

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**ANETA KAŠPAROVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta  
Ústav technologie potravin**

---



**Agronomická  
fakulta**

**Mendelova  
univerzita  
v Brně**



**Nové směry v technologii výroby mražených mléčných  
a smetanových krémů**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
prof. Ing. Květoslava Šustová, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Aneta Kašparová

---

Brno 2017



### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

.....  
vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla velmi poděkovat své rodině, přítelovi a kamarádům, kteří při mně stáli nejen během psaní, ale i během celého studia. Nenechali mě na pochybách a byli mi oporou. Děkuji své vedoucí paní prof. Ing. Květoslavě Šustové Ph.D., především za dodávání literárních zdrojů a celkové vedení práce a panu Ing. Kiliánovi za věnovaný čas při konzultaci a korektuře.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá novými technologiemi, které se mohou využívat při výrobě mražených mléčných krémů. V úvodu je popsána spotřeba zmrzliny v České republice, vyráběné druhy mražených krémů a ve stručnosti historie jejich výroby. Dále se věnuje klasickým surovinám, bez kterých není možné mražený mléčný krém vyrobit. Mezi ty se řadí především mléko a mléčné výrobky, sladidla, stabilizátory, emulgátory a dochucující a barvicí látky. Následně se práce věnuje postupu výroby mraženého krému. Větší část práce je věnována využití probiotických bakterií v mražených krémech, alternativním sladidlům – fruktóze, dextróze, trehalóze, medu, cukerným alkoholům, datlovému sirupu, fruktózovému a glukózovému sirupu a stévii. Pojednává taktéž o inulinu v nízkotučné zmrzlině a obohacení mražených krémů omega mastnými kyselinami či náhradou kravského mléka mlékem mandlovým.

**Klíčová slova:** mražený krém, nové technologie, alternativní sladidla, probiotika, stévie, inulin

This bachelor thesis deals with new technologies, which are used in the ice cream manufacture. First part defines the consumption of ice cream in Czech Republic, the kinds of products and short history. The second part discusses the basic ingredients, which are essential for ice cream production such as milk and milk products, sweeteners, stabilizers, emulsifiers, flavouring and colouring materials. The production and technologies are also described. The third part is dedicated to involvement of probiotics, alternative sweeteners such as fructose, dextrose, trehalose, honey, sugar alcohols, date syrup, fructose and glucose syrup and stevia. Incorporation of inulin in low fat ice cream or enrichment of ice cream with omega fatty acids is reported. Last pages are about the replacement of cow milk with almond milk.

**Key words:** ice cream, new technologies, alternative sweeteners, probiotics, stevia, inulin

## Obsah

1	ÚVOD .....	8
2	CÍL PRÁCE .....	9
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	10
3.1	Spotřeba v České republice .....	10
3.2	Druhy mražených mléčných krémů .....	10
3.3	Historie mražených krémů .....	11
3.4	Základní suroviny pro výrobu mražených krémů .....	12
3.4.1	Mléko .....	13
3.4.1.1	Laktóza .....	13
3.4.1.2	Mléčné proteiny .....	13
3.4.1.3	Mléčný tuk .....	14
3.4.2	Rostlinné tuky .....	15
3.4.3	Náhražky tuku .....	16
3.4.4	Mléčná tukuprostá sušina (MTPS) .....	16
3.4.5	Sladidla .....	17
3.4.5.1	Kukuřičný škrob .....	17
3.4.5.2	HFCS sladidlo .....	18
3.4.6	Stabilizátory .....	18
3.4.6.1	Stabilizátory polysacharidové .....	19
3.4.6.2	Stabilizátory proteinové .....	21
3.4.7	Emulgátory .....	22
3.4.8	Chuťové a aromatické komponenty, barvicí látky .....	23
3.5	Výroba mražených krémů .....	23
3.5.1	Skladování surovin .....	23
3.5.2	Složení směsi .....	24
3.5.3	Příprava směsi .....	25
3.5.4	Pasterace .....	25
3.5.5	Homogenizace .....	26
3.5.6	Filtrace .....	26
3.5.7	Chlazení a zrání .....	27
3.5.8	Mražení .....	27
3.5.9	Balení .....	28
3.5.10	Ztužování .....	28

3.6	Nové technologie ve výrobě mražených krémů.....	29
3.6.1	Probiotika v mražených krémech .....	29
3.6.2	Alternativní sladidla.....	33
3.6.2.1	Fruktóza .....	33
3.6.2.2	Dextróza (Glukóza) .....	34
3.6.2.3	Trehalóza .....	34
3.6.2.4	Med.....	34
3.6.2.5	Cukerné alkoholy.....	35
3.6.2.6	Datlový sirup .....	37
3.6.2.7	Fruktózový a glukózový sirup .....	37
3.6.2.8	Stévie .....	37
3.6.3	Inulin.....	40
3.6.4	Mražený krém s náhražkou mandlovým mlékem.....	41
3.6.5	Mražený krém obohacený nenasycenými mastnými kyselinami .....	42
3.6.5.1	Chia olej jako zdroj nenasycených mastných kyselin .....	43
3.6.5.2	Olej kyseliny olejové a linolové .....	44
3.6.5.3	Rybí tuk .....	45
4	ZÁVĚR .....	46
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	48
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	53



# 1 ÚVOD

Mražený krém neboli zmrzlina je komplex zejména z vody, mléka, smetany cukru a obohacujících složek, jakými jsou například emulgátory, stabilizátory, barviva a příchuť. Uvádí se do oběhu mražený a jako takový je určen i ke konečné spotřebě. Mražením rozumíme konzervaci potravin, kdy dojde rychlým zchlazením k poklesu teploty potravin na  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Vyhláška č. 397/2016 Sb., Zimák, 1983).

Původně hlavní skupinou byly mražené smetanové či mléčné krémy, které byly vyráběny výhradně ze smetany (mléka), cukru a dalších aditiv. Mléčný a smetanový krém nesmí obsahovat jiné než mléčné bílkoviny či mléčný tuk. V dnešní době je na trhu převaha mražených krémů s rostlinným tukem, které jsou méně nákladné na výrobu a sensoricky splňují požadavky konzumentů (Dostálová, Kadlec, 2014).

Výroba mražených krémů sestává z několika kroků. Prvotně je důležité zvolit vhodný poměr surovin na přípravu krému, poté ho homogenizovat, pasterovat a mrazit v přístroji (tzv. freezeru), kde dojde i k našlehání a provzdušnění výrobku. Takto připravenou směs je nutné finálně zamrazit, zabalit a ztužit (Walstra et al., 2006).

Zmrzlina se těší veliké oblibě lidí vyspělého světa, kteří ovšem často trpí různými civilizačními chorobami, jako nadváhou, diabetem druhého typu nebo kardiovaskulárními onemocněními. Tyto choroby pramení ze stravovacích návyků dnešní doby a jsou považovány za důvod předčasných úmrtí. Medicínský historik Roy Porter uvádí poznatky o ischemické chorobě srdeční, která v konečném důsledku vede k infarktu myokardu. Jeho studie se zaměřila na výskyt této nemoci, která se před rokem 1892 takřka nevyskytovala, nýbrž o dvacet let později měla za následek více než 10 % úmrtí vyspělých národů. V roce 2010 se ovšem číslo vyšplhalo již na 25 % a v roce 2030 odhadem překročí 40 %. Tato rostoucí tendence se projevuje u všech civilizačních onemocnění a lidské zdraví je v dnešní době ohroženo více než kdy v historii. Vědci z celého světa se proto zabývají tím, jak by bylo možné rostoucí tendence onemocnění zastavit. Mnozí z nich se pokoušejí lidem nabídnout zdravější alternativu k jejich oblíbeným produktům. Jinak tomu není ani u mražených krémů, ve kterém nacházejí uplatnění přírodní sladidla, probiotické bakterie či náhražky tuku. Jednou z možností je tedy upravit recepturu mražených krémů tak, aby obsahovala méně tuku, přírodní cukry či zdraví prospěšné probiotické mikroorganismy (Ottoboni, 2013).

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této práce je shrnout poznatky o neobvyklých a inovativních surovinách na výrobu mražených mléčných krémů, především alternativní sladidla vhodná pro diabetiky, probiotické kultury, inulin nebo omega mastné kyseliny.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Spotřeba v České republice

Mražené krémy jsou nedílnou součástí jídelníčku lidí po celém světě. Díky svým výborným chuťovým vlastnostem jsou v horkých dnech vyhledávány jako dezert poskytující příjemné ochlazení. Spotřeba zmrzliny v České republice je velmi závislá na počasí, ovšem všeobecně můžeme říci, že se pohybuje kolem 34 milionů litrů ročně. Na každého obyvatele tedy připadá množství více než 3 litry zmrzliny. Pro lepší představu odpovídá toto množství asi devadesáti kopečkům. Více než polovinu zkonzumované zmrzliny tvoří zmrzlina balená. Kopečková a točená zmrzlina tvoří asi 38 % z celkové spotřeby (Anonym 4, 2015).

### 3.2 Druhy mražených mléčných krémů

Rozlišujeme tři formy mražených krémů:

Měkké, které jsou konzumovány čerstvě po výrobě, stále obsahují velké množství nezmražené vody a jejich teplota se pohybuje mezi -3 až -5 °C. V České republice tyto zmrzliny nazýváme točené. Jejich konzistence není příliš stabilní, především kvůli velkému množství nezmražené vody a nízkému obsahu tuku. Točená zmrzlina představuje relativně velké riziko nakažení patogenními mikroorganismy *E.coli* či *Salmonella spp.* Konzervuje se především cukrem a mražením, které inaktivují jejich růst. Dojde-li ovšem k chvilkové či lokální změně teploty mohou být mikroorganismy znovu aktivovány. Prodejci tudíž musí dbát na pravidelnou sanitaci zmrzlinových strojů a vhodné skladování směsí (Walstra et al., 2006).

Druhým typem jsou tzv. tvrdé zmrzliny, klasicky balené a často obalené do čokoládové polevy. Jejich skladovací teplota se pohybuje mnohem níže – v teplotách kolem -25 °C. Takto skladované mohou mít trvanlivost až několik měsíců (Walstra et al., 2006).

Klasická zmrzlina se skladuje v teplotách mezi -10 až -15 °C v nerezových či plastových nádobách, odkud může být porcována a servírována (Walstra et al., 2006).

### 3.3 Historie mražených krémů

Původní receptura na zmrzlinu obsahuje mléko či smetanu, cukr, vaječné žloutky a dochucující složky. V dnešní době je ovšem trendem klasické suroviny nahrazovat levnějšími. Díky tomu se na českém trhu velmi často setkáváme s výrobky, které obsahují především tuky rostlinného původu a mléko pouze v sušené odtučněné formě. Mléčný tuk může být taktéž nahrazován syrovátkovými náhražkami (Šustová, Sýkora, 2013).

Zmrzlina, jak ji dnes známe, existuje déle než 300 let, přestože její počátky se datují mnohem dále do historie. Objev zmrzliny je opředen mnoha legendami a mýty, které ovšem nejsou podloženy mnoha důkazy. Jako prvním konzumentem zmrzliny je označován římský vládce Nero (37-68 př.nl.), který pojídal ovoce se sněhem. Sníh si nechával přinést svými otroky z vysokohorských oblastí (Clarke, 2004).

Jiné zdroje ovšem hovoří o ledovém dezertu asi již v dobách Alexandra Velikého. U dvora si pochutnával na ledu nebo sněhu oslazeném medem a ovocnými nektary (Anonym 1, 2014).

Dle historických poznatků byli prvními objeviteli mražených mléčných krémů mongolští jezdci. Během svých jízd přes poušť Gobi v zimních obdobích skladovali smetanu ve střevech zvíře. Při jízdě se smetana provzdušňovala, našlehávala, a zároveň byla vystavena nízkým teplotám okolo nuly. Tyto okolnosti vedly k jejímu zmrznutí a prakticky vytvoření první smetanové zmrzliny. Skrze expanzi mongolského impéria do oblasti Číny se o nové potravině dozvěděl Marco Polo, který ve 13. století v Číně pobýval na obchodní cestě. Byl to právě on, kdo zavlekl nápad do Evropy a dal jej tehdy 14 ti leté Kateřině Medicejské jako dar. Kateřina byla v roce 1533 provdána za francouzského krále Jindřicha II a spolu se svými kuchaři přinesla tajný recept na mražený krém k francouzskému dvoru (Clarke, 2004).

Zásadnějším krokem v historii mražených krémů byl jistě objev mrazící technologie za využití vody, ledu a dusičnanu draselného tzv. ledku. Od té doby se mražené dezerty běžně servírovaly na banketech pro vyšší společnost. Přelom v receptuře přišel díky Mary Ealesové, cukrářce královny Anny, která začala vyrábět mražený krém založený na mléčných produktech. V roce 1668 byla v Paříži založena italská restaurace Cafe Le Perocope, která se zaměřila na výrobu vodových zmrzlin a rozšířila jejich prodej do ulic.

Nepatří-li objev zmrzliny přímo Italům, její rozšíření zaručeně ano. Po Francii se další Italští výrobci rozprostřeli do ostatních Evropských států, kde zapustili své kořeny a vybudovali tak tradice prodeje zmrzliny v největších evropských metropolích. Zásadním krokem v objevu mražených krémů byl rok 1843, kdy byl dokončen vývoj prvního freezeru. Jeho konstituce je velmi podobná dnešním technologickým zařízením, jelikož se skládal z vany, válce, víka, míchadla a ramena. Dodnes jsou tyto části zásadními komponenty moderních freezerů (The Old Farmer's Almanac, 2003, Goff, Hartel, 2013).

