

Sladoled dodane nutritivne vrijednosti

Horvatinović, Barbara

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:073886>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



SLADOLED DODANE NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI

DIPLOMSKI RAD

Barbara Horvatinović

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Proizvodnja i prerada mlijeka

SLADOLED DODANE NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI

DIPLOMSKI RAD

Barbara Horvatinović

Mentor:
doc. dr. sc. Milna Tudor Kalit

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Barbara Horvatinović**, JMBAG 0178101525, rođena 26.04.1995. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

SLADOLED DODANE NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Barbare Horvatinović**, JMBAG 0178101525, naslova

SLADOLED DODANE NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Milna Tudor Kalit mentor

2. prof. dr. sc. Samir Kalit član

3. doc. dr. sc. Nataša Mikulec član

Zahvala

Ovime zahvaljujem svojim roditeljima koji su me uzdržavali i bili mi neizmijerna podrška tijekom studiranja. Također, zahvaljujem sestri Luciji koja me poticala prije svakog ispita i veselila se sa mnom svakom položenom ispitu. Zahvaljujem i svojim prijateljima, posebice Leonardi, koja je proživljavala sa mnom sve uspone i padove i bila upućena u svako pitanje nakon svakog ispita. Posebna zahvala Petru koji mi nije dopuštao da odustanem u najtežim trenucima i bio uz mene u svakom trenutku te se veselio svakoj ocjeni kao da je njegova. Hvala i svim kolegama i kolegicama, bez čije pomoći ovo ne bi bilo moguće i čije društvo mi je uvelike pomoglo da studentski dani budu ispunjeni smijehom i zabavom.

Naposljetku, veliko hvala i mojoj mentorici doc. dr. sc. Milni Tudor Kalit koja je omogućila pisanje ovog diplomskog te bila strpljiva mentorica puna razumijevanja te pristupačna i uvijek vedra.

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Mliječni deserti	2
2.1.	Smrznuti deserti	2
3.	Sladoled	3
3.1.	Sastojci sladoledne smjese	4
3.1.1.	Uloga pojedinih sastojaka sladoledne smjese	4
3.2.	Tehnologija proizvodnje sladoleda	7
3.2.1.	Proizvodnja sladoledne smjese	7
3.2.2.	Zamrzavanje sladoledne smjese i dobivanje gotovog proizvoda	9
3.3.	Podjela sladoleda	10
4.	Sladoled dodane nutritivne vrijednosti	12
4.1.	Funkcionalna hrana	12
4.2.	Sladoled sa smanjenim udjelom mliječne masti	12
4.3.	Probiotički sladoled	16
4.3.1.	Zamrznuti jogurt	20
4.4.	Prebiotički sladoled	23
4.5.	Simbiotički sladoled	27
4.6.	Sladoled sa smanjenim udjelom šećera	30
4.7.	Sladoled s dodatkom proteina sirutke	31
4.8.	Sladoled s dodatkom proteina soje	34
4.9.	Sladoled od kozjeg i ovčjeg mlijeka	36
4.9.1.	Sladoled od kozjeg mlijeka	37
4.9.2.	Sladoled od ovčjeg mlijeka	38
5.	Senzorska svojstva sladoleda dodane nutritivne vrijednosti	41
6.	Sladoledi dodane nutritivne vrijednosti na tržištu	46
7.	Zaključak	58
8.	Popis literature	60
	Životopis	65

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Barbare Horvatinović**, naslova

SLADOLED DODANE NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI

U današnje vrijeme je sveprisutan trend konzumacije namirnica koje imaju pozitivan učinak na zdravlje potrošača. Sladoled, kao jedna od najpopularnijih namirnica među mlađom, ali i starijom populacijom može biti idealan medij za unos visoko vrijednih hranjivih tvari u organizam. Postoje brojna istraživanja dodatka raznih nutrijenata u sladoled s ciljem postizanja dodane nutritivne vrijednosti proizvoda te njihovog utjecaja na svojstva navedene namirnice. Najpoznatiji je sladoled sa smanjenim udjelom mliječne masti, gdje se ona zamjenjuje različitim tvarima, kao npr. proteinima, prebiotcima itd.. Također, u sladoled se u posljednje vrijeme sve više dodaju probiotici, prebiotici i simbiotici koji imaju povoljan utjecaj na mikrobiotu gastrointestinalnog sustava čovjeka. Osim navedenih vrsta, postoje i sladoledi s dodatkom proteina sirutke ili soje, sladoled sa smanjenim udjelom šećera te sladoledi proizvedeni od drugih vrsta mlijeka, kao što su kozje i ovčje. Izrazito je važan utjecaj dodataka na senzorska svojstva, prihvatljivost od strane potrošača te prihvatljivost njihove cijene, što predstavlja izazov u proizvodnji sladoleda dodane nutritivne vrijednosti.

Ključne riječi: Sladoled, mliječna mast, probiotici, prebiotici, simbiotici, proteini sirutke, proteini soje, kozje mlijeko, ovčje mlijeko

Summary

Of the master's thesis – student Barbara Horvatinović, entitled

NUTRITIONAL VALUE-ADDED ICE CREAM

Today there is a widespread trend in consumption of food that have a positive effect on consumers health. Ice cream as one of the most popular foodstuff among young and older population could be an ideal medium for the introduction of the highly valuable nutrients into the organism. There are many research of the effect of addition various nutrients on the properties of ice cream where the main goal is to get product that has added nutritional value. The most known is low-fat ice cream, where milk fat can be replaced with the addition of proteins, prebiotics etc.. Probiotics, prebiotics and synbiotics have recently become very popular supplements in ice cream manufacture because they have a beneficial effect on the microbiota of gastrointestinal system. There is also whey protein ice cream and soy protein ice cream, low-sugar ice cream and ice cream made of different types of milk, such as goat's and sheep's milk. The impact of those nutrients on sensory properties, consumer acceptance and price are extremely important in these types of ice cream and the addition of those nutrients presents challenge in value-added ice cream production.

Keywords: Ice cream, milk fat, probiotics, prebiotics, synbiotics, whey proteins, soy proteins, goat milk, sheep milk

1. Uvod

U današnje vrijeme je sveprisutan trend povećanja proizvodnje mliječnih deserata, za što je zaslužan tehnološki razvoj prilikom kojeg je došlo do poboljšanja funkcionalnih sastojaka mliječnih deserata (npr. modifikatora teksture), razvitka sustava za obradu i aseptičko punjenje, modifikacije pakiranja te se pojavila mogućnost korištenja tzv. UHTST toplinske obrade, odnosno obrade na ultra visokim temperaturama s kratkim vremenom zadržavanja (Dolenčić Špehar 2019.).

Mliječni deserti se mogu podijeliti u više skupina, od kojih je skupina smrznutih deserata jedna od najkompleksnijih. Također, smrznuti deserti se mogu podijeliti u 2 skupine: smrznute otopine i smrznute emulzije, a sladoled kao takav spada u skupinu smrznutih emulzija.

Sladoled je kompleksna namirnica, a može se definirati kao zamrznuta sladoledna smjesa s inkorporiranim zrakom. Sastojci sladoledne smjese mogu se podijeliti u mliječne, a to su mliječna mast i bezmasna mliječna suha tvar te nemliječne sastojke, u što spadaju: arome, biljne masti i proteini, boje, šećeri i zaslađivači, stabilizatori i emulgatori, voda te zrak (Tudor Kalit 2019.).

Obzirom na udjele mliječne masti, bezmasne suhe tvari i ukupne suhe tvari u smjesi, razlikujemo sladoled, mliječni i krem sladoled. Zahvaljujući različitim udjelima mliječne masti, navedeni proizvodi se razlikuju i u punoći okusa, veličini kristalića leda u konačnom proizvodu te ostalim fizikalnim, reološkim i senzornim svojstvima.

Sladoled dodane nutritivne vrijednosti može se svrstati u skupinu funkcionalne hrane jer osim osnovne hranjive vrijednosti može imati dodanu vrijednost, odnosno određen povoljan utjecaj na ljudski organizam. Takav sladoled može biti s dodatkom probiotika ili prebiotika, proteina sirutke ili proteina soje, simbiotički sladoled, sladoled sa smanjenim udjelom šećera i/ili mliječne masti, zamrznuti jogurt te sladoled proizveden od ovčjeg i kozjeg mlijeka. Postoje brojna istraživanja navedene tematike, međutim sladoled dodane nutritivne vrijednosti i dalje nije dovoljno populariziran i nije uobičajen smrznuti desert na tržištu. Također, često se navodi kako je jedna od mana navedenih vrsta sladoleda, osim nedovoljne izraženosti boje, okusa, mirisa i ostalih senzorskih svojstava, primjerice kod sladoleda sa smanjenim udjelom šećera i/ili mliječne masti, njegova previsoka cijena.

2. Mliječni deserti

Mliječni deserti su proizvodi koji transformacijom mlijeka uz dodatak mlijeka u prahu i nemliječnih sastojaka prelaze u polučvrstu formu glatke teksture. Prema Codex Standardu (192-1995) mliječni deserti se mogu podijeliti na: gotove deserte spremne za konzumaciju i mješavine za proizvodnju istih, jogurt s dodatkom npr. voća, kakaa ili kave, puding, mliječni žele, usireno mlijeko ili junket, mousse, dulce de leche, kondenzirano mlijeko i smrznute proizvode, odnosno deserte.

2.1. Smrznuti deserti

Pravilnikom o smrznutim desertima (NN 20/09 i 141/13) oni su definirani kao smrznute otopine koje se proizvode od toplinski obrađene vode, šećera i drugih sastojaka te smrznute emulzije koje se proizvode od toplinski obrađene smjese mlijeka, vrhnja i/ili drugih mliječnih proizvoda i/ili vode, mliječne ili biljne masti, mliječnih i/ili biljnih proteina, šećera i drugih sastojaka. Smrznuti deserti (Slika 2.1.1.) proizvode se postupkom smrzavanja, najčešće uz dodavanje zraka, a na tržište se stavljaju pod nazivima: sladoled, mliječni sladoled, krem sladoled, smrznuti voćni i smrznuti aromatizirani desert.



