

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

Patricia Kunić

**Potencijal korištenja liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu u
proizvodnji funkcionalnog sladoleda**

Zagreb, 2025.

Ovaj rad izrađen je u Praktikumu Zavoda za mljekarstvo, Referentnom laboratoriju za mlijeko i mliječne proizvode Zavoda za mljekarstvo i Laboratoriju za senzorske analize poljoprivredno-prehrambenih proizvoda, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet; Odsjeku za vitamine, biološki aktivne tvari, arome i eterična ulja, Hrvatski zavod za javno zdravstvo; Laboratoriju za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Milne Tudor Kalit te je predan na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2024./2025.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. HIPOTEZA, OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA	4
3. MATERIJALI I METODE RADA.....	5
3.1. PROIZVODNJA SLADOLEDA.....	5
3.2. ANALIZE SLADOLEDNIH SMJESA	9
3.2.1. Fizikalna svojstva i kemijski sastav.....	9
3.2.2. Viskoznost	10
3.3. ANALIZE SLADOLEDA.....	11
3.3.1. Kemijski sastav i nutritivna vrijednost	11
3.3.2. Boja.....	11
3.3.3. Overrun.....	12
3.3.4. Senzorsko ocjenjivanje	13
3.4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	14
4. REZULTATI.....	15
4.1. Fizikalna svojstva i kemijski sastav sladolednih smjesa.....	15
4.2. Viskoznost sladolednih smjesa	16
4.3. Kemijski sastav i overrun sladoleda	16
4.4. Boja sladoleda.....	20
4.5. Senzorska svojstva sladoleda	21
5. RASPRAVA.....	22
6. ZAKLJUČAK	27
7. ZAHVALE	28
8. POPIS LITERATURE.....	29
9. SAŽETAK.....	33
10. SUMMARY	34
11. ŽIVOTOPIS	35

1. UVOD

S obzirom na kontinuirani napredak znanosti, medicina se sve više usmjerava na prevenciju bolesti, što je ponajprije potaknuto značajnim financijskim opterećenjem koje proizlazi iz dugotrajnog liječenja kroničnih nezaraznih bolesti, od kojih godišnje obolijevaju milijuni ljudi diljem svijeta. Tako je dobro poznato da su hrana i način prehrane usko povezani sa zdravljem te su oni glavni ključ u prevenciji brojnih bolesti. Upravo je povećana svjesnost potrošača o povezanosti zdravlja i prehrane dovela do popularizacije funkcionalne hrane, namirnica koje uz svoju osnovnu nutritivnu vrijednost imaju i pozitivan učinak na zdravlje ljudi ili sudjeluju u smanjenju rizika razvoja pojedinih bolesti. Pojam funkcionalna hrana prvi se put spominje u Japanu sredinom 80-ih godina prošloga stoljeća, a cilj razvoja takvih namirnica bio je smanjiti značajne troškove liječenja stanovništva oboljelih od kroničnih nezaraznih bolesti poput kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa i tumora, a čiji se nastanak između ostalog povezuje i s načinom prehrane (Tudor Kalit i sur., 2020). Prema statističkim podacima vrijednost svjetskog tržišta funkcionalne hrane izuzetno je velika te je u 2024. godini iznosila 357 milijardu američkih dolara, a očekuje se da će dosegnuti 586 milijardi do 2030. godine (<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/functional-food-market>).

Zbog svoje prirodno visoke nutritivne vrijednosti te prisutnosti svih esencijalnih hranjivih tvari važnih za ljudsku prehranu, mlijeko i mliječni proizvodi zauzimaju istaknuto mjesto među funkcionalnim namirnicama. Zahvaljujući složenom kemijskom sastavu i potencijalnim pozitivnim učincima na zdravlje, čine jedan od najznačajnijih segmenata tržišta funkcionalne hrane. S udjelom od 38% mliječni proizvodi prednjače na europskom tržištu, a odmah iza njih nalaze se pekarski proizvodi i žitarice s 22,7% (Sgroi i sur., 2024). Brojna istraživanja upućuju na njihovu važnu ulogu u prevenciji različitih bolesti, uključujući kronične nezarazne bolesti (Dorić i sur., 2019). O vrijednosti mlijeka svjedoče i povijesni zapisi – još prije više od 2.000 godina Hipokrat ga je opisao kao „najpotpuniju prirodnu hranu”. Posebno se ističe kobilje mlijeko, koje se zbog svojeg sastava i biološke vrijednosti smatra iznimno vrijednom namirnicom (Božanić i sur., 2018). Poznato je da su Rusi sredinom 19. stoljeća prvi počeli koristiti kobilje mlijeko u terapijske i medicinske svrhe te su osnovali prvi sanatorij u Samari gdje su pripremali napitke od mlijeka kobilja i koristili ga za liječenje, ponajviše od tuberkuloze. Danas je kobilje mlijeko posebno popularno u zemljama istočne Europe i Azije gdje se svakodnevno konzumira u svježem ili fermentiranom obliku poput kumisa. Ipak, unatoč nejednolikoj konzumaciji u svijetu, u

posljednja dva desetljeća bilježi se sve veći interes znanstvenika za istraživanje sastava kobiljeg mlijeka kao funkcionalne hrane (Potočnik i sur., 2011; Ivanković i sur., 2016; Božanić i sur., 2018). U usporedbi s kravljim, kobilje mlijeko sadrži manje proteina, ali više biološki visokovrijednih proteina sirutke i slobodnih aminokiselina, nezasićenih masnih kiselina, laktoze i vitamina C što mu daje dodanu nutritivnu vrijednost. Također, senzorskim svojstvima značajno se razlikuje od kravljeg mlijeka, a karakteriziraju ga prozirno bijela boja, rjeđa konzistencija i slatkast okus (Salimei i Park, 2017; Božanić i sur., 2018). Zbog sličnosti u kemijskom sastavu sa humanim mlijekom, kobilje mlijeko se može koristiti za prehranu dojenčadi kao zamjena za majčino mlijeko (Jastrzębska i sur., 2017). Također uspoređujući kravlje mlijeko sa kobiljim mlijekom, istraživanje Businco i sur. (2000) pokazalo je da 96% djece koja su alergična na proteine u kravljem mlijeku nemaju reakciju na kobilje mlijeko zbog manjeg sadržaja α_{s1} kazeina. Autori u tom smislu zaključuju da je kobilje mlijeko dobra zamjena za kravlje mlijeko zbog svoje hipoalergenosti. Znanstvena istraživanja pokazala su da kobilje mlijeko zbog velike količine lizozima, laktoferina i imunoglobulina ima antibakterijska svojstva što ga čini korisnim u jačanju imunološkog sustava, ali i u prevenciji gastrointestinalnih bolesti. Kobilje mlijeko osobito je pogodno za osobe koje boluju od astme i bronhitisa upravo zbog visoke koncentracije lizozima, laktoferina i imunoglobulina, ali i zbog značajnog sadržaja omega-3 i omega-6 masnih kiselina te vitamina C koji su ključni za zdravlje dišnog sustava (Ivanković i sur., 2016; Salimei i Park, 2017). Potencijal kobiljeg mlijeka uočile su i farmaceutska i kozmetička industrija, pa se tako svježe mlijeko koristi u liječenju kožnih bolesti i izbjeljivanju kože, a često je i sastojak krema, masti i losiona (Ivanković i sur., 2016).

Kobilje mlijeko na tržištu je dostupno u više oblika – kao svježe ili smrznuto mlijeko te u obliku mlijeka u prahu. Među njima, liofilizirano kobilje mlijeko u prahu predstavlja najpovoljniji način očuvanja izvorne kvalitete sirovine. Postupak liofilizacije osim zadržavanja nutritivne vrijednosti svježeg mlijeka osigurava i mikrobiološku stabilnost mlijeka u prahu čime se produljuje rok trajnosti na više od godinu dana bez značajnih promjena u kvaliteti (Ivanković i sur., 2016). Posljednjih godina uočava se rastući interes za korištenje kobiljeg mlijeka kao dodatka u prehrambenoj industriji (Szkolnicka i sur., 2024). Liofilizirano mlijeko u prahu ima određenu prednost zbog njegove izvrsne topljivosti u vodi (Ivanković i sur., 2016; Cais-Sokolińska, 2023), što ga čini pogodnim za upotrebu u različitim proizvodima, među kojima je i sladoled.

