 1 a 3 a vzorek 4 pře vzorkem 3. V ostatních případech nebyl na hladině významnosti 5% shledán mezi vzorky statisticky významný rozdíl.

Prostřednictvím pořadového preferenčního testu označili hodnotitelé jako nejvíce preferovaný vzorek 2, pořadí dalších je: vzorek 4, 1 a 3. Na 5% hladině významnosti však v preferencích nebyly mezi vzorky zjištěny statisticky významné rozdíly.

5.5.3 Sensorické hodnocení na konci doby minimální trvanlivosti

Hodnocení sensorických znaků bylo provedeno prostřednictvím pětibodové ordinální stupnice hedonického typu (stupeň 1 – vynikající, stupeň 5 – nevyhovující). Výsledky jsou prezentovány jako mediány v tabulce 8.

Tab. 8.: Hodnocení sensorických znaků na konci minimální doby trvanlivosti

Sensorický znak	Vzorek			
	1	2	3	4
Vzhled a barva	3	1	2	3
Konzistence	3	1	3,5	2,5
Chuť a vůně	3	1,5	2,5	2,5

Statisticky významný rozdíl v souvislosti s použitým hydrokoloidem byl prokázán ve všech hodnocených znacích u vzorků 1-2 a 2-3, kdy byl ve všech případech hodnocen vzorek 2 jako lepší. Ve vzhledu a barvě byl dále prokázán statisticky významný rozdíl mezi vzorky 2-4, z nichž byl lépe ohodnocen opět vzorek 2.

Prostřednictvím párového testu bylo zjištěno, že v chuti a vůni byl vzorek 4 preferován před vzorky 1 a 3 a vzorek 2 před vzorkem 1. V konzistenci byl preferován vzorek 2 před vzorky 1, 3 i 4 a vzorek 4 pře vzorky 1 a 3. V ostatních případech nebyl na hladině významnosti 5% shledán mezi vzorky statisticky významný rozdíl.

Prostřednictvím pořadového preferenčního testu bylo zjištěno, že s 95% spolehlivostí existují statisticky významné rozdíly v preferencích mezi čtyřmi zkoumanými vzorky. Jako nejvíce preferovaný označili hodnotitelé vzorek 2. Po něm následují vzorky 4, 1 a 3. Statisticky významné rozdíly jsou však pouze mezi vzorky 2 a 3. Mezi ostatními nebyly na 5% hladině významnosti v preferencích zjištěny statisticky významné rozdíly.

5.6 Souhrnná diskuse

Úkolem této práce bylo v teoretické části popsat technologii výroby termizovaných tvarohových dezertů. Dále popsat vybrané hydrokoloidy, jejich chemické složení, strukturu, vlastnosti a použití. V praktické části pak sestavit postup výroby termizovaných tvarohových dezertů aplikovatelný v laboratorních podmínkách. Následně provést jednotlivé experimenty s danými hydrokoloidy nebo jejich směsmi a vybrat nejvhodnější řešení.

Před vlastní výrobou termizovaných tvarohových dezertů byla provedena zkušební výroba. Při této výrobě bylo zjištěno, že není vhodné přehřívat termizační nádobu. V případě

předeřtátí totiž dochází velmi rychle k napékání hmoty na stěny nádoby. Též bylo nutné po počátečním rozmíchání snížit otáčky míchacích nožů, aby nedocházelo k rozstříku hmoty.

Celkem byly provedeny čtyři experimenty. Kdy byl nejprve proveden první experiment s navrženými hydrokoloidy a směsmi hydrokoloidů v navrženém množství (tab. 2.). Následně byl proveden druhý experiment. Zde byly použity ty samé hydrokoloidy a směsi hydrokoloidů jako v prvním experimentu. Byla však použita poloviční dávka hydrokoloidů a směsí hydrokoloidů (tab. 3.). Účelem použití poloviční dávky bylo zjistit jaký vliv má toto snížení na výslednou jakost (zejména texturní vlastnosti) termizovaných tvarohových dezertů. Ve třetím experimentu byly použity hydrokoloidy ze směsí samostatně (tab. 4.). To mělo za účel zjistit jaký účinek mají jednotlivé hydrokoloidy samostatně. Ze zjištěných poznatků byl vybrán nejlepší hydrokoloid - xanthan, který byl použit pro čtvrtý experiment (tab. 5.). Zde byl tento hydrokoloid použit ve čtyřech různých koncentracích, aby bylo možno zjistit pokud možno nejnižší použitelnou dávku tohoto hydrokoloidu. Do čtvrtého experimentu byl také dodatečně zařazen rostlinný hydrokoloid pektin ve vyšší dávce než v prvním experimentu, aby jej bylo možné srovnat s hydrokoloidy ze třetího experimentu.