Slika 2.1.1. Smrznuti deserti

Izvor: <https://www.slatkopedija.hr/wp-content/uploads/2017/08/naslovna-1-1200x900.jpg> - pristupljeno: 21.02.2020.

3. Sladoled

Sladoled se sastoji od vodene i koloidne faze. U vodenoj fazi su dispergirane masne globule i mjehurići zraka, dok se u koloidnoj otopini nalaze mliječni proteini, stabilizatori i šećeri koji su u potpunosti otopljeni. Sladoled (Slika 3.1.) se proizvodi iz sladoledne smjese (Slika 3.2.), koja se može definirati kao mješavina sastojaka sladoleda u koju još nije inkorporiran zrak i nalazi se u nezamrznutom stanju (Murgić i Božanić 2008.).



Slika 3.1. Sladoled

Izvor: Tudor Kalit 2020.



Slika 3.2. Sladoledna smjesa

Izvor: Tudor Kalit 2020.

Sladoledna smjesa sastavljena je od četiri vrste otopina, a to su prava otopina, koju čine otopine šećera, odnosno laktoze, glukoze i saharoze, koloidna otopina u kojoj se nalaze otopine proteina, stabilizatora i soli, emulzija koju čini tekuća masna faza otopljena u vodi, a može biti mliječna ili biljne masti ili ulja te suspenzija koja se definira kao otopina krutih čestica i kristala leda u tekućoj fazi (Marshall i Arbuckle 1996.).

3.1. Sastojci sladoledne smjese

Smjesa za proizvodnju sladoleda najčešće se sastoji od dvije skupine sastojaka (Tablica 3.1.1.). Prvu skupinu čine mliječni sastojci, odnosno mliječna mast i bezmasna mliječna suha tvar, dok nemliječni sastojci čine drugu skupinu u koju spadaju: stabilizatori i emulgatori, zaslađivači, voda i arome. Osim navedenih nemliječnih sastojaka, u proizvodnji sladoledne smjese mogu se još koristiti boje, biljne masti i proteini (Goff i Hartel 2013.).

Jedan od važnijih sastojaka sladoledne smjese je zrak, jer njegovim upuhivanjem, odnosno inkorporiranjem dolazi do povećanja volumena sladoledne smjese što se definira kao *overrun*, a sama smjesa tada poprima izgled pjene. Optimalan omjer zraka i sladoledne smjese je 1:1, međutim za dobivanje pozitivnih svojstava sladoledne smjese kao što su lagana, „prozračna“ tekstura, sposobnost topljenja i stvrđavanja tijekom završnog zamrzavanja, važna je veličina i raspoređenost mjehurića zraka u sladolednoj smjesi (Sofjan i Hartel 2003.).

Tablica 3.1.1. Sastojci sladoledne smjese

MLIJEČNI SASTOJCI	NEMLIJEČNI SASTOJCI
Mliječna mast	Biljna mast
Bezmasna mliječna suha tvar	Biljni proteini
• laktoza	Boje
• kazein	Arome
• proteini sirutke	Zaslađivači
• mineralne tvari i vitamini	Stabilizatori
• kiseline	Emulgatori
• enzimi	Voda
• plinovi	Zrak

Izvor: Goff i Hartel 2013.

3.1.1. Uloga pojedinih sastojaka sladoledne smjese

Udio mliječne masti u sladolednoj smjesi iznosi 8 – 18 %, a u proizvodnji sladoleda mogu se koristiti mlijeko, mlijeko u prahu, ugušćeno punomasno mlijeko, maslac i vrhnje kao izvori mliječne masti. Uloga mliječne masti u sladoledu, osim povećanja hranjive i energetske vrijednosti te formiranja cijene sladoleda, očituje se u punoći okusa i zadržavanju arome te se može reći kako daje sladoledu kremasti okus. Optimalna količina mliječne masti u sladolednoj smjesi iznosi 10 – 12 % te se smanjenjem ili povećanjem njenog udjela u sladolednoj smjesi mijenjaju svojstva sladoleda. Ukoliko je udio mliječne masti visok, sladoledna smjesa je izrazito viskozna te je smanjena sposobnost tučenja. Naprotiv, ukoliko se u sladolednu smjesu doda manji udio mliječne masti može doći do formiranja većih kristalića leda prilikom smrzavanja zato što pri većim udjelima, mliječna mast ispunjava

prazne prostore u kojima može doći do formiranja kristalića leda te tako osim što regulira veličinu kristala leda, povećava otpornost topljenja sladoleda. Tijekom procesa smrzavanja, masne globule se u obliku aglomerata koncentriraju na površinu nastalih mjehurića zraka što je važno svojstvo za upotpunjavanje okusa sladoleda. Osim navedenih pozitivnih karakteristika, mliječna mast poboljšava strukturu i teksturu proizvoda (Marshall i Arbuckle 1996.).

Mliječna mast sadrži otprilike 250 masnih kiselina čija duljina iznosi 4 – 24 C atoma. Zahvaljujući kombinaciji dugolančanih i kratkolančanih masnih kiselina, mliječna mast ima tendenciju topljenja na tjelesnoj temperaturi (37 °C), međutim na sobnoj temperaturi (22 °C) se nalazi u polučvrstom obliku. Raspon topljenja mliječne masti kreće se od -40 °C do +40 °C upravo radi navedene činjenice da sadrži različite omjere kratkolančanih i dugolančanih masnih kiselina. Zahvaljujući tome, na temperaturama tučenja i smrzavanja dvije trećine mliječne masti bit će kristalizirane, dok će ostatak biti u tekućem stanju (Goff i Hartel 2013.).

Bezmasnu mliječnu suhu tvar sladoledne smjese čine sastojci navedeni u tablici 3.1.1., od kojih najznačajniju ulogu imaju laktoza i proteini koji ujedno i čine najveći dio suhe tvari bez masti. Općenito, svojstva bezmasne suhe tvari očituju se u povećanju viskoznosti i otpornosti na topljenje, snižavanju točke leđišta te utjecaju na hranjivu vrijednost sladoleda. Najčešće se kao izvor bezmasne mliječne suhe tvari koriste obrano mlijeko, mlijeko u prahu ili sirutka u prahu (Goff i Hartel 2013.).

Laktoza ili mliječni šećer je disaharid koji se nalazi u mlijeku. Postoje ljudi čiji organizam nakon određene životne dobi prestane izlučivati enzim laktazu stoga oni postanu netolerantni na laktozu. Iako je u mliječnom i/ili krem sladoledu nema mnogo, njegovom konzumacijom može doći do probavnih smetnji kod ljudi intolerantnih na laktozu, stoga se preporuča da navedena skupina ljudi ne konzumira ovu namirnicu. Laktoza sladoledu daje blago slatkasti okus, međutim ako je u smjesi ima više od 18 %, može uzrokovati pjeskovitu teksturu sladoleda jer ima svojstvo slabe topljivosti u smjesi. Optimalna količina laktoze u sladoledu iznosi 9 – 12 % (Tudor Kalit 2019.).

Proteini mlijeka imaju visoku biološku vrijednost jer su izvor svih esencijalnih aminokiselina, koje se u mlijeku nalaze u omjerima koji su potrebni za sintezu proteina ljudskog organizma. Biološka vrijednost proteina se definira kao količina proteina ljudskog ili animalnog organizma, izražena u gramima, koja se može sintetizirati iz 100 grama proteina hrane (Šumić 2008.). Osim visoke biološke vrijednosti, proteini mlijeka u sladolednoj smjesi imaju trojaku ulogu, koja se očituje kroz emulgiranje odnosno, adsorpciju proteina tijekom homogenizacije sladoledne smjese na površinu globula mliječne masti, tučenje i kapacitet vezanja vode. Tučenje je proces kojim dolazi do inkorporacije mjehurića zraka u sladolednu smjesu, a kapacitet vezanja vode omogućava bubrenje proteina, odnosno vezanje slobodne vode, čime dolazi do povećanja viskoznosti, a samim time i poboljšanja strukture sladoledne smjese (Goff 2011b.).

Općenito, ako se suha tvar bez masti dodaje u prevelikim količinama, može imati negativne posljedice na sladoled, kao što su pojava okusa po kuhanom i/ili kondenziranom mlijeku, slan okus sladoleda i kao što je već navedeno, pojava pjeskovite teksture.

Od nemliječnih sastojaka sladoledne smjese, od velike važnosti su stabilizatori i emulgatori, šećeri i sladila te boje i arome. Osim navedenih, u smjesu se kao zamjena za mliječnu mast mogu dodati i biljne masti, poput palmine i kokosove masti ili njihovih mješavina jer sladoledu daju slične karakteristike kao mliječna mast.

Stabilizatori se dodaju u količinama 0,1 – 0,5 %. Ukoliko se dodaju veće količine od optimalnih dolazi do prevelike viskoznosti koja uzrokuje prečvrstu teksturu sladoledne smjese, a samim time i lošu kvalitetu konačnog proizvoda uslijed nemogućnosti oblikovanja smjese. Dodatkom stabilizatora može se utjecati na konzistenciju i teksturu, rast kristala leda, a osim navedenih svojstava stabilizatori mogu utjecati i na otpornost na topljenje. Karakteristična glatka tekstura sladoleda nastaje upravo utjecajem dodanih stabilizatora koji stvaraju tzv. gel koji sprječava rast kristalića leda. Stabilizatori imaju mogućnost upijanja velike količine slobodne vode, prilikom čega bubre te time sprječavaju migraciju vode u ambalažni materijal (Goff 2011b.).

Osim smanjenja veličine kristala leda, stabilizatori također utječu na veličinu kristala laktoze koji mogu uzrokovati pjeskovitu teksturu. Međutim, pojava pjeskovite teksture se najbolje može spriječiti pravilnim sastavljanjem smjese s odgovarajućim sadržajem suhe tvari bez masti, posebice laktoze. Oni također sudjeluju u stabilizaciji emulzije, odnosno u vodi otopljene tekuće masne faze te u povećanju viskoznosti i samog volumena smjese. Mogu poboljšati teksturu i utjecati na oslobađanje tvari arome, a najčešće korišteni stabilizatori u proizvodnji sladoleda su želatina, natrijev alginat, guar guma, ksantan, karuba guma, karagenan, pektin itd. (Tudor Kalit 2019.).