Sladoled je zamrznuta sladoledna smjesa s inkorporiranim zrakom, a pripada skupini smrznutih deserata. Smrznuti deserti čine 19% ukupne svjetske proizvodnje mliječnih proizvoda, među kojima su najveći proizvođači SAD i Kina. Mlijeko i mliječni proizvodi kao što su primjerice punomasno mlijeko, obrano mlijeko, obrano mlijeko u prahu, vrhnje i maslac ključni su sastojci za izradu sladoleda. Sladoledna smjesa sastoji se od mliječnih i nemliječnih sastojaka. Mliječni sastojci su mliječna mast i mliječna bezmasna suha tvar. Mliječna mast iznimno je važan sastojak sladoleda zato što povećava hranjivu vrijednost sladoleda, daje mu pun i kremast okus, utječe na sposobnost tučenja sladoledne smjese (inkorporaciju zraka), smanjenje kristala leda te time povećava otpornost na topljenje sladoleda. Optimalna količina mliječne masti u sladoledu iznosi 10-12%. Laktoza, kazein, proteini sirutke, mineralne tvari, vitamini, kiseline, enzimi i plinovi iz mlijeka čine mliječnu bezmasnu suhu tvar, izuzetno važnu za postizanje karakterističnih svojstava sladoleda. Najvećim dijelom čine ju laktoza (55%) i proteini (37%), a najčešći izvor mliječne bezmasne suhe tvari je obrano mlijeko u prahu. Mliječna bezmasna suha tvar osim što utječe na hranjivu vrijednost sladoleda, snižava točku ledišta sladoledne smjese, povećava viskoznost i povećava otpornost na topljenje. Laktoza daje slatkast okus sladoleda, no ukoliko je prisutna u većoj količini zbog svoje slabe topljivosti može uzrokovati pjeskovitu teksturu sladoleda. Iz tog razloga vrlo je važno održavati optimalnu količinu mliječne bezmasne suhe tvari (9-12%). U stvaranju glatke i kremaste teksture važnu ulogu imaju i proteini, posebice kazein i proteini sirutke koji djeluju kao prirodni emulgatori, imaju sposobnost vezanja vode te povećavaju viskoznost sladoledne smjese. Sposobnost inkorporacije zraka te povećanje volumena smjese (overrun) u izravnoj je vezi sa sastavom i viskoznosti sladoledne smjese (Marshall i Arbuckle, 1996; Goff i Hartel, 2013).

Smrznuti deserti mogu se koristiti kao nosači sastojaka koji imaju pozitivan utjecaj na zdravlje čovjeka, primjerice vitamina, mineralnih tvari, vlakana ili nutraceutika (Goff i Hartel, 2013). Razvoj funkcionalnih sladoleda bilježi stalan rast, no izazov prehrambenoj industriji predstavlja činjenica da funkcionalni dodatak ne smije negativno utjecati na njegova fizikalno-kemijska i senzorska svojstva. Svojstva sladoleda poput stabilnosti, gustoće, kiselosti, viskoznosti, točke smrzavanja i sposobnosti tučenja (inkorporacija zraka/overrun) u velikoj mjeri ovise o sastojcima upotrijebljenima u pripremi sladoledne smjese. Svojstva sladoledne smjese izravno utječu na konačnu senzorsku kvalitetu i prihvatljivost gotovog proizvoda (Božanić, 2012; Goff i Hartel, 2013).

2. HIPOTEZA, OPĆI I SPECIFIČNI CILJEVI RADA

Temeljem dosadašnjih istraživanja, hipoteza ovog istraživanja je da liofilizirano kobilje mlijeko u prahu može biti djelomična zamjena za obrano mlijeko u prahu kao izvor mliječne bezmasne suhe tvari u proizvodnji sladoleda uz istovremeno povećanje njegove nutritivne vrijednosti.

Na temelju postavljene hipoteze, opći cilj rada je istražiti potencijal korištenja liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu kao djelomične zamjene za obrano mlijeko u prahu u proizvodnji funkcionalnog sladoleda, odnosno ispitati utjecaj djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu na fizikalna svojstva, kemijski sastav i viskoznost sladoledne smjese te kemijski sastav, overrun, boju, nutritivna i senzorska svojstva sladoleda.

Specifični ciljevi ovog istraživanja su:

- odrediti fizikalna svojstva, kemijski sastav (pH, sadržaj suhe tvari, mliječne masti, proteina, laktoze, mliječne kiseline, saharoze, glukoze) i viskoznost sladoledne smjese
- odrediti kemijski sastav i nutritivnu vrijednost sladoleda (sadržaj suhe tvari, mliječne masti, ukupnih proteina, kazeina, proteina sirutke, vitamina C, profil masnih kiselina)
- odrediti overrun (inkorporaciju zraka) sladoleda
- odrediti boju sladoleda (L^* , a^* i b^* vrijednost),
- odrediti senzorska svojstva sladoleda,
- usporediti fizikalna svojstva, kemijski sastav i viskoznost sladolednih smjesa te kemijski sastav, overrun, boju, nutritivna i senzorska svojstva sladoleda proizvedenih sa i bez djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu.

3. MATERIJALI I METODE RADA

3.1. PROIZVODNJA SLADOLEDA

U praktikumu Zavoda za mljekarstvo Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta u svrhu istraživanja proizvedene su dvije šarže sladoleda:

- Sladoled bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu (kontrolna skupina)
- Sladoled u čijem je sastavu 50% obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu (pokusna skupina)

Proizvodnja sladoleda sastojala se od dva dijela, od kojeg je prvi dio proizvodnja sladoledne smjese, te drugi dio zamrzavanje i proizvodnja sladoleda. Obje skupine sladolednih smjesa proizvedene su u količini od 3 L. Za pripremu sladolednih smjesa korišteni su voda, kiselo vrhnje sa 25% mliječne masti (proizvođač Vindija, Hrvatska), konzumni šećer, stabilizator guar guma (proizvođač Nutrigold, Kina), vanilija pasta (proizvođač Mayer&Geyer, GmbH, Austrija; 52% suhe tvari, 47% šećer), obrano mlijeko u prahu (proizvođač Dukat), odnosno liofilizirano kobilje mlijeko u prahu (proizvođač LacMar d.o.o., Slovenija). U pripremi pokusne sladoledne smjese zamijenjeno je 50% obranog mlijeka u prahu s liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu, dok je u pripremi kontrolne sladoledne smjese korišteno samo obrano mlijeko u prahu bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka. Izračun količine pojedinih sastojaka potrebnih za pripremu sladolednih smjesa (slika 1) jednakog sadržaja bezmasne mliječne suhe tvari (11 %), masti (10 %), saharoze (10 %), vanilija paste (15%) i stabilizatora (0,3 %) proveden je prema Goff i Hartel (2013).

Proces proizvodnje sladoledne smjese započeo je miješanjem praškastih sastojaka. U kontrolnoj sladolednoj smjesi su to bili obrano mlijeko u prahu, šećer i guar guma, dok je u pokusnoj sladolednoj smjesi 50 % količine obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu. Izmiješani praškasti sastojci dodani su u posudu sa vodom i kiselim vrhnjem te su homogenizirani štapnim mikserom. Nakon postupka homogenizacije sladoledne smjese pasterizirane su na 63°C u trajanju od 30 minuta uz konstantno miješanje. Temperatura pasterizacije mjerila se ubodnim termometrom uranjanjem termometra u posudu sa sladolednom smjesom (slika 2). Nakon postupka pasterizacije smjese, pristupilo se postupku hlađenja u trajanju od 40 do 45 minuta uranjanjem posude sa sladolednom smjesom u ledenu vodu sve dok se

temperatura sladoledne smjese nije spustila na 15°C. Po završetku postupka hlađenja, dodana je pasta od vanilije te je smjesa ponovo homogenizirana štapnim mikserom i podvrgnuta procesu zrenja u hladnjaku na temperaturi 4°C/11 h (slika 3).



Slika 1. Korišteni sastojci u proizvodnji sladoleda

Izvor: vlastita fotografija



Slika 2. Pasterizacija sladoledne smjese

Izvor: vlastita fotografija



Slika 3. Zrenje sladoledne smjese

Izvor: vlastita fotografija

Završetkom zrenja sladoledne smjese uslijedila je proizvodnja sladoleda (slika 4). Postupak proizvodnje sladoleda obuhvaćao je djelomično smrzavanje sladoledne smjese te istovremeno upuhivanje, odnosno inkorporaciju zraka u sladolednu smjesu u aparatu za sladoled (Ugolini Mini Gel Plus, Italija). Postupak proizvodnje sladoleda trajao je otprilike 1 h, odnosno do postizanja temperature od -7°C , nakon čega je uslijedilo oblikovanje i pakiranje u plastične posudice (slika 5). Nakon pakiranja u plastične posudice slijedilo je duboko smrzavanje sladoleda u zamrzivaču na -18°C kako bi se dobio finalni proizvod (slika 6).