Snížení dávek ve druhém experimentu na polovinu mělo značný negativní účinek na jakost termizovaných tvarohových dezertů. Docházelo k tvorbě hrudkovitého povrchu u vzorků 1 až 3 a písčitého povrchu u vzorku 4. V druhé polovině doby minimální trvanlivosti také docházelo k mírnému uvolňování syrovátky u vzorků 1 a 2.

Ve třetím experimentu bylo zjištěno, že v případě kdy je použita samostatně vepřová želatina ve vyšší dávce. Může docházet k tvorbě samostatného syrovátkového gelu na povrchu termizovaných tvarohových dezertů. Také zde bylo zjištěno, že xanthan vytváří nesrovnatelně jemnější konzistenci ve srovnání s ostatními hydrokoloidy.

Celkově mělo na kvalitu termizovaných tvarohových dezertů značný vliv také pořadí plnění výrobků do obalů. Kdy měli nejlepší vlastnosti výrobky plněné jako první a nejhorší výrobky plněné jako poslední. Tento zhoršující se trend se ve větší či menší míře projevil ve všech vzorcích kromě vzorků s mikrobiálním hydrokoloidem xanthanem.

Senzorickou analýzou byl jako nejlepší vyhodnocen vzorek termizovaného tvarohového dezertu, ve kterém byl použit mikrobiální hydrokoloid xanthan.

Celkově byl nejlepší a nejstabilnější mikrobiální hydrokoloid xanthan. Zejména pokud jde o jeho vliv na konzistenční vlastnosti termizovaných tvarohových dezertů. Na jakost vý-

robků s xanthanem nemá vliv pořadí plnění do obalů. Výrobky s xanthanem mají jemnější konzistenci než výrobky s ostatními testovanými hydrokoloidy a jejich směsmi. Ve čtvrtém experimentu bylo texturní analýzou zjištěno, že nejstabilnějších výsledků v rámci celé doby minimální trvanlivosti je dosaženo při dávce 0,6 až 0,45 % xanthanu. Běžně používaná dávka v potravinách je 0,1 až 0,4 %. Potřebné množství xanthanu by teoreticky bylo možné snížit zvýšením tučnosti výrobků. [1, 8]

ZÁVĚR

Úkolem práce bylo popsat výrobu termizovaných tvarohových dezertů (termixů) a vybrané hydrokoloidy. Sestavit výrobní postup aplikovatelný v laboratorních podmínkách. Otestovat vybrané hydrokoloidy a vybrat optimální řešení.

- Nejnižší a nejvyrovnanější tvrdosti výrobku v rámci celé doby minimální trvanlivosti dosáhl vzorek s mikrobiálním hydrokoloidem xanthanem v množství 0,6 %. Naopak nejvyšší tvrdosti dosáhly vzorky s živočišným hydrokoloidem – vepřovou želatinou, v množství 0,5 – 0,6 %. Avšak v rámci celého období byly hodnoty tvrdosti nevyrovnané.
- Hodnoty lepivosti byly u všech vzorků v první polovině doby minimální trvanlivosti nevyrovnané a měly vzrůstající trend. V druhé polovině doby minimální trvanlivosti dosáhly nejvyrovnanějších hodnot vzorky s mikrobiálním hydrokoloidem xanthanem v množství 0,45 – 0,6 %.
- Nejvyrovnanějších hodnot relativní lepivosti v rámci celé doby minimální trvanlivosti dosahovaly vzorky s mikrobiálním hydrokoloidem xanthanem v množství 0,45 – 0,6 %
- Při senzoričké analýze byly nejlépe hodnoceny opět vzorky s mikrobiálním hydrokoloidem xanthanem v množství 0,6 %.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PHILLIPS, G. O., WILLIAMS, P. A. (ed.). *Handbook of Hydrocolloids*. Woodhead Publishing, 2000. 329 p. ISBN 978-1-59124-086-0.
- [2] ROSENTHAL, A. J. *Food Texture - Measurement and Perception*. Springer - Verlag, 1999. 322 p. ISBN 978-1-59124-812-5.
- [3] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I., BŘEZINA, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu pro kombinované studium*. 1st ed. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 185 p. ISBN 978-80-7318-521-3.
- [4] KADLEC, P., et al. *Procesy potravinářských a biochemických výrob*. 1st ed. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. 308 p. ISBN 80-7080-527-7.
- [5] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*. 1st ed. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. 164 p. ISBN 80-7013-435-6.
- [6] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1st ed. Tábor: OSSIS, 1999. 352 p. ISBN 80-902391-3-7.
- [7] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1st ed. Praha: SNTL, 1983. 632 p.
- [8] STRMISKA, J., HUŠEK, V., MINAŘÍK, R. *Výroba tvarohu a tvarohových specialit: Nové technologie*. 1st ed. Praha: SNTL, 1991. 272 p. ISBN 80-03-00481-0.
- [9] MRÁZEK, J. *Technologie mléka a mléčných výrobků*. Přednáška, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, VOŠ potravinářská a SPŠ mlékárenská Kroměříž, Kroměříž, 2008.
- [10] JIŘIČKOVÁ, H. *Studium možnosti přidavku přídatných látek na jakost mléčných výrobků*. Diplomová práce, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, UTB Zlín, 2007.
- [11] TAMIME, A. Y. *Dairy Fats and Related Products*. John Wiley & Sons, 2009. ISBN 978-1-4051-5090-3.