Osim stabilizatora, sladolednoj smjesi se dodaju emulgatori u svrhu poboljšanja sposobnosti tučenja te skraćivanja procesa tučenja i zrenja. Dodaju se u količini 0,3 – 0,5 %, a prekomjernim dodavanjem može doći do slabe sposobnosti topljenja sladoleda te nastanka određenih pogrešaka strukture. Emulgatori se također dodaju u svrhu poboljšanja teksture koja njihovim dodatkom postaje čvrsta i glatka te manje vlažna, čime je olakšan proces oblikovanja, a otpornost prema topljenju je veća. Najčešće korišteni emulgatori u proizvodnji sladoleda su lecitin, gliceridi i esteri masnih kiselina (Marshall i Arbuckle 1996., Božanić 2012.).

Šećeri i zaslađivači se dodaju u sladolednu smjesu radi poboljšanja okusa i teksture te radi utjecaja na točku smrzavanja, a u prevelikim količinama smanjuju sposobnost tučenja. Arome se sladoledu dodaju radi poboljšavanja okusa na koji također mogu utjecati i boje. Prevelika količina dodanih aroma može utjecati na stvaranje neprihvatljivog okusa. Osim radi pojačavanja okusa, boje se mogu dodavati radi popravljivanja izgleda, međutim u prevelikim količinama mogu uzrokovati alergijske reakcije ili neprihvatljiv izgled i okus konačnog proizvoda. U proizvodnji sladoleda, najčešće se koriste prirodne boje, a od aroma su najkorišteniji: vanilin, kakao u prahu i proizvodi od kaka, čokolada, prirodne arome voća itd.. Potrebno je obratiti pozornost na to koji tip arome se koristi te intenzitet iste kako ne bi došlo do pogrešaka boje i okusa konačnog proizvoda (Božanić 2012.).

3.2. Tehnologija proizvodnje sladoleda

Tehnologija proizvodnje sladoleda sastoji se od više procesa koji su podijeljeni u 2 grupe. Prva grupa procesa zajedničkim imenom naziva se proizvodnja sladoledne smjese i čine ju: priprema i miješanje sastojaka sladoledne smjese, predgrijavanje, pasterizacija, homogenizacija, hlađenje i zrenje sladoledne smjese. Druga skupina procesa, odnosno zamrzavanje sladoledne smjese i dobivanje konačnog proizvoda (sladoleda), započinje odmah nakon zrenja djelomičnim zamrzavanjem i upuhivanjem zraka u zreli smjesu, nakon čega slijedi oblikovanje i pakiranje te duboko zamrzavanje. Posljednje faze proizvodnje su skladištenje gotovog proizvoda, odnosno pohrana te distribucija na tržište (Goff 2011a.).

3.2.1. Proizvodnja sladoledne smjese

Sve tekuće sirovine za proizvodnju sladoleda nalaze se u posebnim tankovima te se na početku proizvodnog procesa u tank mogu transportirati zupčastom, zračnom ili centrifugalnom pumpom. Količina tekućih sastojaka može se mjeriti kalibriranim mjernim štapićem ili se mjerenje može odvijati preko mjerača protoka. Proizvodnja sladoledne smjese započinje tako da se svi tekući sastojci, kao što su mlijeko, vrhnje, koncentrirano mlijeko, sirup itd. transportiraju u tank te se istovremeno miješaju i zagrijavaju (Goff i Hartel 2013.).

Osim tekućih sastojaka, u proizvodnji sladoleda je uobičajeno dodavanje praškastih sastojaka kao što su kakao, mlijeko u prahu, šećeri i zaslađivači, stabilizatori i emulgatori. Praškaste sirovine su smještene u silosima koji su podijeljeni prema vrsti, odnosno boji sirovine na silos za šećer, silos za bijele i silos za tamne prahove (Tudor Kalit 2019.). Izuzetno je važno da se navedeni sastojci hidratiziraju u istim koncentracijama u svakoj šarži kako bi sladoled bio konstantne kvalitete.

Prije dodavanja u smjesu, potrebno je praškaste sastojke otopiti u manjim količinama tekućeg dijela smjese kako bi se koloidne tvari u potpunosti hidratizirale, a nastala pjena raspršila. Ukoliko se praškasti sastojci ne dodaju na naveden način, radi izbjegavanja nastajanja grudica u sladolednoj smjesi, moguće je praškaste sastojke pomiješati s određenom količinom šećera i polako dodavati u zagrijane tekuće sastojke prije postizanja temperature od 50 °C ili se mogu polako prosijavanjem dodavati u tekući dio smjese, također prije postizanja navedene temperature. Miješanje smjese može se odvijati u duplikatorima na temperaturama 50 – 60 °C automatskim miješanjem ili u vakuum mix tanku na temperaturama oko 20 °C (Goff i Hartel 2013.).

Nakon miješanja sastojaka sladoledne smjese, slijedi predgrijavanje koje se odvija u pasterizatoru u fazi regeneracije gdje se hladna sladoledna smjesa zagrijava već pasteriziranom, a pasterizirana sladoledna smjesa se hladi hladnom. U ovoj fazi sladoledna smjesa se zagrijava na temperaturu 70 – 75 °C te dolazi do potpunog otapanja mliječne masti, nakon čega slijede pasterizacija i homogenizacija (Slika 3.2.1.1.).

Pasterizacija se odvija na temperaturama 83 – 85 °C/ 15 – 30 sekundi, a njena svrha je postizanje željene mikrobiološke kvalitete, u smislu uništavanja vegetativnih i svih

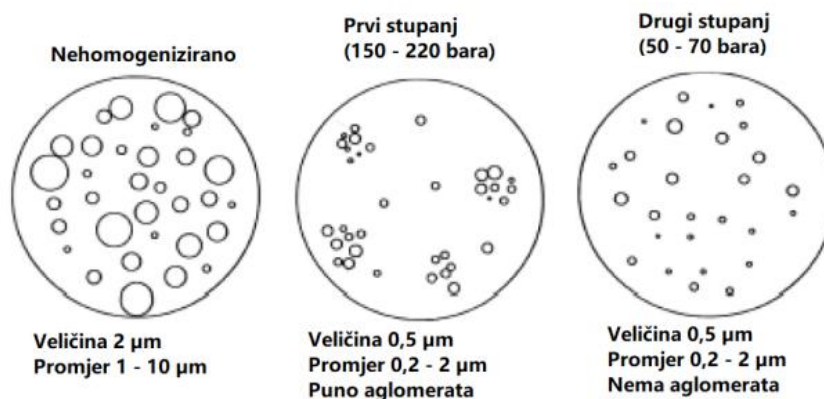
patogenih mikroorganizama te postizanje potpune topljivosti sastojaka čime se omogućava veća ujednačenost proizvoda. Također, pasterizacija ima važnu ulogu u poboljšanju okusa smjese, a topljenjem masti poboljšava se miješanje sastojaka smjese te doprinosi smanjenju viskoznosti. Toplinskom obradom produljuje se vijek održivosti proizvoda za nekoliko tjedana te povećava uniformnost proizvoda (Goff i Hartel 2013.).



Slika 3.2.1.1 Pasterizator i homogenizator

Izvor: Tudor Kalit 2019.

Nakon pasterizacije slijedi homogenizacija (Slika 3.2.1.2.), odnosno usitnjavanje globula mliječne masti djelovanjem visokih tlakova radi onemogućavanja grupiranja i izdvajanja mliječne masti na površinu. Tijekom homogenizacije dolazi do zamjene fosfolipida na membranama globula mliječne masti emulgatorima čime se onemogućuje aglomeracija masnih globula. U proizvodnji sladoleda najčešće se koristi dvostupanjska homogenizacija zato što prilikom upotrebe jednostupanjske homogenizacije dolazi do grupiranja masnih globula čime je pospješeno izdvajanje mliječne masti na površinu. Toplinski obrađena sladoledna smjesa prelazi u homogenizator gdje je smjesa podvrgnuta djelovanju visokih tlakova. Prvi stupanj homogenizacije odvija se pri temperaturi 70 – 75 °C i tlaku 150 – 220 bara te odmah iza toga slijedi drugi stupanj koji se odvija pri tlaku 50 – 70 bara čime je spriječena aglomeracija masnih globula (Božanić 2012.).



Slika 3.2.1.2. Utjecaj dvostupanjske homogenizacije na veličinu i distribuciju masnih globula

Izvor: Tudor Kalit 2019.

Nakon homogenizacije slijedi faza regeneracije gdje se toplinski obrađena smjesa hladi hladnom smjesom do temperature 20 °C, a hladna smjesa se predgrijava toplom. Tako ohlađena smjesa se dodatno hladi ledenom vodom do postizanja temperature 4 – 8 °C nakon čega se dodaju boje, arome, voćne paste itd. te smjesa odlazi u zrijač.

Zrenje je posljednja faza proizvodnje sladoledne smjese, a odvija se pri temperaturama 2 – 4 °C minimalno 4, a maksimalno 24 sata. Ono se može odvijati i na temperaturama 4 – 8 °C, međutim tada trajanje mora biti kraće. Duljina trajanja zrenja određena je udjelom masti i tlakom homogenizacije. Tijekom zrenja, potrebno je povremeno blago promiješati sladolednu smjesu (Tudor Kalit 2019.).

Snižavanjem temperature dolazi do kristalizacije određenog udjela mliječne masti, međutim količina kristalizirane masti ovisi o vrsti masti korištenoj za proizvodnju sladoledne smjese i o korištenom emulgatoru. Da bi se osigurala pravilna destabilizacija masti, mora doći do gotovo potpune kristalizacije lipida tijekom smrzavanja (Goff i Hartel 2013.).

