Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

Diplomová práce

Senzorické vlastnosti mražených krémů

Autorka práce: Ing. Hana Kadlecová

Vedoucí práce: prof. Ing. Eva Samková, Ph.D.

České Budějovice
2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorkou této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne ....

Podpis

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo posoudit senzorické vlastnosti smetanových, příp. mléčných mražených krémů a mražených krémů, u kterých byla část mléčného tuku nahrazena tukem rostlinným. Byly připraveny čtyři různé varianty mražených krémů, s různými podíly mléčného tuku (jogurt a smetana ke šlehání) a rostlinných (sójových) alternativ (jogurt a smetana). Senzorické hodnocení zahrnovalo senzorický profil a pořadový preferenční test. Vzorek mraženého krému vyrobený z rostlinné alternativy (smetana ke šlehání) a jogurtu živočišného původu byl hodnocen z hlediska preference nejlépe. Nejhůře byl hodnocen mražený krém, ve kterém byl podíl mléčného tuku nejnižší. Výsledky ukázaly, že částečný podíl sójové alternativy v mraženém krému zlepšil jak konzistenci (viskozitu), tak její hodnocení v senzorickém profilu. Na druhé straně, vyšší množství přídatných látek v rostlinných alternativách nelze z hlediska nutričního vnímat příznivě.

Klíčová slova: mražený krém, mléčný tuk, rostlinné alternativy, senzorické vlastnosti

Abstract

The aim of the thesis was to assess the sensory properties of ice cream produced with different amounts of milk fat and vegetable fat. Four different variants of ice creams were prepared, with different proportions of milk fat (yoghurt and whipping cream) and soy alternatives (yoghurt and cream). The sensory evaluation included a sensory profile and preference test. In the preference test, the ice cream made from a plant-based alternative (whipping cream) and yoghurt of animal origin was assessed as the best. Ice cream, in which the proportion of milk fat was the lowest, was assessed as the worst. The results showed that a partial proportion of a soy alternative in the ice cream improved both the viscosity and evaluation of consistency in the sensory profile. On the other hand, a higher amount of food additives in plant-based products cannot be perceived favourably from a nutritional point of view.

Key words: ice cream, milk fat, plant-based products, sensory properties

Poděkování

Děkuji paní prof. Ing. Evě Samkové, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné rady a vstřícný přístup a také Grantové agentuře Jihočeské univerzity za možnost vypracování diplomové práce jako součást projektu GAJU 05/2022/Z. Touto cestou děkuji i své rodině za podporu během celého studia.

Obsah

Úvod 7

1 Literární přehled 8

1.1 Historie mražených krémů 8

1.2 Světový trh mražených krémů 10

1.3 Trend ve změně chování spotřebitelů 11

1.4 Alternativní zdroje 12

1.4.1 Příklady alternativních zdrojů 12

1.4.2 Označování alternativních výrobků rostlinného původu 14

1.5 Charakteristika mražených krémů 14

1.5.1 Dělení mražených krémů 16

1.5.2 Senzorické vlastnosti mražených krémů 17

1.6 Senzorická analýza potravin 18

1.6.1 Stručný vývoj a uplatnění senzorické analýzy potravin 18

1.6.2 Senzorické testy používané k hodnocení potravin 19

2 Cíl práce 21

3 Materiál a metody 22

3.1 Metodika přípravy vzorků mražených krémů 22

3.1.1 Charakteristika vzorků 22

3.1.2 Technologický postup výroby 24

3.2 Metodika senzorické analýzy 25

3.2.1 Charakteristika hodnotitelů 25

3.2.2 Vlastní metodika 26

3.3 Analýzy fyzikálních a chemických vlastností mražených krémů 28

3.3.1 Stanovení chemického složení 28

3.3.2 Stanovení viskozity 28

3.3.3 Stanovení barvy 28
3.3.4 Stanovení titrační kyselosti 28
3.4 Statistické vyhodnocení dat 29
4 Výsledky a diskuse 31
4.1 Vyhodnocení senzorických vlastností mražených krémů 31
4.2 Vyhodnocení faktorů ovlivňujících senzorické hodnocení mražených krémů 34
4.2.1 Vliv druhu mraženého krému 36
4.2.2 Vliv pokusu 37
4.2.3 Vliv pohlaví 40
4.3 Vyhodnocení fyzikálních a chemických vlastností mražených krémů 43
4.4 Vyhodnocení dotazníkového šetření 46
Závěr 52
Seznam použité literatury 53
Seznam obrázků 61
Seznam tabulek 62
Seznam grafů 63
Seznam použitých zkratek 64
Přílohy 65

Úvod

Mražené krémy jsou celosvětově oblíbenými mléčnými výrobky, které navozují příjemný pocit v ústech. Pro spotřebitele jsou atraktivní díky svým osvěžujícím vlastnostem, které jsou zúročeny především v letních měsících.

Přes tyto benefity jsou však také úzce spjaty s relativně vysokým obsahem jednoduchých cukrů, tuku a cholesterolu. Navíc jsou někteří spotřebitelé limitovaní jejich konzumací kvůli přítomnosti laktózy, kterou nejsou schopni v důsledku laktózové intolerance rozštěpit na jednodušší cukry (glukózu a galaktózu). Rizikem konzumace mléčných výrobků je také alergie na bílkovinu kravského mléka.

Trendem současné doby je zájem spotřebitelů o rostlinnou stravu, který často vede ke změně chování a celkového životního stylu a zároveň upřednostňování alternativních výživových směrů, jako je vegetariánství či veganství.

Potravinářský průmysl se snaží na tyto podněty ze strany veřejnosti reagovat a vyvíjí proto řadu produktů rostlinného původu, včetně mražených krémů.

V tomto kontextu byla zpracována i tato diplomová práce, která se věnovala problematice přijatelnosti mražených krémů vyrobených z potravin rostlinného a živočišného původu a jejich kombinací a zjišťovala chuťové preference hodnotitelů a rozdíly u dílčích senzorických znaků. Diplomová práce byla rovněž doplněna o dotazníkové šetření a analýzu chemických a fyzikálních vlastností mražených krémů.

1 Literární přehled

1.1 Historie mražených krémů

Mražený krém jak ho známe existuje již více než 300 let, přestože jeho původ sahá patrně mnohem dále (Clarke, 2012). Mražený krém se pravděpodobně vyvinul ze staletých postupů chlazení potravin a nápojů sněhem, které byly popsány již v prvním století n. l. v římských historických spisech (Goff a Hartel, 2013).

Ke vzniku mražených krémů se pojí mnoho legend a mýtů, které jsou jen slabě podpořeny historickými fakty (Clarke, 2012). Ačkoliv není známo konkrétní datum vzniku ani jméno vynálezce, který by se o objevení mražených krémů zasloužil, první historické zmínky se upínají ke králi Šalamounovi. Dle biblických pramenů si během sklizně plodin oblíbil nápoje chlazené ledem. Také Alexandr Veliký si již za svého panování oblíbil sníh a led ochucený nektarem či medem (International Dairy Foods Association, 2023).

Počátky mražených krémů jsou spojovány také s vládou římského císaře Nera (37–68 n. l.). Ten podle legendy posílal otroky do apeninských hor pro sníh a led pro výrobu ochucených ovocných šťáv s medem (Marshall et al., 2003). Jinde se má za to, že mražený krém vynalezli mongolští pastevci, kteří při svých zimních cestách přes poušť Gobi přenášeli smetanu v nádobách vyrobených ze zvířecích střev. Během cvalu koní byla smetana silně protřepána a společně s teplotou pod bodem mrazu došlo k jejímu zmrznutí (Clarke, 2012). Expanze mongolské říše rozšířila tento nápad do Číny, odkud dle legendy benátský obchodník Marco Polo přivezl recept na mražený krém do Itálie, když se na konci 13. století vracel ze svých pověstných cest po Dálném východě a tvrdil, že tento recept je používán v Asii již po tisíce let (Marshall et al., 2003; Goff a Hartel, 2013). Stejně tak legenda o Kateřině Medicejské vypráví, že díky jejímu sňatku s vévodou orleánským, pozdějším králem Jindřichem II. Francouzským v roce 1533, byl mražený krém rozšířen i do Francie. V doprovodu budoucí královny cestovali do Francie i italští kuchaři, kteří s sebou přivezli recept na mražený krém. Tajemství výroby mraženého krému bylo známo pouze několika málo lidem. Bylo dokonce tak vzácné, že Karel I., král Anglie, nabídl penzi svému francouzskému kuchaři ve výši 500 liber ročně za udržení receptu v tajnosti (Clarke, 2012).

Prvním významným krokem ve vývoji moderních mražených krémů přišel s objevením procesů chlazení vody pomocí anorganických solí, který byl popsán již v roce 1530 (Goff a Hartel, 2013). Experimenty v Itálii, Španělsku a Portugalsku

v roce 1525 dokládají, že přidání soli do ledu snižuje teplotu hmoty (Marshall et al., 2003).

Nejstarší důkaz o počátcích mražených krémů v Anglii přichází ze seznamu pokrmů, které byly servírovány na svátek sv. Jiří ve Windsoru v roce 1671, kde byl mražený krém podáván, ale pouze na stole krále Karla II. Stuarta (Clarke, 2012).

Mražený krém zůstal v Evropě výsadou královské rodiny a aristokracie. První prezident Spojených států amerických George Washington podával mražený krém na oficiálních akcích, podobně jako Thomas Jefferson. Ten během svého politického působení ve Francii, získal recept na mražený krém přímo od francouzského kuchaře a přivezl jej do USA (Clarke, 2012). Po inaugurační večeři čtvrtého amerického prezidenta Jamese Madisona v roce 1813, kde součástí byl jahodový mražený krém, se stal pravidelnou součástí jídelníčku Bílého domu (International Dairy Foods Association, 2023).

První zařízení na výrobu mraženého krému vynalezla ve 40. letech 19. století Nancy Johnsonová z Filadelfie. Tento vynález zjednodušil výrobu a zajistil jednotnější texturu mražených krémů (Clarke, 2012). Produkce mražených krémů se v Americe stala průmyslovým odvětvím, za jehož zakladatele a průkopníka je považován Jacob Fussel, mlékař z Baltimoru v USA, který v roce 1851 vybudoval první továrnu na výrobu mražených krémů (Goff a Hartel, 2013). Výroba mražených krémů však vyžadovala zdroj ledu, který se od první poloviny 19. století sbíral v řekách a jezerech Norska, Švédska, Kanady a severní Ameriky a poté byl dovážen do evropských měst, USA a dokonce i do indické Kalkaty. V roce 1873 bylo na světové výstavě ve Vídni představeno mechanické chladící zařízení. Tento objev učinil německý vědec Carl von Linde, díky němuž byla těžba ledu nahrazena jeho umělou výrobou (Clarke, 2012).

V prvních desetiletích 20. století se výroba mražených krémů rozšířila a industrializovala. V roce 1927 byl zdokonalen první komerčně úspěšný kontinuální proces zmrazování, který vyvinul Clarence Vogt a umožnil zmrzlinářskému průmyslu stát se masovým výrobcem svého produktu. Tento vývoj byl doprovázen zavedením pasterizace a homogenizace (Goff a Hartel, 2013).

Během druhé světové války byla výroba mražených krémů zastavena kvůli nedostatku surovin a nutnosti změnit činnost továren na výrobu základních potravin. Někteří výrobci po skončení druhé světové války kvůli přídělovému systému, kdy bylo zakázané používat smetanu živočišného původu, přešli na používání tuků rostlinného

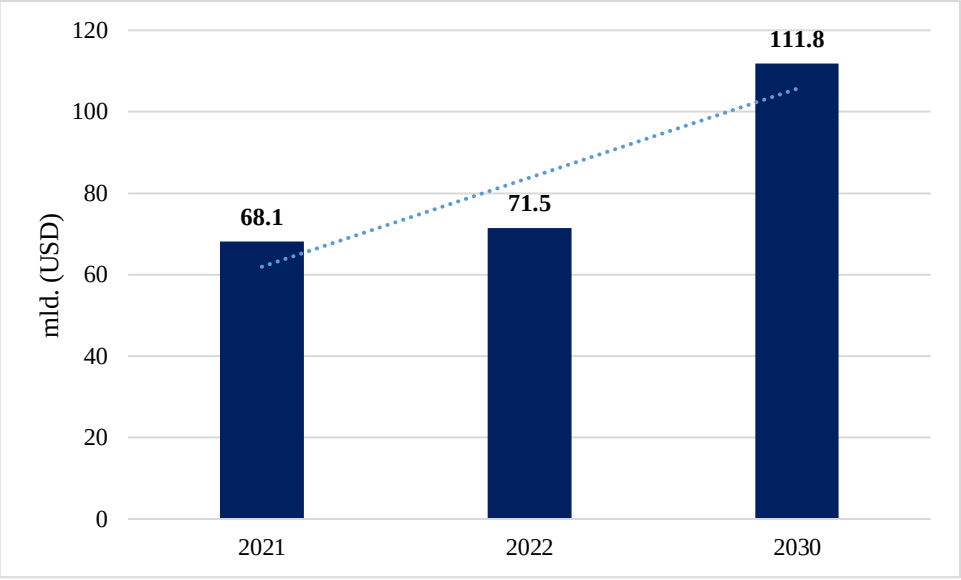
původu a sušeného mléka. Výroba mražených krémů rostlinného původu je zachována dodnes (Clarke, 2012).

1.2 Světový trh mražených krémů

Mražený krém je velice populární druh potraviny s očekávanými celosvětovými tržbami ve výši 75 miliard USD do roku 2024 (Genovese et al., 2022). Jak uvádí Craig a Brothers (2022), globální trh veganských mražených krémů (tedy mražených krémů bez přítomnosti mléčné složky) byl v roce 2019 vyčíslen na 521 milionů USD a během příštího desetiletí se předpokládá jeho výrazný nárůst. Podle průzkumu Global Market Insights (2023) se odhaduje, že trh těchto mražených krémů určených pro domácí spotřebu překročí v roce 2032 jednu miliardu USD.

Světový trh mražených krémů byl v roce 2021 vyčíslen na 68,1 miliard USD a podle průzkumu Market Research Future (2023) se předpokládá, že do roku 2030 vzroste na 111,8 miliard USD, přičemž složená roční míra růstu (CAGR) bude 5,74 %. Tyto předpoklady dokresluje graf 1.1.

Podíl na tržbách mražených krémů s čokoládovou příchutí byl 34,7 % a očekává se jeho nárůst i během prognózovaného období. Dominantnější postavení na trhu měl v roce 2021 segment mléčných mražených krémů, celkem 87,57 % (Market Research Future, 2023).



Graf 1.1: Světový trh mražených krémů

1.3 Trend ve změně chování spotřebitelů

V poslední době spotřebitelé upírají svůj zájem na produkty s nízkým obsahem tuku, které si spojují se sníženým rizikem obezity a kardiovaskulárních onemocnění (Akbari et al., 2019). Mražený krém obsahuje obvykle 10–16 % tuku (Mahdian a Karazhian, 2013; Narala et al., 2022; Wang et al., 2022), proto mlékárenský průmysl vyvíjí řadu mražených krémů a dalších výrobků s nižším obsahem tuku nebo bez tuku (Akalin et al., 2008).

Současným trendem je stále se zvyšující poptávka po různých alternativách k mléčným produktům. Jednak je tento trend dán výskytem laktózové intolerance a u části populace také alergie na bílkovinu kravského mléka (Arses et al., 2022), na druhé straně je to i narůstající popularita různých výživových směrů, zejména pak veganství (Da Silva et al., 2020; López-Martínez et al., 2021). Navíc je zvyšující se poptávka spojována i s limitující dostupností mléka ve specifických geografických regionech a z toho plynoucím vysokým cenám této komodity (Da Silva et al., 2020).

Právě laktózová intolerance se dotýká okolo 70 % světové populace a alergie na bílkovinu kravského mléka je nejčastější dětskou alergií (López-Martínez et al., 2021). Toto tvrzení dokládají i Batista et al. (2019), kteří zmiňují, že 60–70 % populace trpí intolerancí laktózy, a právě proto se do popředí zájmu potravinářského průmyslu dostávají výrobky se sníženým obsahem laktózy.

Nabídka bezlaktózových výrobků je dle studie Bártová et al. (2020) v běžných obchodních řetězcích pestrá a z téměř každé skupiny mléčných výrobků je zastoupen vždy alespoň jeden produkt.