Po objevu kondenzovaného mléka, pasteračních, mrazících strojů a dalšího potřebného vybavení se koncem 19. století výroba mražených krémů rozrostla. Nové technologie se chytil William Breyer a v roce 1882 otevřel svůj první obchod s názvem Breyer's. Jeho společnost si tradici výroby z kvalitních surovin, především smetany a třtinového cukru ponechává dodnes (Goff, Hartel, 2013).

### **3.4 Základní suroviny pro výrobu mražených krémů**

Typický mražený mléčný krém sestává z několika zásadních ingrediencí. Jeho energetická hodnota záleží na konkrétním složení, obecně se ovšem udává energetický příjem kolem 550 kJ (Clarke, 2004).

Mražený krém se skládá především z mléčného tuku, MTPS, sladidel, stabilizátorů, emulgátorů a vody. Všechny ingredience se vybírají na základě dostupnosti, ceny a očekávané kvality. Mléčný tuk lze nahradit tuky rostlinnými, které mraženému krému snižují náklady na výrobu. Tento postup je čím dál více rozšířený především v evropských a asijských zemích. V USA mnoho výrobců ovšem stále preferuje využití tuku mléčného (Roginsky, 2003).

Obsah složek je přehledně znázorněn v následující tabulce.

Tab. 1: *Typické složení mraženého mléčného krému, (Zdroj: Clarke, 2004)*

Ingredience	Obsah v %
Tuk	7 – 15
Mléčný protein	4 – 5
Laktóza	5 – 7
Sladidla	12 – 16
Stabilizátory, emulgátory a dochucovadla	0,5
Celková sušina	28 – 40
Voda	60 – 72

### 3.4.1 Mléko

Mléko a smetana jsou základní a původní surovinou pro výrobu mraženého krému. Jsou zdrojem bílkovin, tuků, cukrů, vápníku a vitaminů rozpustných ve vodě i tučích. Nejvhodnější je mléko čerstvé, odtučněné nebo polotučné.

#### 3.4.1.1 Laktóza

Laktóza neboli mléčný cukr sestává z molekuly glukózy a galaktózy. V porovnání se sacharózou je laktóza méně sladivá a má relativně nízkou rozpustnost. Z tohoto důvodu může dojít k vykrystalizování laktózy na povrch mraženého mléčného krému. Krystaly jsou v krému velmi nežádoucí, jelikož způsobují písčitou texturu, která je nepříjemná při konzumaci (Clarke, 2004).

#### 3.4.1.2 Mléčné proteiny

Velmi důležitou složkou mléka jsou proteiny. V mražených krémech stabilizují emulzi a pěnu a dodávají krémům příjemnou mléčnou příchuť. Zdrojem proteinů může být mléko, sušené odtučněné mléko, nebo méně často syrovátka či podmásli. Surovátka je odpadním produktem při výrobě sýrů a je možné ji do mražených krémů přidat. Její hlavní nevýhodou je zvyšování obsahu laktózy, která se poté může negativně projevit

v sensorice krému. Podmáslí je vedlejším produktem při výrobě másla. Má obdobné složení jako odtučněné mléko a disponuje typickou čerstvou chutí. Volba zdroje proteinů závisí na dostupnosti, vhodnosti použití a taktéž na ceně (Clarke, 2004).

Některá plemena krav produkují proteiny zvané aglutininy, které jsou obsaženy na povrchu tukových globulí. Aglutininy způsobují silnější spojení tukových globulí, což zlepšuje tvarové vlastnosti zmrzliny (Goff, Hartel, 2013).

### **3.4.1.3 Mléčný tuk**

Mléko obsahuje asi 250 odlišných mastných kyselin a je unikátní ve svém složení mastných kyselin s krátkým řetězcem. Nejdominantnějším zástupci jsou kyselina máselná, kapronová a kaprylová. Kombinace dlouho řetězových nasycených kyselin s krátko řetězovými a nenasycenými mastnými kyselinami v triacylglycerolech ovlivňuje skupenství při odlišných teplotách. Při teplotě 37 °C je tuk tekutý, přičemž při poklesu na 22 °C se mění konzistence na polo tekutou. Pro správné rozložení tuku v konečném produktu je zásadní teplota zrání mraženého krému, která je stanovena na 4 °C. Tato teplota má zásadní vliv na konzistenci, jelikož 1/3 mléčného tuku zkapalní a 2/3 zůstávají pevné. Mléčný tuk se v mléce vyskytuje v tukových globulích, které při sobě drží v emulgovaném stavu. Běžné mléko obsahuje kolem 2,4 miliard tukových globulí v 1ml. Velikost globulí se liší podle plemena či původu dojníc (Goff, Hartel, 2013).

Je známým a ověřeným faktem, že tuk je nositelem chuti. Jinak tomu není ani u mražených krémů, kde zastává i výraznou roli při tvorbě jemné struktury. Dodává mraženým krémům plnost chuti a lahodnost, zároveň je dobrým nosičem pro přidané dochucovací látky. Ovlivňuje konzistenci, vzhled a odolnost vůči tání. Má za následek suchou texturu zmrzliny při vytlačování z hlavně freezeru, dobrou tvarovatelnost a měkkou texturu při konzumaci (Goff, Hartel, 2013).

Nejčastěji využívaným zdrojem tuku je tuk mléčný ve formě smetany nebo másla. Z ekonomického hlediska je využití mléčného tuku relativně nákladné, proto se mléčný tuk často nahrazuje tukem rostlinným. Nejlepším ovšem i nejdražším zdrojem mléčného tuku je kvalitní čerstvá smetana, bez známek oxidace tuku či žluknutí, která zajišťuje krémům bohatou, krémovou chuť a jemnou strukturu. Chuť je podmíněna zejména kyselinou máselnou, která je součástí triacylglycerolů mléčného tuku. Pokud je smetana

v praxi využívána, bývá často doplněna koncentrovaným či sušeným mlékem (může být i odtučněné). Sušené mléko je ve smetanovém mraženém krému hlavním zdrojem tukuprosté sušiny. Kvůli náročnosti smetany na udržení mikrobiální kvality bývá často nahrazena (Goff, Hartel, 2013).

Náhradním zdrojem mléčného tuku může být například máslo. Výhody skýtá především snadná přeprava a skladování. Manipulace s máslem při přípravě mraženého krému je ovšem obtížnější, neboť je nutné máslo nejdříve rozpustit. Nesprávně rozpuštěné máslo je hůře včlenitelné do směsi a může projevit negativní vlastnosti při mražení, homogenizaci či šlehání. Nedokonale ušlehaná směs vzniká především díky absenci fosfolipidů, které při stloukání odcházejí z másla pryč do podmáslí (Šustová, Sýkora, 2013, Goff, Hartel, 2013).

Při procesu výroby mražených krémů, konkrétně u mražení dochází k částečné destabilizaci tuku, která je způsobena především emulgátory, vzduchem a ledovými krystaly obsaženým ve směsi. Destabilizace ovšem není negativním jevem. Má své zásluhy na vytvoření řádné struktury a textury. Limitujícím faktorem pro přidavek tuku je především jeho vysoká cena, kalorická hodnota i špatná šlehatelnost přetučnělého krému. Příliš vysoké množství tuku vede k suché a zrnité textuře, naopak příliš malé množství tuku tvoří konzistenci příliš hladkou, homogenní až slizovitou (Walstra et al., 2006, Goff, Hartel 2013).

Množství tuku se v mraženém krému pohybuje mezi 10 – 15 % (Bylund, 1995).

### **3.4.2 Rostlinné tuky**

Alternativou a cenově příznivějším zdrojem tuků se staly tuky rostlinné. V dnešní době je jejich využití v České republice naprosto běžné, navzdory tomu, že v některých zemích je přidání rostlinných tuků zakázáno. Nejčastěji využívanými jsou tuky palmové, palmojádrové nebo kokosové. Vhodná kombinace rostlinných tuků dodává krémům vyhovující konzistenci i dobrou rozpustnost. Možné využití má i sójový nebo řepkový olej. V české legislativě je využití rostlinných tuků zakotveno od roku 1977 ve zákonu. Aktualizovaná vyhláška především určuje nutnost značení přídatku rostlinného tuku na etiketě (Šustová, Sýkora, 2013, Vyhláška 397/2016 Sb).



### 3.4.3 Náhražky tuku

Vývoj kvalitních, a přitom nízkotučných zmrzlin se v poslední době stává stejně aktuální, jako vývoj alternativních sladidel. Lidé touží po potravinách, které chutnají, ale zároveň odpovídají nutričním požadavkům dnešního konzumenta a jeho zdravému životnímu stylu. Nejvýraznějším požadavkem na náhražky tuků je nižší kalorická hodnota a zachování všech sensorických i fyzikálních vlastností. V tomto ohledu se nabízí využití tukových náhražek, které mohou být proteinové, lipidové nebo uhlovodíkové. V potaz přichází i možnost využít emulgátory, které v nízkotučných krémech podporují lepší distribuci vzduchových bublin a ledových krystalů, což napomáhá hladkosti krému a žádanou texturu. Mezi uhlovodíkové náhražky patří modifikované škroby, maltodextriny, methyl celulózy, pektin či inulin, který bude rozebrán později (Goff, Hartel, 2013).

### 3.4.4 Mléčná tukuprostá sušina (MTPS)

Mléčná tukuprostá sušina obsahuje zejména laktózu, proteiny, minerální látky, enzymy a vitamíny rozpustné ve vodě. Její složky jsou nutričně velmi zajímavými komponenty mražených krémů (Goff, Hartel, 2013).

Množství MTPS by se mělo pohybovat mezi 11 – 11,5 % ve směsi s 10 – 12 % tuku. Její funkce spočívá především v tvorbě chuti, textury a viskozity. Spolu se sladidly ovlivňuje bod mrazu a její proteiny jsou nezbytné pro správné rozložení vzduchových bublin a stabilizaci pěnové struktury (Walstra et al., 2006, Bylund, 1995).

Mezi nejvíce využívané zdroje MTPS řadíme sušené mléko, smetanu, mléko v původním stavu či odstředěné, sušenou syrovátku nebo sušené podmásli. Přesné množství přidané MTPS je vždy závislé na obsahu tuku v daném krému. Platí zde vztah nepřímé úměry. Čím více tučná směs, tím méně MTPS je nutné do směsi přidat. Množství přidávané MTPS se ve většině případů pohybuje mezi 13 – 14 % (Zimák, 1983).

### 3.4.5 Sladidla

Cukry jsou nepostradatelnou složkou mraženého krému, jelikož udávají chuť, zvyšují sušinu a tím zlepšují texturu, krémovitost i bod mrazu. Bod mrazu ovlivní především tvrdost a kompaktnost zmrzliny. Díky cukrům je konzistence mraženého krému hladká, měkká a při konzumaci nepůsobí příliš studeně. Nepostradatelnou roli hrají v textuře, snižují velikost krystalů a zpomalují jejich růst při ztužování a skladování. Množství přídavných cukrů závisí na receptuře dané výroby. Obsah se však pohybuje maximálně do 18 % (Bylund, 1995).

Nejčastějšími sladidly jsou sacharóza v kombinaci s kukuřičným sirupem, nebo glukózovým sirupem. Sacharóza běžně známá jako stolní cukr, je velmi dobře rozpustná ve vodě, a proto se může do výrobků přidávat i ve formě sirupů (Goff, Hartel, 2013).

Podíl cukru je velmi důležitý především pro chuť a konzistenci. Při použití velkého množství sladidla hrozí přeslazená chuť a zastínění obohacujících dochucovadel. Zároveň dojde ke snížení bodu mrazu, což vyústí k rychlejšímu tání výrobků. Naopak nedostatek cukru může způsobit přílišnou tvorbu ledových krystalků ve zmrzlině. Nejčastěji se cukr využívá v množství 13-16 % objemu celkové hmotnosti (Walstra et al., 2006, Goff, Hartel, 2013). Alternativou ke klasickým sladidlům může být sladidlo ze stévie, dextróza či inulin, jimiž se budu zabývat později.

#### 3.4.5.1 Kukuřičný škrob

Vhodným sladidlem do mražených krémů je i kukuřičný škrob. Dokáže částečně nebo v celém množství nahradit sacharózu, zvýšit sušinu, a tím snížit ekonomickou náročnost výroby zmrzliny. Během hydrolýzy, ke které u škrobového sirupu dochází, vznikají rozkladné produkty, především glukóza, maltóza, dextróza a maltotrióza. Rozsah rozkladu je vyjádřen tzv. dextrózovým ekvivalentem (dále již jen DE), přičemž do výroby mražených krémů se nejčastěji využívají kukuřičné sirupy s nízkou až střední hodnotou 28 – 42 DE. Sirupy s nižší hodnotou DE utvářejí jemnější a hladší strukturu, zvyšují odolnost vůči teplotnímu šoku a tání (Porto, 2016, Goff, Hartel, 2013).

### 3.4.5.2 HFCS sladidlo

Kukuřičný škrob je polymer monosacharidů glukózy. Je tvořena amylozou a amylopektinem. Při hydrolytickém štěpení nabízí možnost produkce tzv. HFCS (high fructose corn sweeteners). HFCS je jedním z produktů při výrobě kukuřičného škrobu a je možné ho využít jako alternativu k sacharóze. Sladidlo má nižší výrobní cenu a jeho sladivost je až 1,8x vyšší než sladivost sacharózy. HFCS je produktem reakce, kdy dojde k částečné enzymatické přeměně glukózy na fruktózu. Při použití do mraženého krému má účinky především na bod mrznutí, který snižuje téměř na polovinu a vytváří velice měkkou strukturu. HFCS lze rozdělit do několika kategorií dle procentuálního obsahu fruktózy. Do zmrzlinových směsí se hojně využívá HFCS 42, které obsahuje 42 % fruktózy (Porto, 2016, Ozdemir et al., 2015, Goff, Hartel, 2013).