Slika 4. Proizvodnja sladoleda u aparatu za sladoled
Izvor: vlastita fotografija



Slika 5. Sladoled nakon postupka djelomičnog smrzavanja
Izvor: vlastita fotografija



Slika 6. Sladoled nakon postupka dubokog smrzavanja

Izvor: vlastita fotografija

3.2. ANALIZE SLADOLEDNIH SMJESA

3.2.1. Fizikalna svojstva i kemijski sastav

Analize fizikalnih svojstava i kemijskog sastava sladolednih smjesa u duplikatu uključivale su određivanje udjela suhe tvari, mliječne masti, proteina, laktoze, mliječne kiseline, saharoze, glukoze i pH vrijednosti te su provedene na Sveučilištu u Zagrebu Agronomski fakultet u Referentnom laboratoriju za mlijeko i mliječne proizvode Zavoda za mljekarstvo. Sadržaj suhe tvari, mliječne masti, proteina, laktoze, saharoze, glukoze i mliječne kiseline određeni su metodom infracrvene spektrometrije (mid IR) (HRN ISO 9622:2017) na instrumentu Milkoscan FT 120 (Foss, Danska). pH vrijednost određena je potenciometrijskom metodom pH-metrom SevenMulti (Mettler Toledo, Švicarska).

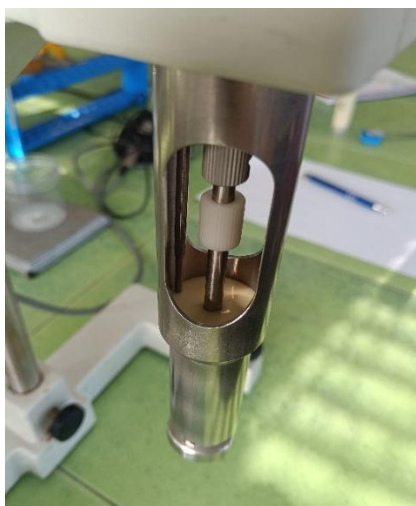
3.2.2. Viskoznost

U Laboratoriju za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu provedene su analize viskoznosti sladolednih smjesa. Za mjerenje viskoznosti korišten je rotacijski reometar RM-180 Rheometric Scientific (Rheometric, SAD) (slika 7 i 8). Reometrom su utvrđeni napon smicanja T (Pa), koeficijent konzistencije (mPas), prividna viskoznost μ (mPas) i indeks tečenja pri različitim brzinama smicanja (s^{-1}) prema metodi Krešić i sur. (2008).



Slika 7. Rotacijski reometar RM-180 Rheometric Scientific

Izvor: vlastita fotografija



Slika 8. Mjerenje viskoznosti sladoledne smjese

Izvor: vlastita fotografija

3.3. ANALIZE SLADOLEDA

3.3.1. Kemijski sastav i nutritivna vrijednost

Analize kemijskog sastava i nutritivne vrijednosti sladoleda provedene su u duplikatu. U Referentnom laboratoriju za mlijeko i mliječne proizvode Zavoda za mljekarstvo, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet provedene su analize udjela suhe tvari (ISO 3728:2004), mliječne masti (HRN EN ISO 2450:2008), profil masnih kiselina (HRN ISO 15885:2003), proteina (HRN EN ISO 8968-1:2014, modificirana metoda), kazeina (HRN EN ISO 8968-1:2014, HRN ISO 17997-2:2010) i proteina sirutke (računski iz udjela ukupnih proteina i kazeina). Sadržaj vitamina C određen je metodom HRN EN 14130:2005 u Odjelu za dodatke prehrani, biološki aktivne i psihoaktivne tvari (Odsjek za vitamine, biološki aktivne tvari, arome i eterična ulja) na Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo.

3.3.2. Boja

U Laboratoriju za senzorske analize poljoprivredno - prehrambenih proizvoda na Agronomskom Fakultetu Sveučilište u Zagrebu provedena je analiza određivanja boje sladoleda (slika 9). Korišten je kolorimetar Minolta Chroma metar CR-410 (Konica Minolta, Japan) s CIE $L^*a^*b^*$ spektrom boja s D65 standardnim osvjetljenjem i otvorom 50 mm. Mjerila se refleksija uzoraka u vidljivom području: L^* vrijednost (svjetlina tj. sjaj sladoledne smjese), a^* vrijednost (spektar od crvene do zelene nijanse) i b^* vrijednost (spektar od žute do plave boje). Analize su provedene u duplikatu.



Slika 9. Mjerenje boje sladoleda

Izvor: vlastita fotografija

3.3.3. Overrun

Overrun odnosno povećanje volumena sladoledne smjese inkorporacijom zraka tijekom djelomičnog smrzavanja sladoledne smjese određen je vaganjem jednakog volumena (50 mL) sladoledne smjese prije postupka smrzavanja (slika 10) i sladoleda nakon provedenog postupka smrzavanja (www.rokk-processing.com). Povećanje volumena (overrun) izračunato je prema formuli:

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{\text{Masa sladoledne smjese} - \text{Masa sladoled}}{\text{Masa sladoled}} \times 100$$



Slika 10. Vaganje mase sladoledne smjese u svrhu određivanja overrun-a

Izvor: vlastita fotografija

3.3.4. Senzorsko ocjenjivanje

Senzorsko ocjenjivanje sladoleda provedeno je u Laboratoriju za senzorske analize poljoprivredno - prehrambenih proizvoda Sveučilišta u Zagrebu Agronomski fakultet u Zagrebu od strane panel skupine koju je činilo 5 stručnih ocjenjivača (slika 11). Stručni ocjenjivači koristili su sustav bodovanja s maksimalnom ocjenom 20 prema metodologiji opisanoj u normama HRN ISO 22935-1, HRN ISO 22935-2 i HRN ISO 22935- 3, a ocjenjivali su vanjski izgled, boju, konzistenciju, miris i okus (slika 12). Za svako pojedino svojstvo ocjenjivački raspon iznosio je 0,25 bodova. Uzorci su bili kodirani prije senzornog ocjenjivanja troznamenkastom šifrom kako identitet sladoleda ne bi bio poznat stručnim ocjenjivačima. Uzorci su bili prezentirani nasumičnim redoslijedom u plastičnim posudicama volumena 50 mL. Kao neutralizator između ocjenjivanja različitih sladoleda korištena je voda. Na temelju postignutih ocjena, izračunat je prosječan broj bodova za svako svojstvo te ukupan broj bodova za sva svojstva.



Slika 11. Senzorsko ocjenjivanje sladoleda od strane panel skupine

Izvor: vlastita fotografija

OCJENJIVANJE KAKVOĆE PREHRAMBENIH PROIZVODA -MLIJEKO I MLIJEČNI PROIZVODI

**OCJENJIVAČKI LIST ZA SLADOLED, SLADOLEDNE SMJESE, SMRZNUTE
DESERTE I TUČENO PASTERIZIRANO VRHNJE**

Datum: _____

Tekući broj uzorka: _____

Šifra uzorka: _____

Karakteristika	Najviši broj bodova	Postignuti broj bodova	Napomena
Izgled	2		
Boja	2		
Konzistencija	4		
Miris	2		
Okus	10		
UKUPNO	20		

Ocjenjivački raspon je 0.25 bodova.

Slika 12. Ocjenjivački list panel skupine

3.4. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Utjecaj zamjene 50 % obranog mlijeka u prahu s liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu na svojstva sladoleda utvrđen je pomoću t-testa u statističkom programu SPSS v. 21.

4. REZULTATI

4.1. Fizikalna svojstva i kemijski sastav sladolednih smjesa

U tablici 1 prikazani su kemijski sastav i fizikalna svojstva sladolednih smjesa proizvedenih sa i bez djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu.

Tablica 1. Fizikalna svojstva i kemijski sastav sladolednih smjesa

Parametar	Sladoledna smjesa	
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina
Suha tvar (g/100 g)	34,60 ± 0,32	34,56 ± 0,45
Mast (g/100 g)	10,02 ± 0,09	10,16 ± 0,13
Proteini (g/100 g)	3,56 ^a ± 0,03	3,00 ^b ± 0,04
Suha tvar bez masti (g/100 g)	24,38 ± 0,22	24,18 ± 0,31
Mliječna suha tvar bez masti	11,62 ± 0,10	11,32 ± 0,15
Laktoza (g/100 g)	5,16 ^a ± 0,05	5,74 ^b ± 0,07
Saharoza (g/100 g)	10,16 ± 0,09	10,08 ± 0,13
Glukoza (g/100 g)	1,32 ± 0,01	1,36 ± 0,02
Mliječna kiselina (g/100 g)	0,50 ^a ± 0,01	0,54 ^b ± 0,01
pH	5,66 ± 0,05	5,65 ± 0,07

Kontrolna skupina – sladoledna smjesa proizvedena bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu; Pokusna skupina – sladoledna smjesa u čijoj je proizvodnji 50 % obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu; Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna greška razlike; ^{a, b} vrijednosti u istom redu označene različitim slovima značajno se razlikuju ($P < 0,05$).