Značná část populace pak upřednostňuje veganský mražený krém. Tyto preference spotřebitelů jsou dány jednak etickými důvody, ale i tím, že je tento produkt považován za zdravější v porovnání s tím, který obsahuje živočišný (mléčný) tuk a bílkoviny. Veganské mražené krémy se vyrábějí zpravidla z rostlinných nápojů, nejčastěji se jedná o mandlové, kokosové nebo sójové (Velotto et al., 2021; (Beegum et al., 2022). Z nutričního hlediska však nelze tyto nápoje označovat za zdravější variantu, protože obsahují často velmi podobný obsah cukrů, tuků a kalorií (Velotto et al., 2021).

Také zastoupení mastných kyselin není vždy v rostlinných olejích příznivější, např. kokosový olej obsahuje více než 90 % nasycených mastných kyselin (Orsavova et al., 2015).

Zvýšené povědomí o vztahu mezi potravinami a zdravím vede spotřebitele k tomu, že požadují mražený krém, který odpovídá jejich potřebám fyzické a duševní pohody (Tekin et al., 2017; Genovese et al., 2022). Mražený krém obsahuje relativně vysoké množství tuku a jednoduchých cukrů, a to přispívá k vysokému příjmu těchto nutrientů, které následně zvyšují riziko obezity, včetně té dětské a dalších souvisejících přidružených onemocnění. Ve skutečnosti pak jsou hnací silou vývoje funkčních mražených krémů právě sami spotřebitelé, kteří mají zájem o nové potraviny vhodné pro zdravý životní styl (Genovese et al., 2022).

1.4 Alternativní zdroje

Alternativní zdroje tuků mohou napodobovat fyzikální a senzorické vlastnosti živočišných tuků v potravinách a zároveň obsahují méně kalorií (Yan et al., 2021).

Použití rostlinných nápojů pro přípravu mražených krémů přináší možnost získání specifických výrobků, které neobsahují laktózu a jsou dobře stravitelné. Jsou vhodnou volbou pro lidi, kteří trpí laktózovou intolerancí. Rostlinný nápoj navíc neobsahuje cholesterol a naopak může být zdrojem nenasycených mastných kyselin, které příznivě působí na kardiovaskulární systém (Ghaderi et al., 2021).

1.4.1 Příklady alternativních zdrojů

Právě sójový nápoj je považován za vhodnou náhradu kravského mléka v mražených krémech, díky jeho vysoké nutriční hodnotě, ceněný je zejména jeho obsah bílkovin a vyvážený obsah aminokyselin (Aboulfazli et al., 2016). Kromě toho je podle autorů Bueno et al. (2017) konzumace sójového mraženého krému způsob, jak přijmout prospěšné látky, které se v sóje vyskytují. Sója je bohatá na izoflavonoidy a hraje důležitou roli v prevenci osteoporózy, onemocnění ledvin nebo aterosklerózy (Ashan et al., 2015).

Jako alternativní zdroj tuků byla ve studii Ghaderi et al. (2021) využita sója a sezam. Mražený krém musí mít zároveň silnou proteinovou strukturu, aby splňoval požadované texturní a senzorické atributy. Výsledky senzorického hodnocení však ukázaly, že mražený krém obsahující v základu sójový nápoj, byl z hlediska chuti hodnocen nejhůře. Naopak mražený krém, jehož základem byl sezam, byl v tomto deskriptoru hodnocen nejlépe. Při hodnocení textury nebyly mezi těmito vzorky prokázány statisticky významné rozdíly. Výsledky senzorického hodnocení rovněž potvrdily kvalitu a celkovou přijatelnost mražených krémů rostlinného původu (Ghaderi et al., 2021).

Güven et al. (2018) se ve své studii zaměřili na mražené krémy s přídavkem oleje z lískových ořechů a olivového oleje. Receptury obsahovaly různý podíl mléčného tuku, oleje z lískových ořechů a olivového oleje. Celkový obsah tuku pro každý vzorek mraženého krému byl 12 %. Díky tomu byly mražené krémy obohaceny o nenasycené mastné kyseliny a vykazovaly lepší kvalitativní vlastnosti, než kontrolní varianta mraženého krému sestávající pouze z mléčného tuku (Güven et al., 2018).

Podobně ve studii Tagliamonte et al. (2023) byla v mražených krémech sledována přítomnost extra panenského olivové oleje. Hlavním důvodem, proč byla smetana z kravského mléka nahrazena za extra panenský olivový olej, bylo vytvoření produktu hodnotného jak po senzorické, tak po nutriční stránce. Extra panenský olivový olej obsahuje bioaktivní sloučeniny, z nichž jedny z nejcennějších jsou polyfenoly, které brání oxidaci LDL (low density lipoprotein) cholesterolu a chrání tím krevní lipidy před oxidací. Přínosem této studie bylo zjištění, že náhradou smetany z kravského mléka extra panenským olivovým olejem se změnil profil mastných kyselin. Náhrada způsobila redukci nasycených mastných kyselin a naopak zvýšení monoenových a polyenových nenasycených mastných kyselin. Současně se zvýšil obsah polyfenolů (Tagliamonte et al., 2023).

Bekiroglu et al. (2022) se při výrobě mražených krémů soustředili na rostlinné nápoje z vlašských ořechů. Vlašské ořechy obsahují vitamín E, vitamíny skupiny B, antioxidanty, polyenové mastné kyseliny a esenciální aminokyseliny, což svědčí o jejich vhodnosti pro účely rostlinné stravy. V rámci studie byly vyrobeny tři různé vzorky mražených krémů. Kontrolní varianta mraženého krému obsahovala pouze kravské mléko, ostatní varianty se skládaly ze sušeného ořechového nápoje a ořechového nápoje. Studie prokázala, že rostlinný ořechový nápoj lze k výrobě veganského mraženého krému použít. V porovnání s kontrolním vzorkem byly mražené krémy na bázi ořechového nápoje výrazně tmavší. S ohledem na to, že při výrobě funkčních výrobků se očekávají různé změny, včetně senzorických, by neměly mít tyto parametry negativní vliv na jejich přijatelnost a konzumaci (Bekiroglu et al., 2022).

Další alternativou mraženého krému může být veganský krém na bázi hrachového proteinu, kde se jako náhrada tuku uplatnil polysacharid inulin. Benefitem takto vyrobeného mraženého krému je minimální obsah alergenů, na rozdíl od výrobků ze sóji. Hrachové mražené krémy s různou koncentrací inulinu byly porovnávány s kontrolní variantou, která neobsahovala inulin. Výsledky ukázaly, že varianty

s druhou nejvyšší a nejvyšší koncentrací inulinu měly prokazatelně horší chuťové vlastnosti a rovněž jejich celková přijatelnost byla nižší než u ostatních variant (Narala et al., 2022).

1.4.2 Označování alternativních výrobků rostlinného původu

Problematika označování rostlinných alternativ není prozatím jak na evropské, tak vnitrostátní úrovni legislativně ukotvena. V současné době chystá proto Evropská komise ve spolupráci s Evropskou vegetariánskou unií legislativní a právní regulaci pro označování vegetariánských a veganských potravin. Na tuto problematiku poukazuje rovněž Ministerstvo zemědělství České republiky a Státní zemědělská a potravinářská inspekce a upozorňuje na nežádoucí označování rostlinných výrobků názvy vyhrazenými pouze pro mléko a mléčné výrobky (Peyton.cz, 2023).

Dosud je však nezbytné řídit se při označování těchto potravin obecnými právními předpisy, a to především Nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, které platí plošně pro všechny potraviny. Pro pojmenování alternativní rostlinné potraviny se doporučuje zohlednit v názvu hlavní rostlinnou složku. Příkladem může být „sójový dezert“ pro rostlinné alternativy jogurtů nebo „ovesný nápoj“ pro rostlinou alternativu mléka (Peyton.cz, 2023).

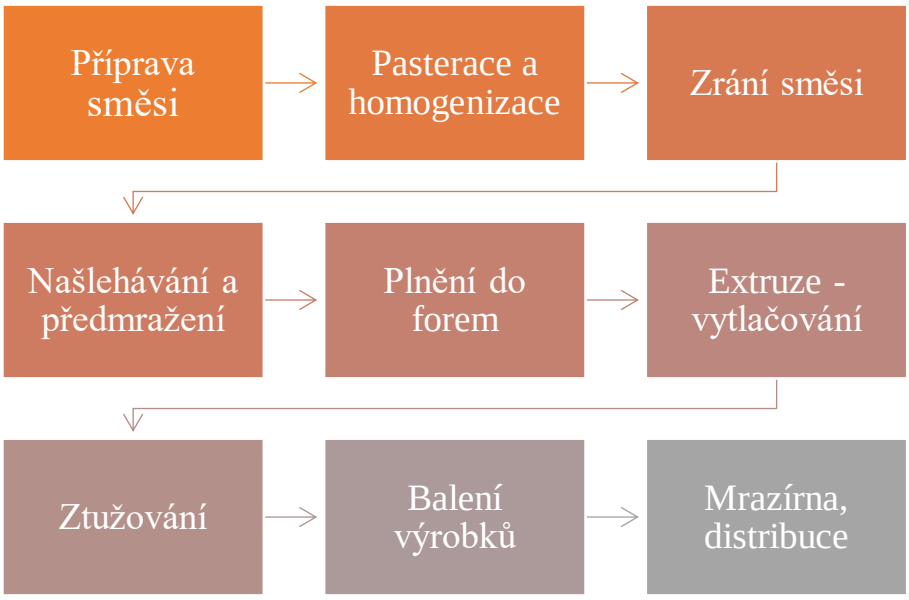
Nařízení (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhu se zemědělskými produkty zároveň vylučuje názvy jako „nemléko“, „nejogurt“, „veganská smetana“, „vegetariánské máslo“, „alternativa mléka“, „imitace podmáslí“, „napodobenina jogurtu“, „analog sýru“, a další (szpi.gov.cz, 2023).

1.5 Charakteristika mražených krémů

Mražený krém je celosvětově konzumovaným výrobkem oblíbeným ve všech věkových kategoriích (Yeon et al., 2017; Ürkek, 2021; Guler-Akin et al., 2021; Abdeldaiem et al., 2023). Jeho oblíbenost je dána především sladkou chutí, hladkou smetanovou strukturou a osvěžujícími vlastnostmi (Feizi et al., 2021). Jedná se o mražený dezert, při jehož výrobě se používá řada složek jako je mléko, tuk, sladidla, stabilizátory, emulgátory a další (Ürkek, 2021). Mléčná sušina je v těchto dezertech zastoupena zpravidla ve formě mléka, smetany, másla nebo sušeného odstředěného mléka (Beegum et al., 2022).

Tento komplexní systém se obvykle skládá z několika strukturních prvků. K těm hlavním se řadí vzduchové bubliny, tukové částice, ledové krystalky a souvislá vodná fáze, která obsahuje roztok cukrů, bílkovin, stabilizátorů a emulgátorů. Na tom se shoduje hned několik autorů (Da Silva et al., 2014; Amador et al., 2017; Tekin et al., 2017; Batista et al., 2019; Ghaderi et al., 2021; Genovese et al., 2022). Všechny tyto složky mají při zmrazování mražených krémů různý vliv na chuť konečných výrobků (Tekin et al., 2017). Standardní mražený krém obsahuje 50 % vzduchových bublin, 30 % ledových krystalků, 15 % tukuprosté sušiny a 5 % tuku (López-Martínez et al., 2021).

Tvorba a velikost krystalků určuje výslednou kvalitu mražených krémů. Ledové krystalky o velikosti 10–20 µm jsou důležitým předpokladem pro požadované texturní vlastnosti (Kamińska-Dwórznicka et al., 2022). Větší ledové krystalky společně s jejich nadměrným množstvím nejsou žádoucí a v konečném důsledku způsobují zrnitou strukturu mražených krémů, čímž zhoršují jejich kvalitu (Kamińska- Dwórznicka et al., 2022; Sharqawy a Goff, 2022). Autoři Amador et al. (2017) dodávají, že pokud jsou ledové krystalky větší než 50 µm, struktura mraženého krému je hrubá a zkrátí se jeho trvanlivost. Z těchto důvodů je kontrola velikosti krystalků během skladování nezbytným předpokladem pro výrobu vysoce kvalitního mraženého krému. Schéma výroby mražených krémů je uvedeno v obrázku 1.1 (Benešová, 2017).



Obrázek 1.1: Technologický postup výroby mražených krémů

1.5.1 Dělení mražených krémů

Tekin et al. (2017) dělí průmyslově vyráběné mražené krémy dle obsahu tuku na mražené krémy s vyšším obsahem tuku (tj. prémiový typ) (12–16 %), s běžným obsahem tuku (10–12 %), nízkotučné mražené krémy (5 %) a odtučněné mražené krémy (2 %).

V České republice upravuje dělení mražených krémů vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje (tabulka 1.1 a tabulka 1.2)

Tabulka 1.1: Dělení mražených krémů

Druh	Skupina	Podskupina
Mražený krém	smetanový	vanilkový jahodový malinový meruňkový citrónový pomerančový oříškový pistáciový čokoládový karamelový kávový kakaový
	mléčný	
	s rostlinným tukem	
	vodový	
	ovocný	
	sorbet	

Zdroj: Vyhláška 397/2016

Tabulka 1.2: Fyzikální a chemické požadavky na jakost mražených krémů

Druh mraženého krému	Celková sušina	Tukuprostá mléčná sušina	Mléčný (rostlinný) tuk	Ovocná složka	Suché skořápkové plody
	% hmot.	% hmot. nejméně	% hmot. nejméně	% hmot. nejméně	% hmot. nejméně
Smetanový			8		
Mléčný		6	2,5		
S rostlinným tukem			5		
Vodový	12				
Ovocný	12			15	5
Sorbet	12			25	7

Zdroj: Vyhláška 397/2016

1.5.2 Senzorické vlastnosti mražených krémů

Strukturu a přijatelnost mražených krémů spotřebiteli ovlivňuje mnoho faktorů. Mezi ty hlavní se řadí složení, vhodnost zvolené suroviny a způsob zpracování výrobku (Ürkek, 2021).

Mléčný tuk má nenahraditelné vlastnosti, přispívá k jemné struktuře mražených krémů (Romulo et al., 2021), příjemnému pocitu v ústech (Beegum et al., 2022), rozvinutí chuti a zachování tvaru (Genovese et al., 2022). Je také nositelem chuti a vzhledem k tomu, že aromatické sloučeniny jsou z velké části rozpustné v tucích, mohou mít nízkotučné mražené krémy horší chuťové vlastnosti (Genovese et al., 2022). Snížení obsahu mléčného tuku v mražených krémech může způsobit např. hrubost nebo drobivost výrobků (McGhee et al., 2015).

Kvalitativní a kvantitativní modifikace tuku v mražených krémech způsobují změny v reologických a senzorických vlastnostech. Z toho důvodu je nezbytné, aby bylo správně nastaveno složení mraženého krému, u kterého je nahrazen živočišný tuk, a to tak, aby zdravotní benefity těchto krémů neovlivnily chuťovou přijatelnost, resp. očekávání spotřebitelů (Genovese et al., 2022).

Rostlinné alternativy k mléku se obecně vyrábějí z obilovin, luštěnin, olejných semen nebo ořechů (Bekiroglu et al., 2022). Jejich všeobecná přijatelnost při přípravě mražených krémů je částečně spojována s příznivými účinky rostlinných bílkovin

na zlepšení fyzikálních vlastností. Podle autorů Bekiroglu et al (2022) se viskozita, doba tání a tuhost mražených krémů díky nahrazení odstředěného sušeného mléka sójovým proteinovým izolátem zvýšila.

Alternativa živočišného tuku by měla splňovat stejné parametry jako mléčný tuk a měla by poskytovat požadované chuťové vlastnosti (Jardines et al., 2020; Genovese et al., 2022).