### 3.4.6 Stabilizátory

Stabilizátory jsou biopolymery rozpustné ve vodě, umožňující ochranu mražených krémů před teplotním šokem. Zpomalují proces tání při pokojové teplotě, celkově stabilizují konzistenci a brání konzistenčním vadám. Stabilizátory jsou schopné navázat volnou vlhkost směsi, tím zamezit tvorbě velkých krystalů vody a ochránit tak nejen konzistenci, ale i texturu krému. Při skladování minimalizují problémy se změnami krému, především se smršťováním. Stabilizátory musí mít neutrální chuť a být zdravotně nezávadné. Lze je rozdělit do dvou základních skupin na stabilizátory polysacharidové a proteinové. Většina stabilizátorů spadá do polysacharidové skupiny a jsou často rostlinného původu. Množství přidávaných stabilizátorů se udává v rozmezí 0,2 – 0,4 % (Šustová, Sýkora, 2013, Walstra et al., 2006, Clarke, 2004).

### 3.4.6.1 Stabilizátory polysacharidové

Do této skupiny řadíme alginát sodný, karagenan, karubin, guma guar, pektin, propylenglykoalginát, karboxymethylcelulózu tzv. CMC (Šustová, Sýkora, 2013).

- **Alginát sodný**

Alginát sodný je polysacharid, získávaný z hnědých mořských řas *Macrocystis pyrifera*, vyskytujících se na pobřeží Tichého oceánu Severní Ameriky, Austrálie a Nového Zélandu a *Laminaria digitata* z vod kolem Irska, Norska, Francie a Skotska. Chemická struktura sestává z negativně nabitých polymerních řetězců pojených iontovými vazbami s kladně nabitými sodíkovými ionty. Ve vodném roztoku sodné ionty disociují a získávají náboj, mohou tak reagovat s dvojně nabitými vápenatými kationty. Intermolekulární reakcí vznikne struktura gelu. V mražených krémech se alginát sodný míchá s fosfáty nebo citráty, aby nedošlo k předčasnému zgelovatění kvůli přirozeně se vyskytujícím vápenatým iontům přirozeně se vyskytujících v mléce. Největší výhodou alginátu je odolnost vůči kyselosti a zahřátí (Clarke, 2004).

- **Karagenan**

Karagenan se získává z extraktu červených mořských řas *Chondrus crispus*, *Gigartina skottsbergii*, *Gigartina radula* a dále *Gigartina sp.*, *Furcellaria sp.*, *Eucheuma cottonii*, *Eucheuma sp.*, *Sarcothalia chrispita*. Produkuje se především v pobřežních regionech Čile, Filipín, Kanady, USA, Francie, Španělska a dalších. Může se vyskytovat v několika formách, kappa, iota a lambda. Karageny jsou ve vodných roztocích polyelektrolity a formují gel po zahřátí a chladnutí v přítomnosti kationtů vápníku a draslíku. Karagenany také formují gel s mléčnými proteiny a karubinem.  $\kappa$ -Karagenan má specifickou funkci. V objemu 0,02 % redukuje separaci mléčných proteinů a polysacharidů od vodné složky. Tento proces označujeme jako wheying off (Clarke, 2004).

Wheying off neboli synerze syrovátkové bílkoviny je označení pro vytékání namodralé kapaliny z rozpouštějícího se mraženého krému, především při testu rozpouštění zmrzliny. Často se vyskytuje ve výrobcích se sníženým obsahem tuku (Clark et al., 2009).

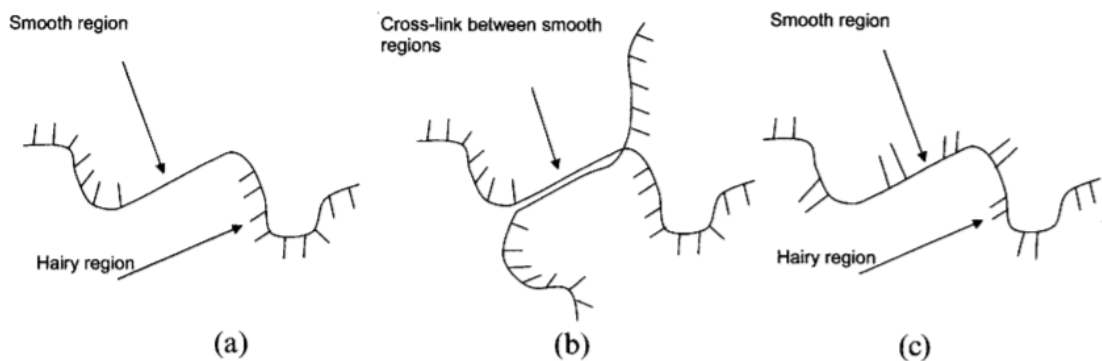
- **Karubin**

Karubin se vyskytuje v semenech stromu rohovníku zvaného svatojánský chléb (*Ceratonia siliqua*), který se vyskytuje v oblasti Středozemního moře. Karubin je polysacharid tvořen manózou a galaktózou. Jeho struktura je tvořena dvěma typy povrchu – hladkým a drsným. Jeho rozpustnost závisí na teplotě vody. Zcela rozpustný je až při teplotách nad 85 °C, ve studené vodě se rozpouští jen částečně. Vznik gelové struktury s emulgační schopností je způsoben pevnými vodíkovými vazbami, které vznikají mezi hladkými částmi molekul karubinu (Clarke, 2004).

Hojně se využívá jako emulgátor, zahušťovadlo do různých mléčných a pekařských výrobků, na výrobu čokoládových a kávových náhražek. Karubin je velmi vhodným ovšem drahým stabilizátorem (Anonym 5, 2015).

- **Guma guar**

Guma guar je získávána ze semen *Cyamopsis tetragonolobus*, obilovin pěstovaných v oblasti Indie. Guma guar má velmi obdobnou strukturu jako karubin, jediným rozdílem je zastoupení galaktózových jednotek. Ty jsou v guarové gumě zastoupeny více a zajišťují gumě rozpustnost i ve studené vodě (Clarke, 2004).



Obr. 1: Porovnání karubinu (a) s guarovou gumou (c) tvorba gelu příčnou vazbou mezi hladkými částmi molekul karubinu (b) (Zdroj: Clarke, 2004).

- **Pektin**

Pektin je složka extrahovaná ze slupek citrusů a jablek. Je polysacharidem tvořeným z lineárních řetězců kyseliny galakturonové a jednotek methyl esteru této kyseliny. Pektin je klasifikován dle stupně esterifikace na HMP se stupněm methylace nad 50 % a LMP se stupněm pod 50 %. Gelovatění u HMP způsobuje křížová vazba mezi vodíkovými vazbami a hydrofobními silami methylových skupin, podpořené vysokou koncentrací a nízkým pH. U LMP se gelovatění objevuje skrze reakci vápenatých můstků a karboxylových skupin dvou rozdílných řetězců (Chan et al., 2017).

- **Karboxymethylcelulóza (CMC)**

CMC je stabilizátor získán z čištěné celulózy získané z bavlny a vlny. Do mražených krémů se často využívá její sodná sůl. Vyskytuje se ve formě dlouhých negativně nabitých molekul, které produkují stabilní zahušťovadlo. CMC se v mražených krémech nevyužívá příliš hojně, jelikož konzumenti ji považují za příliš chemickou a tím i nepřirozenou složku potravin (Clarke, 2004).

#### **3.4.6.2 Stabilizátory proteinové**

Do této skupiny patří proteiny mléka a želatina. (Šustová, Sýkora, 2013, Zimák, 1983).

- **Želatina**

Želatina je vysokomolekulární polypeptid získávaný z kolagenu zvířat. Je velmi využívána jako zahušťovadlo. Želatina jako živočišný výrobek není akceptována některými typy diet, například veganstvím (Clarke, 2004).



### **3.4.8 Chut'ové a aromatické komponenty, barvicí látky**

Chut'ové a aromatické látky dodávají typickou příchut'. Všechny komponenty musí odpovídat legislativním předpisům a splňovat mikrobiologické standarty. Mezi celosvětově nejoblíbenější příchutě patří vanilková, čokoládová a jahodová, do špičky oblíbenosti řadíme i karamelové, oříškové a různé další ovocné příchutě. Dochucování krému je v dnešní době velmi důležitým faktorem, který zákazník zhodnocuje při výběru zmrzliny. Z tohoto důvodu je nutné zamezit výskytu nejčastějších defektů, ke kterým patří především nedochucení, přílišné ochucení, netypická nebo nepřírozená chuť. Dochucovadla jsou používána ve formě tekutých sirupů i pevných prášků. Ovocné složky se přidávají v čerstvé, sušené nebo mražené formě či v podobě šťávy, sirupu nebo jiného polotovaru (Goff, Hartel, 2013).

Barvicí látky se přidávají především pro zatraktivnění zmrzlin a doladění celkového dojmu příchutí. Barvicí látky jsou často přidávány ve formě koncentrátů a musí stejně jako dochucovadla splňovat všechny legislativní požadavky (Bylund, 1995).

## **3.5 Výroba mražených krémů**

### **3.5.1 Skladování surovin**

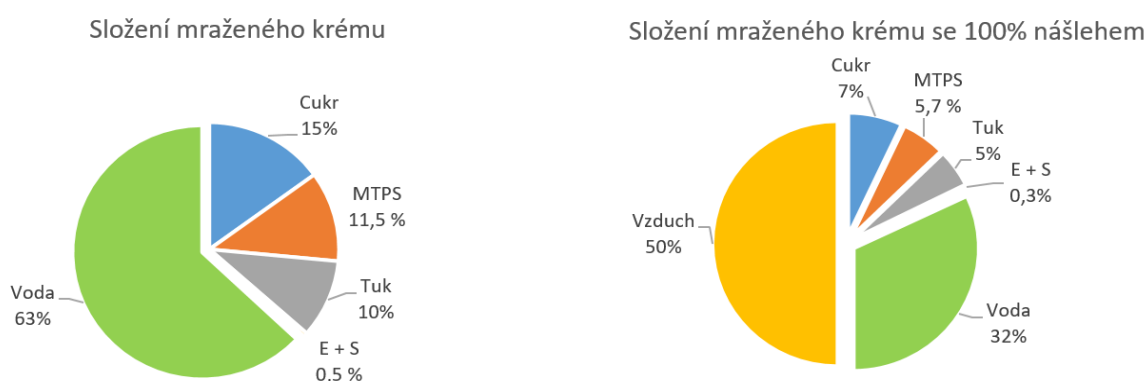
Suroviny se skladují s ohledem na jejich fyzikální vlastnosti v silech, tancích nebo pytlích. Suché suroviny, které jsou přidávány v malém množství se dodávají v pytlích. Mezi tyto suroviny se řadí především emulgátory, stabilizátory, kakaový prášek nebo sušená syrovátka. Cukr a sušené mléko jsou dodávány v kontejnerech a ve výrobcích se přemísťují do zásobních sil. Tekuté suroviny jako mléko, smetana, kondenzované mléko, rostlinné tuky nebo glukózový sirup se dovážejí v tancích. Mléčné produkty je nutné chladit na teplotu do 5 °C, rostlinné tuky, kondenzované mléko nebo glukózový sirup je vhodné uchovávat v teplotě kolem 30 - 50 °C, především kvůli dodržení viskozity. Mléčný tuk se dodává ve formě bezvodého mléčného tuku, nebo v bloku másla, který je rozpuštěn a přečerpán do skladovacích tanků, kde se zachovává teplota 40 °C.



Mléčný tuk se musí v provozu spotřebovat do dvou dní, jinak hrozí jeho oxidace a znehodnocení. V případě delšího skladování je nutné zajistit ochrannou atmosféru (Bylund, 1995).

### 3.5.2 Složení směsi

Na počátku výroby mraženého krému je stěžejní zvolit správnou recepturu. Základem směsi pro výrobu mraženého krému je tuk, mléčná tukuprostá sušina, sladidla, stabilizátory, emulgátory, barviva a chuťové složky. Připravené ingredience je nutné vhodně nadvážit, aby byly splněny standardy pro senzorycké požadavky a texturu. Je nezbytné vykalkulovat procenta tukuprosté sušiny, dle podílu tuku, cukru, emulgátorů a stabilizátorů. Přesná dávka surovin se zpracovává ve směšovací nádrži opatřené míchadlem. Nejdříve je vhodné smíchat tekuté složky, do kterých poté postupně přidáváme za vhodných teplot další ingredience. Sušené mléko se rozpouští při teplotě 35°C. Emulgátor, máslo a mražená smetana se přidávají za teplot vyšších, než je teplota tání, t.j. asi 45°C. Speciální péči musíme věnovat stabilizátorům, jelikož dobré načasování a teplota jejich přidání je stěžejní pro přípravu kvalitní zmrzlinové směsi. Práškovou želatinu či jiný stabilizátor je před vmícháním do směsi nutné smíchat se stejným množstvím sacharidů. V tomto seskupení se přidá do mléčné tekuté směsi, vytemperované na teplotu 50°C. Celkové množství stabilizátorů by nemělo přesáhnout množství 0,9 % (Zimák, 1983, Šustová, Sýkora 2013, Bylund, 1995).