- [12] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? : technologie potravin*. 1st ed. Ostrava: Key Publishing, 2010. 536 p. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [13] DRDÁK, M. *Základy potravinářských technologií : spracovanie rastlinných a živočišných surovín. Cererálne a fermentačné technológie. Uchovávanie, hygiena a ekológia potravín..* 1st ed. Bratislava: Malé centrum, 1996. 495 p. ISBN 8096706411.
- [14] GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. 1st ed. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 78 p. ISBN 80-7157-657-3.
- [15] Interaktivní elektronická učebnice biochemie. Integrovaný kurz biochemie pro odborné a učitelské studium. http://orion.chemi.muni.cz/e_learning/=Texty/05-Fibril%C3%A1rn%C3%AD%20b%C3%ADlkoviny/05-FibrBilk.htm (accessed May 12, 2011), Ústav biochemie Přírodovědecké fakulty MU v Brně.
- [16] von Endt, D. W.; Baker, M. *The Chemistry of Filled Animal Glue Systems*. <http://albumen.conservacion-us.org/library/c20/vonendt1991.html> (accessed May 12, 2011).
- [17] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin 1*. 3rd ed. Tábor: OSSIS, 2009. 602 p. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [18] FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids*. New York: Springer Science Business Media, 2006. ISBN 0-387-28813-9.
- [19] FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. *Advanced Dairy Chemistry Volume 3: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents*. New York: Springer Science Business Media, 2009. ISBN 978-0-387-84865-5.
- [20] FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. *Dairy Chemistry and Biochemistry*. BLACKIE ACADEMIC & PROFESSIONAL, 1998. ISBN 0-412-72000-0.
- [21] TAMIME, A. Y. *Dairy Powders and Concentrated Products*. John Wiley & Sons, 2009. ISBN 978-1-4051-5764-3.
- [22] SMIT, G. *Dairy processing Improving quality*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2003. ISBN 1-85573-707-8.

- [23] HUI, Y. K. *Dairy Science and Technology Handbook*. Wiley-VCH, 1993. ISBN 1-56081-078-5.
- [24] CORREDIG, M. *Dairy-derived ingredients: Food and nutraceutical uses*. Woodhead, 2009. ISBN 978-1-84569-719-8.
- [25] WILLIAMS, P. A., PHILLIPS, G. O., et al. *Food Hydrocolloids Volume 25*. Amsterdam: Elsevier, 2011. ISSN 0268-005X.
- [26] MATTILA-SANDHOLM, T., SAARELA, M. *Functional dairy products*. Woodhead, 2003. ISBN 1-85573-691-8.
- [27] SAARELA, M. *Functional dairy products Volume 2*. Woodhead, 2007. ISBN 978-1-84569-310-7.
- [28] WONG, N. P., JENNESS, R., KEENEY, M., MARTH, E. H. *FUNDAMENTALS OF DAIRY CHEMISTRY*. Chapman & Hall, 1999. ISBN ISBN 0-8342-1360-5.
- [29] FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M., McSWEENEY, P. L. H. *Fundamentals of Cheese Science*. Aspen, 2000. ISBN 0-8342-1260-9.
- [30] KUTZ, M. *Handbook of Farm, Dairy, and Food Machinery*. Springer B. V, 2007. ISBN 3-540-21117-9.
- [31] FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H., COGAN, T. M., GUINEE, T. P. *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*. Elsevier Ltd, 2004. ISBN 0-1226-3651-1.
- [32] TAMIME, A. Y. *Milk Processing and Quality Management*. Blackwell, 2009. ISBN 978-1-4051-4530-5.
- [33] THOMPSON, A., BOLAND, M., SINGH, H. *Milk Proteins: from Expression to Food*. Elsevier, 2009. ISBN 978-0-12-374039.
- [34] FOX, P., FUQUAY, J., ROGINSKI, H. *Encyclopedia of dairy sciences*. Amsterdam: Academic Press, 2003. 2799 p. ISBN 0122272358.
- [35] WEIGLOVÁ, V. *Vliv vybraných aditivních látek na jakost termizovaných mléčných výrobků: Absolventská práce*. Kroměříž: Vyšší odborná škola potravinářská Kroměříž, 2008.