1.6 Senzorická analýza potravin

Senzorické analýza je definována jako vědecká disciplína a metoda používaná k vyvolání, měření, analýze a interpretaci reakcí na produkty, které jsou vnímány lidskými smysly (Sharif et al., 2017; Kemp et al., 2018; Yu et al., 2018). Tato definice byla přijata a schválena výbory pro senzorické hodnocení v rámci různých profesních organizací jako je Institut potravinářských technologů a Americká společnost pro testování a materiály (Lawless a Heymann, 2010). Jinými slovy lze hodnocení chuti a smyslové vnímání potravin chápat jako proces shromažďování informací o výrobcích. Tyto informace jsou získávány prostřednictvím zraku, čichu, sluchu, hmatu a chuti (Yu et al., 2018).

Jedná se o dynamickou a neustále se rozvíjející disciplínu, která je dnes uznávána jako samostatný vědní obor (Sharif et al., 2017). Úspěšné senzorické hodnocení v potravinářském průmyslu je dosaženo propojením kvality, senzorických vlastností s fyzikálními a chemickými vlastnostmi potravin (Sharif et al., 2017).

Kromě bezpečnostní a technologické jakosti vynikají potraviny svými organoleptickými vlastnostmi (chuť, vůně, textura apod.) a je třeba je při inovacích brát v úvahu, protože právě tyto vlastnosti rozhodují, zda si spotřebitel produkt opakovaně zakoupí (Ruiz-Capillas et al., 2021).

Senzorická analýza se skládá ze souboru technik, které se využívají pro měření lidské odezvy na vlastnosti potravin, kde je současně minimalizováno zkreslení způsobené potencionálními matoucími zdroji, mezi které je řazena značka produktu a další informace, které mohou ovlivnit vnímání spotřebitele (Yu et al., 2018).

1.6.1 Stručný vývoj a uplatnění senzorické analýzy potravin

Tento typ analýzy se využívá již po staletí za účelem přijetí nebo odmítnutí potravinářských výrobků (Kemp et al. 2021; Ruiz-Capillas a Herrero, 2021). Hodnocení potravin začalo jako jednoduché "testování chuti", které se obvykle

používalo v potravinářském průmyslu k posuzování kvality různých komodit, např. čaje, sýrů nebo piva (Kemp et al., 2018).

Obor senzorické analýzy se začal rapidně vyvíjet ve druhé polovině 20. století, společně s rozvojem potravinářského a spotřebního průmyslu (Lawless a Heymann, 2010).

Dnes je senzorické hodnocení sofistikovaným rozhodovacím nástrojem, který se uplatňuje ve spolupráci s marketingem, výzkumem, vývojem, hodnocením a kontrolou kvality výrobků v průběhu jejich celého výrobního cyklu, aby bylo možné se při navrhování výrobků rozhodovat podle potřeb spotřebitele (Kemp et al., 2018).

Z toho vyplývá, že senzorická analýza je užitečným nástrojem pro vytváření nových produktů. Zařazuje se mezi nejdůležitější techniky v průběhu inovačního procesu s cílem zajistit přijetí konečného produktu spotřebiteli (Sharif et al., 2017; Yu et al., 2018; Ruiz-Capillas a Herrero, 2021). Používá se k odhalení způsobu, jakým smyslové vlastnosti ovlivňují přijetí produktů a chování spotřebitelů (Kemp et al., 2018) a hraje významnou roli při uvádění výrobků na trh (Sharif et al., 2017). V potravinářském průmyslu se často používá při vývoji a úpravě receptur. Provádí se za účelem zjištění rozdílů mezi výrobky a povahy jejich rozdílů (Sharif et al., 2017).

1.6.2 Senzorické testy používané k hodnocení potravin

Prioritou každého senzorického hodnocení je zvolení vhodné testovací metody pro zodpovězení otázek týkajících se posuzovaného produktu. Každý test má jiný cíl a každý využívá jiná kritéria hodnocení (Lawless a Heymann, 2010). Obecně lze senzorickou analýzu rozdělit na dvě části – analytickou a afektivní (Ruiz-Capillas et al., 2021).

Analytické testy zahrnují diskriminační (rozdílové) a deskriptivní (popisné) testy (Ruiz-Capillas et al., 2021). Diskriminační metody jsou využívané pro posouzení senzorických rozdílů mezi vzorky, zatímco deskriptivní detailněji upřesňují povahu nebo velikost smyslových rozdílů. Tyto testy jsou finančně a časově náročné a vyžadují zkušený panel hodnotitelů (Sharif et al., 2017; Issanchou, 2018).

Na druhou stranu testy afektivní zhodnocují přijatelnost produktu a dělí se na preferenční a hédonické (Ruiz-Capillas et al., 2021). Sharif et al. (2017) dodávají, že poskytují údaje o oblibě a preferenci výrobku a jsou obvykle realizované nezkušenými posuzovateli.

Prováděné testy senzorické analýzy jsou postupně přetvářeny a nahrazovány preciznějšími a cílenějšími metodami, které jsou více kvantifikovatelné, přesnější a spolehlivější (Ruiz-Capillas et al., 2021). Tabulka 1.3 přibližuje rozdělení senzorických testů.

Tabulka 1.3: Vybrané tradiční a nové senzorické testy používané k hodnocení potravin

Senzorický test	Typ	Podtyp	Hodnotitelé	Otázka
Analytický	Diskriminační	Duo-trio Napping*	Pokročilí Konzumenti	Liší se tyto produkty?
	Deskriptivní	Chuťový profil CATA*	Experti Pokročilí Konzumenti	Čím se produkty liší?
Afektivní	Preferenční	Párový porovnávací PSP*	Nezkušení	Který vzorek je preferován?
	Hédonický		Nezkušení	Jak vzorek chutná?

Zdroj: Lawless a Heymann, 2010

*Napping – metoda, při které jsou si nejvíce podobné vzorky umístěny těsně u sebe a vzorky, které se velmi liší, jsou umístěny daleko od sebe,

*CATA (Check All That Apply) – CATA je všestranný dotazník s více možnostmi výběru, kde se hodnotitelům nabízejí různé nabídky slov nebo vět, na které mohou vyjádřit svůj volný názor bez jakéhokoli omezení,

*PSP (Polarized Sensory Positioning) – metoda hodnocení relativní podobnosti či odlišnosti všech výrobků ve srovnání s referenčními vzorky, které se označují jako "póly"

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo posoudit senzorické vlastnosti smetanových, příp. mléčných mražených krémů a mražených krémů, u kterých byla část mléčného tuku nebo jeho celý podíl nahrazen tukem rostlinným.

Diplomová práce byla vypracována jako součást projektu GAJU 05/2022/Z One Health: genetické, environmentální a technologické faktory ovlivňující živočišnou produkci, kvalitu a bezpečnost potravin a zdraví zvířat a člověka.

3 Materiál a metody

3.1 Metodika přípravy vzorků mražených krémů

V laboratoři Katedry potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů na Fakultě zemědělské a technologické Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (FZT JU) byly celkem ve třech pokusech (pokus 1 – 11. 10. 2022, pokus 2 – 12. 10. 2022 a pokus 3 – 16. 11. 2022) připraveny pokaždé čtyři různé vzorky mražených krémů, které byly senzoricky hodnoceny. U mražených krémů z pokusů 2 a 3 byly provedeny analýzy chemického složení, měření barvy a viskozity a byla stanovena titrační kyselost.

3.1.1 Charakteristika vzorků

Nařízení Evropského parlamentu a Rad (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům uvádí, že informace o potravinách nesmějí být zavádějící, klamat spotřebitele a uvádět jej v omyl. V Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 jsou mimo jiné mléčné výrobky definovány jako výrobky získané výlučně z mléka, a jsou pro ně vyhrazeny názvy „*smetana*“, „*máslo*“, „*podmáslí*“, „*sýr*“, „*jogurt*“, atd. Rovněž je zakázáno používat název „*napodobenina mléčného výrobku*“, „*analog mléčného výrobku*“ nebo „*imitace mléčného výrobku*“. Alternativní rostlinné potraviny dosud zákonný název stanoven nemají a vzhledem ke krátké době na trhu nemají ani vžitý název.

S ohledem na tyto skutečnosti, ale zároveň se snahou o přehlednost v označování vzorků (výrobků) v této diplomové práci nebylo k legislativním požadavkům zcela přihlédnuto. U vzorků, kde byly využity rostlinné produkty, je tedy příslušný (odpovídající) název mléčného produktu uveden v závorce spolu se slovem „rostlinná alternativa“.

Kombinace vzorků byly připraveny z kondenzovaného mléka, rostlinné alternativy (smetana ke šlehání) s obsahem tuku 24,6 % a smetany ke šlehání s obsahem tuku 33 %. Hlavní podíl tvořily buď selský jogurt bílý s obsahem tuku 3,8 % nebo rostlinná alternativa (jogurt) s obsahem tuku 2,3 %. Rostlinné alternativy byly sójové (tabulka 3.1). Množství použitých surovin a výživové údaje na 100 g mražených krémů je uvedeno v tabulkách 3.1 a 3.2. V tabulce 3.1 je také možné vidět zastoupení složek v těchto surovinách. Hmotnost vyrobeného mraženého krému u všech pokusů byla 300 g pro každý vzorek. Výživové hodnoty byly vypočítány podle příručky eagri (Macháčková et al., 2016).

Tabulka 3.1: Procentuální zastoupení surovin u jednotlivých vzorků mražených krémů na 300 g a zastoupení složek v těchto surovinách

Surovina	Vzorky mražených krémů[1]				Složení surovin
	RR	RŽ	ŽR	ŽŽ	
	(%)	(%)	(%)	(%)	
Rostlinná alternativa (smetana ke šlehání) sójová, Alpro, 24,6 % tuku	33,3	–	33,3	–	Sójová složka (pitná voda, loupané sójové boby (2,7%)), rostlinné oleje (plně ztužený kokosový olej, plně ztužený řepkový olej), maltodextrin, slunečnicový olej, cukr, emulgátory (estery sacharózy s mastnými kyselinami, estery mono- a diglyceridů mastných kyselin s kyselinou mléčnou), citrusová vláknina, mořská sůl, aroma
Smetana ke šlehání Moravia, 33 % tuku	–	33,3	–	33,3	Mléko
Rostlinná alternativa (jogurt) sójová, Alpro, 2,3 % tuku	44,3	44,3	–	–	Pitná voda, loupané sójové boby (10,7%), cukr, citronan trivápenatý, stabilizátor (pektiny), regulátory kyselosti (citronany sodné, kyselina citronová), aroma, mořská sůl, antioxidanty (extrakt s vysokým obsahem tokoferolu, estery mastných kyselin s kyselinou askorbovou), vitaminy (B12, D2), jogurtové kultury (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*)
Jogurt selský bílý, Hollandia, 3,8 % tuku	–	–	44,3	44,3	Mléko, mléčná bílkovina, jogurtová kultura, kultura *Bifidobacterium* BB12 a *Lactobacillus acidophilus* LA 5(10^6/g)
Kondenzované mléko, Tatra	22,3	22,3	22,3	22,3	Pasterované mléko, cukr

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

Tabulka 3.2: Výživová hodnota* na 100 g mražených krémů

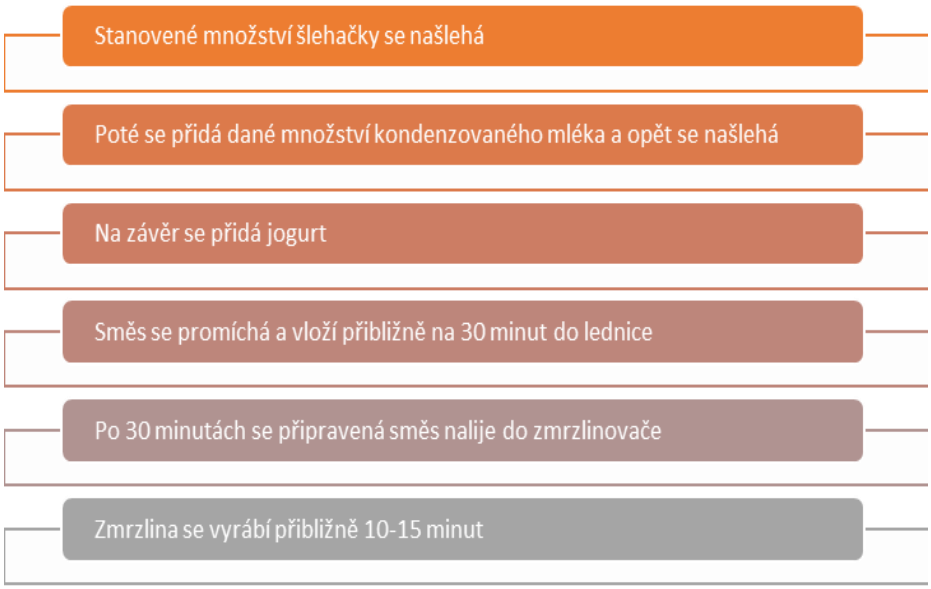
Výživové údaje	Vzorky mražených krémů[1]			
	RR	RŽ	ŽR	ŽŽ
Energetická hodnota (kJ/kcal)	749,0/179,5	819,5/196,9	789,6/189,2	860,1/206,6
Tuky (g)	11,0	13,8	11,7	14,5
z toho nasycené mastné kyseliny (g)	7,6	8,4	8,6	9,4
Sacharidy (g)	16,3	14,0	17,3	15,1
z toho cukry (g)	14,2	14,0	14,8	14,6
Bílkoviny (g)	3,8	4,1	3,6	4,0
Sůl (g)	0,3	0,2	0,2	0,1

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

*výpočet byl proveden dle dostupných údajů na obale použitých surovin podle příručky (Macháčková et al., 2016)

3.1.2 Technologický postup výroby

Technologický postup výroby je uveden v obrázku 3.1. K výrobě mražených krémů byl využit výrobník mražených krémů STELLA od italské firmy Musso. K přednostem tohoto výrobníku patří jeho nerezové provedení, a to včetně nerezových míchacích lopatek a mísy. Objem mísy je 3 l a maximální plnění je 1,5 l. Výrobník využívá kompresorové chlazení a pracuje s konstantními otáčkami (76 RPM).



Obrázek 3.1: Technologický postup výroby mražených krémů

3.2 Metodika senzorické analýzy

3.2.1 Charakteristika hodnotitelů

Hodnocení se zúčastnilo celkem 80 posuzovatelů, kteří byli rozděleni do dvou skupin. Početnější skupinu tvořili proškolení studenti (n = 71) a druhou část představovali odborní hodnotitelé (n = 9) (tabulka 3.3).

Tabulka 3.3: Charakteristika hodnotitelů v závislosti na pohlaví a odborné skupině

Kategorie	Skupiny	n	Četnost	Věk			
			(%)	$\bar{x}$	s_x	min	max
Pohlaví	Muži	31	39	24,6	9,0	20	59
	Ženy	49	61	24,3	6,8	21	53
Skupina	Studenti	71	89	22,1	1,6	20	29
	Odborní hodnotitelé	9	11	42,0	13,0	24	59

3.2.2 Vlastní metodika

Senzorické hodnocení bylo provedeno v říjnu a listopadu 2022 na FZT JU, podle metodologie ČSN ISO 6658 (560050). Hodnocení probíhalo na Katedře potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů a zúčastnili se ho odborní hodnotitelé a proškolení studenti FZT JU, mezi kterými byli převážně studenti předmětu Kvalita živočišných produktů. Posuzovatelům byly předkládány v náhodném pořadí čtyři varianty vzorků ve skleněných nádobách, které byly označeny trojmístným kódem. Vzorky připravené pro senzorickou analýzu byly hodnotitelům podávány při teplotě -5 až -10° C. Obrázek 3.2 odkazuje na připravené vzorky mražených krémů.

Obrázek 3.2: Vzorky mražených krémů pro senzorické hodnocení

Pro vytvoření senzorického profilu byla využita ČSN ISO 13299 (560054). Senzorický profil byl posuzován podle 18 deskriptorů, které byly zaznamenávány na úsečce o délce 100 mm s popsanými krajními případy.