Zrenje je izuzetno važan proces proizvodnje sladoleda jer dolazi do reorganizacije membrane globule mliječne masti te emulgatori zamjenjuju proteine s njene površine. Osim toga, dolazi i do bubrenja stabilizatora i proteina uz povećanje viskoznosti smjese. Pozitivni učinci zrenja su poboljšanje konzistencije i teksture sladoleda, bolja svojstva tučenja i oblikovanja, veća otpornost na otapanje i veća stabilnost tijekom pohrane (Goff i Hartel 2013.).

3.2.2. Zamrzavanje sladoledne smjese i dobivanje gotovog proizvoda

Nakon zrenja sladoledna smjesa odlazi u kontinuirane zamrzivače gdje se pri temperaturi od -3 °C do -7 °C djelomično zamrzava i u nju se upuhuje zrak. Navedena faza je najvažniji proces kojim se omogućava kvaliteta proizvoda, dobar okus i volumen gotovog proizvoda uslijed nastale pjene. Također dolazi do zamrzavanja vode te djelomične destabilizacije emulzije masti. U ovoj fazi se zamrzne otprilike 30 – 50 % vode, a upuhivanjem zraka dolazi do povećanja volumena sladoledne smjese 50 – 100 % pri čemu smjesa postaje viskozna, plastična, meka i pjenasta. To povećanje volumena smjese naziva se *overrun* te ovisi o tehnološkoj obradi i udjelu suhe tvari u sladolednoj smjesi (Goff 2011a., Goff i Hartel 2013.).

Nakon djelomičnog zamrzavanja i upuhivanja zraka slijedi oblikovanje i pakiranje. Obzirom na to da je djelomično zamrznuta smjesa viskozna i plastična, oblikovanje je jednostavno i u ovoj fazi se sladoledu dodaju razni dodaci i preljevi. Potom slijedi duboko zamrzavanje u tunelima (Slika 3.2.2.1.) gdje se zamrzne 90 % vode, a odvija se pri temperaturama od -38 °C do -50 °C. Duboko smrzavanje potrebno je provesti vrlo brzo kako bi nastali kristali leda bili što manji te kako bi se spriječila migracija vode u ambalažni materijal ili biskvit korneta. Osim toga, brzo duboko smrzavanje se provodi i radi sprječavanja miješanja raznih dodataka i preljeva sa sladoledom (Goff i Hartel 2013.).



Slika 3.2.2.1. Tuneli za duboko smrzavanje sladoleda

Izvor: Tudor Kalit 2019.

Posljednja faza proizvodnje sladoleda, odnosno pohrana i distribucija, odvija se pri temperaturi od najmanje $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ koja mora biti konstantna kako bi se onemogućilo otapanje proizvoda te ponovno zamrzavanje pri čemu se formiraju veliki kristali leda što se smatra manom sladoleda.

3.3. Podjela sladoleda

Smrznute emulzije se prema udjelima mliječne masti, suhe tvari bez masti i ukupne suhe tvari u smjesi mogu podijeliti na sladoled (Slika 3.3.1.), mliječni sladoled i krem sladoled. Osim navedenih razlika, važno je napomenuti kako sladoled u svom sastavu može sadržavati mliječnu i/ili biljnu mast i proteine, za razliku od mliječnog i krem sladoleda čiji je glavni sastojak mlijeko i navedene vrste sladoleda ne smiju sadržavati sastojke biljnog podrijetla.



Slika 3.3.1. Sladoled

Izvor:

https://www.ledo.hr/datastore/imagestore/size_561_350/size_561_350_original_bd1ae4639e1aba3d449f8b5c2759aa06.jpg?v=1511364423 – pristupljeno: 25.02.2020.

Pravilnik o smrznutim desertima (NN 20/09 i 141/13) navodi da sladoled mora sadržavati minimalno 2,5 % mliječne i/ili biljne masti, 2,5 % mliječnih i/ili biljnih proteina i minimalno 24 % ukupne suhe tvari. Mliječni sladoled u svom sastavu mora sadržati minimalno 2,5 % mm, minimalno 6 % suhe tvari bez masti i 24 % ukupne suhe tvari, za razliku od krem sladoleda (Slika 3.3.2.) koji mora imati minimalno: 5 % mm, 6 % suhe tvari bez masti te više od 30 % ukupne suhe tvari.



Slika 3.3.2. Krem sladoled

Izvor: https://www.ledo.hr/datastore/imagestore/original/150245161411035_grandissimo-biskvit-cokoladaljesnjak_product1122x700_2017.jpg?v=1502451616 – pristupljeno: 25.02.2020.

4. Sladoled dodane nutritivne vrijednosti

Sladoled dodane nutritivne vrijednosti je sladoled koji osim osnovnih sastojaka sadrži i sastojke koji na određen način djeluju povoljno na zdravlje potrošača. Postoje razni načini kojima se može obogatiti sladoledna smjesa, a neki od njih su npr. dodatak probiotičkih sojeva, dodatak prebiotika, smanjenje ukupnog udjela mliječne masti ili šećera u sladoledu, dodatak određenih vrsta proteina (npr. proteini sirutke ili soje) ili se sladoled može proizvesti od ovčjeg i/ili kozjeg mlijeka. Sladoled proizveden s navedenim dodacima ili sa smanjenim udjelom šećera i/ili masti ima pozitivan učinak na zdravlje ljudi stoga pripada skupini funkcionalne hrane.

4.1. Funkcionalna hrana

Funkcionalna hrana je ona hrana koja osim osnovne nutritivne vrijednosti, dodatkom ili reduciranjem određenih nutrijenata ima dokazano povoljan utjecaj na jednu ili više ciljanih funkcija u ljudskom organizmu. Takva hrana fiziološki potpomaže poboljšanje zdravlja ili smanjuje rizik od nastanka bolesti u ljudskom organizmu. Funkcionalna hrana ne smije biti u obliku tableta/kapsula te je nužno da pokazuje dobrobit za organizam u količinama koje se očekivano konzumiraju. Navedena vrsta hrane je nastala radi želje da se poboljša svakodnevna prehrana ljudi. Obzirom na razvitak novih tehnologija prerade hrane, obogaćivanjem ili modificiranjem količine određenog nutrijenta u hrani moguće je povećati njegovu biodostupnost i funkcionalnost u ljudskom organizmu. Najveću skupinu funkcionalne hrane čine upravo mlijeko i mliječni proizvodi (Samaržija 2015.).

4.2. Sladoled sa smanjenim udjelom mliječne masti

Mliječna mast ima važnu ulogu prilikom pohrane sladoleda jer služi kao nositelj okusa. Ona na okus može utjecati na 3 načina: pridonosi punom kremastom okusu, potpomaže u percepciji hlapljivih aromatskih spojeva u konačnom proizvodu, međutim sudjelovanjem u hidrolizi i oksidacijskim reakcijama može negativno utjecati na okus. Unatoč navedenim pozitivnim svojstvima mliječne masti, u posljednje vrijeme javlja se trend konzumacije proizvoda s njenim smanjenim udjelom, pa tako i sladoleda sa smanjenim udjelom masti. Redukcijom mliječne masti u sladolednoj smjesi dolazi do pogrešaka teksture kao što su izražen osjećaj hladnoće, gruba tekstura, lomljiva smjesa te skupljanje nakon kalupljenja. Radi toga se brojnim istraživanjima pokušava naći idealna zamjena za mliječnu mast koja neće imati visoku energetska vrijednost, a sladoled proizveden na taj način neće imati drugačija senzorska i fizikalna svojstva te lošiju kvalitetu (Akbari i sur. 2019.).

Akbari i sur. (2019.) navode kako se danas zamjene za mast koriste da bi se ublažili nedostaci teksture i senzorskih svojstava sladoleda koji su uzrokovani smanjenjem udjela masti. Na temelju sastava, zamjene za mast su podijeljene u 3 skupine: zamjene na bazi lipida, proteina i ugljikohidrata te se one mogu koristiti samostalno ili u međusobnoj

kombinaciji. Svaka od navedenih skupina ima specifična svojstva, a danas se najčešće kao zamjene za mliječnu mast koriste inulin, maltodekstrin, polidekstroza, mliječni proteini, proteini soje, dijetalna vlakna i škrob. Glavni razlog njihova korištenja je mogućnost da oponašaju fizikalna i senzorska svojstva mliječne masti u hrani te imaju izrazito nižu energetska vrijednost od mliječne masti.

Jedan od glavnih predstavnika zamjene mliječne masti na bazi ugljikohidrata je inulin. On pripada skupini neprobavljivih polisaharida. Dugolančani inulin je manje topljiv te uzrokuje veću viskoznost nego prirodni inulin koji je strukturalno fruktooligosaharid (FOS). Prirodni inulin se koristi kao zamjena za mast te poboljšava teksturu hrane s niskim udjelom masti, kao što je npr. sladoled. Također ima važnu ulogu u razvoju arome i punoći okusa. Ovoj skupini zamjena za mliječnu mast pripadaju još i polidekstroza i maltodekstrin. Uloga polidekstroze je višestruka te ona djeluje kao sredstvo za povezivanje, a u smrznutim desertima se koristi jer pokazuje svojstva slična mliječnoj masti. Osim toga, polidekstroza ima mogućnost da prođe nerazgrađena kroz uvjete gastrointestinalnog sustava čovjeka te zahvaljujući tome što nije slatka nema veliku energetska vrijednost. Maltodekstrin se zajedno sa polidekstrozom koristi u proizvodnji sladoleda sa smanjenim udjelom masti jer imaju minimalne negativne učinke na proizvodnju, rok trajanja i cijenu konačnog proizvoda. Također, maltodekstrin stvara gel koji se lako povezuje s čvrstim i tekućim mastima te na taj način oni zajedno tvore vrlo stabilnu gel strukturu sladoledne smjese (Akbari i sur. 2019.).

U skupinu zamjena na bazi ugljikohidrata (UH) još spadaju i različiti tipovi modificiranog škroba, derivati celuloze, pektin i druga dijetalna vlakna. Iako se navedene tvari najčešće koriste kao stabilizatori i zgušnjivači, mogu se koristiti i kao nadomjestak masti zahvaljujući sposobnosti tvorbe gela i vezanju slobodne vode u hrani.