- [36] SIMEONOVÁ, J., GAJDUŠEK, S. *Zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. 1st ed. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 122 p. ISBN 80-7157-708-1.
- [37] ROUBAL, P., ŠALAKOVÁ, A. *Kroměřížské mlékařské dny 2004 Sborník přednášek: Rozvoj laboratorní diagnostiky pro provozní mlékařskou praxi a nabídka pomocných laboratorních látek a mlékařských kultur*. 2004. page 75 - 80.
- [38] PATROVSKÝ, J. *Kroměřížské mlékařské dny 2006 Sborník přednášek: Aplikace potravinářských přísad v zakysaných mléčných výrobcích a mléčných dezertech*. 2006. page 71 - 73.
- [39] INGRAM, Ch. *Všechno o jídle : světová encyklopedie*. 1st ed. Praha: Fortuna Print, 2006. 512 p. ISBN 80-7321-251-X.
- [40] *Mlékařská technologie I* [online]. cepac, 2007 Available from: www.cepac.cz.
- [41] *Mlékařská technologie II* [online]. cepac, 2007 Available from: www.cepac.cz.
- [42] *Senzorická analýza potravin* [online]. cepac, 2007 Available from: www.cepac.cz.
- [43] *Analýza a hodnocení potravin I* [online]. cepac, 2007 Available from: www.cepac.cz.
- [44] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. 1st ed. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007. 169 p. ISBN 978-80-7318-295-3.
- [45] BUŇKA, F. *Technologie výroby potravin živočišného původu II: Výroba tekutých mléčných výrobků a másla: Přednáška*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. 75 p.
- [46] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1st ed. Brno: Littera, 1996. 105 p. ISBN 80-85763-09-5.
- [47] KVASNICKOVA, A. *Potravinarske pridanne latky (aditiva)*, 2010. eAGRI. <http://eagri.cz/public/web/mze/potravin/bezpecnost-potravin/potravinarske-pridanne-latky-aditiva.html> (accessed May 13, 2011).
- [48] BUŇKA, F., KŘÍŽ, O., HRABĚ, J. *Základní manuál ke statistickému softwaru STATVYD verze 2.0 beta*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005.

-
- [49] ABEDON, S. T. *Carbohydrates*. THE OHIO STATE UNIVERSITY MANSFIELD, 1997.
- [50] CHAPLIN, M. *Starch*. London South Bank University, 2010.
- [51] LERSCH, M. *Texture - A hydrocolloid recipe collection*. chymist.com: The official Web site of David A. Katz, 2010.
- [51] HILL, A. R. *Cheese Technology: Section C: Milk*. Canada: University of Guelph, 2009.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr.č.1.: Galakturonová kyselina [1]</i>	24
<i>Obr.č.2.: Amylosa [49]</i>	27
<i>Obr.č.3.: Amylopektin [50]</i>	28
<i>Obr.č.4.: Primární struktura xanthanové gumy [1]</i>	35
<i>Obr.č.5.: Přeměna kolagenu na želatínu prostřednictvím záhřevu a chlazení [16]</i>	39
<i>Obr.č.6.: Struktura kolagenu, vlevo základní levotočivá šroubovice, vpravo tropokolagen [15]</i>	39
<i>Obr.č.7.: TA.XT. plus Texture Analyser</i>	49
<i>Obr.č.8.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 1. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	51
<i>Obr.č.9.: Hodnoty lepivosti u vzorků 1. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	52
<i>Obr.č.10.: Hodnoty relativní lepivosti u vzorků 1. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	52
<i>Obr.č.11.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 2. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	53
<i>Obr.č.12.: Hodnoty lepivosti u vzorků 2. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	54
<i>Obr.č.13.: Hodnoty relativní lepivosti u vzorků 2. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	55
<i>Obr.č.14.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 3. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	56
<i>Obr.č.15.: Hodnoty lepivosti u vzorků 3. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	56
<i>Obr.č.16.: Hodnoty relativní lepivosti u vzorků 3. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	57
<i>Obr.č.17.: Hodnoty tvrdosti u vzorků 4. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	58
<i>Obr.č.18.: Hodnoty lepivosti u vzorků 4. experimentu (1 – 4) v průběhu 30 denního skladování při teplotě 10 °C</i>	58