Iz tablice se može uočiti da ne postoji statistički značajna razlika u sadržaju suhe tvari, mliječne bezmasne suhe tvari, mliječne masti, saharoze, glukoze te pH vrijednosti između kontrolne i pokusne skupine. Sadržaj mliječne masti i saharoze statistički se nije razlikovao između skupina, što je posljedica naravnavanja sadržaja mliječne masti i šećera u obje smjese, odnosno cilj je bio proizvesti smjese jednakog sadržaja mliječne masti, saharoze i stabilizatora. Djelomična zamjena obranog mlijeka u prahu s liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu značajno ($P < 0,05$) je utjecala na sadržaj proteina te je on bio veći u kontrolnoj sladolednoj smjesi (3,56 g/100 g) u odnosu na pokusnu sladolednu smjesu (3,00 g/100 g). Sadržaj laktoze bio je značajno ($P < 0,05$) veći u sladolednoj smjesi sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu (5,74 g/100 g) u odnosu na sladolednu smjesu koja nije sadržavala kobilje mlijeko (5,16 g /100 g). Jednako tako i vidljivo je i da postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u sadržaju mliječne kiseline.

4.2. Viskoznost sladolednih smjesa

U tablici 2 prikazani su rezultati viskoznosti sladolednih smjesa proizvedenih sa i bez djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu.

Tablica 2. Viskoznost sladolednih smjesa

Parametar	Sladoledna smjesa	
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina
Prividna viskoznost (mPas)	106,00 ^a ± 6,15	65,00 ^b ± 3,06
Koeficijent konzistencije (mPas)	6,00 ^a ± 0,35	1,09 ^b ± 0,05
Indeks tečenja (n)	0,39 ^a ± 0,02	0,17 ^b ± 0,01
Koeficijent regresije (R ²)	0,98 ± 0,06	1,00 ± 0,05

Kontrolna skupina – sladoledna smjesa proizvedena bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu; Pokusna skupina – sladoledna smjesa u čijoj je proizvodnji 50 % obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu; Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna greška razlike; ^{a, b} vrijednosti u istom redu označene različitim slovima značajno se razlikuju ($P < 0,05$).

Iz tablice je vidljivo da postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u prividnoj viskoznosti, koeficijentu konzistencije i indeksu tečenja između sladoledne smjese bez dodatka kobiljeg mlijeka i sladoledne smjese s dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka. Prividna viskoznost kontrolne sladoledne smjese bila je značajno ($P < 0,05$) veća u usporedbi sa viskoznošću pokusne sladoledne smjese. Koeficijent konzistencije kod kontrolne sladoledne smjese bio je značajno ($P < 0,05$) veći (6,00 mPas) u odnosu na sladolednu smjesu sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu (1,09 mPas). Također, kontrolna sladoledna smjesa imala je statistički značajno ($P < 0,05$) veći indeks tečenja (0,39 n) u odnosu na sladolednu smjesu sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu (0,17 n). Vrijednosti koeficijenta regresije za odgovarajući model bile su od 0,98 do 1,00 što je zadovoljavajuće za analizirane uzorke sladoleda te nije bilo statistički značajne razlike između sladolednih smjesa.

4.3. Kemijski sastav i overrun sladoleda

U tablici 3 prikazani su rezultati kemijskog sastava, nutritivne vrijednosti i overrun-a sladoleda proizvedenih sa i bez djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu.

Tablica 3. Kemijski sastav i overrun sladoleda

Parametar	Sladoled	
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina
Suha tvar (g/100 g)	36,52 ± 0,33	36,00 ± 0,46
Mliječna mast (g/100 g)	11,78 ± 0,11	11,73 ± 0,15
Proteini (g/100 g)	3,55 ^a ± 0,04	3,41 ^b ± 0,04
Kazein (g/100 g)	2,91 ^a ± 0,14	2,42 ^b ± 0,08
Proteini sirutke (g/100 g)	0,64 ^a ± 0,15	0,99 ^b ± 0,05
Vitamin C (L- askorbinska kiselina (mg/100g)	3,86 ^a ± 0,04	5,05 ^b ± 0,07
Overrun (%)	23,91 ^a ± 0,22	30,18 ^b ± 0,39

Kontrolna skupina – sladoled proizveden bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu; Pokusna skupina – sladoled u čijoj je proizvodnji 50 % obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu; Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna greška razlike; ^{a, b} vrijednosti u istom redu označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05).

Djelomična zamjena obranog mlijeka u prahu sa liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu nije statistički značajno utjecala na sadržaj suhe tvari i masti u sladoledu. Međutim, sadržaj kazeina bio je značajno veći (P<0,05) u kontrolnom sladoledu (2,91 g/100 g) u odnosu na pokusnu skupinu sladoleda (2,42 g/100 g), što je utjecalo i na sadržaj ukupnog proteina koji je također bio statistički značajno veći (P<0,05) u kontrolnoj skupini. Sladoled u kojem je obrano mlijeko u prahu djelomično zamijenjen liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu imao je statistički značajno (P<0,05) veći sadržaj biološki visokovrijednih proteina sirutke (0,99g/100 g) u odnosu na sladolednu smjesu koja nije sadržavala liofilizirano kobilje mlijeko u prahu (0,64 g/100 g). Sadržaj vitamina C, jednog od pokazatelja nutritivne vrijednosti, značajno se razlikovao (P<0,05) između sladoleda kontrolne i pokusne skupine pri čemu je značajno veći sadržaj vitamina C imao sladoled sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu (5,05 mg/100 g). Overrun kao važno svojstvo sladoleda značajno se (P<0,05) razlikovao između kontrolne i pokusne skupine sladoleda. Pokusna skupina sladoleda sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu imala je značajno veći overrun (30,18 %) u odnosu na kontrolnu skupinu (23,91 %).

Tablica 4 prikazuje profil masnih kiselina kao jednog od pokazatelja nutritivne vrijednosti sladoleda proizvedenih sa i bez djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu.

Tablica 4. Profil masnih kiselina sladoleda

Masna kiselina (g/100 g)	Sladoled	
	Kontrolni	Pokusni
C4:0	4,00 ± 0,05	3,79 ± 0,13
C6:0	2,16 ± 0,02	2,21 ± 0,04
C8:0	1,39 ± 0,01	1,40 ± 0,04
C10:0	3,24 ± 0,03	3,29 ± 0,09
C11:0	0,00 ^a ± 0,00	0,09 ^b ± 0,01
C12:0	3,47 ^a ± 0,04	3,74 ^b ± 0,05
C13:0	0,32 ± 0,01	0,35 ± 0,07
C14:0	10,38 ^a ± 0,11	11,01 ^b ± 0,11
C14:1	0,93 ^a ± 0,01	1,04 ^b ± 0,03
C15:0	1,06 ± 0,01	1,07 ± 0,01
C15:1	0,00 ^a ± 0,00	0,22 ^b ± 0,01
C16:0	30,51 ± 0,31	31,10 ± 0,32
C16:1	1,68 ^a ± 0,02	1,86 ^b ± 0,02
C17:1	0,27 ± 0,01	0,28 ± 0,01
C18:0	8,82 ± 0,09	8,47 ± 0,24
C18:1n9	22,04 ± 0,23	21,35 ± 0,98
C18:2n6	2,61 ± 0,06	2,86 ± 0,16
C18:3n6	0,00 ± 0,00	0,07 ± 0,04
C18:3n3	0,49 ^a ± 0,01	0,54 ^b ± 0,01
C20:0	0,09 ± 0,00	0,08 ± 0,05
C20:1n9	0,11 ± 0,00	0,08 ± 0,05
C20:3n6	0,09 ^a ± 0,00	0,00 ^b ± 0,00
C21:0	0,23 ^a ± 0,01	0,00 ^b ± 0,00
C20:5n3	0,00 ± 0,00	0,21 ± 0,12
C22:0	0,25 ± 0,01	0,57 ± 0,27
C24:0	0,02 ± 0,01	0,05 ± 0,03
C22:6n3	0,07 ^a ± 0,01	0,22 ^b ± 0,12
C24:1n9	0,13 ± 0,01	0,36 ± 0,16
Ostale komponente	5,24 ^a ± 0,36	3,14 ^b ± 0,55
Zasićene masne kiseline	66,40 ± 0,66	67,69 ± 0,68
Nezasićene masne kiseline	28,37 ± 0,28	29,07 ± 0,82
Mononezasićene masne kiseline	25,16 ± 0,27	25,17 ± 0,84
Polinezasićene masne kiseline	3,22 ^a ± 0,05	3,91 ^b ± 0,05

Kontrolna skupina – sladoled proizveden bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu; Pokusna skupina – sladoled u čijoj je proizvodnji 50 % obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu; Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna greška razlike; ^{a, b} vrijednosti u istom redu označene različitim slovima značajno se razlikuju (P<0,05).