Sledované deskriptory:

- Celkový dojem za vzhled (0: nevyhovující – 100: vynikající)
- Intenzita barvy (0: velmi světlá – 100: velmi tmavá)
- Celková příjemnost vůně (0: nepříjemná – 100: velmi příjemná)
- Intenzita vůně (0: neznatelná – 100: velmi příjemná)
- Přítomnost cizí vůně (slovní hodnocení)
- Intenzita cizí vůně (0: neznatelná – 100: velmi silná)
- Celková příjemnost konzistence (0: nepříjemná – 100: velmi příjemná)
- Konzistence (0: rozbředlá – 100: velmi tuhá)
- Celková příjemnost chuti (0: nepříjemná – 100: velmi příjemná)
- Intenzita chuti (0: neznatelná – 100: velmi silná)
- Smetanová chuť (ano × ne)
- Intenzita smetanové chuti (0: neznatelná – 100: velmi silná)
- Kyselá chuť (ano × ne)
- Intenzita kyselé chuti (0: neznatelná – 100: velmi silná)
- Sladká chuť (ano × ne)
- Intenzita sladké chuti (0: neznatelná – 100: velmi silná)
- Přítomnost cizí chuti (ano × ne)
- Intenzita cizí chuti (0: neznatelná – 100: velmi silná)

Součástí senzorického hodnocení byla i pořadová zkouška a dotazníkové šetření. Pro pořadovou zkoušku byla využita ČSN ISO 8587 (560033), kdy posuzovatelé museli seřadit jednotlivé vzorky od nejlepšího po nejhorší.

Dotazníkové šetření zahrnovalo sedm otázek (jedna otevřená, dvě polouzavřené a čtyři uzavřené).

Celý protokol senzorického hodnocení a dotazníkového šetření je uveden v příloze 2.

3.3 Analýzy fyzikálních a chemických vlastností mražených krémů

3.3.1 Stanovení chemického složení

Základní chemické složení mražených krémů bylo provedeno na FZT JU, na přístroji FT-NIR Master^{TM} N500 (Büchi, Švýcarsko), který využívá infračervený spektrometr s Fourierovou transformací.

Pro porovnání byly vypočteny výživové hodnoty mražených krémů ze základních údajů, které poskytuje výrobce na obale jednotlivých surovin (tabulka 3.2, kapitola 3.1.1). Vzorec pro výpočet byl použit z příručky eagri (Macháčková et al., 2016) dle následujícího vztahu:

$$obsah\ živiny\ X\ na\ 100\ g\ (Y) = \frac{obsah\ živiny\ ve\ 100\ g\ suroviny\ \times hmotnost\ suroviny\ (g)}{konečná\ hmotnost\ potraviny\ (g)}$$

3.3.2 Stanovení viskozity

Viskozita vzorků mražených krémů byla měřena na rotačním vřetenovém viskozimetru Visco Tester 6R Brokfield. Principem měření je odpor testované látky vůči pohybu vřetena, kde výsledkem je naměřený kroutící moment. Pro měření vzorků byla využita vřetena s označením R2, R3 a R4.

3.3.3 Stanovení barvy

Barva mražených krémů byla stanovena pomocí spektrofotometru ColorEye XTH. Získané výsledky měření byly vyjádřeny prostřednictvím barevného prostoru CIE L*a*b*, který byl stanoven Mezinárodní komisí pro osvětlení k objektivnímu popisu barev. V tomto systému představuje komponent L* jas měřeného vzorku a nabývá hodnot 0 (černá) až 100 (bílá). Složka a* představuje odstín barev mezi červenou (+a) a zelenou (-a) a nakonec komponent b* určuje rozsah žlutého (+b) a modrého (-b) odstínu.

3.3.4 Stanovení titrační kyselosti

Titrační kyselost vzorků vyrobených mražených krémů byla stanovena metodou podle Soxhlet-Henkela (SH), která udává množství (ml) odměrného roztoku NaOH spotřebovaného při titraci za přídavku indikátoru fenolftaleinu. Navážka mraženého krému pro stanovení titrační kyselosti činila 5 g, k té byl přidán 1 ml indikátoru fenolftaleinu. Následně se celý obsah titrační nádoby titroval odměrným roztokem NaOH (c = 0,25 mmol/l^{-1}) do prvního slabě růžového zbarvení, které bylo stálé minimálně 30 sekund.

3.4 Statistické vyhodnocení dat

Při statistickém zpracování dat byly pro výpočty výsledků využity programy Microsoft Excel 365 a Statistica Cz 12 (Statsoft ČR). U souborů byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod (normalita dat, homogenita rozptylů).

Jako nezávislé proměnné byly zvoleny následující faktory:

- vzorek mraženého krému (RR; RŽ; ŽR; ŽŽ)
- provedený pokus (pokusy 1–3)
- skupina (proškolení studenti *vs.* odborní hodnotitelé)
- pohlaví (muž *vs.* žena)

Závislými proměnnými byly:

- senzorické znaky profilu (viz kap. 3.2.2)
- chemické složení mražených krémů
  - ✓ obsah tuku (g/100 g)
  - ✓ obsah sacharidů (g/100 g)
  - ✓ obsah bílkovin (g/100 g)
  - ✓ obsah popelovin (g/100 g)
  - ✓ obsah soli (g/100 g)
  - ✓ obsah sušiny (g/100 g)
  - ✓ obsah vody (g/100 g)
- vybrané vlastnosti mražených krémů
  - ✓ barva (L*, a*, b*)
  - ✓ viskozita (mPa·s)
  - ✓ titrační kyselost (SH)

Pro vyhodnocení senzorických znaků v závislosti na vzorku mraženého krému a provedeném pokusu byla využita jednofaktorová analýza rozptylu (ANOVA), pro vyhodnocení vlivu pohlaví a skupiny byl využit Studentův *t*-test. U jednofaktorové analýzy rozptylu byl pro následující porovnání (*post-hoc* testy) ve skupinách použit Tukeyův *HSD* test na obvyklých hladinách významnosti ($p < 0,05$; 0,01 a 0,001).

Pro vyhodnocení pořadové zkoušky byla použita neparametrická Friedmanova ANOVA a Wilcoxonův párový test a pro pořadí vzorků kontingenční tabulky a χ^2 test.

Pro vyhodnocení vztahů mezi jednotlivými znaky senzorického profilu byla použita korelační analýza. Významnost těsnosti závislosti vyjádřené korelačními

koeficienty (r) je značena následujícím způsobem: + (p < 0,05), ++ (p < 0,01), +++ (p < 0,001). Koeficient determinace (R^2) byl vypočítán podle vzorce:

$$R^2 = (r^2) \times 100$$

Pro vyhodnocení dotazníkového šetření jako doplňkové součásti senzorického hodnocení byly vytvořeny pouze tabulky četností. Pokud není uvedeno jinak, jsou četnosti vyjádřeny k celkovému počtu odpovědí dané otázky.

4 Výsledky a diskuse

V experimentální části diplomové práce byl vyhodnocen senzorický profil a pořadový preferenční test u vyráběných mražených krémů. Dále bylo porovnáno chemické složení vyrobených mražených krémů s vypočtenými hodnotami z údajů dostupných na obalech surovin. Vyhodnoceny rovněž byly fyzikální vlastnosti mražených krémů. Zhodnoceny byly také odpovědi respondentů v dotazníkovém šetření. Příloha 3 obsahuje tabulku, která vyhodnocuje senzorické znaky u jednotlivých vzorků mražených krémů ve všech pokusech.

4.1 Vyhodnocení senzorických vlastností mražených krémů

Pořadový test porovnávající vzorky mražených krémů podle celkové preference určil, že pro hodnotitele byl nejvíce přijatelný vzorek ŽR, který obsahoval jogurt a rostlinnou alternativu (smetana ke šlehání). Vzorek upřednostnilo celkem 30 % hodnotitelů a celkový součet pořadí byl 172 (tabulka 4.1). Druhý v pořadí (součet 197, četnost řazení na 1. místo 28 %) byl vzorek RŽ. Oba zmíněné vzorky (ŽR a RŽ) se však v preferencích od sebe nelišily. Mražený krém, jehož základem byly pouze suroviny živočišného původu, byl hodnocen jako třetí nejpřijatelnější. Nejhůře byl hodnocen mražený krém, kde se jako hlavní složka používaly alternativy rostlinných produktů. Součet pořadí u tohoto vzorku činil 218 a 58 % hodnotitelů jej umístilo na 3., resp. 4. pořadí.

Tabulka 4.1: Celkové vyhodnocení pořadového preferenčního testu mražených krémů ve sledované skupině hodnotitelů (n = 80)

Vzorek[1]	Pořadový test			Četnosti pořadí (%)			
	Součet pořadí	$\bar{x}$	s_x	1	2	3	4
RR	218[b]	2,7	1,1	17	25	25	33
RŽ	197[ab]	2,5	1,1	28	22	26	24
ŽR	172[a]	2,2	0,9	30	33	30	7
ŽŽ	213[b]	2,7	1,2	25	20	19	36
p	0,0218			0,0054			

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

[a,b] součty pořadí s odlišnými horními indexy se statisticky významně liší; *p* = hladina statistické významnosti testu (Friedmanova ANOVA pro pořadový test, $\chi 2$ test pro četnost pořadí)

Senzorický profil zahrnoval hodnocení celkového dojmu za vzhled, intenzity barvy, celkovou příjemnost vůně, intenzity vůně, intenzity cizí vůně, celkové příjemnosti konzistence, konzistence, celkové příjemnosti chuti, intenzity chuti, intenzity smetanové, kyselé, sladké a cizí chuti.

Tabulka 4.2 popisuje vzájemné vztahy mezi jednotlivými senzorickými deskriptory. Na celkový dojem za vzhled působila z 30 % celková příjemnost konzistence ($r = 0{,}5483^{+++}$).

Ve studii Tsevdou et al. (2015) negativně korelovala přijatelnost mraženého krému (vanilka) společně s celkovým dojmem a tvorbou ledových krystalků. Rekrystalizace mražených krémů v důsledku kolísání skladovacích teplot přispívá k negativnímu ovlivňování struktury, konzistence či chuti, a to zejména při skladovacích teplotách -12 až -5 °C.

Na senzorický znak celková příjemnost chuti působila z 9 % intenzita sladké chuti ($r = 0{,}304^{+++}$), z 8 % intenzita smetanové chuti ($r = 0{,}2813^{+++}$) a ze 7 % tento znak ovlivnila negativně intenzita kyselé chuti ($r = -0{,}2616^{++}$).

Konzistenci ovlivnil ze 14 % celkový dojem za vzhled ($r = 0{,}3714^{+++}$), z 33 % celková příjemnost konzistence ($r = 0{,}5732^{+++}$) a ze 3 % celková příjemnost chuti ($r = 0{,}1742^{++}$).

Tabulka 4.2: Vztahy mezi vybranými senzorickými znaky mražených krémů

Senzorický znak	Posuzovaný deskriptor	n	r	R^2	*p**
Celkový dojem za vzhled	Intenzita barvy	320	0,0261	< 1	-
	Celková příjemnost konzistence	320	0,5483	30	+++
Celková příjemnost chuti	Celková příjemnost konzistence	320	0,2803	8	+++
	Celková příjemnost vůně	320	0,2366	6	+++
	Intenzita sladké chuti	275	0,3024	9	+++
	Intenzita smetanové chuti	224	0,2813	8	+++
	Intenzita kyselé chuti	153	-0,2616	7	++
	Intenzita cizí chuti	84	-0,1561	2	-
Konzistence	Celkový dojem za vzhled	316	0,3714	14	+++

	Celková příjemnost konzistence	316	0,5732	33	+++
	Celková příjemnost chuti	316	0,1742	3	++

* hladina významnosti; + ($p < 0,05$); ++ ($p < 0,01$); +++ ($p < 0,001$)

4.2 Vyhodnocení faktorů ovlivňujících senzorické hodnocení mražených krémů

V tabulce 4.3 je znázorněno souhrnné vyhodnocení senzorických znaků sledovaných faktorů, které působily na hodnocení mražených krémů. Informace poskytující srovnání vlivu jednotlivých faktorů (druhu mraženého krému, pokusů a pohlaví) jsou v následujících kapitolách (4.2.1, 4.2.2 a 4.2.3) dále rozvedeny. Vyhodnocení skupiny z hlediska odborného zaměření (studenti *vs.* odborní hodnotitelé) nebylo dále detailněji rozvedeno kvůli nevyrovnanosti skupin. Šipka směřující nahoru v tabulce 4.3 znamená, že senzorický znak měl v daném faktoru nejvyšší hodnocení.

Z výsledků vyplývá, že ze sledovaných faktorů měl největší vliv provedený pokus a druh (varianta) mraženého krému. Oba faktory ovlivnily statisticky významně shodně šest ze sledovaných 13 senzorických znaků. Faktor pohlaví a skupiny byl významný jen u dvou senzorických znaků.

Tabulka 4.3: Porovnání průměrů senzorických znaků v závislosti na působení různých faktorů

Senzorický znak	x̄	Mražené krémy[1]					Pokus				Pohlaví[2]			Skupina[3]		
		RR	RŽ	ŽR	ŽŽ	*p*	1	2	3	*p*	M	Ž	*p*	S	O	*p*
Celkový dojem za vzhled	58	↑				0,0063			↑	< 0,001	↑		0,4280	↑		0,2779
Intenzita barvy	33		↑			< 0,001	↑			0,0746	↑		0,2174		↑	0,7398
Celková příjemnost vůně	57	↑	↑			0,0022	↑			0,3433	↑		0,2461	↑		0,5941
Intenzita vůně	46	↑				0,2729	↑			0,0175	↑		0,0314	↑		0,0621
Intenzita cizí vůně	39			↑		0,9335	↑			0,6954	↑		0,3723		↑	0,8774
Celková příjemnost konzistence	56	↑				< 0,001			↑	< 0,001	↑		0,5386		↑	0,0221
Konzistence	40	↑				< 0,001			↑	< 0,001	↑		0,1826	↑		0,0187
Celková příjemnost chuti	57			↑		0,2623	↑			0,0033	↑		0,1513	↑		0,8220
Intenzita chuti	54		↑			0,0022			↑	0,2400	↑		0,4762	↑		0,1017
Intenzita smetanové chuti	48	↑	↑			0,9013			↑	0,1572	↑		0,0492	↑		0,2510
Intenzita kyselé chuti	41	↑				0,2059	↑			0,1556	↑		0,2075	↑		0,8614
Intenzita sladké chuti	48			↑	↑	0,3294	↑			0,3055	↑		0,1623	↑		0,2305
Intenzita cizí chuti	41		↑			0,5188	↓		↓	0,0434	↑		0,4180	↑		0,1905

↑ senzorický znak měl v daném faktoru nejvyšší hodnocení

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

[2]pohlaví M, muži; pohlaví Ž, ženy

[3]skupina S, proškolení studenti; skupina O, odborní hodnotitelé

4.2.1 Vliv druhu mraženého krému

Při posuzování vlivu jednotlivých druhů mražených krémů působící na senzorické znaky (tabulka 4.4) bylo zjištěno, že statisticky významných bylo celkem šest deskriptorů (celkový dojem za vzhled, intenzita barvy, celková příjemnost vůně, celková příjemnost konzistence, konzistence a intenzita chuti).

Předpoklad toho, že vzorek RR bude pro hodnotitele z hlediska senzorických znaků celková příjemnost konzistence a konzistence nejpřijatelnější, byl potvrzen a podložen i statistickou významností. Celková příjemnost vůně byla významně vyšší u vzorku RR než u vzorku ŽŽ, což může být dáno stejně jako v případě hodnocení konzistence vyšším množstvím přídatných látek u rostlinných alternativ (jogurt a smetana ke šlehání). Zároveň tento fakt může být spojen i s nepříznivou chutí sójových alternativ, na kterou nejsou spotřebitelé zvyklí. Výsledky studie Cardoso et al. (2011) zaznamenaly rovněž nízkou přijatelnost sójových výrobků v případě chuti a tento fakt je dle autorů ovlivněn tím, že spotřebitelé obyčejně tyto výrobky nekonzumují kvůli jejich neobvyklé chuti.