Rolon i sur. (2017.) proveli su istraživanje utjecaja smanjenog udjela mliječne masti u sladoledu okusa vanilije na njegova fizikalna svojstva i prihvatljivost potrošača. Promatrali su kako zamjena masti maltodekstrinom djeluje na određena fizikalna svojstva i prihvatljivost sladoleda od strane potrošača. Omjer mliječne masti i maltodekstrina prikazan je u tablici 4.2.1. Različiti omjeri maltodekstrina su dodani kako bi smjesa bila u ravnoteži, a ostali sastojci (suha tvar bez masti, šećer, stabilizatori i emulgatori) su u svaku smjesu dodani u istim količinama. U ovom istraživanju izvršena su mjerenja *overrun*-a, viskoznosti, veličine čestica masti, tvrdoća sladoleda i brzina topljenja. Također je provedeno istraživanje opće prihvaćenosti sladoleda sa smanjenim udjelom masti, nakon kojeg je proveden diskriminacijski test kojim se pokušalo utvrditi osjete li ispitanici razliku između sladoleda s različitim udjelima mliječne masti. Navedena vrsta testa provedena je u dvije faze. U prvoj fazi sudionicima ispitivanja ponuđeni su uzorci čija je razlika u udjelima mliječne masti iznosila 2 %, a u drugoj fazi su im ponuđeni uzorci s međusobnom razlikom u udjelima mliječne masti od 4 %. Ispitivanje se ponovilo nakon 19 tjedana pohrane sladoleda na temperaturi od -18 °C.

Tablica 4.2.1. Omjer mliječne masti i maltodekstrina u sladolednim smjesama

Sladoledna smjesa:	1 ^{bez maltodekstrina}	2	3	4	5
Udio mliječne masti (%)	14	12	10	8	6
Udio maltodekstrina (%)	0	2	4	6	8

Izvor: Rolon i sur. 2017.

Rezultati istraživanja su pokazali kako smanjeni udio masti uz dodatak maltodekstrina nema velik utjecaj na *overrun* i udio ukupne suhe tvari u sladoledu. Međutim gustoća i viskoznost sladoledne smjese smanjuju se s povećanjem udjela masti u smjesi. Ova pojava može se pripisati većem udjelu maltodekstrina u sladolednim smjesama s manjim udjelom mliječne masti. Povećanje viskoznosti sladoledne smjese također je zabilježeno prilikom primjene inulina i maltodekstrina kao zamjena za mliječnu mast. U svim sladolednim smjesama došlo je do povećanja globula mliječne masti što se može pripisati dinamičkom smržavanju smjese gdje je došlo do oštećenja i aglomeracije određenog udjela mliječne masti, međutim najveća promjena u veličini čestica dogodila se u smjesi s najviše mliječne masti. Intenzitet okusa vanilije i slatkoće se ne razlikuje među sladolednim smjesama, međutim senzorne ocjene su više za sladoled koji sadrži 10 % mliječne masti u odnosu na sladoled s 4 % mliječne masti i bez zamjene za mliječnu mast. Udio masti u sladoledu ne utječe na tvrdoću, međutim brzina topljenja se razlikuje ovisno o udjelima mliječne masti i maltodekstrina. Smatra se kako korištenje zamjena za mliječnu mast, kao što su npr. maltodekstrin, polidekstroza, inulin itd. dovodi do sporog topljenja sladoleda. Kremasta i glatka konzistencija se razlikuje u sladolednim smjesama ovisno o udjelima zamjene za mliječnu mast. Tako sladoled s 14 % mliječne masti ima manje kremastu i glatku teksturu od sladoleda s 10 % mm i 4 % maltodekstrina. Također, autori navode i malu razliku u *overrun*-u između smjesa tako da sladoled s najviše mliječne masti bilježi najveći *overrun* te se on postepeno smanjuje povećanjem udjela maltodekstrina i smanjenjem udjela mliječne masti.

Nakon 19 tjedana pohrane zabilježeno je smanjenje kvalitete sladoleda zbog povećanja veličine kristala leda. U ovom istraživanju sudjelovale su 282 osobe (40 % muškarci, 60 % žene), a njih 79 % konzumira sladoled od vanilije 2 – 3 puta tjedno. Senzorske ocjene sladoleda nakon 19 tjedana pohrane su niže u usporedbi s ocjenama svježeg sladoleda, a najveća razlika zabilježena je kod sladolednih smjesa s 8 i 10 % mliječne masti. Svojstva intenziteta okusa vanilije, slatkoće, kremaste i glatke konzistencije nisu različita u odnosu na svježi sladoled, uz iznimku smjese s 10 % mliječne masti. Tvrdoća je najviše izražena kod sladoleda s 12 % mliječne masti, a brzina topljenja je najveća kod sladoleda koji sadrži 8 % mliječne masti. U diskriminacijskom dijelu ispitivanja ispitanici su izdvojili jedino sladoled s 14 % mliječne masti što je, pretpostavlja se, posljedica izostanka maltodekstrina u toj šarži. Upotreba maltodekstrina kao zamjene za mast može biti dobar način za proizvodnju sladoleda smanjene energetske vrijednosti, a ujedno i način smanjenja troškova proizvodnje.

Škrob je jedan od najvažnijih funkcionalnih biopolimera te se najčešće koristi u hrani kao zgušnjivač, stabilizator, sredstvo za zadržavanje vode itd., međutim njegova upotreba je ograničena radi niske toplinske otpornosti, niske otpornosti na smicanje i termalno raspadanje. Modificiranjem škroba moguće je ukloniti navedene nedostatke. Modificirani škrob, dobiven fizikalnim i/ili kemijskim modifikacijama prirodnog škroba, nema ograničenja te se može koristiti kao zamjena za mast (Akbari i sur. 2019.).

Određenim istraživanjima dokazano je kako dodatak inulina u količini od 1 – 9 % u sladolednu smjesu sa smanjenim udjelom masti utječe na povećanje viskoznosti u usporedbi sa smjesom bez dodatka inulina. Pretpostavlja se da intreakcijom inulina s tekućim sastojcima smjese dolazi do imobilizacije slobodne vode čime dolazi do povećanja viskoznosti. Dodatak inulina od 2,5 % može uzrokovati veću viskoznost, 4 % istu, a više od 5 % manju viskoznost u odnosu na sladoled bez dodatka inulina. Također, dodatkom inulina u koncentracijama od 2, 3 i 4 % u sladoled s 2 % mliječne masti dolazi do smanjenja čvrstoće, poboljšanja konzistencije i okusa (Di Criscio i sur. 2010)

Smatra se kako je čvrstoća sladoleda izravno povezana s udjelom masti, stoga je očekivano da će čvrstoća sladoleda sa smanjenim udjelom mliječne masti biti veća od čvrstoće punomasnog sladoleda. Upotrebom zamjene za mast na bazi ugljikohidrata može se poboljšati tekstura te omekšati prečvrsta konzistencija sladoleda. Također, inulin može poboljšati konzistenciju sladoleda sa smanjenim udjelom mliječne masti zahvaljujući svojstvu tvorbe gela čime izravno utječe na smanjenje veličine kristala leda (Akbari i sur. 2019.).

Dodatkom modificiranog škroba također se utječe na svojstva sladoleda te se može poboljšati njegova tekstura. Navedene promjene ovise o tipu i količini škroba te ostalim sastojcima sladoledne smjese. Škrob ima slično djelovanje kao i inulin. Njegovim dodatkom u količini od 5 % u smjesu s 8 % mliječne masti dolazi do povećanja viskoznosti koja je u tom slučaju veća nego kod sladoleda s 10 % mliječne masti. Također, modificirani škrob ima mogućnost tvorbe vodikovih veza s molekulama vode čime dolazi do povećanja viskoznosti i poboljšanja svojstava topljenja (Akbari i sur. 2019.).

Zamjene za mliječnu mast na bazi proteina povećavaju viskoznost sladoleda bolje nego zamjene na bazi ugljikohidrata. Korištenjem zamjene za mast na bazi sirutkinih proteina u koncentraciji od 50 % dobije se proizvod sa relativno dobrim funkcionalnim svojstvima. Također, dolazi do smanjenja veličine kristalića leda, proteini sirutke ulaze u interakcije s vodom, ali i drugim proteinima i tvarima vode čime oni imaju svojstvo oponašanja uloge mliječne masti u formiranju arome i okusa (Prindiville i sur. 2000., Danesh i sur. 2017., Akbari i sur. 2019.).

Zamjene za mast na bazi proteina se najčešće proizvode od koncentrata proteina sirutke. Simplese® 100 i Dairy-Lo™ se klasificiraju kao zamjene za mast na bazi proteina, a dobiveni su upravo iz proteina sirutke. Simplese® 100 je praškasti oblik koncentrata proteina sirutke koji simulira emulgiranje masti, a Dairy-Lo™ je modificirani koncentrat proteina sirutke koji može tvoriti mrežu poput gela. Od izuzetne je važnosti da čestice ne budu veće od 0,1 – 2 µm jer na taj način sladoled proizveden s ovom vrstom zamjene ima kremastu teksturu, a ukoliko su čestice veće od 3 µm tekstura postaje pjeskovita što odbija

potrošače (Akbari i sur. 2019.). Osim sirutkinih proteina, kao zamjena za mliječnu mast u sladoledu mogu se koristiti sojini proteini. Liu i sur. (2018) navode da njihovim dodavanjem u sladoled proizveden od obranog mlijeka (0,1 % mliječne masti) u količini od čak 50 % sladoled ima svojstva slična sladoledu s 10 % mliječne masti.

Zamjene za mast na bazi lipida u svom sastavu sadrže emulgatore, triacilglicerole srednjeg lanca ili strukturne lipide koji imaju aktivnu površinu i mogu stabilizirati emulzije (Akbari i sur. 2019.).