Analizom profila masnih kiselina utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,05$) između sadržaja polinezasićenih masnih kiselina između sladoleda kontrolne i pokusne skupine. Pokusni sladoled koji sadrži dodatak liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu ima značajno veću ($P < 0,05$) količinu polinezasićenih masnih kiselina (3,91) u odnosu na kontrolni sladoled bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka (3,22). Gledajući pojedinačno, statistički značajno više ($P < 0,05$) ima polinezasićenih kiselina C18:3n3, C20:3n6 i C22:6n3 u pokusnom sladoledu u usporedbi sa kontrolnim sladoledom. Sadržaj zasićenih masnih kiselina C11:0, C12:0 i C14:0 bile su značajno veće ($P < 0,05$) u sladoledu pokusne skupine u odnosu na sladoled kontrolne skupine, međutim ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina nije se značajno razlikovao ($P > 0,05$). Utvrđene su i statistički značajno ($P < 0,05$) veće količine mononezasićenih masnih kiselina C14:1, C15:1 i C16:1 u pokusnom sladoledu sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu u odnosu na sladoled bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu. Za ukupan sadržaj nezasićenih masnih kiselina te mononezasićenih masnih kiselina nije utvrđen značajna ($P > 0,05$) razlika između kontrolnog i pokusnog sladoleda.

4.4. Boja sladoleda

Tablica 5 prikazuje vrijednosti L* (svjetlina), a* (crveno-zelena koordinata) i b* (žuto-plava koordinata) sladoleda proizvedenih sa i bez djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu.

Tablica 5. Pokazatelji boje sladoleda

Parametar	Sladoled	
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina
L*	90,93 ^a ± 0,21	92,60 ^b ± 0,46
a*	-1,06 ± 0,02	-1,08 ± 0,04
b*	18,99 ± 0,28	18,81 ± 0,30

Kontrolna skupina – sladoled proizveden bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu; Pokusna skupina – sladoled u čijoj je proizvodnji 50 % obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu; Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna greška razlike; a, b vrijednosti u istom redu označene različitim slovima značajno se razlikuju ($P < 0,05$).

Iz tablice 5 vidljivo je da je L* vrijednost visoka što ukazuje da su i kontrolni i pokusni sladoled svjetlije boje pri čemu se ističe statistički značajno ($P < 0,05$) svjetlija boja pokusne skupine sladoleda sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu (92,60) u odnosu na kontrolnu skupinu sladoleda (90,93). Djelomična zamjena obranog mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu nije imala statistički značajan utjecaj na zeleni spektar boja (a* vrijednost) i na žuti spektar boja (b* vrijednost).

4.5. Senzorska svojstva sladoleda

Utjecaj zamjene 50% obranog mlijeka u prahu sa 50% liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu na senzorna svojstva sladoleda, prikazan je u tablici 6.

Tablica 6. Ocjene senzorskih svojstava sladoleda od strane stručnih ocjenjivača

Svojstvo	Sladoled	
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina
Izgled	2,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00
Boja	2,00 ± 0,00	2,00 ± 0,00
Konzistencija	3,75 ± 0,08	3,65 ± 0,10
Miris	1,95 ± 0,05	1,95 ± 0,05
Okus	9,75 ± 0,14	9,60 ± 0,13
UKUPNO	19,45 ± 0,2	19,20 ± 0,23

Kontrolna skupina – sladoled proizveden bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu; Pokusna skupina – sladoled u čijoj je proizvodnji 50 % obranog mlijeka u prahu zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu; Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± standardna greška razlike; a, b vrijednosti u istom redu označene različitim slovima značajno se razlikuju ($P < 0,05$).

Iako su senzorska svojstva kontrolne skupine sladoleda ocijenjena višom ukupnom ocjenom od strane stručne panel skupine, nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$). Izgled i boja kontrolnog i pokusnog sladoleda ocijenjeni su maksimalnim brojem bodova za navedena svojstva (2,00), a miris nešto nižom ocjenom od maksimalne (1,95). Bez statistički značajne razlike ($P > 0,05$) konzistencija i okus sladoleda kontrolne skupine ocijenjeni su višom ocjenom.

5. RASPRAVA

Svojstva sladoleda poput viskoznosti i sposobnosti tučenja odnosno overrun-a uvelike ovise o sastojcima korištenima za pripremu sladoledne smjese. Fizikalna svojstva i kemijski sastav sladoledne smjese izravno utječu na senzorska svojstva i kvalitetu sladoleda (Božanić, 2012; Goff i Hartel, 2013.). Značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj proteina u kontrolnoj sladolednoj smjesi bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu u odnosu na pokusnu sladolednu smjesu (tablica 1) gdje je zamijenjeno 50% obranog mlijeka u prahu s liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu posljedica je većeg udjela proteina u kravljem mlijeku u odnosu na kobilje mlijeko. Kravlje mlijeko prosječno sadrži 3,25 % proteina, dok kobilje mlijeko sadrži značajno nižu količinu proteina, u prosjeku oko 2,1%. Osim toga i sastav proteina se razlikuje. Kobilje mlijeko pripada skupini albuminskog mlijeka zbog većeg sadržaja proteina sirutke (39%) u odnosu na kravlje mlijeko (17,5%) (Božanić i sur., 2018), čime se može objasniti i značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj proteina sirutke u sladoledu pokusne skupine (0,99g/100 g) u odnosu na sladoled kontrolne skupine (0,64g/100g), kako je vidljivo iz tablice 3. Nadalje, zbog većeg sadržaja kazeina u kravljem mlijeku u odnosu na kobilje mlijeko (Božanić i sur., 2018), kontrolni sladoled bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka imao je značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj ukupnog proteina i kazeina u usporedbi sa sladoledom pokusne skupine. Rezultat sadržaja proteina sirutke kao i činjenica da kobilje ne sadrži alfa- s_1 -kazein, frakciju kazeina uzročnika alergije kod djece, ukazuje na to da sladoled sa dodatkom kobiljeg mlijeka može biti svrstan u kategoriju funkcionalnih sladoleda. Osim što se kobilje mlijeko može koristiti kao zamjena za kravlje mlijeko u slučaju alergije, dodanu vrijednost daje mu njegova lakša probavljivost. Proteini sirutke u želucu stvaraju mekši koagulum koji se lakše razgrađuje i brže prolazi kroz probavni trakt u odnosu na kazein koji tvori čvrst i zrnasti koagulum (Končurat i sur., 2022.)

U odnosu na kravlje mlijeko kobilje mlijeko sadrži veći udio laktoze (Ivanković i sur., 2016) što se odrazilo i na sadržaj laktoze u sladoledu. Iz tablice 1 uočava se da je sladoled pokusne skupine u čijoj proizvodnji je dodano liofilizirano kobilje mlijeko u prahu imao značajno veću ($P < 0,05$) količinu laktoze (5,74g/100 g) u odnosu na kontrolni sladoled (5,16 g/100 g). Kobilje mlijeko sadrži 6,5% laktoze koja u kobiljem mlijeku predstavlja visoko aktivni bifidogeni faktor koji je nezamjenjiv u hrani za dojenčad. Nadalje, za dojenčad sa izrazitom alergijom na kravlje mlijeko prikladna zamjena je kobilje mlijeko jer je sličnog sastava uspoređujući sa humanim

mlijekom (Akanova i sur., 2017.). Međutim, zbog većeg sadržaja laktoze sladoled pokusne skupine nije pogodan za osobe sa netolerancijom na laktozu.

Značajno je veći ($P < 0,05$) sadržaj mliječne kiseline u pokusnoj sladolednoj smjesi sa liofiliziranim kobiljim mlijekom (0,54g/100g) u odnosu na kontrolnu sladolednu smjesu bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka (0,50g/100g). Mliječna kiselina iz kiselog vrhnja uzrokovala je blagu kiselost sladoledne smjese, što je dalo i blago kiselkasti okus sladoleda. Unatoč većem sadržaju mliječne kiseline u pokusnoj sladolednoj smjesi pH vrijednost nije se značajno razlikovala između pokusne i sladoledne smjese što se može pripisati većem sadržaju proteina sirutke u pokusnoj sladolednoj odnosno njihovom pufernom kapacitetu (Kim i sur., 2018).