Tabulka 4.4: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na druhu použitých surovin

Senzorický znak	Vzorky mražených krémů[1]												*p*
	RR			RŽ			ŽR			ŽŽ			
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	
Celkový dojem za vzhled	80	63^{b}	22	80	60^{b}	23	80	57^{ab}	23	80	51^{a}	24	0,0063
Intenzita barvy	80	30^{b}	14	80	47^{c}	18	80	20^{a}	15	80	34^{b}	17	< 0,001
Celková příjemnost vůně	80	61^{b}	22	80	61^{b}	20	80	57^{ab}	21	80	50^{a}	21	0,0022
Intenzita vůně	80	50	21	80	47	22	80	46	20	80	44	21	0,2729
Intenzita cizí vůně	16	39	22	13	37	19	13	42	21	15	39	24	0,9335

Senzorický znak	Vzorky mražených krémů[1]												*p*
	RR			RŽ			ŽR			ŽŽ			
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	
Celková příjemnost konzistence	80	65^{b}	22	80	60^{b}	23	80	56^{b}	24	80	43^{a}	25	< 0,001
Konzistence	80	54^{c}	21	79	43^{b}	24	79	39^{b}	23	79	23^{a}	21	< 0,001
Celková příjemnost chuti	80	55	25	80	55	23	80	61	21	80	59	21	0,2623
Intenzita chuti	80	57^{b}	18	79	59^{b}	19	79	53^{ab}	16	79	49^{a}	19	0,0022
Intenzita smetanové chuti	54	49	22	53	49	23	58	48	22	59	46	22	0,9013
Intenzita kyselé chuti	35	45	21	43	41	18	29	35	14	46	41	18	0,2059
Intenzita sladké chuti	70	44	19	70	48	18	75	49	16	60	49	17	0,3294
Intenzita cizí chuti	28	43	20	23	44	21	14	38	17	19	37	16	0,5188

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

[a,b,c] – průměry s odlišnými horními indexy v řádku se statisticky významně liší na hladině významnosti $p < 0,05$

4.2.2 Vliv pokusu

Tabulka 4.5 srovnává vliv jednotlivých pokusů na senzorické hodnocení mražených krémů. Graf 4.1 poskytuje grafické zobrazení jednotlivých senzorických znaků v rámci všech pokusů.

Z výsledků vyplývá, že statistická významnost mezi jednotlivými pokusy byla zjištěna u celkového dojmu za vzhled, celkové příjemnosti konzistence, konzistence, celkové příjemnosti chuti a intenzity cizí chuti.

Po následné statistické analýze *post-hoc* testy bylo zjištěno, že intenzita vůně nebyla statisticky významná.

V senzorických znacích se u pokusu 2 kromě intenzity cizí vůně lišil od ostatních dvou také celkový dojem za vzhled, celková příjemnost konzistence a konzistence. Vysvětlením může být to, že v rámci pokusu 2 se senzorické analýzy zúčastnilo nejvíce hodnotitelů, kteří byli z organizačních důvodů rozdělení do dvou skupin. Každé skupině byly vzorky mražených krémů připravovány zvlášť a došlo tedy ke dvojímu rozmrazování směsi. To mohlo mít vliv na konečnou strukturu a celkový dojem mražených krémů.

Právě textura a konzistence jsou důležitými parametry při hodnocení celkové přijatelnosti potravin s nižším obsahem tuku a je mnohem důležitější než samotná chuť (Akalin et al. 2008; Mahdian a Karazhian 2013; McGhee et al. 2015). Autoři Akalin et al. (2008) a McGhee et al. (2015) se shodují, že mražený krém se sníženým obsahem tuku má horší texturní a chuťové vlastnosti, nicméně s tímto tvrzením se výsledky zjištěné v této diplomové práci neshodují. Výsledky prokázaly, že konzistence je naopak hodnocena lépe u mražených krémů s nižším obsahem tuku, tedy hlavně u vzorku RR.

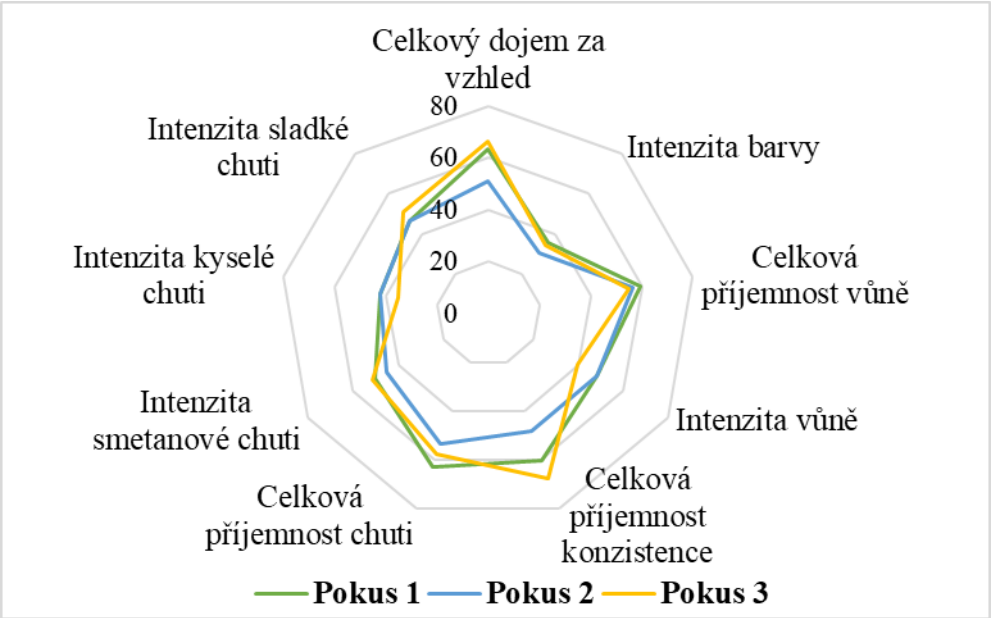
Zároveň se pokusu 2 zúčastnili všichni ze skupiny odborní hodnotitelé (n = 9), tato skupina mohla hodnotit mražené krémy přísněji než skupina proškolených studentů.

Tabulka 4.5: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pokusu

Senzorický znak	Vzorky mražených krémů[1]									*p*
	Pokus 1			Pokus 2			Pokus 3			
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	
Celkový dojem za vzhled	104	63^{b}	20	156	51^{a}	24	60	66^{b}	19	< 0,001
Intenzita barvy	104	36	21	156	30	17	60	34	19	0,0746
Celková příjemnost vůně	104	59	22	156	56	23	60	55	15	0,3433
Intenzita vůně	104	48	19	156	48	21	60	40	24	0,0175
Intenzita cizí vůně	18	43	19	31	38	23	8	37	20	0,6954
Celková příjemnost konzistence	104	61^{b}	25	156	48^{a}	24	60	68^{b}	18	< 0,001
Konzistence	104	42^{b}	28	152	33^{a}	23	60	51^{b}	21	< 0,001
Celková příjemnost chuti	104	63^{b}	23	156	53^{a}	22	60	58^{ab}	21	0,0033
Intenzita chuti	104	56	19	153	53	19	60	57	16	0,2400
Intenzita smetanové chuti	82	50	21	103	45	24	39	52	19	0,1572
Intenzita kyselé chuti	53	42	19	66	42	18	34	35	18	0,1556
Intenzita sladké chuti	85	47	19	133	47	17	57	51	17	0,3055
Intenzita cizí chuti	22	34^{b}	12	43	46^{a}	18	19	39^{b}	26	0,0434

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

$^{a, b, c}$ – průměry s odlišnými horními indexy v řádku se statisticky významně liší na hladině významnosti $p < 0,05$



Graf 4.1: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pokusu

4.2.3 Vliv pohlaví

Tabulka 4.6 poskytuje vyhodnocení pořadového preferenčního testu v závislosti na pohlaví. V obou skupinách byl vzorek ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání) preferován hodnotiteli nejvíce. Muži pak nejméně preferovali vzorek ŽŽ, (jogurt + smetana) a ženy naopak neoslovil druhý krajní vzorek RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání).

Tabulka 4.6: Vyhodnocení pořadového preferenčního testu mražených krémů v závislosti na pohlaví

Vzorek[1]	Muži (n = 31)			Ženy (n = 49)		
	Součet pořadí	$\bar{x}$	s_x	Součet pořadí	$\bar{x}$	s_x
RR	77	2,5	1,1	141	2,9	1,1
RŽ	72	2,3	1,1	125	2,6	1,2
ŽR	70	2,3	1,1	102	2,1	0,8
ŽŽ	91	2,9	1,2	122	2,5	1,2
p	0,1573			0,0242		

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

Tabulka 4.7 a současně i graf 4.2 poskytují porovnání senzorického hodnocení mražených krémů v závislosti na pohlaví ($n_{muži}$ = 31; $n_{ženy}$ = 49).

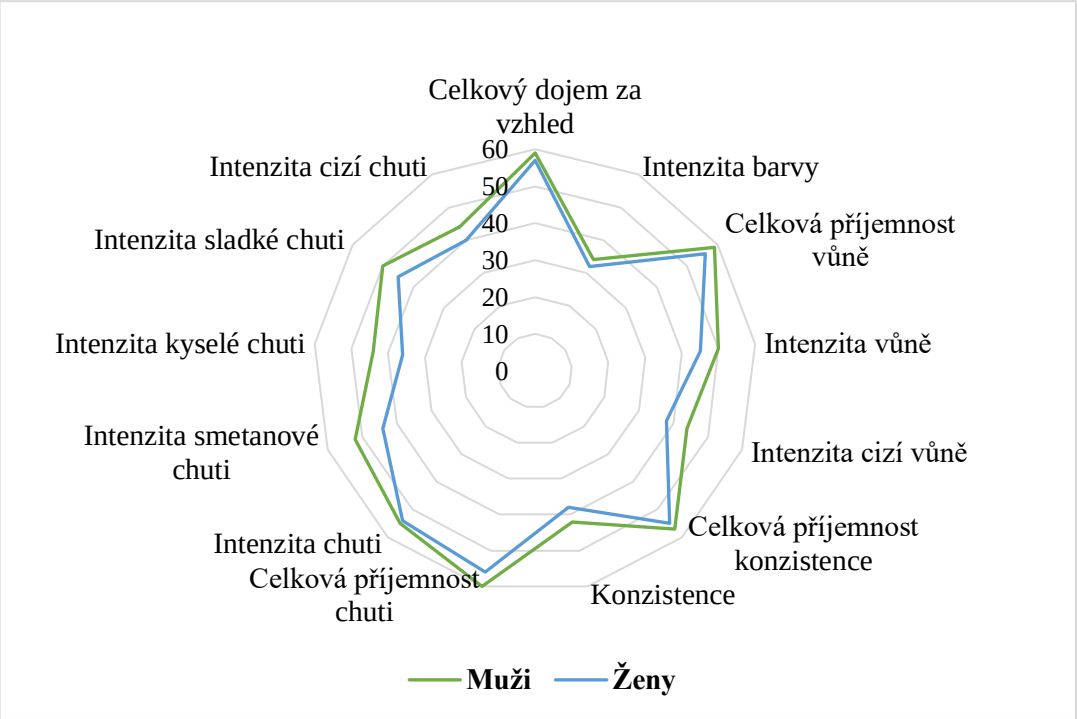
Větší rozdíly mezi muži a ženami byly pozorovány při vnímání intenzity kyselé chuti (muži, 44 ± 18; ženy, 36 ± 20), intenzity smetanové chuti (muži, 52 ± 20; ženy, 44 ± 24), intenzity sladké chuti (muži, 50 ± 16; ženy, 45 ± 19), intenzity vůně (muži, 50 ± 19; ženy, 45 ± 22), intenzity cizí vůně (muži, 44 ± 21; ženy, 38 ± 21). Intenzita cizí vůně, respektive chuti, může být do určité míry dána sójou, kterou obsahují rostlinné alternativy (jogurt a smetana ke šlehání). Intenzita smetanové chuti, intenzita vůně a intenzita cizí vůně byly statisticky významné ($p < 0,05$).

Straková et al. (2018) uvádějí, že věk a pohlaví hrají obecně při výběru potravin značnou roli. Také Kala et al. (2015) zjistili u konzumních mlék odlišné preference a vnímání vzorků v závislosti na pohlaví.

Tabulka 4.7: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pohlaví

Senzorický znak	Muži (n = 31)			Ženy (n = 49)			*p*
	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	
Celkový dojem za vzhled	124	59	22	196	57	24	0,4280
Intenzita barvy	124	34	20	196	32	18	0,2174
Celková příjemnost vůně	124	58	22	196	56	21	0,2461
Intenzita vůně	124	49	19	196	45	22	0,0314
Intenzita cizí vůně	14	43	21	43	38	21	0,3723
Celková příjemnost konzistence	124	56	25	196	56	24	0,5386
Konzistence	120	42	28	196	38	23	0,1826
Celková příjemnost chuti	124	58	23	196	57	22	0,1513
Intenzita chuti	124	55	19	193	54	18	0,4762
Intenzita smetanové chuti	89	51	20	135	46	23	0,0492
Intenzita kyselé chuti	51	45	18	102	39	18	0,2075
Intenzita sladké chuti	98	50	16	177	46	18	0,1623
Intenzita cizí chuti	25	42	17	59	41	20	0,4180

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání



Graf 4.2:Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pohlaví

4.3 Vyhodnocení fyzikálních a chemických vlastností mražených krémů

Chemické složení mražených krémů stanovené na přístroji FT-NIR Master^{TM} N500 potvrdilo předpoklad, že nejvyšší obsah tuku se nacházel u vzorku mraženého krému, který byl vyroben pouze z živočišných surovin (20,0 a 18,7 % pro druhý a třetí pokus) a nižší obsahy byly zjištěny u vzorků mražených krémů, kde byly použity rostlinné alternativy (tabulka 4.8). Tyto výsledky podpořily i výživové hodnoty stanovené výpočtem (tabulka 3.2., kapitola 3.1.1). Vysoký podíl tuku je dán hlavně smetanou ke šlehání, která obsahovala 33 % tuku. Tuto skutečnost dokládá i vzorek, který byl vyroben v kombinaci jogurt (rostlinná alternativa) a smetana ke šlehání, kde bylo rovněž zvýšené množství tuku (19,0 a 15,9 %).

Mléčný tuk má nenahraditelné vlastnosti, přispívá k jemné struktuře mražených krémů, příjemnému pocitu v ústech (Beegum et al., 2022). Zhao et al. (2023) popisují, že tuk zajišťuje nejen hladkou strukturu, ale také snižuje rychlost tání tím, že zvyšuje stabilitu vzduchových bublin, což přispívá ke zvýšené odolnosti proti tání mražených krémů. Je tedy zásadní složkou mléčných výrobků, která ovlivňuje stabilitu struktury, texturu, senzorické vlastnosti a vzhled (Zhao et al., 2023).

Tabulka 4.8: Chemické složení mražených krémů stanovené v pokusech 2 a 3

Vzorek[1]		RR		RŽ		ŽR		ŽŽ	
Pokus		2	3	2	3	2	3	2	3
Tuk (g/100 g)	$\bar{x}$	13,9	11,6	19,0	15,9	13,1	12,8	20,0	18,7
	s_x	0,1	0,5	0,0	0,6	0,1	0,3	0,1	0,1
Sacharidy (g/100 g)	$\bar{x}$	22,8	21,0	21,9	18,3	23,9	23,6	25,5	20,9
	s_x	0,3	0,6	0,1	0,2	0,5	0,2	0,3	0,3
Bílkoviny (g/100 g)	$\bar{x}$	4,8	5,1	4,3	6,1	4,2	4,7	chyba	5,3
	s_x	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	chyba	0,0
Popeloviny (g/100 g)	$\bar{x}$	1,8	2,9	1,4	6,4	1,4	4,3	1,0	3,4
	s_x	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
Sůl (g/100 g)	$\bar{x}$	0,6	0,4	0,4	0,3	0,9	0,6	chyba	0,5
	s_x	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,3	chyba	0,0
Voda (g/100 g)	$\bar{x}$	64,6	64,2	65,7	63,5	66,6	64,9	66,1	63,0
	s_x	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,7	0,4	0,1
Sušina (g/100 g)	$\bar{x}$	35,4	35,8	34,3	36,5	33,4	35,1	33,9	37,0
	s_x	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,7	0,4	0,1

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

Acan et al. (2019) hodnotí barvu jako jeden z nejdůležitějších kvalitativních parametrů, který ovlivňuje spotřebitelské vnímání senzorických vlastností potravinářských výrobků. Tabulka 4.9 odkazuje na hodnoty získané z měření barvy mražených krémů. Zatímco hodnoty L* se v závislosti na vzorku mraženého krému příliš nelišily, největší rozdíly byly zaznamenány u hodnoty b*.