*Obr.č.19.: Hodnoty relativní lepivosti u vzorků 4. experimentu (1 – 4) v průběhu 30
denního skladování při teplotě 10 °C 59*

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1.: Přehled tučností a sušiny tvarohů [9]</i>	<i>12</i>
<i>Tab. 2.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích prvního experimentu.....</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 3.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích druhého experimentu</i>	<i>46</i>
<i>Tab. 4.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích třetího experimentu.....</i>	<i>46</i>
<i>Tab. 5.: Zastoupení hydrokoloidů a jejich směsí ve vzorcích čtvrtého experimentu</i>	<i>47</i>
<i>Tab. 6.: Hodnocení sensorických znaků na začátku doby minimální trvanlivosti</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 7.: Hodnocení sensorických znaků v polovině doby minimální trvanlivosti.....</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 8.: Hodnocení sensorických znaků na konci minimální doby trvanlivosti.....</i>	<i>62</i>

SEZNAM PŘÍLOH

[P I] Protokol senzoričkého hodnocení

PŘÍLOHA P I: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ

Jméno.....

Datum.....

Příjmení.....

Hodina.....

Hodnocení vzhledu a barvy

Vyberte vhodný barevný odstín a vzhled:

- 1–VYNIKAJÍCÍ: barva smetanově-bílá až nažloutlá, stejnorodá, bez cizích odstínů
vzhled – hladký, homogenní, stejnorodý
- 2–VÝBORNÁ: barva lesklá, bez cizích odstínů
vzhled – hladký, homogenní, ojedinělý výskyt oddělujících se složek
- 3–DOBŘÁ: barva mírně matná
vzhled – homogenní s oddělujícími se složkami
- 4–MĚNĚ DOBŘÁ: barva matná, vzhled nehomogenní
- 5–NEVYHOVUJÍCÍ: barva netypická, vzhled silně nehomogenní

Hodnocení konzistence

Vyberte vhodnou konzistenci:

- 1–VYNIKAJÍCÍ: krémově roztíratelná, stejnorodá, hladká, bez hrudek
- 2–VÝBORNÁ: krémově roztíratelná, stejnorodá, jemně zrnitá
- 3–DOBŘÁ: hůře roztíratelná, stejnorodá, jemně zrnitá
- 4–MĚNĚ DOBŘÁ: hůře roztíratelná, mírně nestejnorodá, zrnitá
- 5–NEVYHOVUJÍCÍ: obtížně roztíratelná, nestejnorodá, zrnitá, silné uvolnění syrovátky

Hodnocení chuti a vůně

Zhodnoťte chuť a vůni:

- 1–VYNIKAJÍCÍ: lahodná, jemná, typická po použité surovině
vůně čistě mléčná, cizí vůně a chutě vyloučeny
- 2–VÝBORNÁ: chuť a vůně harmonická, cizí příchutě a pachy vyloučeny
- 3–DOBŘÁ: chuť a vůně s mírnými odchylkami, ne plně výrazné, stále harmonické
- 4–MĚNĚ DOBŘÁ: výskyt cizích příchutí, méně harmonické, slabě nečisté
- 5–NEVYHOVUJÍCÍ: nečistá, hořká, zatuchlá, netypická pro danou surovinu

Hodnocení párovým testem

Ochutnejte postupně vzorky (ke vzorkům se smí vracet) a určete:

Pár 1 - 2

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? 1 2

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? 1 2

Pár 1 - 3

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? 1 3

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? 1 3

Pár 1 - 4

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? 1 4

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? 1 4

Pár 2 - 3

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? 2 3

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? 2 3

Pár 2 - 4

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? 2 4

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? 2 4

Pár 3 - 4

Který z následujících vzorků preferujete v chuti a vůni? 3 4

Který z následujících vzorků má lepší konzistenci? 3 4

Hodnocení pořadovým preferenčním testem

Seřaďte následující vzorky dle vašich preferencí (1-nejlepší, 4-nejhorší)

Vzorek	1	2	3	4
Preference				