Obr. 2: Porovnání složení směsí mražených krémů před a po nášlehu (Zdroj: Bylund, 1995)

### 3.5.3 Příprava směsi

Příprava základní směsi může probíhat dvěma způsoby. Prvním způsobem je poloautomatická příprava, která je závislá na odborném dohledu proškoleného pracovníka. Jeho práce spočívá především v obsluze váhy a strojů. Pro kontinuální a dostatečně dlouhý provoz je nutné mít optimální množství směšovacích nádrží (asi 2 – 3), které často bývají spojeny s čerpadly a tepelnými výměníky. Suroviny jsou dávkovány do vážních tanků, které jsou zavěšeny na vahách pro přesné odměření dávky. V těchto tancích lze směs zahřívat či dlouhodobě pasterovat (Šustová, Sýkora 2013).

Druhým způsobem je příprava automatická, u které není potřeba profesní obsluha. Celý systém je centrálně řízen z hlavního panelu počítače. Dávkování je buď naprogramováno a volumetricky spuštěno nebo se reguluje pomocí pístových čerpadel (Šustová, Sýkora, 2013).

### 3.5.4 Pasterace

Dalším krokem ve výrobě je pasterace směsi. Provádí se především k zahubení patogenních a škodlivých mikroorganismů, a dále k inaktivaci lipázových enzymů. Ty se v malém množství vyskytují i přes mrazírenské teploty a ve své aktivní formě by mohly působit rozklad tuků. Při pasteraci dojde k jejich inaktivaci a tím zábraně vzniku rozkladných látek. U tvrdých zmrzlin je intenzivní zahřívání žádoucí, především pro snížení tendence k autooxidaci (Walstra et al., 2006).

Při pasteraci je výhodné využít totožného zařízení na rozpouštění i pasteraci.

Nejčastěji používanými typy pasterace jsou:

- Pasterace v kotlích při minimální teplotě 65 °C po dobu 30 minut
- Kontinuální pasterace při teplotě 72 °C po dobu 20 sekund nebo 85 °C po dobu 2 sekund
- Ultrapasterace tzv. ESL záhřev při teplotě 105 – 130 °C po dobu 1 – 2 sekundy
- UHT záhřev směsi na trubkových výměnících tepla nebo ohřevem párou

Pasterační teploty je nutné přizpůsobit složení směsi. Při použití želatiny jako stabilizátoru není vhodné překračovat teplotu 75 °C. Při této teplotě lze přijít o její žádoucí vlastnosti. Při vyšší teplotě pasterace je důležité volit vhodné stabilizátory například alginát nebo CMC (Zimák, 1983).

Pasterovaná směs se následně ochladí na teplotu 60 – 70 °C, přechází na homogenizaci, filtraci a další technologické postupy (Šustová, Sýkora, 2013)

### **3.5.5 Homogenizace**

Homogenizace dodává zmrzlině dostatečně jemnou a příjemnou texturu, a zároveň zabrání vzniku shluků. Tyto shluky by v mraženém krému mohly způsobit viskózní strukturu směsi, která je nežádoucí. Při procesu homogenizace dochází ke zmenšení velkého počtu tukových kuliček, tím se zajišťuje dobrá šlehatelnost, krátká doba mražení a příjemná struktura. Homogenizační tlak musí být uzpůsoben předešlým technologickým postupům, především intenzitě pasterace a složení směsi. Platí pravidlo nepřímé úměry. Čím vyšší tučnost směsi je v technologii zvolená, tím menší homogenizační tlak se použije. Nejčastější kombinací homogenizační teploty a tlaku je 60 až 74 °C při tlaku 10,5 – 21 MPa (Šustová, Sýkora, 2013, Walstra et al., 2006).

### **3.5.6 Filtrace**

Před vstupem do dalšího zařízení je nutné směs přefiltrovat, aby nedošlo k poškození přístrojů. Ve směsi se mohou zachytit části obalů ze surovin, cizí předměty nebo nerozpuštěné kusy surovin. Pro zachycení se využívá filtrů z nekorodující ocele nebo silonové tkaniny (Zimák, 1983).

### 3.5.7 Chlazení a zrání

Před zráním je nutné zhomogenizovanou směs ochladit na 4 °C a nechat zrát. Zrání se provádí pouze u mražených mléčných krémů, kde dochází k fyzikálně chemickým změnám. Nejvýraznější změnou je zvýšená viskozita, krystalizace tuků a obnovení hydratační schopnosti bílkovin. Proces zrání umožňuje stabilizátorům a některým přidaným emulgátorům docílit požadovaných funkcí. Emulgátory potřebují patřičný čas k tomu, aby z tukových globulí vytěsnily protein a emulgovaly směs (Walstra et al., 2006, Zimák, 1983).

### 3.5.8 Mražení

Mražení zmrzlinových směsí probíhá na tzv. freezeru, kde mimo samotného mražení dochází k provzdušňování a promíchávání směsi. Provzdušňování musí probíhat současně s mražením, jelikož do směsi se zmrzlými krystalky vody již není možné vzduch vpravit. Stejně nevhodné je využití opačného postupu, tedy mražení provzdušnělé směsi. Takový počín by zničil pěnovou strukturu krému, a tím znehodnotil konzistenci celkového výrobku (Walstra et al., 2006, Šustová, Sýkora, 2013)

Teplota mražení ve freezeru se pohybuje mezi – 22 až – 32 °C. Stroj je vybaven rotujícím míchadlem, které stírá ze stran přístroje vrstvičky vytvořeného ledu, distribuuje je do směsi a zároveň hmotu provzdušňuje. Mražení obvykle trvá několik minut a výsledkem je homogenní pastovitý krém o teplotě – 3,5 až – 7 °C. Při provzdušňování je nutné sledovat tzv. nášleh mraženého krému. Nášleh je definován jako vzrůst objemu způsobený inkorporováním vzduchu do směsi. Má vliv na kvalitu, chuť i konzistenci mraženého krému. Ideální hodnota nášlehu je mezi 70 – 120 %. Vypočítá se jako objem vpraveného vzduchu / objem našlehané směsi, vynásobené stem. Malý nášleh krému způsobí studenou, hustou, mazlavou konzistenci a přesladenou chuť. Příliš velký nášleh může způsobit nevýraznou až prázdňovou chuť a rozplývavou, příliš nadýchanou konzistenci (Šustová, Sýkora, 2013).

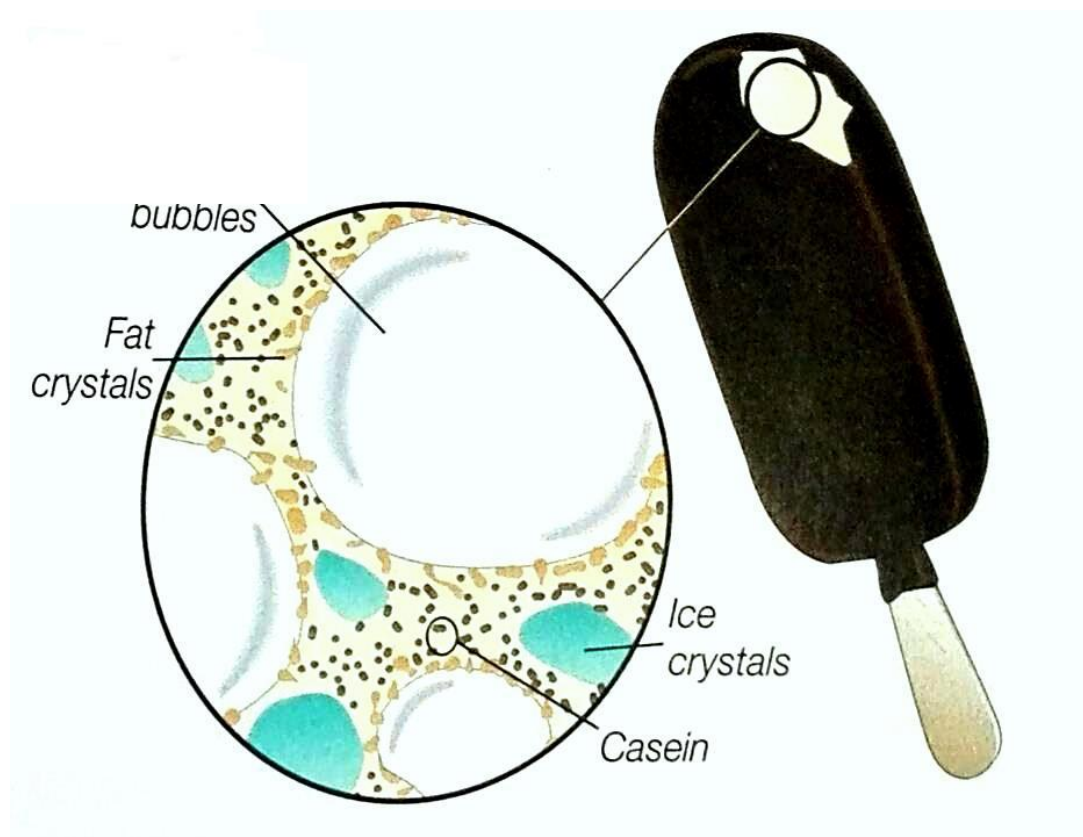
Potrubím se dopravuje mražený krém do plnicích a balících strojů, nebo do formovacích strojů, na které navazuje balící linka (Šustová, Sýkora, 2013).

### 3.5.9 Balení

Balení zmrzlin je často komplikovaným procesem, obzvláště pokud je vyžadováno komplikovaného tvaru, nebo kombinování různých druhů krémů. Mražený krém je také možno plnit do kornoutů, kelímků či vaniček, tvarovat do kostek, pokrývat čokoládou nebo balit do papíru ošetřeného nátěrem (Walstra et al., 2006).

### 3.5.10 Ztužování

Ztužováním označujeme proces rychlého ochlazení na takovou teplotu, která krému uchová jeho tvar, zaručí vysokou trvanlivost s ohledem na jeho fyzikální i chemické vlastnosti. Zabalený krém je možno ztuzit v tunelu při  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nebo v mrazárnách při teplotě do  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Šustová, Sýkora, 2013).



Obr. 3: Struktura mraženého krému (Zdroj: Bylund, 1995)

## 3.6 Nové technologie ve výrobě mražených krémů

### 3.6.1 Probiotika v mražených krémech

Probiotika jsou definována jako živé organismy, které hostiteli poskytují zdravotní benefity, pokud jsou ovšem podávány v adekvátním množství. Zároveň musí být přes všechny technologické operace udržena jejich životaschopnost a metabolická aktivita od jejich vzniku až po přežití v zažívacím traktu hostitele. Obecně lze říci, že koncentrace  $10^6 - 10^7$  CF/g (jednotky tvořící kolonii na gram) postačuje k základním pozitivním účinkům. Při konzumaci 100 ml či 100 g potravin s množstvím  $10^8 - 10^9$  CF/g má prokazatelně příznivé zdravotní účinky na lidské zdraví (Cruz et al., 2009).

Díky své dostupnosti pro širokou veřejnost bez omezení věku či sociálního postavení prokazují mražené mléčné krémy potenciál k využití probiotik. Navzdory aplikacím probiotik do sýrů a dalších fermentovaných výrobků, které jsou široce popsány, mražené krémy jsou relativně novým médiem k aplikaci probiotických bakterií. Svým složením ovšem vykazují veliký potenciál k využití (Cruz et al., 2009).

Mražený krém má velmi vhodné složení pro život probiotické kultury, především díky živinám – mléčným bílkovinám, tuku a laktóze. Přidáním probiotických kultur do zmrzliny dojde ke zvýšení její funkční hodnoty a výrobek se tím stává zajímavější a přínosnější. Díky tomu může být probiotickým zmrzlinám zajištěna výhoda oproti konvenčním zmrzlinám bez přídavku probiotik (Cruz et al., 2009).

Nejvhodnější způsob inkorporace probioticky účinných buněk do zmrzlin je ve formě mikroenkapsulovaných buněk. Mikroenkapsulací neboli mikrozapouzdřováním rozumíme obklopení potažených částic (pevných, tekutých nebo plyných) do miniaturních kapslí. Tato technologie se provádí především pro udržení vhodných podmínek a posílení jejich stability v potravinách. Zapouzdření se provádí do bílkovinného nebo polysacharidového pouzdra, které zajistí ochranu před kyslíkem, kyselým prostředím, nízkou teplotou, popřípadě podmínkami trávicího traktu. Probiotické bakterie se často v laboratorních podmínkách balí do gelových struktur tvořených škrobem, algináty a různými gumami. Velikost kapsulí se pohybuje do 100  $\mu\text{m}$  (Suková, 2005).

Probiotické bakterie vykazují navzdory mrazírenským teplotám vysokou životnost. Vhodné podmínky jsou zajištěny i díky konstantním teplotám skladování. Některé probiotické kmeny dokonce prokazují vyšší životnost a aktivitu během doby údržnosti v mražených dezertech než v potravinách nemražených. Zároveň je ovšem nutné zohlednit ztráty probiotických bakterií během výroby, kde jsou vystaveny mechanickému stresu, mražení a následnému tání (Papademas, 2015).

Důvodem, proč jsou pro nás probiotické bakterie natolik významné, je především jejich činnost v zažívacím traktu. Díky bakteriím se zkvalitňuje dostupnost a množství stravitelných živin. Dále produkují různé enzymy či vitamíny, kyselinu mléčnou, která napomáhá snížit pH střevního lumenu, a tím inhibovat růst patogenních mikroorganismů, způsobujících zažívací problémy (Sásková, 2013).