Viskozita směsi před zmrazením je důležitým faktorem určujícím texturu mražených krémů. Mahdian a Karazhian (2013) zjistili, že vyšší viskozita vzorků vedla k pevnější textuře. Toto tvrzení bylo potvrzeno i v této diplomové práci, kde celková příjemnost konzistence a konzistence jsou hodnoceny nejlépe u vzorku RR, rostlinná alternativa (jogurt a smetana ke šlehání) a zároveň u nich byla naměřena nejvyšší viskozita z obou prováděných měření (tabulka 4.9). Stejně tak byla tato skutečnost potvrzena i u vzorku ŽŽ, jogurt + smetana ke šlehání, kde byly hodnoty viskozity výrazně nižší a současně byly deskriptory celková příjemnost konzistence a konzistence hodnoceny v rámci všech pokusů nejhůře (tabulka 4.4).

Tabulka 4.9: Fyzikální vlastnosti mražených krémů stanovené v pokusech 2 a 3

Vzorek[1]			**RR**		**RŽ**		**ŽR**		**ŽŽ**	
Pokus			**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**	**2**	**3**
Viskozita (mPa·s)		$\bar{x}$	1700	1430	570	1110	325	350	380	196
		s_x	354	170	12	42	21	0	45	1
Titrační kyselost (SH)		$\bar{x}$	52,4	47,3	47,5	49,9	46,2	49,9	50,0	48,7
		s_x	3,7	3,7	3,5	0,1	1,6	0,1	0,0	1,9
Barva	**L***	$\bar{x}$	88,6	84,0	87,0	81,8	88,8	85,2	86,9	86,0
		s_x	0,2	0,4	0,6	1,6	2,0	0,8	0,1	0,7
	a*	$\bar{x}$	-0,8	-1,1	-0,8	-1,0	-1,0	-0,9	-1,0	-0,9
		s_x	0,0	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	b*	$\bar{x}$	7,7	9,3	10,0	11,3	5,0	7,7	8,4	8,4
		s_x	0,1	0,7	0,1	1,0	1,2	1,4	0,6	1,5

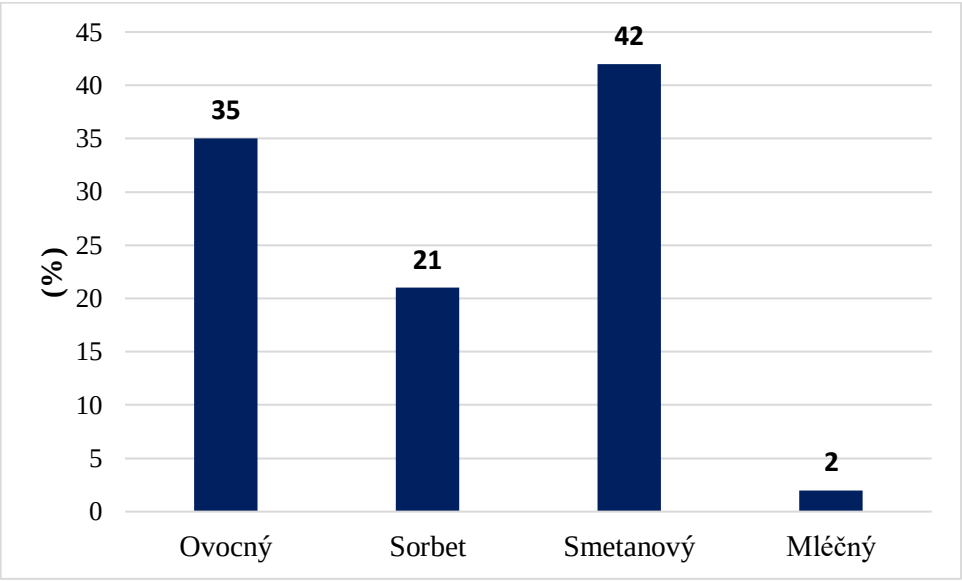
[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ – rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ – jogurt + smetana ke šlehání

*RPM – Revolutions per minute (rychlost otáček za minutu)

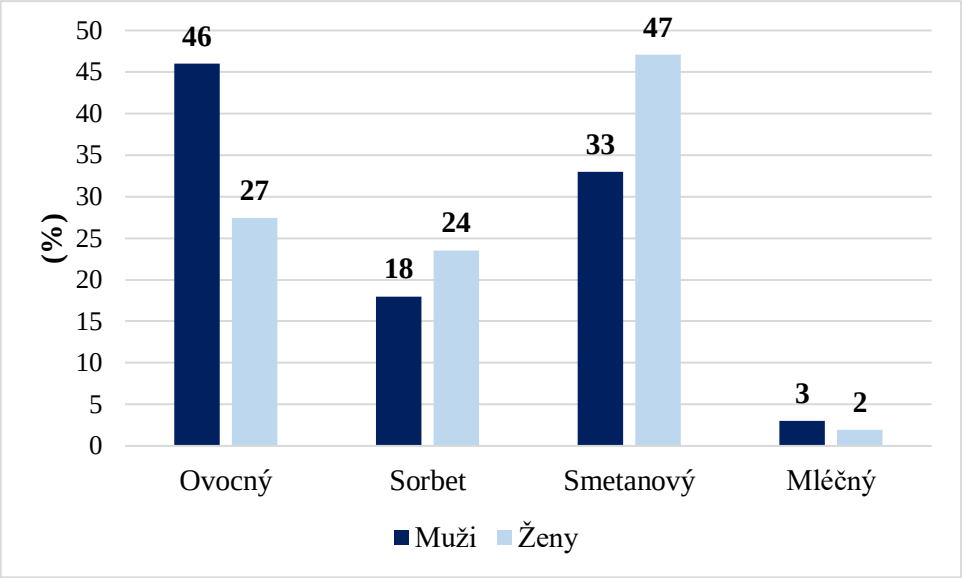
4.4 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Dotazníkové šetření bylo součástí formuláře pro hodnocení senzorického profilu mražených krémů a pořadového preferenčního testu (příloha 2). Dotazník byl složen ze sedmi otázek (jedna otevřená, dvě polouzavřené a čtyři uzavřené), přičemž u některých byla možnost volby více variant odpovědí. Na dotazník odpovídalo celkem 80 respondentů.

Otázka „Jaký druh mraženého krému preferujete?“ umožnila více variant odpovědí. Z grafu 4.3 je patrné, že respondenti nejvíce uváděli mražený krém, jehož základem je smetana (42 %). Dle vyhlášky 397/2016 Sb. musí smetanový mražený krém obsahovat minimálně 8 % hmotnostních mléčného tuku a nesmí obsahovat záměrně přidaný tuk a bílkoviny jiné než mléčný tuk a mléčné bílkoviny. Dále pak 35 % dotazovaných uvedlo, že preferují mražený krém ovocný a 21 % dává přednost sorbetu. Vyhláška č. 397/2016 Sb. také říká, že mražený krém ovocný musí obsahovat minimálně 15 % hmotnostních ovocné složky a pro sorbet platí minimální obsah ovocné složky 25 % hmotnostních. Pouze 2 % respondentů upřednostňují mražený krém mléčný. Výrazné rozdíly byly zjištěny v odpovědích mužů a žen (graf 4.4). Zatímco ženy uváděly, že dávají přednost smetanovým mraženým krémům (47 %), muži mají raději ovocné (46 %).

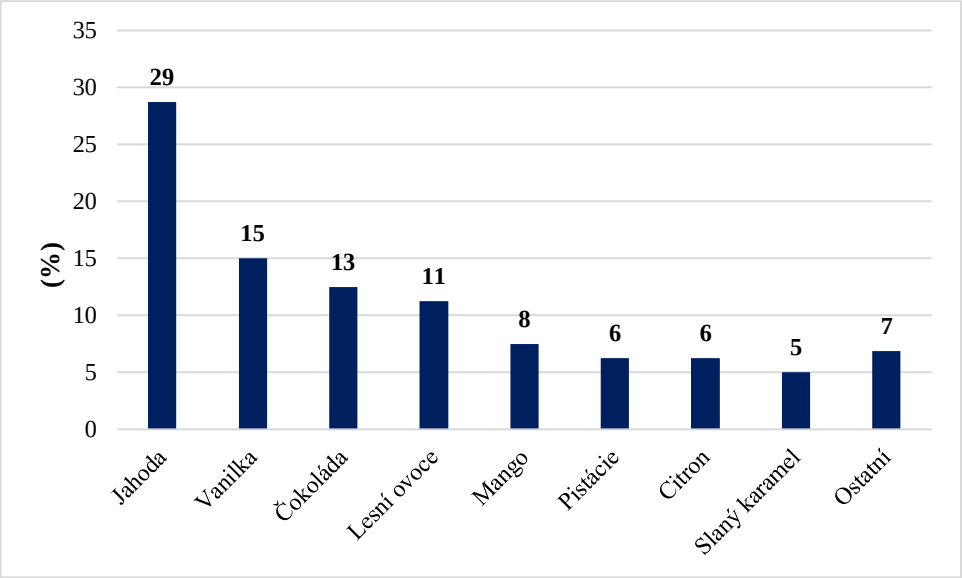


Graf 4.3: Celkové vyhodnocení četností odpovědí (%) na otázku: „Jaký druh mraženého krému preferujete?“ Možnost více odpovědí. (n = 84)



Graf 4.4: Vyhodnocení četností odpovědí (%) v závislosti na pohlaví na otázku: „Jaký druh mraženého krému preferujete?“ Možnost více odpovědí. ($n_{muži}$ = 33, $n_{ženy}$ = 51)

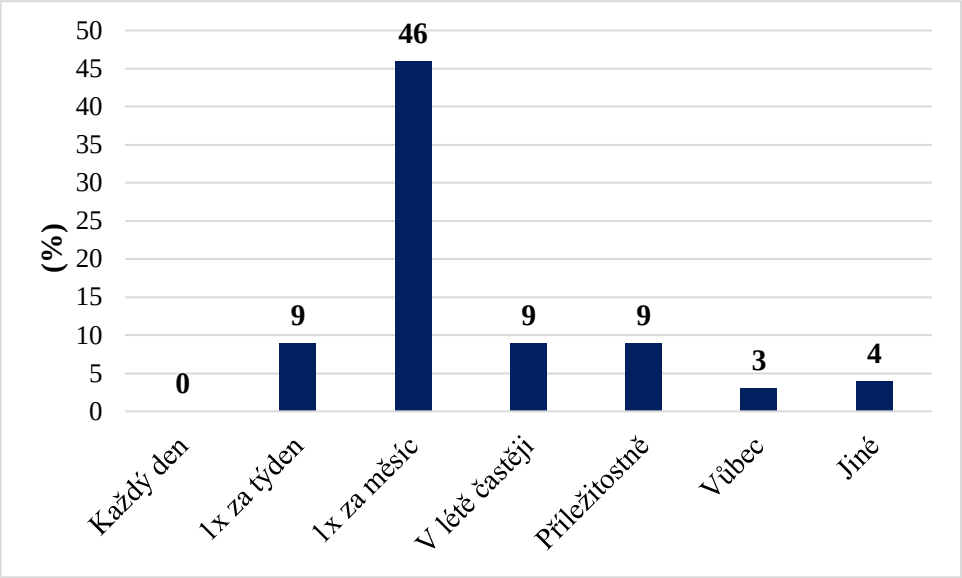
Na dotaz týkající se oblíbenosti příchutí mražených krémů (graf 4.5) odpovědělo nejvíce dotazovaných, že jejich nejoblíbenější příchutí u mražených krémů je jahoda (29 %). Podle dat Market Research Future (2023) však tvoří největší podíl na tržbách segment čokoládových příchutí mražených krémů a druhým nejvíce zastoupeným segmentem je vanilková příchuť, s čímž se shodují i získaná data z dotazníkového šetření, kde 15 % respondentů uvedlo příchuť vanilka jako svoji nejoblíbenější. Čokoládovou příchuť uvedlo celkem 13 % respondentů, což se se zmiňovaným průzkumem a predikcí neztotožňuje, ta předpokládá další výrazný nárůst na světových tržbách mražených krémů právě v čokoládovém segmentu. Významný podíl respondentů (11 %) dále uvedl jako svoji nejoblíbenější příchuť lesní ovoce. Ostatní uváděné příchutě se vyskytovaly v procentuálně nižším zastoupení. Příchuť mango zapsalo celkem 8 % respondentů, příchuť pistácie a citron shodně 6 %, příchuť slaný karamel 5 % a 7 % odpovědí bylo zařazeno do kategorie ostatní. V této kategorii se vyskytovaly různé příchutě, např. marcipán, jablko, pomeranč nebo kokos.



Graf 4.5: Celkové vyhodnocení četností odpovědí (%) na otázku: „Jaká je Vaše nejoblíbenější příchuť mraženého krému?“ (n = 80)

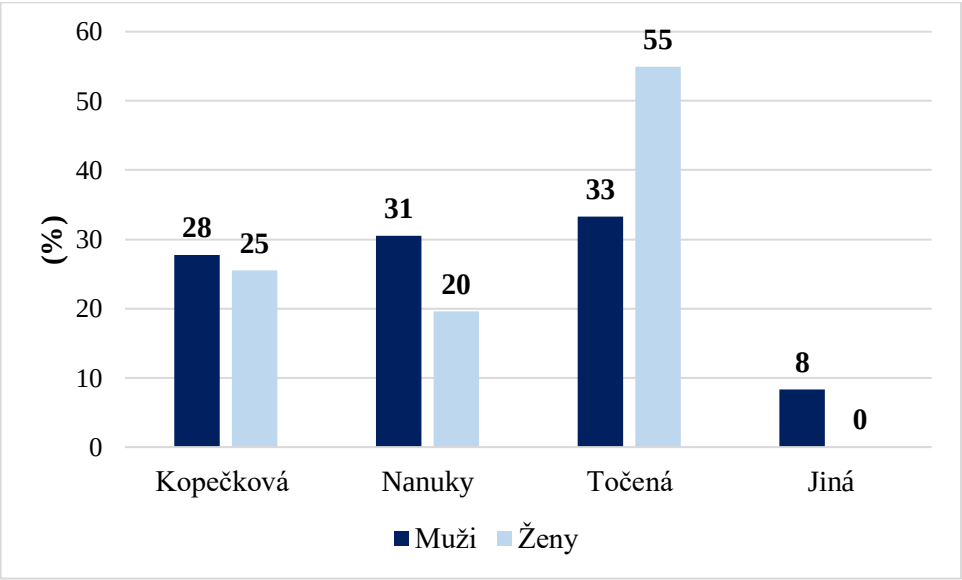
Mražené krémy jsou bohatým zdrojem tuku a jednoduchých cukrů (Da Silva Faresin et al., 2022). Pro snížení rizika vzniku onemocnění souvisejících s obezitou (diabetes, hypertenze aj.), je žádoucí mít pod kontrolou kalorický příjem (Liu et al., 2018). Frekvence konzumace mražených krémů by proto měla být spíše výjimečná (Pimentel et al., 2021).

Nikdo z dotazovaných dle získaných dat nekonzumuje mražený krém každý den (graf 4.6), 9 % respondentů uvedlo, že mražený krém konzumuje 1× za týden. Celkem 46 % respondentů si mražený krém dopřává pouze 1× za měsíc. Pimentel et al. (2021) popisují, že konzumace těchto dezertů je spíše sezónní záležitostí a zdůrazňují, že ve většině zemích jsou to především letní měsíce, kdy se mražené krémy konzumují. Tomuto závěru odpovídá i 18 % odpovědí, tedy 9 % respondentů uvedlo, že mražený krém konzumují převážně v létě a 9 %, že jej konzumují příležitostně. Obě tyto možnosti byly zařazeny mezi odpovědi až následně po zpracování dat, vzhledem k jejich četnostem. Velmi malé procento respondentů (3 %) odpovědělo, že mražené krémy vůbec nekonzumují.