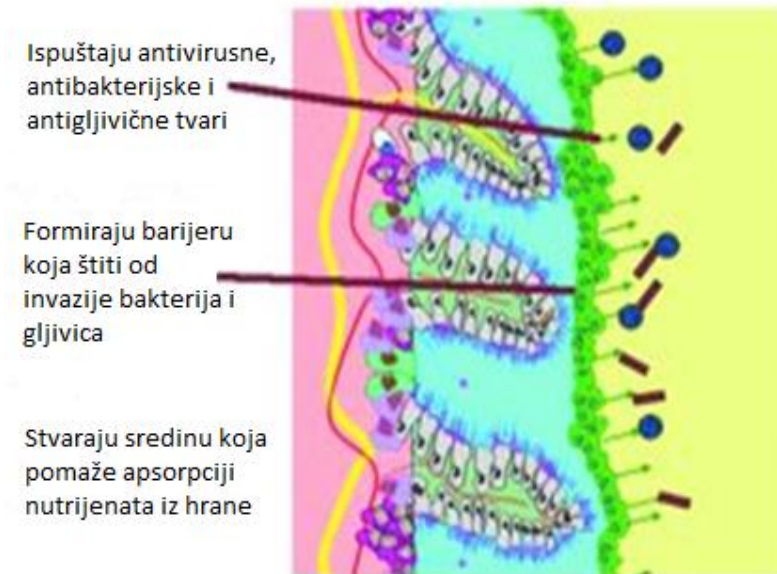
Akbari i sur. (2019.) navode kako dodatkom svih vrsta zamjene za mliječnu mast (na bazi ugljikohidrata, proteina i lipida) dolazi do smanjenja *overrun*-a radi nestabilnosti pjene. Kako je već ranije navedeno, da bi pjena bila stabilna, potrebno je da mliječna mast tvori aglomerate na površini mjehurića zraka, međutim kako je ona reducirana, tako je i stabilnost pjene manja, čime je i *overrun* manji.

Mliječna mast je izuzetno bitan sastojak sladoledne smjese te se ona ne može nikada u potpunosti izbaciti, može se samo reducirati uz dodatak zamjene, međutim sve zamjene nisu pogodne za svako korištenje, stoga ih je ipak potrebno koristiti s određenim udjelom mliječne masti ili se mogu međusobno kombinirati različite zamjene za mliječnu mast kako bi se postigla optimalna kvaliteta proizvoda (Akbari i sur. 2019.).

4.3. Probiotički sladoled

Prema definiciji, probiotici su živi mikroorganizmi koji se koriste kao dodatak hrani, a njihov učinak na domaćina je pozitivan u smislu pospješivanja mikrobne ravnoteže crijeva. Definicija se odnosi na monokulturu ili mješovitu kulturu živih mikroorganizama koji promiču zdravlje čovjeka na način da poboljšavaju svojstva već prisutne crijevne mikrobiote (Di Criscio i sur. 2010.).

Najčešće se kao probiotičke kulture koriste bakterije mliječne kiseline (BMK). Svrha korištenja probiotika je očuvanje dobrog i poboljšanje narušenog ljudskog zdravlja. Oni se najčešće primjenjuju nakon terapije antibioticima koji osim patogenih i štetnih bakterija uništavaju i prirodnu mikrobiotu gastrointestinalnog sustava. Pozitivni učinci probiotika (Slika 4.3.1.) očituju se u poboljšanju imunološkog sustava domaćina, ublažavanju simptoma netolerancije laktoze, konkurentnosti i inhibiciji mnogih patogenih mikroorganizama itd.. Osim toga, probiotički sojevi imaju mogućnost proizvodnje nekih od vitamina i antibakterijskih komponenti u probavnom sustavu te često ublažavaju simptome alergija i suzbijaju infekcije želučane sluznice uzrokovane patogenom bakterijom *Helicobacter pylori* (Samaržija 2018.).



Slika 4.3.1. Dobrobiti probiotika

Izvor: <https://alternativa-za-vas.com/images/uploads/probiotic-benefits.jpg> - pristupljeno: 05.03.2020.

Točna taksonomska identifikacija i potpuna kategorizacija soja je potrebna da bi se neka bakterija mogla primijeniti kao probiotik. Isto tako da bi se neki soj smatrao probiotikom, on mora zadovoljiti određene kriterije kao što su mogućnost preživljavanja u probavnom sustavu, mogućnost podnošenja djelovanja želučane kiseline i žučnih soli, mogućnost stvaranja kolonija u debelom crijevu itd. (Šušković i sur. 2009.). Također, da bi se kultura smatrala probiotičkom, mora biti izolirana iz gastrointestinalnog trakta čovjeka. Najčešće korištene bakterije kao probiotičke kulture su vrste roda *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, međutim mogu se koristiti i brojne druge vrste kao i kvasci (Di Criscio i sur. 2010.).

Probiotička hrana je hrana koja sadrži žive probiotičke kulture u adekvatnoj količini. „Terapeutskim minimumom“ smatra se količina od 10^5 cfu/g ili mL, a konzumacijom od 10^6 do 10^9 živih stanica dnevno se postiže željeni blagotvorni učinak. Najrasprostranjenija probiotička hrana su fermentirani mliječni proizvodi, uključujući i sir te napitke na bazi sirutke. Osim u navedenim proizvodima, probiotici se mogu primjenjivati i u drugim mliječnim i nemliječnim namirnicama, međutim njihova primjena je rijetka i nedovoljno istražena stoga se takvi proizvodi rijetko mogu naći na tržištu (de Vrese i Schrezenmeir 2008.).

Probiotički sladoled poznat je već 60-ak godina. Priprema se s dodatkom visoko koncentriranih probiotičkih bakterijskih kultura, fermentiranog mliječnog proizvoda ili praha probiotičkog jogurta u sladolednu smjesu bez daljnje fermentacije. Također, može se proizvesti i fermentacijom pasterizirane sladoledne smjese s odabranim probiotičkim ili neprobiotičkim starter kulturama, a najčešće su to *Lactobacillus acidophilus* i sojevi *Bifidobacterium* roda koji lako rastu u sladolednim smjesama i stvaraju poželjnu kiselost. Ovi proizvodi dobro podnose uvjete pohrane te se mogu pohraniti na temperaturi od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ čak

11 – 15 tjedana bez smanjenja broja živih bakterija i pogoršanja senzorskih svojstava (de Vrese i Schrezenmeir 2008.).

Salem i sur. (2005.) istraživali su utjecaj dodatka različitih probiotičkih kultura na svojstva sladoleda (Tablica 4.3.1.). Svaki probiotički soj inokuliran je u sterilizirano obrano mlijeko te ostavljen 12 sati na temperaturi 37 °C da dođe do fermentacije. Nakon toga fermentirano mlijeko dodano je u sladolednu smjesu neposredno prije smrzavanja.

Tablica 4.3.1. Probiotičke bakterije korištene u proizvodnji sladoleda

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4	5	6
Probiotička kultura	-	<i>L. gasseri</i>	<i>L. rhamnosus</i>	<i>L. reuteri</i>	<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>

Izvor: Salem i sur. 2005.

Provedena su mjerenja titracijske kiselosti, pH vrijednosti, zakiseljenosti, specifične težine, težine po galonu, *overrun*, točke smrzavanja i otpornosti na topljenje. Također, određen je ukupan broj bakterija nakon fermentacije, neposredno nakon miješanja mlijeka u sladolednu smjesu, nakon smrzavanja te nakon 1., 4., 8. i 12. tjedna pohrane pri temperaturi od -26 °C. U senzorskom ocjenjivanju sudjelovalo je 20 treniranih senzorskih analitičara. Sladoledi su ocijenjeni nakon 2 tjedna pohrane, a karakteristike koje su se trebale ocijeniti bile su: aroma, tekstura, boja i kvaliteta topljenja.

Izmjerena pH vrijednost svih sladolednih smjesa bila je visoka (viša od pH vrijednosti fermentiranog mlijeka dodanog u sladolednu smjesu), a pretpostavlja se da je to radi visokog pufernog kapaciteta same smjese. Pretpostavlja se da navedena sposobnost u određenoj mjeri suzbija probiotički okus smjese, odnosno okus stvorene mliječne kiseline. Navodi se kako je idealna pH vrijednost probiotičkog sladoleda oko 5,5. Viskoznost svih sladolednih smjesa koje su proizvedene od fermentiranog mlijeka blago je veća u odnosu na smjesu proizvedenu bez dodatka probiotičke kulture. Sladoled s dodatkom *L. reuteri* ima najveću viskoznost, a smjesa s *L. acidophilus* najmanju. Smatra se kako je povećanje viskoznosti povezano sa blagom precipitacijom proteina što vodi ka većoj kiselosti i slabijem *overrun*-u. Također je zabilježeno da dodatak probiotičkih kultura utječe na *overrun*. Razlike u *overrun*-u među smjesama su pod utjecajem različitih stupnjeva kiselosti koji se povezuju s dodatkom različitih kultura. Najbolji *overrun* zabilježen je u smjesama kojima su dodani *L. acidophilus* i *B. bifidum*, a najniži u smjesi s dodatkom *L. reuteri*. Osim navedenih promjena, dodatak probiotičkih sojeva utječe i na specifičnu težinu i težinu po galonu. Obje vrijednosti su povećane dodatkom fermentiranog mlijeka te su više u odnosu na smjesu bez dodatka probiotičkih bakterija. Najviše vrijednosti zabilježene su u sladoledu s dodatkom *L. reuteri*, a najniže u sladoledu kojem je dodana bakterijska kultura *L. acidophilus*. Dodatak probiotika utječe i na brzinu topljenja. Sve sladoledne smjese s probiotičkim bakterijama imaju veću

topljivost od smjese bez probiotika, pri čemu sladoled s dodatkom *L. rhamnosus* ima najvišu brzinu topljenja, a sladoled s dodatkom *L. acidophilus* ima najnižu.

Zamrzavanje sladoledne smjese i pohrana na temperaturi $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$ utječe na smanjenje broja živih mikroorganizama za manje od 1 logaritamske jedinice. Međutim, istraživanjem je dokazano da sladoled i dalje ima dovoljno visok broj živih mikroorganizama da bi se smatrao probiotičkom hranom te da bi imao pozitivan učinak na zdravlje domaćina.