Dalším benefitem pro lidské zdraví je příznivý vliv na stav ústní mikroflóry. Při pravidelné konzumaci probiotické zmrzliny s *Bifidobacterium lactis Bb-12* bylo zaznamenáno snížení aktivních slinných streptokoků a laktobacilů – kazotvorných mikroorganismů ústní dutiny. Zvýšení ochrany dutiny ústní pravděpodobně nastává díky vlivu probiotik na biofilm, který ústa chrání proti patogenům (Cruz et al., 2009).

Jako probiotické bakterie označujeme nejčastěji bakterie mléčného kvašení a skupiny *bifidobacterií*. Dle posledních výzkumů můžeme mezi probiotika zařadit i jiné mikroorganismy jako kvasinky např. *Saccharomyces cerevisiae var. Boulardii* (Sásková, 2013).

Nejvhodnějšími mikroorganismy k produkci probiotických mražených krémů jsou *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium lactis* (Akin et al., 2007).

Aby byla garantována funkčnost výrobku, je nutno každý proces výroby optimalizovat, pro co nejvyšší zachování počtu přeživších bakterií. Hlavní výzvou pro výrobce tedy zůstává vytvoření vhodné receptury konvenční zmrzliny, kde musí být zohledněny i technologické postupy, vhodné pro udržení životnosti probiotik. Nejzásadnější vlivy na udržení probiotik jsou:

- Vliv ingrediencí na strukturu
- Kontrola krystalizace ledových částic
- Volba vhodných stabilizátorů a kontrola vytvoření řádné emulze tuku

V podstatě tedy přídavek probiotik nesmí ovlivnit kvalitu výrobku. Tudiž chemicko-fyzikální vlastnosti, jako tání, sensorické vlastnosti by měly být stejné, dokonce lepší, než u konvenčních zmrzlin (Cruz et al., 2009).

Prvním krokem k vytvoření probiotické zmrzliny je volba správné receptury, která se skládá z mléka, emulgátorů, stabilizátorů, sušeného mléka a cukru. Celá směs se smíchá, pasteruje a temperuje na teplotu 37 – 40 °C, která je ideální k přidání sušené startovací kultury (nejčastěji jogurtové kultury) a probiotické kultury. Následuje fermentace na kyselost 4,8 - 4,7 pH. Poté dochází ke zrání směsi při teplotě 4 °C po dobu 24 hodin. Takto vytvořená směs se tluče a mrazí, poté balí a dále distribuuje do obchodů (Cruz et al., 2009).

Rozdíly v recepturách mají dopad na výsledný produkt. Při zvyšující se koncentraci cukru se zlepšují fyzikální i sensorické vlastnosti. Velmi vhodnou koncentrací pro životnost bakterií byla prokázána 18% koncentrace cukru. Sledovaným prvkem byl také inulin – prebiotikum, které zlepší viskozitu, čas tání i vitalitu mikroorganismů především *L. acidophilus* a *B. lactis* (Akin et al., 2007).

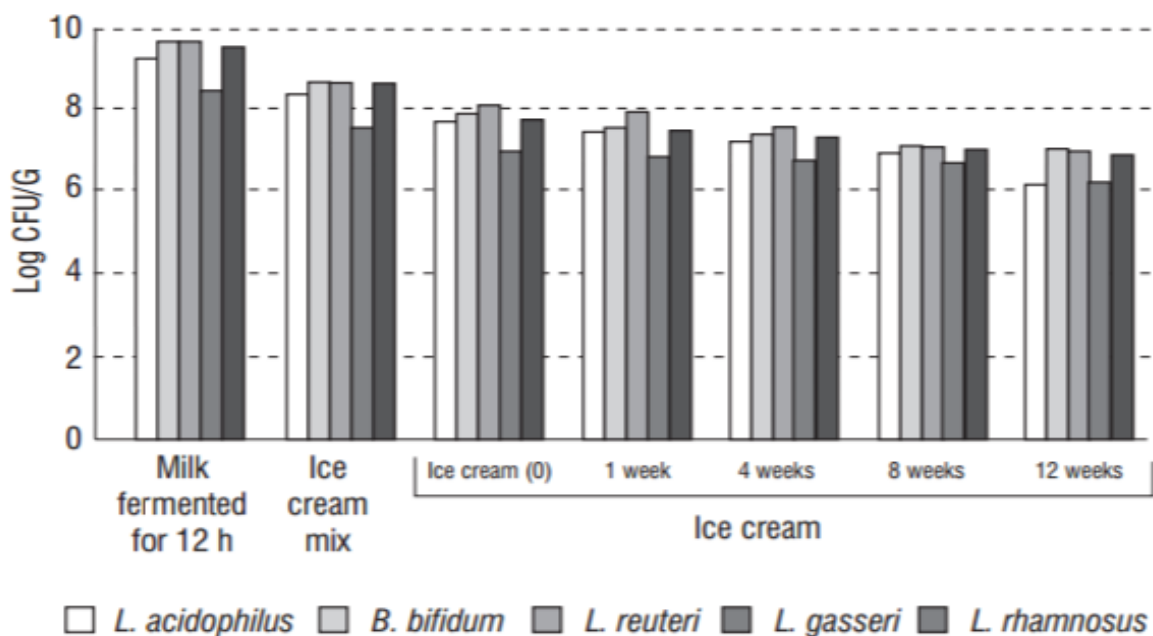
Dle výzkumu egyptského mlékárenského výzkumného centra, které testovalo výrobu probiotické zmrzliny s pěti různými kulturami (*L.gasseri*, *L.rhamnosus*, *L.reuteri*, *L.acidophilus*, *B.bifidum*), bylo potvrzeno, že zmrzlina je opravdu výborným médiem pro život probiotických bakterií a ani nízké teploty, při kterých se uchovává, nemají zásadní vliv na počty MO obsažených v mražených krémech. Jejich počet se udržel na úrovni, kdy mohla být prohlášena za zdravotně přínosnou. Pouze v oblasti sensorických a texturních vlastností byly zaznamenány změny oproti kontrolnímu vzorku bez přidaných MO. Všechny vzorky hodnocení vědců z Egypta můžeme nalézt v tabulce č. 2 (Salem et al., 2005).



Tab. 2: Senzorické hodnocení probiotických zmrzlin vyrobených z pěti různých kultur (Zdroj: Salem et al., 2005)

Hodnocený parametr	Příchuť	Textura a plnost chuti	Barva	Odolnost vůči tání	Součet bodů
Maximum bodů	(45)	(35)	(10)	(10)	(100)
Kontrolní vzorek	42	34	9	9	94
<i>L.gasseri</i>	40	30	7	8	85
<i>L.rhamnosus</i>	38	30	7	7	82
<i>L.reuteri</i>	41	32	8	8	89
<i>L.acidophilus</i>	39	32	8	7	86
<i>B.bifidum</i>	41	33	8	8	90

Při skladování dochází k poklesu množství probiotických mikroorganismů. Tento pokles můžeme naléznout na obrázku č. 4.



Obr. 4: Zobrazení poklesu počtu probiotik za dobu skladování (Salem et al., 2005)

### 3.6.2 Alternativní sladidla

V posledních letech dochází k nárůstu konzumace cukru a s tím je i ke zvýšenému výskytu nemocí kardiovaskulárního systému, nebo diabetes 2. typu. Konzumenti proto požadují co nejnižší obsah cukru, popřípadě jeho zdravější alternativu. Zde se dostávají ke slovu alternativní sladidla. Cílem využití alternativních sladidel je nalézt nové varianty, které budou nutričně příznivější pro lidské zdraví, a zároveň nenaruší konzistenční vlastnosti mraženého krému. V produkci mražených krémů se nejhojněji využívá sacharóza. Další sladidla, která se mohou při produkci využít jsou glukóza, fruktóza a cukerné alkoholy. Laktóza se jako zdroj sladidla nevyužívá, jelikož v určitých podmínkách výroby může působit vadu písčité chuti krému (Ozdemir et al., 2008)

Sladidla lze dělit podle původu na přírodní a umělá, nebo dle dietetických vlastností na kalorická a nekalorická. Většinu sladidel jako rafinovaný cukr, třtinový cukr, melasu, med či javorový a agávodový sirup řadíme mezi kalorická. Nejběžnějším nekalorickým sladidlem je steviosid produkovaný Stévií sladkou (Kastnerová, 2012).

#### 3.6.2.1 *Fruktóza*

Fruktóza je základním monosacharidem vyskytujícím se v mnoha přírodních zdrojích. Tvoří složku medu a ovoce. Je vázaná v disacharidu sacharózy, polysacharidu inulinu a dalších významných produktů. Mražených krémech se vyskytuje především ve formě HFCS (Šípal et al., 1992, Clarke, 2004).

Fruktóza je sladivější, lépe rozpustná, a zároveň má nižší glykemický index než glukóza nebo sacharóza. Tato vlastnost by ji mohla pasovat do funkce vhodného sladidla pro diabetiky, jelikož výrazně nezvedá hladinu inzulínu v krvi (Ozdemir et al., 2007).

Studie z roku 2015 ovšem prokazuje, že fruktóza není vhodné přídatné sladidlo. Má stejné účinky na zdraví diabetiků jako glukóza, nebo sacharóza. Fruktóza jako přídatné sladidlo (např. složka přidané sacharózy nebo jako hlavní složka vysoce fruktózových sladidel) může představovat největší problém. Způsobuje metabolické abnormality spojené s cukrovkou a riziko srdečních chorob. Naopak potraviny, které obsahují fruktózu

přirozeně (např. ovoce a zelenina), nepředstavují žádný problém pro zdraví a pravděpodobně budou před diabetem chránit. Snížení příjmu fruktózy na 5 % z celkového příjmu potravy, zvyšuje glukózovou toleranci a snižuje výskyt cukrovky a metabolických poruch, které ji často doprovázejí, nebo ji předcházejí (DiNicolantonio et al., 2015).

### **3.6.2.2 Dextróza (Glukóza)**

Dextróza neboli glukóza je nejjednodušší cukr, nazývaný také hroznový cukr, nebo krevní cukr. Je vyráběn hydrolýzou škrobu. Sladivost tohoto cukru je o něco nižší než sladivost sacharózy. Spojením dvou molekul dextrózy vznikne maltóza. Do mražených krémů se samostatně nevyužívá (Clarke, 2004).

### **3.6.2.3 Trehalóza**

Trehalóza je disacharid tvořen ze dvou molekul D-glukóz, přirozeně se vyskytující v medu, některých houbách, kvasnicích nebo mořských plodech. Jako čisté sladidlo není trehalóza vhodná ke 100% nahrazení sacharózy, především pro svou nízkou sladivost. Je nutné ji tedy kombinovat s některým dalším sladidlem. Jeho mírná sladivost je ovšem žádoucí při výrobě nesladké zmrzliny. Její konzumace v poslední době roste na oblibě. Podává se především jako příloha ke slanému pokrmu. Při 100% nahrazení sacharózy trehalózou, dojde ke snížení kalorické hodnoty takřka na polovinu (Moriani et al., 2015).

### **3.6.2.4 Med**

Med byl pravděpodobně prvním sladidlem pro mražené dezerty, které se konzumovaly již před naším letopočtem (Goff, Hartel, 2013).

Med obsahuje přibližně 40 % fruktózy, 38 % glukózy a přibližně 3 % sacharózy. Z minoritních látek jsou v medu zastoupeny minerální látky a enzymy, které například úplně chybí v rafinovaném cukru. Ve zmrzlinách poskytuje med příjemné aroma především v kombinaci s vanilkovou příchutí. Pro dochucení zmrzliny je vhodné volit med světlé barvy a jemné chuti. Při použití medu do zmrzlin se často využívá kombinace medu

a sacharózy, aby bylo dosaženo požadovaného aroma a chuti. Tato dvě sladidla se přidávají v množstvích 8 % sacharózy a 9 % medu. Pokud se při této kombinaci sladidel do zmrzliny přidá medu více, dochází k technologickým obtížím zejména při mražení a ztužování. Problémům ve výrobě lze předejít nahrazením sacharózy kukuřičným hydrolyzovaným sirupem. V takovém případě může být použit vyšší podíl medu až 12 % v celkovém objemu. (Goff, Hartel, 2013).

Ve své studii alternativních sladidel Moriano a kolektiv tvrdí, že med snižuje hladinu krevního cukru u diabetiků, stejně tak redukuje plasmatické triacylglyceroly. Spolu se svým výjimečným aromatem a nízkým glykemickým indexem tedy může sloužit jako částečná náhražka sacharózy (Moriano et al., 2015).

### **3.6.2.5 Cukerné alkoholy**

Do skupiny cukerných alkoholů patří deriváty monosacharidů i disacharidů. Řadíme mezi ně erithritol, sorbitol, mannitol, xylitol, lactitol, maltitol, isomalt a další deriváty škrobů. Jejich uplatnění je především ve zmrzlinách s nízkým obsahem cukru. Díky velmi nízkému glykemickému indexu jsou výhodným sladidlem pro pacienty trpící cukrovkou. Cukerné alkoholy jsou často kombinovány s jiným sladidlem, aby bylo docíleno vyvážené chuti a řádného zmražení (Goff, Hartel, 2013).

Při užívání polyalkoholických cukrů je nutno dodržovat předepsaná množství, jelikož vyšší dávka může mít laxativní účinky (Nařízení komise EU 2015/1832).

#### **• Erythritol (1,2,3,4-butanetetrol)**

Erythritol je cukerný alkohol běžně se vyskytující v ovoci, zelenině, houbách nebo fermentovaných potravinách např. ve víně, pivu či sýrech. Erythritol neslouží pouze jako alternativní sladidlo. Uplatnění našel i jako stabilizátor či zahušťovadlo, obdobně jako trehalóza. Výzkumy neprokázaly žádné negativní účinky na zdraví, proto se s ním v České republice setkáváme pod názvem E968 (Anonym 2, 2015).