Kobilje mlijeko u odnosu na kravlje mlijeko sadrži 5 do 7 puta više vitamina C (Avreljo i sur., 2009.) te veću antioksidativnu vrijednost (Pieszka i sur., 2016.). Navedeno je potvrđeno i u ovom istraživanju te je iz tablice 3 vidljiv značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj vitamina C u pokusnoj sladolednoj smjesi u kojoj je 50% obranog mlijeka u prahu zamijenjeno sa liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu, što ga svrstava u skupinu funkcionalnog sladoleda. Akanova i sur. (2017.) proizveli su sladoled od kobiljeg i kravljeg mlijeka u tri različita omjera. Rezultati istraživanja pokazali su da sladoled sa najvećim postotkom kobiljeg mlijeka sadrži najveću količinu vitamina C. Pasterizacija sladoledne smjese, važan je tehnološki korak u proizvodnji sladoleda jer omogućava postizanje potpune topljivosti sastojaka (proteini, stabilizatori), poboljšava okus smjese, osigurava veću ujednačenost proizvoda te produljuje trajnost proizvoda kroz uništenje patogenih mikroorganizama te ostalih mikroorganizama i enzima mlijeka (Goff i Hartel, 2013), međutim može smanjiti koncentraciju vitamina C s obzirom na njegovu toplinsku labilnost (Blagović i sur., 1963.). Zbog osjetljivosti proteina sirutke na visoke temperature, tijekom provedbe ovog istraživanja korištena je niža temperatura pasterizacije ($63^{\circ}\text{C}/30\text{ min}$) u odnosu na uobičajenu ($83\text{--}85^{\circ}\text{C}/15\text{--}30\text{ sekundi}$), što je zasigurno utjecalo i na smanjenje gubitka vitamina C. U nastavku ovog istraživanja bilo bi zanimljivo ispitati utjecaj različite temperature pasterizacije sladoledne smjese na sadržaj vitamina C u sladoledu.

Nizak udio mliječne masti i jedinstveni sastav masnih kiselina, čine kobilje mlijeko izrazito vrijednom namirnicom (Salimei i sur, 2012). Mliječna mast kobiljeg mlijeka karakterizirana je visokom sadržajem polinezasićenih masnih kiselina i niskim sadržajem zasićenih masnih kiselina (Cais-Sokolińska i sur., 2023). Končurat i sur. (2022.) navode da je udio nezasićenih masnih kiselina u kobiljem i humanom mlijeku veći u odnosu na kravlje mlijeko, a najviše ima

polinezasićenih masnih kiselina sa srednjim i većim brojem ugljikovih atoma. Također navode da je u kobiljem mlijeku utvrđena manja količina kolesterola uspoređujući sa humanim i kravljim mlijekom gdje su utvrđene podjednake vrijednosti. U skladu sa literaturnim navodima, analiza profila masnih kiselina pokazala je značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj ukupnih polinezasićenih masnih kiselina u pokusnom sladoledu koji sadrži dodatak liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu. Sastav kobiljeg mlijeka karakterizira visok udio linolne ($C_{18:2n6}$) i alfa-linolenske ($C_{18:3n3}$) polinezasićene masne kiseline (Doreau i Martuzzi, 2006), što je u skladu i sa rezultatima ovog istraživanja. Iz tablice 4 vidljivo je da je sladoled pokusne skupine s dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu imao značajno veću ($P < 0,05$) količinu alfa-linolenske masne kiseline u odnosu na kontrolni sladoled bez dodatka liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu. Također, djelomična zamjena mlijeka u prahu liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu rezultirala je i značajno većim ($P < 0,05$) sadržaj polinezasićene masne kiseline $C_{22:6n3}$ u sladoledu pokusne skupine.

Viskoznost je moguće opisati kao svojstvo tekućina i plinova koje objašnjava njihov otpor protjecanju. Na viskozitet sladoledne smjese utječu sastav smjese, korišteni sastojci, temperatura i procesi prerade poput pasterizacije, homogenizacije i zrenja smjese (Božanić, 2012.). Najveća viskoznost sladoledne smjese je nakon procesa zrenja te se daljnjim mehaničkim miješanjem smanjuje (Leighton i Williams, 2002.). Viskoznost sladoledne smjese važan je reološki parametar koji utječe na teksturu i kvalitetu gotovog sladoleda. Isto tako, dobra razina viskoznosti nužna je za pravilno tučenje smjese i ugradnje zraka odnosno overrun. Overrun predstavlja povećanje volumena smjese inkorporacijom zraka u smjesu tijekom postupka djelomičnog smrzavanja (Goff i Hartel, 2013.). Primjerice, kod sladolednih smjesa koje imaju veću viskoznost, tijekom smrzavanja otežana je inkorporacija zraka u smjesu (manji overrun). S druge strane, smjese preniske viskoznosti lakše zadržavaju zrak, no konačni proizvod nema zadovoljavajuću čvrstoću (Goff i Hartel, 2013.). Prema Marshall i sur. (2003), kazein i proteini sirutke izrazito su važni za doprinos viskoznosti sladoledne smjese. Proteini koji se nalaze u sastavu sladoledne smjese izravno utječu na strukturu sladoleda zbog njihove mogućnosti vezanja vode. Kapacitet vezanja vode različit je za različite proteine, pa je tako poznato da 1 g kazeina može vezati 3 g vode, dok 1 g proteina sirutke veže 1 g vode (Božanić, 2012.). Navedeno može objasniti veću prividnu viskoznost kontrolne sladoledne smjese, s obzirom da je sladoledna smjesa kontrolne skupine sadržavala više proteina, te je u sastavu prevladavao kazein, u usporedbi sa pokusnom sladolednom

smjesom sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu gdje je prividna viskoznost bila značajno ($P < 0,05$) manja zbog većeg sadržaja proteina sirutke (tablica 2). Također, zbog značajno ($P < 0,05$) veće prividne viskoznosti sladoledne smjese kontrolne skupine overrun je bio značajno ($P < 0,05$) manji (tablica 3). Jednako utvrđuju i Roy i sur. (2022) koji navode da se u proizvodnji sladoleda od bivoljeg mlijeka s povećanim sadržajem proteina (6,8% i 10%) s povećanjem sadržaja proteina povećava viskoznost smjesa, dok se overrun smanjuje. Smanjenjem % overruna povećava se količina sladoledne smjese, a smanjuje količina zraka u sladoledu, te se posljedično povećava i energetska vrijednost sladoleda, ali i cijena (Goff i Hartel, 2013). Koeficijent konzistencije je parametar koji predstavlja viskoznu prirodu tekućine (Kaminska-Dwórznička i sur., 2022.). Usporedbom koeficijenta konzistencije pokusne i kontrolne sladoledne smjese (tablica 2) vidljivo je da je pokusna smjesa sa dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu imala značajno ($P < 0,05$) niži koeficijent konzistencije (1,09 mPas) u odnosu na kontrolnu smjesu (6,00 mPas) što se može objasniti značajno ($P < 0,05$) manjim sadržajem proteina, ali značajno ($P < 0,05$) većim sadržajem proteina sirutke u sladoledu pokusne skupine (tablica 3) što je u skladu i sa rezultatima sličnih istraživanja. Abbas Sayed (2018.) navodi da sladoledne smjese sa dodatkom sirutke imaju manju viskoznost i koeficijent konzistencije u odnosu na sladoledne smjese bez proteina sirutke. Roy i sur. (2022.) navode da veći sadržaj proteina povećava koeficijent konzistencije viskoproteinskog sladoleda. Indeks tečenja predstavlja odstupanje od Newtonovog protoka, odnosno od vrijednosti $n=1$. S obzirom da pseudoplastični fluidi imaju vrijednost $n < 1$, a dilatantni fluidi $n > 1$ (Barukčić i sur., 2022.), prema dobivenim vrijednostima indeksa tečenja obje pokusne skupine pripadaju pseudoplastičnim ne-Newtonovim tekućinama.