Sladoledi s dodatkom *L. reuteri* i *B. bifidum* bilježe najviše senzorske ocjene na temelju ocjena arome, teksture, boje i brzine topljenja, dok je sladoled s dodatkom *L. rhamnosus* najmanje poželjan te ima najlošije ocijenjenu aromu. Sladoled kojem je dodan *L. acidophilus* ima najnižu kiselost i dobru teksturu. Svi sladoledi s probiotičkim sojevima imaju blago lošiju kvalitetu topljenja i boju u odnosu na sladoled bez dodatka probiotičke kulture. Navedena svojstva mogu se povezati s koncentracijom stvorene mliječne kiseline koja može imati utjecaj na topljenje i boju. Niti u jednom sladoledu nije zabilježen visok osjećaj zaleđenosti.

Navedenim istraživanjem utvrđeno je kako je sladoled dobar medij za probiotičke sojeve jer zamrzavanjem i pohranom pri niskim temperaturama ne dolazi do velikog smanjenja broja živih bakterija te se dodatkom probiotika ne utječe na senzorska svojstva konačnog proizvoda.

Di Criscio i sur. (2010.) proizveli su probiotički, prebiotički i simbiotički sladoled te proveli analize ukupnog broja mikroorganizama, pH vrijednosti, kiselosti i fizikalnih te funkcionalnih svojstava. Također, određena je količina ukupne suhe tvari, proteina i udjeli L/D izomera mliječne kiseline. Mikrobiološke analize provedene su svaki dan prvih sedam dana te nakon 1., 3., 7. i 16. tjedna pohrane sladoleda u zamrznutom stanju. Uz navedene analize, provedeno je i senzorsko ocjenjivanje od strane 10 stručnih senzorskih ocjenjivača. Bilo je potrebno ocijeniti 5 pojmova: aroma, homogenost, boja, okus i konzistencija.

Prilikom proizvodnje sladoleda s dodatkom probiotika korištene su dvije sladoledne smjese, jedna s okusom vanilije, a druga s okusom voća. Za svaki okus proizvedene su 3 vrste smjese: uz dodatak bakterije *Lactobacillus rhamnosus*, uz dodatak *Lactobacillus casei* te smjesa bez dodatka probiotičkih sojeva (Tablica 4.3.2.).

Tablica 4.3.2. Probiotičke bakterije korištene u proizvodnji sladoleda

F	Fc	Fr	V	Vc	Vr
Voće	Voće + <i>L. casei</i>	Voće + <i>L. rhamnosus</i>	Vanilija	Vanilija + <i>L. casei</i>	Vanilija + <i>L. rhamnosus</i>

Izvor: Di Criscio i sur. 2010.

Mikrobiološkom analizom sladoleda utvrđena je prisutnost nepoželjnih mikroorganizama kao što su enterobakterije te koliformne bakterije, međutim ukupan broj

navedenih vrsta je bio nizak ili nemjerljiv u svim sladoledima s dodatkom probiotičkih sojeva, dok navedeni podatak nije analiziran u sladoledu bez dodatka probiotičkih bakterija. Također, ukupan broj bakterija mliječne kiseline (BMK) viši je u sladoledu s dodatkom probiotika u odnosu na sladoled bez dodatka probiotika. Nije zabilježeno smanjenje ukupnog broja BMK nakon smrzavanja i tijekom pohrane što ukazuje na to da temperatura od -20 °C nema negativan utjecaj na preživljavanje navedenih bakterija.

Analizom funkcioniranih svojstava dokazano je kako se kiselost ne mijenja tijekom pohrane sladoleda, međutim voćni sladoledi su čvršće konzistencije nego sladoledi s vanilijom što se može povezati s nižim udjelom masti te višim udjelom šećera u voćnim sladoledima koji imaju utjecaj na proces stvrdnjavanja. Dodatak probiotika nema znatan utjecaj na funkcionalne karakteristike sladoleda.

Prilikom senzorskog ocjenjivanja, sladoledi s voćnom bazom lošije su ocijenjeni u odnosu na sladolede s vanilijom što se povezuje s nižim udjelom mliječne masti te izostankom arome. Usporedbom svih sladoleda s okusom vanilije, najbolje je ocijenjen sladoled okusa vanilije s dodatkom *L. casei*. Navodi se kako je intenzitet okusa vanilije bio blago slabiji u sladoledima s dodatkom probiotika u odnosu na sladoled bez probiotika.

4.3.1. Zamrznuti jogurt

U posljednje vrijeme javlja se trend sve veće brige za zdravlje, stoga je konzumacija namirnica koje imaju pozitivan učinak na zdravlje čovjeka postala uobičajena. Posebice su poželjne postale BMK radi potencijalnih terapijskih svojstava, stoga je konzumacija jogurta sve veća, a samim time i sve popularniji zamrznuti jogurt jer objedinjuje svojstva jogurta i mliječnog deserta. Smatra se kako je to „zdrav“ desert koji ima nizak udio mliječne masti, nisku energetska vrijednost te je blagog okusa (Inoue i sur. 1998.).

Probiotički zamrznuti jogurt se proizvodi na sličan način kao i probiotički sladoled, korištenjem standardne sladoledne smjese, starter kulture za proizvodnju jogurta (*Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) te potencijalnih probiotičkih bakterija (de Vrese i Schrezenmeir 2008.).

Zamrznuti jogurt je mliječni proizvod blage kiselosti čija pH vrijednost iznosi 5,76 – 6,72, a titracijska kiselost 0,20 – 0,43. Navedenu titracijsku kiselost moguće je postići fermentacijom pomoću klasične jogurtne kulture ili standardizacijom titracijske kiselosti do navedene razine tako da se jogurt doda u sladolednu smjesu. Osim što ovaj proizvod ima smanjeni udio mliječne masti, ukoliko se proizvodi uz dodatak probiotičkih kultura, kao što su *L. acidophilus* i *B. longum* pokazuje dodatno pozitivno djelovanje na zdravlje. Međutim, smatra se kako uvjeti u zamrznutom jogurtu nisu idealni za preživljavanje bakterija iz razloga što procesom smrzavanja može doći do smanjenja broja živih bakterija 0,5 – 1 logaritamske jedinice. Također, tijekom pohrane 6 – 12 mjeseci dolazi do variranja temperature prilikom čega se namirnica topi i ponovo smrzava te dolazi do formiranja većih kristala leda koji mogu uzrokovati pucanje stijenke bakterijskih stanica čime one odumiru. Osim toga povećanjem udjela šećera smanjuje se rast i razvoj bakterija. Stoga je potrebno dodati veće koncentracije

bakterija u smjesu za proizvodnju zamrznutog jogurta kako bi u konačnom proizvodu njihova koncentracija bila dovoljno visoka da takav proizvod ima pozitivno djelovanje na organizam potrošača. Bifidobakterije su izrazito osjetljive na koncentracije kisika i kiseline koje prevladavaju u ovoj vrsti proizvoda, stoga je potrebno u proizvodnji navedene vrste proizvoda dodati bifidobakterije u koncentraciji od 10^7 cfu/ml. Također je važno odabrati vrstu tradicionalne starter kulture koja će u kombinaciji s bifidobakterijama imati pozitivan utjecaj na izbalansiranost okusa i proizvodnju kiseline, a samim time i na preživljavanje bifidobakterija u zamrznutom jogurtu. Aktivnošću jogurtne kulture dolazi do specifičnih kemijskih promjena u zamrznutom jogurtu koje mogu utjecati na senzorska svojstva. Glavne aromatske komponente u smrznutom jogurtu koje nastaju razgradnjom laktoze i proteina su: mliječna i octena kiselina te acetaldehid, acetoin i diacetil (Davidson i sur. 2000.).

U istraživanju utjecaja i preživljavanja probiotičkih kultura u zamrznutom jogurtu (Davidson i sur. 2000.) proizvedena su 2 tipa navedene namirnice. Prvi tip je bio proizveden isključivo s dodatkom tradicionalne jogurtne kulture, dok je u drugi tip dodana mješavina raznih BMK (Tablica 4.3.1.1.).

Tablica 4.3.1.1. Bakterije mliječne kiseline korištene u proizvodnji zamrznutog jogurta

Tip 1 (standardna jogurtna kultura)	Tip 2 (mješavina probiotičkih kultura)
<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>L. delbrückii subsp. bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium longum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> <i>L. bulgaricus</i>

Izvor: Davidson i sur. 2000.

Rezultati istraživanja su pokazali kako je došlo do smanjenja ukupnog BMK nakon 11 tjedana pohrane, međutim ono nije bilo veliko. Autori navode kako je zamrznuti jogurt dobar medij za unos probiotičkih bakterija u organizam te kako pohrana ima mali ili neznatan utjecaj na ukupan broj bakterija koji je ostao dovoljno visok da bi imao pozitivan zdravstveni učinak na potrošače. Međutim, treba uzeti u obzir osjetljivost bifidobakterija na koncentraciju mliječne kiseline proizvedene od strane jogurtne kulture. Potreban je pažljiv odabir BMK starter kultura koje proizvode manju količinu mliječne kiseline kako bi okoliš bio povoljan za preživljavanje dovoljno velikog broja bifidobakterija.

Oba tipa smjese za proizvodnju zamrznutog jogurta imala su lošiju teksturu nego komercijalni zamrznuti jogurt, međutim intenzitet arome vanilije i slatkoće je bio sličan. Također je zabilježen pad svježine u obje smjese tijekom 11 tjedana pohrane. Navodi se kako je komercijalni zamrznuti jogurt imao manju kiselost nego smjese korištene u istraživanju. Smjesa s najmanjom titracijskom kiselošću ocijenjena je najvišom ocjenom. Zapaženo je kako zamrznuti jogurt proizveden s dodatkom probiotičke kulture ima svojstva slična komercijalnom jogurtu, dok zamrznuti jogurt proizveden s dodatkom jogurtne kulture ima

intenzivan okus po jogurtu. Osim toga, zabilježeno je da smjesa s dodatkom bifidobakterija ima blaži okus. Autori navode kako dodatak probiotičke kulture ima mali utjecaj na senzorska svojstva, međutim ukoliko se pH tijekom fermentacije spusti ispod 5,6 okus ove vrste proizvoda postaje intenzivno kiseo.