Erythritol je také zajímavý svou odolností vůči vysokým teplotám a extrémnímu pH. Disponuje značným množstvím pozitivních vlastností. Především nezvyšuje hladinu cukru v krvi, nemá vliv na hladinu inzulínu, má nízký obsah kalorií i glykemický index.

Vyskytuje se ve formě bílého prášku nebo granulí. V potravinářském využití je doporučeno jej kombinovat s jinými sladidly (Moriano et al., 2015).

- **Sorbitol a mannitol**

Sorbitol a mannitol jsou alkoholy monosacharidu, které se společně vyskytují v ovocných šťávách jablek, hrušek, višni nebo švestek. Mannitol je základní složkou sladkého výměšku Jasanu manového. S manitolem se pojí název *manna*, který je připodobňován k biblickému pokrmu (Kruťová, Uher, 1992, Goff, Hartel, 2013).

Mannitol lze mimo ovoce a jasanu nalézt i v houbách a mořských řasách. Sorbitol a mannitol jsou produkovány hydrogenací glukózy a fruktózy a mají mnoho podobných vlastností. Oba jsou sladivější než sacharóza, poskytují chladivý efekt v ústech a stejně jako monosacharidy dvojnásobně snižují bod mrznutí. Během zažívání je malé množství sorbitolu a mannitolu pomalu absorbováno stěnou tenkého střeva a metabolizováno játry. Větší množství je využito v tlustém střevě, kde jsou polyoly převedeny na těkavé mastné kyseliny působením činnosti bakterií. Vzhledem k tomu, že vstupují do glykogenolytické cesty bez závislosti na inzulínu, nezpůsobí znatelné zvýšení hladiny glukózy v krvi (Goff, Hartel, 2013).

- **Xylitol**

Xylitol je pěti uhlíkatý polyol s obdobnou sladivostí jako sacharóza, ale s menší kalorickou hodnotou. Vyrábí se především z březové šťávy a kukuřice. V porovnání se stévií nemá xylitol nulový obsah kalorií, jelikož obsahuje cukr ve formě cukerných alkoholů. Xylitol je nejsladší polyol a má také nejchladivější účinky. Pro svou nízkou molekulovou hmotnost není vhodné využít xylitol jako 100% náhražku sacharózy, především kvůli sníženému bodu tuhnutí (Goff, Hartel, 2013).

Kombinace cukerných alkoholů s hydrolyzovanými škroby a oligosacharidy byly zkoumány v několika studiích. Vlastnosti mražených krémů se lišily v závislosti na využitých kombinacích sladidel. Bylo zjištěno, že fyzikální vlastnosti dobře korelují se senzoryckými vlastnostmi, a to naznačuje nové možnosti ve vývoji mražených krémů s cukernými alkoholy (Goff, Hartel, 2013).

### **3.6.2.6 Datlový sirup**

Datlový sirup patří mezi nejpříjemnější alternativní sladidla, především díky své charakteristické ovocné chuti a zajímavému aromatu. Barvou i konzistencí je velmi podobný lesnímu medu.

Při náhražce sacharózy datlovým sirupem nedochází k výrazným změnám sušiny. Jediná prokazatelná fyzikální změna byla zaznamenána u hodnoty pH. Při substituci došlo ke snížení hodnoty pH z 5,71 na 5,56. Konzistence, chuť i barva je závislá na množství nahrazené sacharózy. V arabské studii bylo prokázáno, že čím vyšší procento datlového sirupu se k nahrazení sacharózy využije, tím měkčí, tmavší a chuťově výraznější krém vznikne. Při použití 25% náhražky zůstává tuhost a barva krému relativně zachována. Při zvyšujících se množstvích (50,75,100 %) úměrně klesá tuhost, zvyšuje se charakteristické fíkové aroma a tmavne barva. Z těchto důvodů se na datlový sirup dá pohlížet nejen jako na alternativní sladidlo, ale i na aromatizující či barvící látku (Hasim, Al Shamsi, 2016).

### **3.6.2.7 Fruktózový a glukózový sirup**

Využití obou sirupů zvyšuje výslednou viskozitu krému. Vyšší viskozitu vykazuje fruktózový sirup, díky větší hygrosopicitě molekul fruktózy. Fruktózový sirup zvyšuje i hodnotu sušiny, oproti tomu glukózový sirup zajišťuje menší tání než fruktózový (Ozdemir et al., 2007).

### **3.6.2.8 Stévie**

Stévie cukrová (*Stévia rebaudiana*) z čeledi hvězdicovitých je krátká, keřovitá rostlina, vyskytující se především v oblasti Brazílie a Paraguayi, kde ji tamější obyvatelé znají už stovky let. Lidé kmenu Guaraní využívali stévii ke slazení čaje Maté nebo jako rostlinné léčivo. Stévie díky svým vlastnostem patří k hojně využívanému alternativnímu sladidlu mnoha potravin (Kilián, 2015, Alizadeh et al., 2014, Brandle, Telmer, 2007).

Významnou složkou listů stévie je glykosid steviosid neboli rebaudiosid A. Rebaudiosid je v podstatě sladivá složka stévie. Je 250 – 300 krát sladší než sacharóza, ale jeho zásadní benefit spočívá v tom, že nezvyšuje hladinu krevního cukru a má nulovou kalorickou hodnotu (Abdullateef, Osman, 2012).

V Evropské unii je využívání stévie jako sladidla povoleno od roku 2010 na základě schválení Evropským úřadem pro bezpečnost potravin. Steviosid byl na základě výzkumů vyhodnocen organizacemi JECFA, WHO a FDA jako bezpečný doplněk potravin. V žádných testech nebyly prokázány negativní účinky na lidské zdraví. Naopak, v mnoha studiích se potvrdily velmi příznivé účinky na trávicí soustavu, hojení otevřených ran, péči o pokožku či zdravá ústa. Všechny zdravotní benefity se odvíjejí především od složení stévie a obsahu řady prospěšných látek. Ze zástupu mnohých jmenuji například třísloviny, esenciální oleje, vitamíny, antioxidanty nebo inulin. Poslední zmíněný přispívá ke správné funkci střevní mikroflóry a funguje jako prebiotikum. Všechny tyto benefity pasují stévii do role velmi prospěšné a léčivé byliny (Kilián, 2015, Alizadeh et al., 2014).

Výzkumy zabývající se využitím stévie do mražených krémů se shodují především na zvýšených hodnotách nášlehu, změně reologických vlastností a zvýšení viskozity krémů.

Výzkum tureckého týmu se zabýval nejen náhradou sacharózy stévií, ale i kombinací stévie s kakaem. Pro výzkum vytvořil 4 odlišné vzorky. Prvním kontrolním vzorkem byla zmrzlinová směs pouze se sacharózou v množství 200 g na 1 kg, následována sacharózou s kakaem (200 + 25 g), čistou stévií (40 g) a stévií s kakaem (40 + 25 g). U těchto vzorků byly sledovány typické ukazatelé kvality mraženého krému. Vzorek se stévií a kakaem měl nejlepší nášleh, viskozitu a byl nejlépe hodnocen i po sensorické stránce. Dle vyškolených degustátorů měl krém s kakaem a stévií nejlepší barvu, chuť i texturu, pouze rozpůvavost byla hodnocena nejlépe u krému se sacharózou a kakaem. Negativně byl tento vzorek hodnocen kvůli poměrně velké destabilizaci tuku, která se pohybovala kolem 50 % a také díky poměrně rychlé době rozpustnosti. Vzorek se samotnou stévií měl o poznání horší nášleh i viskozitu (Ozdemir et al., 2015).

V závěru studie byla stévie vyhodnocena jako vhodné alternativní sladidlo pro pacienty s diabetem s doporučením přidání kaka. Směs s kakaem a stévií vykazovala lepší fyzikální, chemické i sensorické vlastnosti (Ozdemir et al., 2015).

V odlišné studii Malajsijské univerzity byly výsledky studie rozšířeny o další kvalitativní faktory. Důraz byl kladen na reologické vlastnosti (mechanickými vlastnostmi látek), především na gumovitou strukturu, kterou krémy s přídavkem stévie vykazují.

Výzkum ukázal, že vzorky se stévií prokazují lepší odolnost vůči tání. Tato vlastnost je ovlivněna především náslehem. Díky většímu množství vzduchových komor, je zpomalen průchod tepla zmrzlinou, a tím i celkové tání mraženého krému. V rámci hodnocení reologických vlastností byly zaznamenány určité změny. Především viskozita směsi vzrostla, stejně jako její smykové tření. Viskozitu ovlivňuje velikost molekul, která následně ovlivní zadržení vody, stupeň polymerizace a stupeň rozvětvení. Větší molekuly mají silnější intermolekulární vazby, tím se vzájemně spojují a tvoří viskóznější strukturu (Pon et al., 2015).

Nahrazení cukru stévií v rozdílných koncentracích ovlivnilo tvrdost krému. Tvrdost zmrzliny je charakterizována intenzitou síly, která je potřebná k rozrušení jejího povrchu. K této změně nejpravděpodobněji došlo změnou mikro struktury, způsobené odlišným chemickým složením sacharózy a rebaudiosidu A. Ke změně dochází i v počtu rozpustných látek či vzdálenosti ledových krystalek (Pon et al., 2015).

Studie zkoumala i přilnavost a soudržnost krému. Konkrétními projevy těchto sledovaných znaků jsou lepivost krému a celková textura, které zásadním způsobem ovlivňují celkovou jakost krému. Zmrzlina se stévií prokázala žvýkavější konzistenci a v ústech působila lepkavým dojmem. Tyto projevy jsou způsobeny především zvýšenou přilnavostí. Vysoká přilnavost je charakterizována vyšší potřebou energie k překonání přilnavých sil mezi ústy a zmrzlinou. Vyšší soudržnost molekul zajišťuje lepší udržitelnost krému, ale zároveň projevuje gumovitou strukturu a nepříjemný pocit v ústech. Závěrem malajsijské studie byla stévie vyhodnocena jako přijatelné náhradní sladidlo, především pro své zdravotní benefity, i přes to, že ve výsledcích byly prokázány reologické i fyzikální změny, především přílišná tvrdost či soudržnost (Pon et al., 2015).



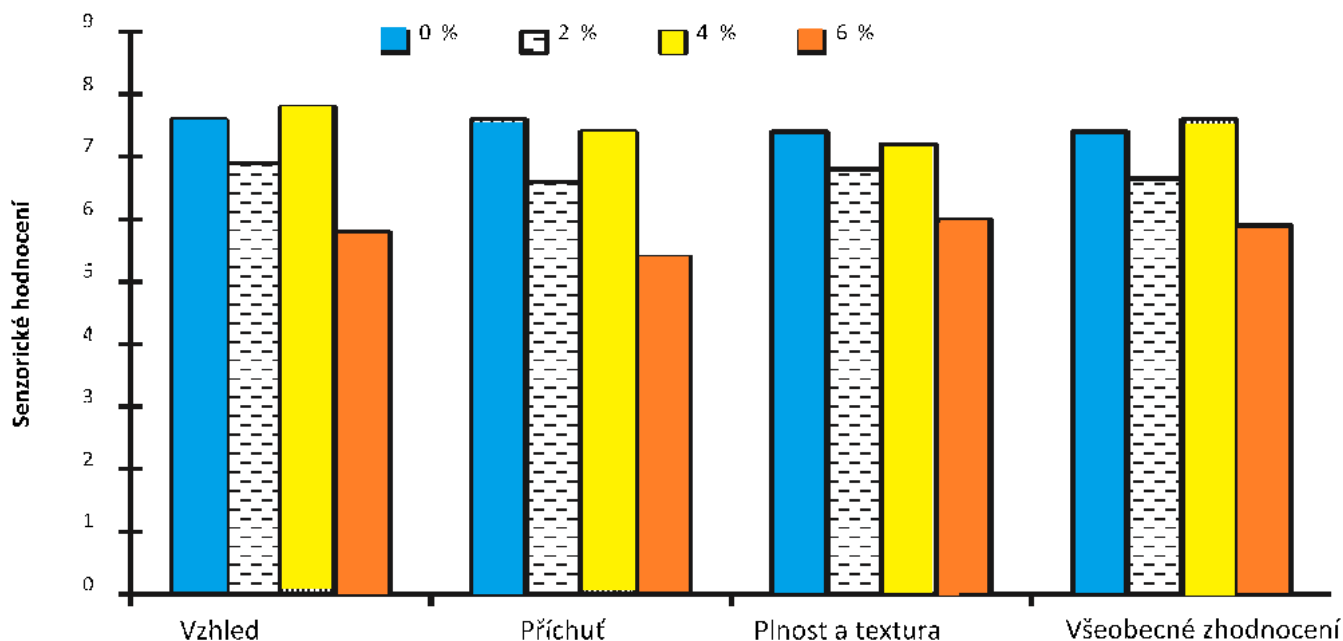
### 3.6.3 Inulin

Inulin je zásobním polysacharidem rostlin, z nichž většina patří do čeledi hvězdnicovitých a zvonkovitých. Základní složkou polysacharidu je fruktóza. Pro lidský organismus není inulin metabolizovatelný, a proto je vhodný pro pacienty s diabetes 2. typu. Přidáním inulinu se zvyšuje obsah vlákniny v potravine, která podporuje trávení, snižuje střevní pH, a tím stimuluje růst probiotik (Prugar, 2008).