Boja je jedan od glavnih čimbenika koji utječu na percepciju hrane kod potrošača te može utjecati na odluku o kupnji. Promjena boje mliječnih proizvoda može biti indikator svježine, higijenske ispravnosti i kvalitete samog proizvoda (Tratnik i Božanić, 2012). Kobilje mlijeko se svojim senzorskim svojstvima posve razlikuje od kravljeg, a jedna od najznačajnijih razlika je razlika u boji, koja je prozirno bijela (Božanić i sur., 2018). Jednako tako, liofilizirano kobilje mlijeko u prahu bijele je boje uspoređujući sa obranim kravljim mlijekom u prahu koje je žućkaste boje. Navedene razlike dovele su do značajno ($P < 0,05$) veće L^* vrijednosti sladoleda pokusne skupine. Iako se svjetlina sladoleda značajno razlikovala mjerenjem kromametrom, ocjena za boju sladoleda od strane panel skupine nije se značajno razlikovala, kako je vidljivo iz tablice 6. Također, vidljivo je da je sladoled pokusne skupine ocijenjen nižim ocjenama, ali nije bilo

statistički značajne razlike. Neki od komentara koje su članovi panel skupine naveli u listiću za ocjenjivanje je da je sladoled pokusne skupine imao blago ljepljivu i gumenu konzistenciju te da se u okusu osjetila blago karamelizirana nota te strani okus. Navedeni rezultat ukazuje da je zamjena obranog mlijeka liofiliziranim kobiljem mlijekom u prahu u količini od 50% optimalna, odnosno da bi zamjena u većoj količini mogla značajno negativno utjecati na navedena svojstva.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata provedenog istraživanja djelomične zamjene obranog mlijeka u prahu sa liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu u proizvodnji funkcionalnog sladoleda, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Liofilizirano kobilje mlijeko u prahu imalo je značajan ($P < 0,05$) utjecaj na fizikalna i kemijska svojstva sladolednih smjesa i sladoleda.
- Sladoled u kojem je obrano mlijeko u prahu djelomično zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu sadržavao je značajno ($P < 0,05$) manje proteina i kazeina te značajno ($P < 0,05$) više proteina sirutke, vitamina C i polinezasićenih masnih kiselina.
- Sladoled sa liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu sadržavao je značajno ($P < 0,05$) više laktoze zbog čega nije dobar izbor za osobe sa netolerancijom na laktozu.
- Značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj vitamina C, proteina sirutke i polinezasićenih masnih kiselina u pokusnom sladoledu gdje je obrano mlijeko u prahu djelomično zamijenjeno liofiliziranim kobiljim mlijekom prahu, povećava nutritivnu vrijednost sladoleda te ga svrstava u skupinu funkcionalnih sladoleda.
- Niži sadržaj proteina i veći sadržaj proteina sirutke u sladoledu sa liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu rezultirali su značajno ($P < 0,05$) nižom prividnom viskoznošću, indeksom tečenja i koeficijenta konzistencije, što je izravno utjecalo na značajno ($P < 0,05$) veći overrun u proizvodnji sladoleda.
- Bjelija i svjetlija boja liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu u usporedbi sa obranim mlijekom u prahu imala je za posljedicu značajno ($P < 0,05$) veću L^* vrijednost sladoleda.
- Liofilizirano kobilje mlijeko u prahu ima potencijal kao djelomična zamjena za obrano mlijeko u prahu s obzirom da stručna panel skupina nije uočila značajan negativan utjecaj na senzorna svojstva sladoleda.

7. ZAHVALE

Željela bih se posebno zahvaliti cijenjenoj mentorici izv. prof. dr. sc. Milni Tudor Kalit na ukazanom povjerenju, savjetima i pomoći, izdvojenom vremenu, strpljenju i velikoj podršci prilikom izrade ovog rada. Njezina stručnost i posvećenost bili su mi od velike važnosti i ključni za završetak rada.

Iskrena zahvala svim profesorima Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su bili članovi panela za senzorno ocjenjivanje sladoleda.

Hvala puno svim djelatnicima Referentnog laboratorija za mlijeko i mliječne proizvode Zavoda za mljekarstvo za provođenje kemijskih analiza sladoleda i sladolednih smjesa.

Velika zahvala dr.sc. Lei Pollak, voditeljici odjela za dodatke prehrani, biološki aktivne i psihoaktivne tvari (Odsjek za vitamine, biološki aktivne tvari, arome i eterična ulja) na Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo koja nam je omogućila određivanje vitamina C u svrhu istraživanja.

Također, veliko hvala izv. prof. dr. sc. Katarini Lisak Jakopović sa Zavoda za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu koja mi je pomogla u određivanju viskoznosti sladolednih smjesa.

Zahvaljujem se svojim roditeljima na podršci, razumijevanju i motivaciji tijekom ne samo pisanja ovog rada već i tijekom cijelog mog obrazovanja.

Za kraj, želim zahvaliti svojoj voljenoj osobi koja je bila moj veliki oslonac prilikom pisanja ovog rada, kao i u svim životnim izazovima.

8. POPIS LITERATURE

1. Abbas Syed, Q. (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 8 (6), 422-435.
2. Akanova, A., Kikebayev, N., Shaikenova, K., Seiitkazhy, Z., Okuskhanova, E. (2017). kobiNutritive and Biological Value of Mare's Milk Ice Cream. *Pakistan Journal of Nutrition*, 16(6), 457-462.
3. Avreljo, D., Baban, M., Mijić, P., Antunović, Z., Ernoić, M., Antunović, B. (2009). Mogućnosti proizvodnje i korištenja kobiljeg mlijeka. *Krmiva: časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 51 (6), 343-350.
4. Barukčić, I., Filipan, K., Lisak Jakopović, K., Božanić, R., Blažić, M., Repajić, M. (2022). The Potential of Olive Leaf Extract as a Functional Ingredient in Yoghurt Production: The Effects on Fermentation, Rheology, Sensory, and Antioxidant Properties of Cow Milk Yoghurt. *Foods*, 11 (5), 701.
5. Blagović, D., Stanković, Z., Filjak, D. (1963). Vitaminiziranje industrijskog krem sladoleda vitaminom C. *Mljekarstvo*, 13 (11 i 12), 244-248.
6. Božanić, R. (2012). Sladoled. U: *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 441-470.
7. Božanić, R., Lisak Jakopović, K., Barukčić, I. (2018). Kobilje mlijeko. U: *Vrste mlijeka*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, 61-76.
8. Businco, L., Giampietro, P. G., Lucenti, P., Lucaroni, F., Pini, C., Di Felice, G., Iacovacci, P., Curadi, C., & Orlandi, M. (2000). Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 105(5), 1031–1034.
9. Cais-Sokolińska, D., Teichert, J., Gawalek, J. (2023). Foaming and Other Functional Properties of Freeze-Dried Mare's Milk. *Foods*, 12 (11), 2274.
10. Doreau, M., Martuzzi, F. (2006). Milk yield of nursing and dairy mares. U: *Nutrition and feeding of the broodmare* (ur. Miraglia, N., Martin-Rosset, W.). EAAP publication, No 120, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Nizozemska, 57-64.
11. Dorić, I., Lisak Jakopović, K., Barukčić, I., Božanić, R. (2019). Utjecaj mlijeka na zdravlje čovjeka. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition* 14 (1 – 2), 24 – 32.

12. Goff H. D., Hartel R. W. (2013). Ice Cream, 7. izdanje. Springer, New York.
13. HRN EN 14130 (2005). Određivanje vitamina C HPLC metodom. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
14. HRN EN ISO 2450 (2008). Vrhnje – Određivanje udjela masti – Gravimetrijska metoda (Röse-Gottlieb, referentna metoda). Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
15. HRN EN ISO 8968-1 (2014). Mlijeko – Određivanje sadržaja dušika – 1. dio: Kjeldahlovo načelo i izračunavanje sirovih proteina. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
16. HRN ISO 17997-2 (2010). Mlijeko – Određivanje udjela kazeinskog dušika – 2. dio: Direktna metoda. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
17. HRN ISO 15885 (2003). Mliječna mast - Određivanje sastava mliječne masti plinsko-tekućinskom kromatografijom. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
18. HRN ISO 9622 (2017). Mlijeko i tekući mliječni proizvodi- smjernice za primjenu infracrvene spektrometrije u srednjem infracrvenom području. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
19. HRN ISO 22935-1 (2009). Mlijeko i mliječni proizvodi- senzorske analize- 1. dio: Opće upute za regrutiranje, odabir, osposobljavanje i nadziranje ocjenitelja. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
20. HRN ISO 22935-2 (2009). Mlijeko i mliječni proizvodi -- Senzorske analize -- 2. dio: Preporučene metode za senzorsku ocjenu. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
21. HRN ISO 22935-3 (2009). Mlijeko i mliječni proizvodi – senzorske analize-3. dio: upute o metodi za ocjenu sukladnosti sa specifikacijom proizvoda za senzorska svojstva određena bodovanjem. Hrvatski zavod za norme: Zagreb, Hrvatska.
22. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/functional-food-market>.
Pristupljeno 20. srpnja 2025.
23. ISO 3728 (2004). Ice-cream and milk ice — Determination of total solids content (Reference method).
24. Ivanković, A., Potočnik, K., Ramljak, J., Mirjana, B., Antunac, N. (2016). Mlijeko kobila i magarica. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
25. Jastrzębska, E., Wadas, E., Daszkiewicz, T., Pietrzak-Fiećko, R. (2017). Nutritional value and health-promoting properties of mare's milk – a review. Czech Journal of Animal Science, 62, 511–518.