Graf 4.6: Celkové vyhodnocení četností odpovědí (%) na otázku: „Jak často si dopřáváte mražený krém?“ (n = 80)

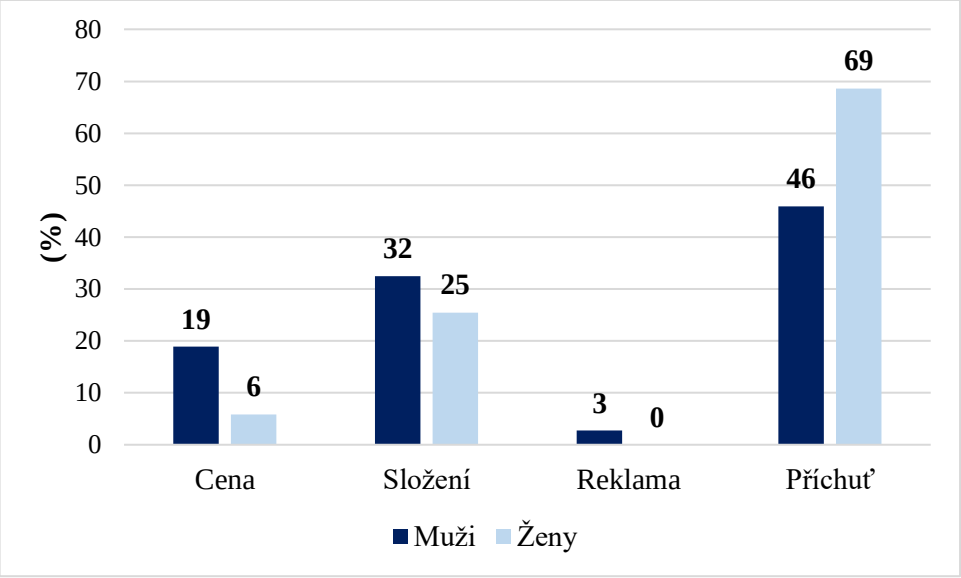
Poměrně zajímavé výsledky poskytlo vyhodnocení dotazu na formu mraženého krému, kde opět měli hodnotitelé možnost více odpovědí (graf 4.7). Kopečkovou zmrzlinu preferuje přibližně stejné procento mužů (28 %) i žen (25 %). Celkem pak 31 % mužů a 20 % žen se přiklonilo k nanukům jako nejoblíbenější formě mraženého krému. Největší rozdíly byly však patrné u oblíbenosti točené zmrzliny, která je nejvíce preferována napříč všemi kategoriemi, a to jak ženami (55 %), tak i muži (33 %).



Graf 4.7: Vyhodnocení četností odpovědí (%) v závislosti na pohlaví na otázku: „V jaké formě máte mražený krém nejraději?“ Možnost více odpovědí. ($n_{muži}$ = 36, $n_{ženy}$ = 51)

Faktory, které ovlivňují muže a ženy při koupi mražených krémů, jsou znázorněny v grafu 4.8. Nejvíce na respondenty při koupi mražených krémů působí příchuť, a to mnohem více na ženy (69 %) než na muže (46 %). Důležitým aspektem pro výběr mražených krémů je i složení. Složení při koupi mraženého krému je důležité pro 32 % mužů a 25 % žen. Mražený krém obsahuje obvykle 10–16 % tuku (Narala et al., 2022). Tekin et al. (2017) však rozdělují tuto hranici ještě na prémiový typ mraženého krému s obsahem tuku 12–16 % a na mražené krémy s běžným obsahem tuku 10–12 %. Právě v důsledku poměrně vysokého obsahu tuku nekorespondujících s výživovými doporučeními vyvíjí potravinářský, resp. mlékárenský průmysl, mražené krémy s nižším obsahem tuku (Akalin et al., 2008).

Rozhodujícím faktorem byla pro dotazované také cena, která je důležitá pro 19 % mužů a 6 % žen. Naopak reklama ovlivňuje při výběru mraženého krému pouze 3 % mužů a ženy neovlivňuje vůbec.



Graf 4.8: Vyhodnocení četností odpovědí (%) v závislosti na pohlaví na otázku: „Co je pro Vás při koupi mraženého krému nejdůležitější?“ Možnost více odpovědí. ($n_{muži}$ = 37, $n_{ženy}$ = 51)

Trh s mraženými krémy se neustále vyvíjí a sortiment mražených krémů je čím dál více pestřejší. Mražené krémy s rostlinným tukem se postupně dostávají do podvědomí spotřebitelů. Celkem 39 % dotazovaných uvedlo, že zná mražené krémy, kde se místo mléčného tuku vyskytuje tuk rostlinný. Většina respondentů (61 %) uvedla, že se s těmito produkty zatím nesetkala (data nejsou v grafu uvedena).

Získaná data z odpovědí respondentů také ukazují, že 90 % z nich by nedalo přednost mraženému krému, který je vyrobený z jiného než mléčného tuku (data nejsou v grafu uvedena). Předpokládají se ale výrazné změny ve spotřebitelském chování, které směřují k alternativním výživovým směrům, a to především veganství a zároveň i ke zvyšující se prevalenci laktózové intolerance (Da Silva et al., 2020; López-Martínez et al., 2021). Craig a Brothers (2022), uvádí, že globální trh mražených krémů bez přítomnosti mléčné složky čeká v příštím desetiletí výrazný nárůst a z toho lze usuzovat, že i preference spotřebitelů se budou postupně měnit.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo posoudit senzorické vlastnosti smetanových, případně mléčných mražených krémů a mražených krémů, u kterých byla část mléčného tuku nebo jeho celý podíl nahrazen tukem rostlinným.

Při řešení této problematiky došlo k určitým nesrovnalostem ohledně vyjadřování se ke značení mražených krémů, které obsahovaly část nebo celý podíl rostlinného tuku, protože rostlinné alternativy nejsou prozatím jak na evropské, tak vnitrostátní úrovni legislativně ukotveny a neexistuje pro ně jednotné označování.

V této práci byly vyrobené mražené krémy definovány písmeny RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ, rostlinná alternativa (smetana ke šlehání) + jogurt; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ, jogurt + smetana ke šlehání. Rostlinné alternativy byly ze sóji.

Výsledky pořadového preferenčního testu zjistily, že nejlépe hodnoceným mraženým krémem byl vzorek ŽR, i když dle dotazníkového šetření by 90 % respondentů přednost mraženému krému vyrobenému z rostlinného tuku nedalo.

Při analýze chemického složení mražených krémů bylo prokázáno, že výrobky z rostlinných alternativ nejsou přínosem pouze pro lidi trpící laktózovou intolerancí, ale i pro ty, kteří trpí obezitou či nadváhou, protože jsou obecně méně energeticky náročné.

Na druhé straně se z nutričního hlediska jeví jako nevhodné vyšší množství potravinářských přídatných látek. Zjištěním této práce je, že tyto látky zastoupené především v produktu rostlinná alternativa (smetana ke šlehání) zlepšují konzistenci finálních produktů, která byla v případě vzorku RR hodnocena nejvýše.

Tato práce může být podkladem pro zkoumání dalších možností náhrad mléčného tuku při výrobě mražených krémů. Na základě zjištění této práce lze uvažovat o vývoji výrobků, u kterých bude mléčný tuk nahrazen pouze z části. Výrobky by tak splňovaly chuťové požadavky spotřebitelů a navíc by získaly lepší texturní vlastnosti.

Seznam použité literatury

1. Abdeldaiem, A. M., Ali, A. H., Mousa, A. H., Elkot, W. F., Simal-Gandara, J. (2023). Ice cream supplemented with roasted and grilled corn powders: Physical properties, rheology, antioxidant activity, color, sensory evaluation, and production cost. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 32: 100692.
2. Aboulfazli, F., Baba, A. S., Misran, M. (2015). Replacement of bovine milk with vegetable milk: Effects on the survival of probiotics and rheological and physicochemical properties of frozen fermented dessert. *International Journal of Dairy Technology*, 69: 71–80.
3. Acan, B. G., Toker, O. S., Aktar, T., Tamturk, F., Palabiyik, I., Konar, N. (2019). Using spray-dried sugar beet molasses in ice cream as a novel bulking agent. *International Journal of Food Science & Technology*. 55(3): 1298–1310.
4. Akalin, A. S., Karagözlü, C., Ünal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*. 227: 889–895.
5. Akbari, M., Eskandari, M. H., Davoudi, Z. (2019). Application and functions of fat replacers in low-fat ice cream: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 86: 34–40.
6. Amador, J., Hartel, R., Rankin, S. (2017). The Effects of Fat Structures and Ice Cream Mix Viscosity on Physical and Sensory Properties of Ice Cream. *Journal of Food Science*. 82(8): 1851–1860.
7. Arses, A. M,, Woldemariam, H. W., Gemechu, F. G. (2022). Physicochemical and sensory properties of ice cream prepared using sweet lupin and soymilk as alternatives to cow milk. International Journal of Food Properties. 25: 278–287.
8. Ashan, S., Zahoor, T., Hussain, M., Khalid, N., Khaliq, A., Umar, M. (2015). Preparation and quality characterization of soy milk based non-dairy ice cream. *International Journal of Food and Allied Sciences*. 1(1).
9. Bártová H, Hasoňová L, Samková E. 2020. Nabídka bezlaktózových mléčných výrobků a informovanost veřejnosti o laktózové intoleranci (The offer of

lactose-free dairy products and the knowledge of general public about lactose intolerance). *Výživa a potraviny*. 75(5): 118–122.

10. Batista, N. N., Ramos, C. L., Pires, J. P., Moreira, S. I., Alves, E., Dias, D. R., Schwan, R. F. (2019). Nondairy ice cream based on fermented yam (Dioscorea sp.). *Food Science & Nutrition*. 7(5):1899–1907.
11. Beegum, P. P. S., Nair, J. P., Ramarathinam, M., Pandiselvam, R., Shil, S., Sathyaseelan, N., Hebbar, K. B. (2022). Effect of coconut milk, tender coconut and coconut sugar on the physico-chemical and sensory attributes in ice cream. *Journal of Food Science and Technology*. 59: 2605–2616.
12. Bekiroglu, H., Goktas, H., Karaibrahim, D., Bozkurt, F., Sagdic, O. (2022). Determination of rheological, melting and sensorial properties and volatile compounds of vegan ice cream produced with fresh and dried walnut milk. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 28: 100521.
13. Benešová, O. (2017). *Jak poznáme kvalitu? MRAŽENÉ KRÉMY*. Libertas, a.s. 978-80-88019-29-9.
14. Bueno, M. M., Antunes, V. C., Castro, W. F. (2017). Sensory evaluation of ice cream with hydrosoluble soy extract. *Food Research*. 2(2): 183–186.
15. Cardoso, J. R., Pessoa, R. A. and Ramos, L. S. N. (2011).Elaboração de sorvete de abacate à base de leite de vaca e extrato hidrossolúvel de soja. Revista ACTA Tecnológica, Revista Científica, 6(2), 7–11.
16. Clarke, C. (2012). *The Science of Ice Cream*. Second Edition. RSC Publishing. Cambridge. ISBN 978-1-84973-127-0.
17. Craig, W. J. a Brothers, C. J. (2022). Nutritional Content of Non-Dairy Frozen Desserts. *Nutrients*. 14(19): 4150.
18. Da Silva Faresin, L., Devos, R. J. B., Reinehr, Ch. O., Colla, L. M. (2022). Development of ice cream with reduction of sugar and fat by the addition of inulin, Spirulina platensis or phycocyanin. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 27: 100445.
19. Da Silva, J. M., Klososki, S. J., Silva, R., Raices, R. S. L., Silva, M. C., Freitas, M. Q., Barão, C. E., Pimentel, T. C. (2020). Passion fruit-flavored ice cream processed with water-soluble extract of rice by-product: What is the impact of the addition of different prebiotic components? *LWT*, 128: 109472.
20. Da Silva, M. V., Minim, V. P. R., Ferreira, M. A. M., De Paula Souza, P. H., Da Silva Moraes, L. E., Minim, L. A. (2014). Study of the perception of

consumers in relation to different ice cream concepts. *Food Quality and Preference*, 36: 161–168.

21. Feizi, R., Goh, K. K. T., Mutukumira, A. N. (2021). Effect of chia seed mucilage as stabiliser in ice cream. International Dairy Journal. 120: 105087.
22. Genovese, A., Balivo, A., Salvati, A., Sacchi, R. (2022). Functional ice cream health benefits and sensory implications. *Food Research International*. 161: 111858.
23. Ghaderi, S., Tehrani, M. M., Hesarinejad, M. A. (2021). Qualitative analysis of the structural, thermal and rheological properties of a plant ice cream based on soy and sesame milks. *Food Science & Nutrition*. 9(3): 1289–1298.
24. Goff, H. D. a Hartel, R.W. (2013). *Ice cream*. Seventh Edition. Springer, New York. ISBN 978-1-4614-6096-1.
25. Guler-Akin, M. B., Avkan, F., Akin, M. S. (2021). A novel functional reduced fat ice cream produced with pea protein isolate instead of milk powder. Journal of Food Processing and Preservation. 42(1).
26. Güven, M., Kalender, M., Taşpinar, T. (2018). Effect of Using Different Kinds and Ratios of Vegetable Oils on Ice Cream Quality Characteristics. *Foods*. 7(7): 104.
27. Issanchou, S. (2018): General Considerations. In: Kemp, S.E., Hort, J., Hollowood, T., (Eds.): *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. John Wiley & Sons. 41–81. ISBN 978-111-8991-66-4.
28. Jardines, A. P., Arjona-Román, J. L., Severiano-Pérez, P., Totosaus-Sánchez, A., Fiszman, S., Escalona-Buendía, H. B. (2020). Agave fructans as fat and sugar replacers in ice cream: Sensory, thermal and texture properties. *Food Hydrocolloids*. 108: 106032.
29. Kala, R., Krůčková, L., Samková, E., Hasoňová, L., Koubová, J., Křížová, Z., Švarcová, A., Frejlach, T. (2015). Senzorické posouzení konzumních mlék. In: *XLI. konference o jakosti potravin a potravinových surovin*. Brno, Mendelova univerzita, 183–188.
30. Kamińska-Dwórznicka, A., Łaba, S., Jakubczyk, E. (2022). The effects of selected stabilizers addition on physical properties and changes in crystal structure of whey ice cream, *LWT*, 154: 112841.

31. Kemp, S. E., Hort, J., Hollowood, T. (2018). *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. John Wiley & Sons. 3–40. ISBN 978-111-8991-66-4.
32. Lawless, H. T. a Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. Second Edition. Springer New York, NY. 978-1-4419-6488-5.
33. López-Martínez, M. I., Moreno-Fernández, S., Miguel, M. (2021). Development of functional ice cream with egg white hydrolysates, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25: 100334.
34. Mahdian, E. a Karazhian, R. (2013). Effects of Fat Replacers and Stabilizers on Rheological, *Physicochemical and Sensory Properties of Reduced-fat Ice Cream. Journal of Agricultural Science and Technology*. 15(6): 1163 – 1174.
35. Marshall, R. T., Goff, H. D., Hartel, R. W. (2003). *Ice Cream*. Sixth Edition. Kluwer Academic Publishers, New York. ISBN 0-306-47700-9.
36. McGhee, C. E., Jones, J. O., Park, Y. W. (2015). Evaluation of textural and sensory characteristics of three types of low-fat goat milk ice cream. *Small Ruminant Research*. 123(2–3): 293–300.
37. Narala, V. R., Orlovs, I., Jugbarde, M. A., Masin, M. (2022). Inulin as a fat replacer in pea protein vegan ice cream and its influence on textural properties and sensory attributes. *Applied Food Research*. 2(1): 100066.
38. Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J. V., Vicha, R., Mlcek, J. (2015). Fatty Acids Composition of Vegetable Oils and Its Contribution to Dietary Energy Intake and Dependence of Cardiovascular Mortality on Dietary Intake of Fatty Acids. *International Journal of Molecular Sciences*. 16(6): 12871–12890.
39. Pimentel, T. P., De Oliveira, L. I. G., De Souza, R. C., Magnani, M. (2021). Probiotic non-dairy frozen dessert: Technological and sensory aspects and industrial challenges. *Trends in Food Science & Technology*. 107: 381–388.
40. Romulo, A., Meindrawan, B., Marpietylie. (2021). Effect of Dairy and Non-Dairy Ingredients on the Physical Characteristic of Ice Cream: Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 794: 012145.
41. Ruiz-Capillas, C. a Herrero, A.M. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. *Foods*. 10(3): 582.

42. Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., Delgado-Pando, G. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods*. 10(2): 429.
43. Sharif, M. K., Butt, M. S., Sharif, H. R., Nasir, M. (2017): Sensory Evaluation and Consumer Acceptability. In: Khan, I. A., Farooq, M. (Eds.): *Handbook of Food Science and Technology*. University of Agriculture, Faisalabad. 362–386. ISBN 978-969-8237-97-4.
44. Sharqawy, M. H. a Goff, D. H. (2022). Effect of temperature variation on ice cream recrystallization during freezer defrost cycles. *Journal of Food Engineering*, 335: 111188.
45. Straková, K., Hasoňová, L., Koubová, K., Pecová, L., Bedrníček, J., Samková, E. (2018). Senzorické hodnocení polotvrdých sýrů o různé tučnosti v závislosti na pohlaví. (Sensory evaluation of semi-hard cheeses with different fat content depending on gender). In: *Ingrovy dny*. *Sborník XLIV. konference o jakosti potravin a potravinových surovin*. Brno, Mendelova univerzita, 198–204.
46. Tagliamonte, S., De Luca, L., Donato, A., Paduano, A., Balivo, A., Genovese, A., Romano, R., Vitaglione, P., Sacchi, R. (2023). A 'Mediterranean ice-cream': Sensory and nutritional aspects of replacing milk cream with extra virgin olive oil. *Journal of Functional Foods*, 102: 105470.
47. Tekin, E., Sahin, S., Sumnu, G. (2017). Physicochemical, rheological, and sensory properties of low-fat ice cream designed by double emulsions. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 119(9): 1600505.
48. Tsevdou, M., Gogou, E., Dermesonluoglu, E., Taoukis, P. (2015). Modelling the effect of storage temperature on the viscoelastic properties and quality of ice cream. *Journal of Food Engineering*. 148: 35–42.
49. Ürkek, B. (2021). Effect of using chia seed powder on physicochemical, rheological, thermal, and texture properties of ice cream. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(5): 15418.
50. Velotto, S., Parafati, L., Ariano, A., Palmeri, R., Pesce, F., Planeta, D., Alfeo, V., Todaro, A. (2021). Use of stevia and chia seeds for the formulation of traditional and vegan artisanal ice cream. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 26: 100441.

51. Wang, W., Wang, M., Xu, C., Liu, Z., Gu, L., Ma, J., Jiang, L., Jiang, Z., Hou, J. (2022). Effects of Soybean Oil Body as a Milk Fat Substitute on Ice Cream: Physicochemical, Sensory and Digestive Properties. *Foods*. 11(10): 1504.

52. Yan, L., Yu, D., Liu, R., Jia, Y., Zhang, M., Wu, T., Sui, W. (2021). Microstructure and meltdown properties of low-fat ice cream: Effects of microparticulated soy protein hydrolysate/xanthan gum (MSPH/XG) ratio and freezing time. *Journal of Food Engineering*. 291: 110291.

53. Yeon, S. J., Kim, J. H., Hong, G. E., Park, W., Kim, S. K., Seo, H. G., Lee, C. H. (2017). Physical and Sensory Properties of Ice Cream Containing Fermented Pepper Powder. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*. 37(1): 38–43.

54. Yu, P., Low, M. Y., Zhou, W. (2018). Design of experiments and regression modellind in food flavour and sensory analysis: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 71: 202–215.

55. Zhao, Y., Khalesi, H., He, J., Fang, Y. (2023). Application of different hydrocolloids as fat replacer in low-fat dairy products: Ice cream, yogurt and cheese. *Food Hydrocolloids*. 138: 108493.

Právní předpisy

1. ČSN ISO 13299 (560054) Senzorická analýza – Metodologie – Obecný návod pro vytvoření senzorického profilu. Praha: Český normalizační institut.
2. ČSN ISO 6658 (560050) Senzorická analýza – Metodologie – Všeobecné pokyny. Praha: Český normalizační institut.
3. ČSN ISO 8587 (560033) Senzorická analýza – Metodologie – Pořadová zkouška. Praha: Český normalizační institut.
4. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům.
5. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty.
6. Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.

Internetové zdroje

1. Alpro.com (2023). *Produkty*. [online] [cit. 22. 4. 2023]. Dostupné z: https://www.alpro.com/cz/produkty/
2. Global Market Insights. (2023). *Non-Dairy Ice Cream Market*. [online] [cit. 13. 04. 2023]. Dostupné z: https://www.gminsights.com/pressrelease/non-dairy-ice-cream-market
3. Hollandia.cz (2023). *Produkty*. [online] [cit. 22. 4. 2023]. Dostupné z: https://hollandia.cz/produkty/
4. International Dairy Foods Association. (2023). *The History of Ice Cream*. [online] [cit. 13. 04. 2023]. Dostupné z: https://www.idfa.org/the-history-of-ice-cream
5. Macháčková, M., Giertlová, A., Porubská, J. (2016). *Výpočet výživové hodnoty potravin - příručka pro provozovatele potravinářských podniků*. [online] Eagri.cz [cit. 8. 03. 2023]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/712601/Vypocet_nutricnich_hodnot.pdf
6. Market Research Future. (2023). *Ice Cream Market*. [online] [cit. 13. 04. 2023]. Dostupné z: https://www.marketresearchfuture.com/reports/ice-cream-market-2691
7. Mléko.cz (2023). *Smetany*. [online] [cit. 22. 4. 2023]. Dostupné z: https://www.mleko.cz/produkty/smetany/

8. Peyton.cz (2023). *Někdy nezákonné označování alternativních výrobků rostlinného původu*. [online] [cit. 20. 4. 2023]. Dostupné z: https://www.peytonlegal.cz/oznacovani-rostlinneho-vyrobku/
9. Szpi.gov.cz (2023). *Stanovisko MZe (SZPI a SVS) ve věci označování rostlinných potravin názvy živočišných produktů ke dni 1. 2. 2023*. [online] [cit. 20. 4. 2023]. Dostupné z: https://www.szpi.gov.cz/clanek/postupy-a-stanoviska-szpi-oznacovani-stanovisko-mze-szpi-a-svs-ve-veci-oznacovani-rostlinnych-potravin-nazvy-zivocisnych-produktu-ke-dni-1-2-2023.aspx
10. Tatramléko.cz (2023). *Kondenzovaná slazená mléka*. [online] [cit. 22. 4. 2023]. Dostupné z: https://www.tatramleko.cz/produkty/kondenzovana-slazena-mleka

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Technologický postup výroby mražených krémů.....15
Obrázek 3.1: Technologický postup výroby mražených krémů.....25
Obrázek 3.2: Vzorky mražených krémů pro senzorické hodnocení.....26

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Dělení mražených krémů 16
Tabulka 1.2: Fyzikální a chemické požadavky na jakost mražených krémů 17
Tabulka 1.3: Vybrané tradiční a nové senzorické testy používané k hodnocení potravin 20
Tabulka 3.1: Procentuální zastoupení surovin u jednotlivých vzorků mražených krémů na 300 g a zastoupení složek v těchto surovinách 23
Tabulka 3.2: Výživová hodnota* na 100 g mražených krémů 24
Tabulka 3.3: Charakteristika hodnotitelů v závislosti na pohlaví a odborné skupině 25
Tabulka 4.1: Celkové vyhodnocení pořadového preferenčního testu mražených krémů ve sledované skupině hodnotitelů (n = 80) 32
Tabulka 4.2: Vztahy mezi vybranými senzorickými znaky mražených krémů 33
Tabulka 4.3: Porovnání průměrů senzorických znaků v závislosti na působení různých faktorů 35
Tabulka 4.4: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na druhu použitých surovin.....36
Tabulka 4.5: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pokusu 39
Tabulka 4.6: Vyhodnocení pořadového preferenčního testu mražených krémů v závislosti na pohlaví.....41
Tabulka 4.7: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pohlaví.....42
Tabulka 4.8: Chemické složení mražených krémů stanovené v pokusech 2 a 3.....44
Tabulka 4.9: Fyzikální vlastnosti mražených krémů stanovené v pokusech 2 a 3.....45

Seznam grafů

Graf 1.1: Světový trh mražených krémů 10
Graf 4.1: Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pokusu 40
Graf 4.2:Vyhodnocení senzorických znaků mražených krémů v závislosti na pohlaví 43
Graf 4.3: Celkové vyhodnocení četností odpovědí (%) na otázku: „Jaký druh mraženého krému preferujete?“ Možnost více odpovědí. (n = 84) 46
Graf 4.4: Vyhodnocení četností odpovědí (%) v závislosti na pohlaví na otázku: „Jaký druh mraženého krému preferujete?“ Možnost více odpovědí. ($n_{muži}$ = 33, $n_{ženy}$ = 51) 47
Graf 4.5: Celkové vyhodnocení četností odpovědí (%) na otázku: „Jaká je Vaše nejoblíbenější příchuť mraženého krému?“ (n = 80) 48
Graf 4.6: Celkové vyhodnocení četností odpovědí (%) na otázku: „Jak často si dopřáváte mražený krém?“ (n = 80) 49
Graf 4.7: Vyhodnocení četností odpovědí (%) v závislosti na pohlaví na otázku: „V jaké formě máte mražený krém nejraději?“ Možnost více odpovědí. ($n_{muži}$ = 36, $n_{ženy}$ = 51) 49
Graf 4.8: Vyhodnocení četností odpovědí (%) v závislosti na pohlaví na otázku: „Co je pro Vás při koupi mraženého krému nejdůležitější?“ Možnost více odpovědí. ($n_{muži}$ = 37, $n_{ženy}$ = 51) 50

Seznam použitých zkratek

CAGR	Compound Annual Growth Rate
EU	Evropská unie
LDL	Low density lipoprotein
RPM	Revolutions per minute (rychlost otáček za minutu)
USD	Americký dolar

Přílohy

Příloha 1

Suroviny použité pro výrobu mražených krémů (Alpro.com, 2023; Hollandia.cz, 2023; Mléko.cz, 2023; Tatramléko.cz).

Příloha 2

Formulář pro senzorické hodnocení

Senzorické hodnocení mražených krémů

Pohlaví .....Zdravotní stav.....

Věk.....Datum.....

Metoda senzorického profilu

A. Hodnocení barvy a vzhledu

Celkový dojem za vzhled

nevyhovující | uspokojivý | dobrý | velmi dobrý | vynikající

Intenzita barvy

velmi světlá | | | | velmi tmavá

B. Hodnocení vůně

Celková příjemnost vůně

nepříjemná | spíše přijatelná | uspokojivá | spíše příjemná | velmi příjemná

Intenzita vůně

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Přítomnost cizí vůně

č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE

Intenzita cizí vůně

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

C. Hodnocení konzistence (viskozity)

Celková příjemnost konzistence

nepříjemná | spíše přijatelná | uspokojivá | spíše příjemná | velmi příjemná

Konzistence (viskozita)

rozbředlá | soudržná | hustá | tuhá | velmi tuhá

D. Hodnocení chuti

Celková příjemnost chuti

nepříjemná | spíše přijatelná | uspokojivá | spíše příjemná | velmi příjemná

Intenzita chuti

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Smetanová chuť

č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE

Intenzita smetanové chuti

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Kyselá chuť

č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE

Intenzita kyselé chuti

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Sladká chuť

č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE

Intenzita sladké chuti

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Přítomnost cizí chuti

č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE č. ☐ ANO ☐ NE

Intenzita cizí chuti

neznatelná | slabá | střední | silná | velmi silná

Pořadová zkouška – preferenční

Seřaďte předložené vzorky podle preferované chuti od nejpřijatelnější po nejméně příjemnou. Výsledek zapište do tabulky.

1 = nejlepší	2	3	4 = nejhorší

1) Jaký druh mraženého krému preferujete?
   - Ovocný
   - Sorbet
   - Smetanový
   - Mléčný

2) Jaká je Vaše nejoblíbenější příchuť mraženého krému?

   _____

3) Jak často si dopřáváte mražený krém?
   - Každý den
   - 1x za týden
   - 1x za měsíc
   - Vůbec
   - Jiné _____

4) V jaké formě máte mražený krém nejraději?
   - Kopečková zmrzlina
   - Nanuky
   - Točená
   - Jiná_____

5) Co je pro Vás při koupi mraženého krému nejdůležitější?
   - Cena
   - Složení
   - Reklama
   - Příchuť

6) Znáte nějaké mražené krémy, kde se místo mléčného tuku vyskytuje tuk rostlinný?
   - Ano
   - Ne

7) Dali byste přednost mraženému krému vyrobenému z rostlinného tuku?
   - Ano
   - Ne

Příloha 3

Celkové vyhodnocení senzorických znaků u jednotlivých vzorků mražených krémů ve všech pokusech

Senzorický znak	Vzorek[1]	Pokus 1			Pokus 2			Pokus 3		
		n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
Celkový dojem za vzhled	**RR**	26	62	24	39	62	22	15	67	18
	RŽ	26	66	22	39	53	24	15	67	16
	ŽR	26	67	18	39	49	22	15	62	25
	ŽŽ	26	58	17	39	39	23	15	68	18
Intenzita barvy	**RR**	26	24	12	39	30	15	15	38	13
	RŽ	26	51	22	39	44	14	15	50	18
	ŽR	26	23	19	39	16	9	15	24	18
	ŽŽ	26	44	17	39	31	15	15	25	15
Celková příjemnost vůně	**RR**	26	63	21	39	62	25	15	54	17
	RŽ	26	69	21	39	59	20	15	52	15
	ŽR	26	55	21	39	60	23	15	55	13
	ŽŽ	26	51	22	39	45	21	15	59	18
Intenzita vůně	**RR**	26	54	18	39	51	20	15	39	25
	RŽ	26	48	19	39	49	22	15	39	25
	ŽR	26	41	18	39	50	19	15	42	23
	ŽŽ	26	49	18	39	42	21	15	39	24
Intenzita cizí vůně	**RR**	6	34	9	8	41	28	2	50	29
	RŽ	3	39	16	8	36	23	2	35	13
	ŽR	6	51	20	6	30	16	1	62	0
	ŽŽ	3	47	31	9	42	24	3	21	2
Celková příjemnost konzistence	**RR**	26	66	24	39	62	19	15	73	21
	RŽ	26	63	25	39	56	22	15	68	18
	ŽR	26	65	26	39	47	21	15	63	19
	ŽŽ	26	49	24	39	29	21	15	67	16
Konzistence	**RR**	26	60	24	38	48	20	15	59	16
	RŽ	26	38	23	38	40	23	15	58	22
	ŽR	26	53	25	38	30	19	15	40	18
	ŽŽ	26	18	18	38	15	14	15	49	22

Senzorický znak	Vzorek[1]	Pokus 1			Pokus 2			Pokus 3		
		n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x	n	$\bar{x}$	s_x
Celková příjemnost chuti	**RR**	26	66	23	39	50	26	15	48	20
	RŽ	26	65	24	39	47	23	15	57	15
	ŽR	26	65	20	39	58	19	15	61	25
	ŽŽ	26	56	24	39	58	19	15	64	23
Intenzita chuti	**RR**	26	54	17	39	61	20	15	54	11
	RŽ	26	65	18	38	55	21	15	56	14
	ŽR	26	53	18	38	50	15	15	61	13
	ŽŽ	26	52	19	38	44	17	15	56	23
Intenzita smetanové chuti	**RR**	22	48	22	25	48	24	7	58	17
	RŽ	21	57	20	22	44	24	10	44	23
	ŽR	22	50	21	26	46	26	10	50	16
	ŽŽ	17	45	20	30	43	24	12	55	19
Intenzita kyselé chuti	**RR**	10	48	20	16	49	23	9	34	18
	RŽ	13	44	21	22	42	17	8	34	18
	ŽR	10	35	12	11	35	15	8	35	17
	ŽŽ	20	42	19	17	40	15	9	39	22
Intenzita sladké chuti	**RR**	25	45	20	30	43	17	15	46	19
	RŽ	21	48	21	34	46	16	15	51	17
	ŽR	23	49	18	39	47	16	13	57	13
	ŽŽ	16	44	16	30	51	17	14	51	19
Intenzita cizí chuti	**RR**	6	38	15	13	48	19	9	39	23
	RŽ	4	32	13	15	47	20	4	46	31
	ŽR	4	34	5	8	44	17	2	25	35
	ŽŽ	8	32	13	7	42	10	4	37	30

[1]RR, rostlinná alternativa (jogurt) + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); RŽ, rostlinná alternativa (jogurt) + smetana ke šlehání; ŽR, jogurt + rostlinná alternativa (smetana ke šlehání); ŽŽ, smetana ke šlehání + jogurt