Ve výrobě mražených krémů je inulin relativně novou surovinou. Inulin nachází využití především jako náhražka tuků. Má zlepšující účinky na krémovitost a strukturu mraženého krému, hlavně kvůli dobré vaznosti vody a schopnosti formovat gelovou strukturu. Jeho prášková konzistence podporuje dobrou rozpustnost ve směsi a celkovou distribuci inulinu krémem (Šustová, Sýkora, 2013, Akbar, 2016).

Pozitivní vliv má i na celkovou stabilitu pěny a emulzi v provzdušněných mléčných dezertech. V Indické studii zabývající se vlivem inulinu na zmrzlinovou směs byly vytvořeny tři vzorky s 2%, 4% a 6% přidaným inulinem, kdy v posledním vzorku nebyl dodán žádný mléčný tuk. Výsledky ukázali, že ve vzorku se 6% přídavkem inulinu, došlo ke snížení tuku (oproti vzorku se smetanou) z 9,7 % na 3,8 %. Celková sušina, obsah proteinů, vodní aktivita ani nášleh nebyli nahrazením inulinu nijak ovlivněny. Nejvyšší změna nastala u reologických vlastností. Tvrdost krému se zvýšila z 2,6 kg na 4,86 kg. Tato skutečnost je ve studii vysvětlena rozdílným stupněm polymerizace tuku a inulinu. Kvůli svému dlouhému řetězci tvoří inulin mikrokrystalky, které krému dodají tvrdší konzistenci. Nárůst byl zaznamenán i v soudržnosti krému, která vzrostla z 0,2 kg na 1 kg. Rozdíl byl markantní i ve viskozitě, ta klesala s rostoucím obsahem inulinu. Jev byl vysvětlen menší vzájemnou interakcí mezi vazbami inulinu v porovnání s vazbami tukových globulí, které jsou mnohem silnější. Negativní vlastnosti prokázal inulin i v hodnocení odolnosti vůči tání. Vzorek obsahující 6 % inulinu se rozpouštěl takřka třikrát rychleji než vzorek bez dodaného inulinu. Tento jev je způsoben deficiencí mléčného tuku, který zabraňuje rychlému prostupování tepla krémem (Tiwari et al., 2015).

Senzorickým hodnocením byl pro degustátory nejpříjemnější vzorek se 4% nahrazením inulinu. Výsledky byly bodovým systémem zpracovány do následujícího grafu.



Obr. 5: Graf sensorického hodnocení mraženého krému se inulinem (Zdroj: Tiwari et al., 2015)

Závěrem studie bylo zhodnoceno, že nahrazení tuku inulinem je žádoucí pro snížení tuku na takřka třetinu jeho původního obsahu. Při nahrazení je ovšem nutné zohlednit změnu reologických i sensorických změn, které jsou při vyšším obsahu inulinu markantní. Největší změna je zaznamenána v tvrdosti krému (Tiwari et al., 2015).

Obdobných výsledků dosáhl i tým Iránského univerzitního týmu. Potvrdil především zvýšení tvrdosti krému a jeho rychlé tání (Akbari et al., 2016).

### 3.6.4 Mražený krém s náhražkou mandlovým mlékem

Mandlové mléko je produktem ořechů mandlí (*Cyperus esculentu*). Mandle jsou stále relativně podceňovanou komoditou, i přes to, že slouží jako bohatý zdroj vlákniny vitamínů E a C a minerálních látek. V Nigerii, kde je pěstování mandlí poměrně rozšířené, byl veden výzkum zabývající se částečným a úplným nahrazením kravského mléka mandlovým. Ve výzkumu bylo vytvořeno 5 vzorků. Jejich složení je uvedeno v tabulce č. 3.

Tab. 3: Složení vzorků zmrzlinové a nahrazení mandlovým mlékem (Zdroj: Umelo et al., 2014)

Vzorek	Vejce	Kravske mléko (ml)	Cukr (g)	Voda (ml)	Vanilka (ml)	Stabilizátory (g)	Mandlové mléko (ml)
A	2	200	10	10	5	10	-
B	2	100	10	10	5	10	100
C	2	120	10	10	5	10	80
D	2	80	10	10	5	10	120
E	2	-	10	10	5	10	200

Výsledkem nigerijské studie bylo doporučení, nahradit kravske mléko mandlovým maximálně do 50 %. Především při sensorickém hodnocení zmrzliny klesali preference hodnotitelů se zvyšujícím se obsahem mandlového mléka. Mezi substituovanými vzorky vykazovaly B a C nejpříjemnější chuťové vlastnosti, a proto byly vyhodnoceny jako nejlepší. U vzorku B byl zároveň stanoven nejvyšší podíl proteinů. Závěrem studie bylo mandlové mléko zhodnoceno jako přijatelná složka, která by v budoucnu mohla v Nigerii vyřešit problém malnutrice – dlouhodobého stavu nepokrytí příjmu proteinů a kalorií (Umelo et al., 2014).

### 3.6.5 Mražený krém obohacený nenasycenými mastnými kyselinami

Omega 3,6 a 9 neboli polynenasycené mastné kyseliny (PUFA), jsou charakteristické větším množstvím dvojných vazeb. Tyto mastné kyseliny jsou zásadním komponentem lidské výživy. Mezi omega 3 řadíme  $\alpha$ -linolenovou kyselinu, EPA a DHA. Mezi omega 6 patří kyseliny linolenová a  $\gamma$ -linolenová a k omega 9 patří kyselina olejová. Organizace pro lidské zdraví WHO a FAO doporučují zvyšovat příjem těchto kyselin, především kvůli jejich pozitivnímu vlivu na kardiovaskulární systém, imunitu nebo jako opatření před diabetem či obezitou. Doporučovaný poměr příjmu Omega 3 a Omega 6 je dle obecných informací 1:3 – 1:5. Nejlepším zdrojem Omega 3 MK je rybí maso, rybí tuk a různé doplňky stravy založené na těchto produktech. Nevýhodou u těchto potravin či doplňků potravin je jejich nepříjemný zápach po rybině, který často konzumenty odrazuje.

Pro inkorporaci omega 3 bylo tedy nutné najít alternativní zdroje, které nemají negativní účinky na senzoryckou stránku mraženého krému (Ullah et al., 2017, Marín-Suarez et al., 2016).

### 3.6.5.1 Chia olej jako zdroj nenasycených mastných kyselin

Jednou z variant je využití oleje produkovaného chia semínky z rostliny *Salvia hispanica* L. Semena této rostliny produkují 35 – 40 % oleje s 65% obsahem omega 3 kyselin. Při testování zmrzliny s přidavkem chia oleje v množství od 5 do 20 % bylo dosaženo těchto poznatků. Nejlépe je demonstrováno v tabulce č.2, kde je patrné, že jediný výraznější nedostatek u vzorků s chia olejem vykazuje náslehu. S rostoucí koncentrací dochází k jeho snižování (Ullah et al., 2017).

Tab. 4: Hodnocení nutričních parametrů a náslehu v mraženém krému s chia olejem (Zdroj: Ullah et al., 2017)

	Tuk %	Protein %	Celková sušina %	pH	Náslehu %
K.V.	9,81 ± 0,24	4,11 ± 0,05	34,2 ± 0,26	6,67 ± 0,15	85,7 ± 2,65
T <sub>1</sub>	9,63 ± 0,19	4,15 ± 0,09	34,4 ± 0,41	6,65 ± 0,09	84,2 ± 3,12
T <sub>2</sub>	9,91 ± 0,15	3,97 ± 0,15	34,7 ± 0,34	6,71 ± 0,13	82,5 ± 1,58
T <sub>3</sub>	9,48 ± 0,13	4,05 ± 0,11	34,8 ± 0,61	6,62 ± 0,16	78,3 ± 4,53
T <sub>4</sub>	9,73 ± 0,28	4,09 ± 0,07	34,5 ± 0,18	6,63 ± 0,11	75,6 ± 2,87

K.V. - Kontrolní vzorek: 100 % mléčného tuku

T<sub>1</sub>: 95 % mléčného tuku a 5 % chia oleje

T<sub>2</sub>: 90 % mléčného tuku a 10 % chia oleje

T<sub>3</sub>: 85 % mléčného tuku a 15 % chia oleje

T<sub>4</sub>: 80 % mléčného tuku a 20 % chia oleje

Ve vzorcích s čia olejem bylo prokázáno větší množství fenolických látek a flavonoidů. Tyto látky jsou sekundárními metabolity rostlin, projevují se jako antioxidanty a vychytávají v těle volné radikály. Mohou tak pomáhat například s léčbou rakoviny, předcházet předčasnému stárnutí nebo vzniku aterosklerózy. Při inkorporaci tuků s nenasycenými MK se ovšem musí brát v potaz možnost oxidace dvojných vazeb, která může způsobit vady chutě mražených krémů, nebo dokonce tvorbu oxidačních produktů, které mohou mít toxické účinky. U zkoušeného krému byla po 60 ti dnech skladování naměřena přijatelná hodnota limitu zoxidovaných tuků, která je stanovena na 10 MeqO<sub>2</sub>/kg. Nenasycené tuky kvůli svému složení mastných kyselin, vykazují odlišný profil tání a krystalizace, které mohou být při výrobě mražených krémů nežádoucí. Těmto limitujícím faktorům může technologie předejít využitím emulze nenasycených olejů a nasycených pevných tuků vmísených do směsi před mražením. Tímto způsobem lze docílit zlepšení texturních vlastností. Zlepšení lze docílit i pomocí specifických emulgátorů či oleogelů, které napomáhají zvýšit stabilitu částečně destabilizovaných tukových globulí (Ullaha et al., 2017).

### **3.6.5.2 Olej kyseliny olejové a linolové**

Mimo oleje z chia semen lze všední tuky nahradit i oleji s hojně zastoupenými kyselinami olejovými a linolovými. Španělský výzkumný tým provedl pokus se dvěma vzorky speciálně vyprodukovaných olejů. První olej označen OO obsahoval nenasycené triacylglyceroly, především kyselinu olejovou (18:1), druhý LO obsahoval 49,0 % kyseliny linolové (18:2) a 24,7 % olejové. Jejich složení je přehledně uvedeno v tabulce 5. Výzkum se zaměřil především na fyzikální strukturu mražených krémů a obsah nenasycených MK. Výsledky prokázaly, že při použití olejů do směsí na výrobu zmrzliny stoupl celkové množství nenasycených MK takřka desetkrát v obou vzorcích oproti kontrolnímu vzorku s kokosovým olejem. Fyzikální struktura, především velikost tukových částí nebyla zásadně pozměněna. Při sledování velikosti krystalů tuku krému během procesu zrání, prokázaly oba oleje obdobné výsledky jako kontrolní vzorek. Destabilizace tuku proběhla o den dříve u vzorku s LO, vzorek s OO měl obdobné výsledky jako kontrolní vzorek a destabilizace u nich proběhla až druhý den. Roztékavost byla u vzorků s OO a LO pomalejší než u kontrolního vzorku, to mohlo být způsobeno strukturou vzniklou při technologické výrobě (Marín-Suarez et al., 2016).

Tab. 5: Zastoupení nenasycených mastných kyselin v použitých olejích

Mastné kyseliny	Obsah nenasycených MK v kokosovém oleji	Obsah NMK v OO	Obsah NMK v LO
Nenasycené MK celkem	7,9 %	78,6 %	78,7 %
C 18:1	6,2 %	70,7 %	24,7%
C 18:2	1,3 %	3,8%	49,0 %

### 3.6.5.3 Rybí tuk

Při vývoji zmrzliny s rybím tukem je hlavní potíží v sensorice krému. Velkou nevýhodou je produkce nepříjemného zápachu rybinou při jejím zahřátí, vystavení mastných kyselin teplu nebo přístupu vzduchu či světla. Výzvou pro vědce tedy bylo začlenit ji do potravin tak, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění jejich chuti. Výzkum Marva Rudolpha vedl k nalezení vhodné metody pro začlenění oleje do zmrzliny se sníženým obsahem tuku, kde se využívá jejich skladování ve velmi nízkých teplotách, při kterém nedochází k autooxidaci ani ke vzniku rybího zápachu či příchuti. Spolu s tímto opatřením musí být vybrána i vhodná příchut' krému, která potenciálně zamaskuje jakékoliv stopy zápachu rybinou. V sensorickém testu a krytí nežádoucí chuti nejlépe uspěla příchut' pomeranče s vanilkou (Anonym 3, 2001).

## 4 ZÁVĚR

V bakalářské práci byly shrnuty jak poznatky o tradičně využívaných, tak o inovativních ingrediencích. Mezi běžně využívané ingredience pro komerční výrobu patří především mléko či jiný zdroj mléčného tuku, sladidla, stabilizátory, emulgátory a barvicí a dochucující složky. Zároveň byl popsán proces výroby mražených krémů, od skladování surovin až po konečné balení produktů.

Podstatná část práce je zaměřena na alternativní ingredience především na sladidla, která jsou vhodná pro diabetiky. V tomto ohledu má velký potenciál využití sladidla z rostliny *Stevia rebaudiana*, které bylo již po staletí hojně využíváno kmeny Jižní Ameriky. Ve studiích byla stévie označena za vhodnou alternativu k běžné sacharóze. Mražené krémy ovšem vykazovaly poměrně vysokou viskozitu a tvrdost krému. Tento problém by se dal vyřešit přidáním kakaa do zmrzlinové směsi, které má zlepšující účinky. Běžnou sacharózu je možné nahradit i medem, který má výjimečné aroma a nižší glykemický index. Do mražených mléčných krémů je vhodné ho kombinovat se sacharózou, a to v poměru přibližně 1:1. Při vyšším podílu medu se sacharóza může nahradit kukuřičným hydrolyzovaným sirupem, aby nedocházelo k technologickým obtížím při mražení a ztužování. Velmi vhodnou sladivou alternativou jsou cukerné alkoholy, které se často kombinují s jiným sladidlem, aby bylo docíleno vhodné konzistence. Všechny cukerné alkoholy popsané v práci odpovídají diabetickým sladidlům, ovšem při vyšším užívání mohou mít projímavé účinky. Jako přírodní náhražka rafinovaného cukru může sloužit sirup z datlí, ten ovšem poměrně dost zvyšuje glykemický index, proto není vhodný pro stravu diabetiků.