26. Kim, M., Sejong, O., Imm, J. (2018.). Buffering capacity of dairy powders and their effect on yoghurt quality. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(2), 273-281.
27. Končurat, A., Kozačinski, L., Bilandžić, N., Sukalić, T., Cvetnić, Ž. (2022). Prehrambene specifičnosti proteina i masti u kobiljem mlijeku u odnosu na humano i kravlje mlijeko. *Veterinarska stanica*, 53 (2), 201-212.
28. Krešić, G., Lelas, V., Režek Jambrak, A., Herceg, Z., Rimac Brnčić, S. (2008). Influence of novel food processing technologies on the rheological and thermophysical properties of whey proteins. *Journal of Food Engineering*, 87, 64-73.
29. Leighton, A., Williams, O. E. (2002). The basic viscosity of ice-cream mixes. *The Journal of Physical Chemistry*, 31(4), 596-600.
30. Marshall, R. T., Arbuckle W. S. (1996). *Ice Cream*, 5. izdanje. Chapman & Hall, New York, SAD.
31. Marshall, R.T., Goff, H.D., Hartel, R.W. (2003). *The Science of Ice Cream* (2nd ed.). Elsevier, New York, SAD.
32. Meneses, R.B., Silva M.S., Monteiro M.L.G., Rocha-Leão M.H.M., Conte-Junior C.A. (2020). Effect of dairy by-products as milk replacers on quality attributes of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 103 (11), 10022-10035.
33. Pieszka, M., Luszczynski, J., Zamachowska, M., Augustyn, R., Dlugosz, B., Hedrzak, M. (2016). Is mare milk an appropriate food for people? – A review. *Annals of Animal Science*, 16(1), 33 51.
34. Potočnik, K., Gantner, V., Kuterovac, K., Cividini, A. (2011). Kobilje mlijeko: sastav i frakcije proteina u usporedbi s drugim vrstama mlijeka. *Mljekarstvo*, 61 (2), 107-113.
35. Roy, S., Hussainb, S.A., Prasada W.G., Khetraa ,Y. (2022). Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate. *Applied Food Research*, 2, 100029.
36. Salimei, E. (2011). Animals that produce dairy foods - Donkey. U: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Vol. 1, 2. izd. (ur. J.W. Fuquay, P.F. Fox, P.L.H. McSweeney). Academic Press, San Diego, CA, SAD, 365-373.
37. Salimei, E., Park, Y.W. (2017). Mare milk. U: *Handbook of milk of non-bovine mammals* (ur. Park, Y.W., Haenlein, G.F.W., Wendorff, W.L.). Wiley Blackwell, Oxford, Velika Britanija.

38. Sgroi, F., Sciortino, C., Baviera-Puig, A., Modica, F. (2024). Analyzing consumer trends in functional foods: A cluster analysis approach. *Journal of Agriculture and Food Research*, 15, 101041.
39. Szkolnicka, K., Mituniewicz-Małek, A., Dmytrów, I., Bogusławska-Wąs, E. (2024). The use of mare's milk for yogurt ice cream and synbiotic ice cream production. *PloS one*, 19(8), e0304692.
40. Tratnik, Lj., Božanić, R. (2012). *Mlijeko i mliječni proizvodi*. Hrvatska mljekarska udruga, zagreb.
41. Tudor Kalit M. (2020). *Prehrana u funkciji javnog zdravstva*. U: *Sigurnost hrane*, 2.izd. (Ur. Havranek J., Tudor Kalit M.). M.E.P. d.o.o., Zagreb, 397 – 422.

9. SAŽETAK

Patricia Kunić

Potencijal korištenja liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu u proizvodnji funkcionalnog sladoleda

Povećana svijest potrošača o povezanosti zdravlja i prehrane rezultirala je porastom interesa za funkcionalnom hranom, namirnicama koje uz svoju osnovnu nutritivnu vrijednost imaju i pozitivan učinak na zdravlje ljudi. Među njima zbog visoke nutritivne vrijednosti posebnu pozornost privlači kobilje mlijeko. Sladoled se sve češće koristi kao nosač tvari koje imaju pozitivan utjecaj na zdravlje ljudi. Jedan od neizostavnih sastojaka u proizvodnji sladoleda je obrano mlijeko u prahu koje se koristi za optimiziranje mliječne bezmasne suhe tvari u sastavu sladoleda. Stoga, cilj rada bio je istražiti potencijal korištenja liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu kao djelomične zamjene za obrano mlijeko u prahu u proizvodnji funkcionalnog sladoleda. Proizvedene su kontrolna i pokusna skupina sladoleda. Kontrolna skupina bio je sladoled sa obranim mlijekom u prahu, dok je pokusnu skupinu činio sladoled u kojem je 50% obranog mlijeka u prahu zamijenjeno sa liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu. Analize sladolednih smjesa uključivale su određivanje udjela suhe tvari, mliječne masti, proteina, laktoze, mliječne kiseline, saharoze, glukoze, pH vrijednosti i viskoznosti, dok su analize sladoleda uključivale određivanje udjela suhe tvari, mliječne masti, masnih kiselina, proteina, kazeina, proteina sirutke, vitamina C, boje i overrun-a. Senzorna svojstva sladoleda ocijenila je panel skupina. Korištenje liofiliziranog kobiljeg mlijeka u prahu kao zamjene za obrano mlijeko u prahu značajno ($P < 0,05$) je utjecalo na sastav i viskoznost sladoledne smjese, kemijski sastav, boju i overrun sladoleda, dok nije bilo značajnog utjecaja na senzorska svojstva. Prividna viskoznost, indeks tečenja, koeficijent konzistencije bili su veći u sladolednoj smjesi s dodatkom liofiliziranog kobiljeg mlijeka što je rezultiralo većim overrun-om sladoleda. Sladoled s liofiliziranim kobiljim mlijekom u prahu imao je veći sadržaj proteina sirutke, vitamina C i polinezasićenih masnih kiselina što povećava njegovu nutritivnu vrijednost te ga svrstava u skupinu funkcionalnih sladoleda.

Ključne riječi: kobilje mlijeko, viskoznost sladoledne smjese, senzorska svojstva sladoleda, nutritivna vrijednost sladoleda

10. SUMMARY

Patricia Kunić

The potential of using lyophilized mare's milk powder in the production of functional ice cream

Increased consumer awareness of the link between health and nutrition has led to a growing interest in functional foods — foods that, in addition to their basic nutritional value, have a positive effect on human health. Among these, mare's milk attracts special attention due to its high nutritional value. Ice cream is increasingly used as a carrier for substances that have a positive impact on human health. One of the essential ingredients in ice cream production is skimmed milk powder, which is used to optimize the non-fat milk solids in the ice cream's composition. Therefore, the aim of this study was to investigate the potential of using lyophilized mare's milk powder as a partial substitute for skimmed milk powder in the production of functional ice cream. A control group and an experimental group of ice creams were produced. The control group was ice cream with skimmed milk powder, while the experimental group was ice cream in which 50% of the skimmed milk powder was replaced with lyophilized mare's milk powder. The analyses of the ice cream mixes included the determination of dry matter content, milk fat, proteins, lactose, lactic acid, sucrose, glucose, pH value, and viscosity, while the analyses of the ice cream included the determination of dry matter content, milk fat, fatty acids, proteins, casein, whey proteins, vitamin C, colour, and overrun. The sensory properties of the ice cream were evaluated by a panel group. The use of lyophilized mare's milk powder as a substitute for skimmed milk powder significantly ($P < 0.05$) affected the composition and viscosity of the ice cream mix, as well as the chemical composition, colour, and overrun of the ice cream, while there was no significant effect on the sensory properties. The apparent viscosity, flow index, and consistency coefficient were higher in the ice cream mix with added lyophilized mare's milk, which resulted in a greater overrun of the ice cream. Ice cream with lyophilized mare's milk powder had a higher content of whey proteins, vitamin C, and polyunsaturated fatty acids, which increases its nutritional value and classifies it as a functional ice cream.

Keywords: mare's milk, ice cream mix viscosity, sensory properties of ice cream, nutritional value of ice cream

11. ŽIVOTOPIS

Patricia Kunić rođena je 31.03.2001. godine u Zagrebu. Pohađala je osnovnu školu u Velikoj Mlaci, nakon čega upisuje opću gimnaziju u Velikoj Gorici. Nakon srednje škole upisuje Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet te nakon završetka prijediplomskog studija Animalne znanosti stječe zvanje sveučilišni prvostupnik inženjer animalnih znanosti. Potom nastavlja studirati na Agronomskom fakultetu te upisuje diplomski studij Proizvodnje i prerade mlijeka. Uz studiranje, zapošljava se u Ledo plus d.o.o. u odjelu kontrole kvalitete sladoleda kao student.