Neméně důležitým tématem bylo zhodnocení inkorporace probiotických bakterií do mražených krémů. Jako probiotickou lze označit potravinu s koncentrací  $10^7$  CF/g. Nejvýznamnějšími mikroorganismy pro výrobu mražených krémů byly dle výzkumů prokázány *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus rhamnosus* a *Bifidobacterium bifidum*. Technologie vpravení probiotik do krémů je označována jako mikroenkapsulace tzv. zapouzdření do miniaturních kapslí. Tímto způsobem se dá nejlépe zachovat příznivý efekt probiotik na lidské zdraví, při technologických operacích výroby.

Probiotickým bakteriím vděčíme za správnou funkci zažívacího traktu, vstřebávání živin, produkci enzymů a vitamínů, inhibici patogenních mikroorganismů a tvorbu ochranného filmu v dutině ústní.

V neposlední řadě se bakalářská práce zabývá možností použití inulinu do mražených mléčných krémů. Inulin jako zásobní složka některých rostlin není pro lidský organismus stravitelná, a proto se využívá jako sladidlo pro diabetiky. Přidáním inulinu do mraženého krému klesne obsah tuku na 1/3, dojde ovšem ke zvýšení tvrdosti, rychlosti rozpuštění a ke snížení viskozity. V senzorickém hodnocení byl úspěšný vzorek se 4 % přídavkem inulinu, který byl srovnatelný s kontrolním vzorkem.

Do své bakalářské práce jsem zařadila i náhradu kravského mléka mlékem mandlovým. Mandle jsou dobrým zdrojem tuků, vlákniny, minerálů a vitamínů E a C. Vysokou produkci mandlí vykazuje Nigerie, kde proběhl výzkum o nahrazení mandlovým mlékem v mraženém krému. V této zemi je velkým problémem malnutricie, kterou by mandlové mléko mohlo pomoci vyřešit, jelikož je dobrým zdrojem energie i bílkovin. Výsledkem nigerijské studie mražených krémů bylo doporučení, nahradit kravské mléko mandlovým maximálně do 50 %, především kvůli senzorice.

V otázce obohacení krémů nenasycenými mastnými kyselinami je možno využít několika zdrojů, například oleje z chia semínek, či oleje s vysokým zastoupením kyseliny olejové a linolové. Poznatky ze studie předurčují tyto oleje k výrobě zdravějších mražených krémů. Využití rybího tuku není doporučeno z hlediska nepříjemného zápachu, který je při technologickém postupu vykazován.



## 5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABDULLATEEF R.A., OSMAN M., 2012: Studies on effects of pruning on vegetative traits in *Stevia rebaudiana bertonii* (compositae), In: International Journal of Biology [online], [vid. 2017.01.25]. Dostupné z <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijb/article/download/11721/9623>

AKBARI M., ESKANDARI M.H., NIAKOSARI M., BEDELTA VANA A., 2016: The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low fat ice cream, In: Science direct [online], [vid. 2017.04.04]. Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694616300498>

AKIN M.B., AKIN M.S., KIRMACI Z., 2007: Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream, In: Science direct [online], [vid. 2016.11.15]. Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606008661>

ALIZADEH, M., AZIZI-LALABADI, M., KHEIROURI, S., 2014: Impact of Using Stevia on Physicochemical, Sensory, Rheology and Glycemic Index of Soft Ice Cream. Food and Nutrition Sciences. 5, pp. 390-396

ANONYM 1, 2014: <http://www.idfa.org> [online]. [vid. 2017.03.15]. Anglický. Dostupný na: <http://www.idfa.org/news-views/media-kits/ice-cream/the-history-of-ice-cream>

ANONYM 2, 2015: <http://www.zdravapotravina.cz> [online]. [vid. 2017.02.21]. Český. Dostupný na: <http://www.zdravapotravina.cz/seznam-ecek/E968>.

ANONYM 3, 2001: <http://www.foodnavigator.com> [online]. [vid. 2017.03.05].

Anglický. Dostupný na: <http://www.foodnavigator.com/Science/Omega-3-enriched-ice-cream-developed>

ANONYM 4, 2015: <http://www.eiskon.cz> [online]. [vid. 2017.02.21]. Český. Dostupný na: <http://www.eiskon.cz/zmrzlina-v-cesku-a-ve-svete>

ANONYM 5, 2015: <http://www.zdravapotravina.cz> [online]. [vid. 2017.02.05]. Český. Dostupný na: <http://www.zdravapotravina.cz/seznam-ecek/E410>

- BRANDLE, J., TELMER, P., 2007: Steviol glycoside biosynthesis. In: Science direct [online], [vid. 2017.03.21]. Dostupné z <http://ww.w.everstevia.com/Steviol-glycoside-biosynthesis.pdf>
- BYLUND G., 1995: *Dairy processing handbook*. Lund: Tetra Pak Processing Systems AB, 436 s.
- CLARK, S., COSTELLO M., DRAKE M., BODYFELT F.W., 2009: *The sensory evaluation of dairy products*. 2nd ed. New York: Springer, 576 s. ISBN 9780387774060.
- CLARKE C., 2004: *The science of ice cream*. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 189 s. ISBN 0854046291.
- CRUZ A.G., ANTUNES A.E.C., SOUS A.A.L.O.P., FARIA J.A.F., SAAD S.M.I., 2009: Ice-cream as a probiotic food carrier, In: Science direct [online], [vid. 2016.11.05]. Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996909000908>
- DINICOLANTONIO J.J., O'KEEFE J.H., LUCAN S.C., 2015: Added fructose, In: Elsevier [online], [vid. 2017.04.22]. Dostupné z [http://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025-6196\(15\)00040-3/fulltext](http://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025-6196(15)00040-3/fulltext)
- DOSTÁLOVÁ J., KADLEC P., 2014: *Potravinářské zbožížnalství: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 425 s. ISBN 7-80-7418-208-2.
- GOFF D. H., HARTEL R.W., 2013: *Ice cream*. 7th ed. New York: Springer, 477 s. ISBN 978-1-4614-6095-4.
- HASIM I.B., AL SHAMSI K.S., 2016: Physiochemical and sensory properties of ice-cream sweetened with date syrup, In: Med Crave [online], [vid. 2017.02.11]. Dostupné z <http://medcraveonline.com/MOJFPT/MOJFPT-02-00038.pdf>
- CHAN S.Y., CHOO W.S., YOUNG D.J., LOH X.J., 2016: Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology, In: Science direct [online], [vid. 2017.03.28.] Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861716314096>
- KASTNEROVÁ M., 2012: *Poradce zdravého životního stylu*. České Budějovice: Nová Forma, 378 s. ISBN 978-80-7453-250-4.

KILIÁN L., 2015: *Využití stévie a vlákniny v technologii mražených krémů a jejich vliv na senzoryckou kvalitu*. Brno. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav chemie a technologie potravin. Vedoucí práce prof. Ing. Květoslava Šustová, Ph.D.

KRUTOŠÍKOVÁ, A., UHER. M., 1992: *Natural and synthetic sweet substances*. New York: Ellis Horwood, Ellis Horwood books in organic chemistry, 160 s. ISBN 80-224-0244-3.

MARÍN-SUÁREZ, M., GARCÍA-MORENO P.J., PADIAL-DOMÍNGUEZ M., GUADIX A., GUADIX E.M., 2016: Production and characterization of ice cream with high content in oleic and linoleic fatty acids. In: *European Journal of Lipid Science and Technology* [online]. [vid. 2017.03.18]. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ejlt.201600104>

MORIANO M.E., ALAMPRESE C., 2016: Honey, trehalose and erythritol as sucrose-alternative sweeteners for artisanal ice cream. A pilot study, In: *Science direct* [online], [vid. 2016.11.25]. Dostupné z <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816305552>

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2015/1832 ze dne 12. října 2015, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, pokud jde o erythritol (E 968) jako látku zvýrazňující chuť v ochucených nápojích se sníženým obsahem energie nebo bez přidaných cukrů, online [vid. 2016.11.25]. Dostupné z <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32015R1832>

OLD FARMER'S ALMANAC., 2003: *The Old farmer's almanac*. Western U.S. ed. Dublin, NH: Yankee Pub., ISBN 9781571982957.

OTTOBONI, M. A., OTTOBONI, F., 2013: *The modern nutritional diseases: heart disease, stroke, type-2 diabetes, obesity, cancer and how to prevent them (2nd ed.)*. Fernley, NV: Vincente Books, 304 s. ISBN 978-0915241057.

OZDEMIR C., ARSLANER A., OZDEMIR S., ALLAHYARI M., 2015: The production of ice cream using stevia as a sweetener, In: *Research gate* [online], [vid. 2016.02.11]. Dostupné z <https://www.researchgate.net/publication/273447770> The production of ice cream using stevia as a sweetener

- OZDEMIR C., DAGDEMIR E., OZDEMIR S., SAGDIC O., 2008: The effects of using alternative sweeteners to sucrose on ice cream quality, *Journal of Food Quality*., 31 (415-428). ISSN 1745-4557
- PAPADEMAS, P., 2015: *Dairy Microbiology : A practical Approach*. Boca Raton, 254 s. ISBN 978-1-4822-9868-0, 978-1-4822-9867-3.
- PON S.Y., LEE W.J., CHONG G.H., 2015: Textural and rheological properties of stevia ice cream, In: *International food research journal* [online], [vid. 2016.12.03]. Dostupné z [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(04\)%202015/\(33\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(04)%202015/(33).pdf)
- PORTO R., 2016: Artificial sweeteners in sugar- free ice cream, In <http://icecreamscience.com/>
- PRUGAR J., 2008: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- RINALDI M., DALL'ASTA C., PACIULLI M, GUIZZETTI S., BARBANTI D., CHIAVARO E., 2013 : Innovation in the Italian ice cream production: effect of different phospholipid emulsifiers. *Dairy Science & Technology*, EDP sciences/Springer, 94 (1), pp.33-49. ISSN 1958-5594
- ROGINSKI H., FUQUAY J. W., 2003: *Encyclopedia of dairy sciences*. London: Academic Press, 2097 s. ISBN 0-12-227235-8
- SALEM M.M.E., FATHI.A.F., AWAD.R.A., 2005: Production of probiotic ice cream, *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 14/55. No. 3 pp 267-271.
- SÁSKOVÁ D., 2013: *Probiotické bakterie mléčného kvašení v potravinových výrobcích*, Brno. Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce doc. RNDr. Alena Španová, CSc.
- SUKOVÁ, I., 2005, Technologies with free and immobilised cells for probiotic bifidobacteria production and protection, In: *Agronavigátor* [online], [vid. 2017.03.12]. Dostupné z <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=print&val=39927>
- ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2013: *Mlékárenské technologie*. Brno: Mendelova univerzita v Brně

TIWARI A., SHARMA H.K., NAVNEET K., MANDEEP K., 2015: The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low fat ice cream, In: Wiley online library [online], [vid. 2016.11.30]. Dostupné z <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1471-0307.12176/pdf>

ULLAH, R., NADEEM M., IMRAN M., 2017: Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil, In: *Lipids in Health and Disease* [online], [vid. 2017.03.21]. Dostupné z: <http://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12944-017-0420-y>

UMELLO M.C., UZOUKWU A.E., ODIMEGWU E.N., AGUNWAHIM., NJOKU N.E., ALAGBAOSO S.O., 2014: Proximate, physicochemical and sensory evaluation of ice cream from blends of cow milk and tigernut (*Cyperus esculentus*) milk, *International Journal of Scientific Research and Inovative Technology*, vol. 1 No 4, pp 63-76

VYHLÁŠKA 397/2016 Sb. Vyhláška, ze dne 2. prosince 2016 o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, online [vid. 2017-21-04]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz>

WALSTRA P., WOUTERS J.T.M., GEURTS T.J., 2006: *Dairy science and technology*. 2nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 768 s. ISBN 978-0-8247-2763-5

ZIMÁK E., 1983: *Mliekárská technológia pre 3. ročník strednej priemyselnej školy potravinárskej, odbor spracovanie mlieka*. Bratislava: Alfa. Edícia potravinárskej literatúry. 324 s. ISBN 2-0862.709.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CMC – Karboxymethylcelulóza

DE – Dextrózový ekvivalent

DHA – Dokosahexaenová kyselina

E + S – Emulgátory a stabilizátory

EPA – Eikosapentaenová

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – Organizace OSN pro výživu a zemědělství

HFCS – High fructose corn sweeteners – kukuřičná sladidla s vysokým podílem fruktózy

JECFA – Joint FAO/WHO expert Committee on Food Additives – Společný výbor expertů FAO/WHO pro potravinářská aditiva

K.V. – Kontrolní vzorek

LO – Olej s majoritním zastoupením kyseliny linolové

LMP a HMP – Low and high methoxy pectin – nízko a vysokoesterifikovaný pektin

MK – Mastné kyseliny

MTPS – Mléčná tukuprostá sušina

NMK – Nenasycené mastné kyseliny

OO – Olej s majoritním zastoupením kyseliny olejové

Př.n.l. – Před naším letopočtem

WHO – World Health Organization – Světová zdravotnická organizace