Inoue i sur. (1998.) proizveli su sladoled u tipu zamrznutog jogurta s različitim omjerima fermentiranog i nefermentiranog obranog mlijeka. Obzirom na različite omjere, pH vrijednosti proizvoda su bile različite (4,5; 5,0; 5,5; 6,5). Osim međusobno, sladoledne smjese za proizvodnju zamrznutog jogurta uspoređivane su s komercijalnim zamrznutim jogurtom s 1 % mm i 8 % bezmasne suhe tvari. Analize smjesa za proizvodnju zamrznutog jogurta sastojale su se od mjerenja pH vrijednosti, kontroliranja broja BMK te senzorskog ocjenjivanja u kojem je sudjelovalo 15 treniranih senzorskih analitičara koji su bili podijeljeni u 3 grupe na temelju učestalosti konzumacije zamrznutog jogurta (Tablica 4.3.1.2.). Ocjenjivali su slatkoću, kiselost, okus, zaostajanje okusa, svojstva topljenja i kremoznost na skali 1 – 5.

Tablica 4.3.1.2. Broj ocjenjivača razvrstanih u grupe na temelju konzumacije zamrznutog jogurta

	A	B	C
Konzumacija:	Skoro svaki dan	Nekoliko puta mjesečno	Skoro nikad
Broj ljudi	4	8	3

Izvor: Inoue i sur. 1998.

Rezultati pokazuju kako ne postoje tehnološke poteškoće u proizvodnji ovog tipa sladoleda te kako nije teško proizvesti sladoled u tipu zamrznutog jogurta odgovarajućih pH vrijednosti. Prema pH vrijednostima, sladoledne smjese su podijeljene u 3 grupe: prva grupa (grupa A) s najnižom koncentracijom mliječne kiseline (pH 6,5), druga se grupa (grupa B) sastojala od 2 uzorka sa srednjim količinama mliječne kiseline (pH 5,0 i 5,5), treća grupa (grupa C) s otprilike 0,54 % mliječne kiseline (pH 4,5). Rezultati pokazuju kako je smjesa treće grupe dobro prošla proces fermentacije tijekom pripreme, dok u smjesi prve grupe nije došlo do fermentacije. Zabilježeno je blago smanjenje kiselosti u svim smjesama nakon prvog mjeseca pohrane, međutim kasnije je ona dosegla prvotnu razinu te je tijekom sljedećih 2 – 5 mjeseci ostala konstantna. Kao i kod udjela mliječne kiseline, promjene pH vrijednosti u svim smjesama su male.

U prvoj grupi smjesa (pH 6,5) prije smrzavanja broj bakterija je manji od 10^4 cfu/g, a tijekom smrzavanja broj BMK smanjen je na 0. Ovo zapažanje pokazuje kako velik utjecaj na broj živih bakterija u krajnjem proizvodu ima proces zamrzavanja. Autori navode kako prisutnost velikog broja BMK na početku procesa zamrzavanja može biti važan faktor zaštite bakterija od temperaturnog šoka. U drugoj skupini smjesa (pH 5,0 i 5,5) broj BMK smanjen je na 13 % od prvotnog broja, nakon čega je taj broj ostaje konstantan tijekom narednih 6

mjeseci pohrane. U trećoj grupi (pH 4,5) tijekom prvih tjedan dana pohrane broj bakterija mliječne kiseline je manji za 50 % u odnosu na početni broj BMK, a zatim se taj broj postepeno smanjuje u naredna 4 mjeseca nakon čega slijedi daljnje smanjenje naredna 2 mjeseca. Osim toga, prisustvo mliječne kiseline nastale tijekom fermentacije također može pridonijeti preživljavanju BMK u ovom tipu sladoleda, obzirom na to da ona snižava pH vrijednost proizvoda. Iz rezultata je vidljivo da je preživljavanje broja BMK veće u sladoledima s nižim pH vrijednostima.

Senzorska svojstva sladoleda u tipu zamrznutog jogurta su bolja u odnosu na zamrznuti jogurt. Usporedbom rezultata dobivenih od 3 grupe ljudi, zapaženo je kako su ocjenjivači iz grupe A dali različite ocjene obzirom na pH vrijednost te su uspjeli osjetiti razlike u pojedinim sladoledima. Ocjenjivači iz skupine B su također uspjeli osjetiti razlike u sladoledima, međutim njihove ocjene nisu toliko varijabilne u odnosu na skupinu A. Očekivano, u ocjenama skupine C gotovo da nema razlika između ocjena sladoleda. Autori navode da na oštrinu osjetila velik utjecaj ima poznavanje proizvoda od strane ocjenjivača.

Senzorske ocjene proizvoda grupe A pokazuju kako sladoled čija je pH vrijednost 5,5 ima najpoželjnije karakteristike okusa, punoće okusa, kremoznosti, kiselosti i slatkoće, međutim ocjene nisu puno bolje u odnosu na druge sladolede korištene u istraživanju. Navedni sladoled ima 0,33 % mliječne kiseline u svom sastavu. Slatkoća je najviša u sladoledu čija je pH vrijednost 5,5; a najmanja u sladoledu pH vrijednosti 6,5. Također, najbolju kremoznost ima sladoled pH vrijednosti 5,5; a najmanju sladoled čija je pH vrijednost 4,5.

Velike razlike u kremoznosti među sladolednim smjesama zabilježene su zato što su fizikalne osobine pod velikim utjecajem pH vrijednosti. Povećanjem pH vrijednosti, kremoznost se postepeno povećava do koncentracije mliječne kiseline od 0,33 %, nakon čega je opet došlo do smanjenja kremoznosti.

4.4. Prebiotički sladoled

Prebiotik se prvotno definirao kao neprobavljivi sastojak hrane koji povoljno utječe na domaćina na način da selektivno stimulira rast ili aktivnost limitiranog broja bakterija koje se prirodno nalaze u probavnom sustavu čovjeka. Prebiotici mogu inhibirati rast i razvoj patogenih bakterija, a najčešće djeluju u debelom crijevu, iako utječu na mikroorganizme i u tankom crijevu. Tvrdilo se kako gotovo svaki prehrambeni oligosaharid ili polisaharid ima prebiotička svojstva, međutim nisu svi ugljikohidrati nužno i prebiotici. Radi navedenih činjenica potrebno je uspostaviti jasne kriterije na temelju kojih će se određeni sastojci hrane moći definirati kao prebiotici. Neki od kriterija su: znanstveni dokaz, odnosno demonstracija kako se određena komponenta ili sastojak hrane može oduprijeti uvjetima u probavnom sustavu, odnosno samoj probavi, adsorpciji i apsorpciji, ta komponenta mora biti fermentirana od strane mikrobiote probavnog sustava te mora selektivno stimulirati rast ili aktivnost jedne ili limitiranog broja bakterija u gastrointestinalnom sustavu. Novijim istraživanjima je dokazano da inulin i oligofruktoza imaju navedena svojstva te su pogodni za korištenje kao prebiotici (Di Criscio i sur. 2010.).

Prilikom proizvodnje sladoleda s dodatkom prebiotika najčešće se koriste fruktooligosaharidi (FOS), galaktooligosaharidi (GOS), inulin, rezistentni škrob i polidekstroza. Njihovim dodatkom u sladoled postiže se povećanje nutritivne vrijednosti te poboljšanje funkcionalnih svojstava krajnjeg proizvoda. Dodatkom prebiotika u hranu ostvaruju se višestruka funkcionalna svojstva, kao što su npr. poboljšanje teksture i senzorskih svojstava te produljenje roka trajnosti namirnice. Oni također imaju sposobnost tvorbe gela, kako je već spomenuto, čime oponašaju djelovanje masti, imaju svojstvo ugušćivanja te se mogu koristiti kao sredstvo protiv zgrudnjavanja (Tudor Kalit 2019.).

Prednosti korištenja vlakana iz voća u proizvodnji sladoleda mogu biti poboljšanje strukture sladoleda poput poboljšanja topljivosti i smanjenja rekristalizacije što rezultira produljenim rokom trajnosti same namirnice. Također, dodavanjem vlakana u sladoled povećava se njegova viskoznost što omogućava zamrzavanje sladoledne smjese s većim *overrun*-om, a da se time ne uzrokuje negativan utjecaj na veličinu kristala leda (Yangular 2015.).

Kako je već opisano, Di Criscio i sur. (2010.) proizveli su 3 vrste sladoleda, od kojih je jedna vrsta bio sladoled s dodatkom prebiotika. Kao prebiotik korišten je inulin dodavan u različitim omjerima. Prilikom proizvodnje prebiotičkog sladoleda korištena je samo aroma vanilije, a stabilizator je dodan u količinama 0,0 – 0,5 % (Tablica 4.4.1.).

Tablica 4.4.1. Količina stabilizatora i inulina u proizvodnji prebiotičkog sladoleda

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4
Stabilizator (%)	0,5	0,25	-	-
Inulin (%)	-	2,5	5	10

Izvor: Di Criscio i sur. 2010.

Udio dodanog inulina ima izravan utjecaj na funkcionalna svojstva sladoleda, kao što su *overrun*, čvrstoća i brzina topljenja. Također, dodatak inulina ima utjecaj i na teksturu sladoleda, a dodatak 5 i 10 % inulina rezultira najvećom čvrstoćom sladoleda. Navedena pojava može se povezati sa svojstvima inulina da veže slobodnu vodu čime se povećava viskoznost, a samim time i čvrstoća sladoledne smjese. Osim toga, sladoledne smjese s dodatkom 5 i 10 % inulina imaju 15 % manji *overrun* u odnosu na ostale smjese. Nije zabilježena velika razlika u *overrun*-u između smjese bez dodatka inulina i smjese s 2,5 % inulina što se povezuje s dodatkom stabilizatora. Sladoled s 5 % inulina ima veću brzinu topljenja u odnosu na sladoled bez inulina i sladoled s 2,5 % inulina, međutim kod sladoleda s 10 % inulina, brzina topljenja se opet stabilizira. Dodatak 10 % inulina negativno utječe na senzorska svojstva sladoleda, najviše na aromu i okus, a potom na konzistenciju i homogenost. Najbolje je ocijenjen sladoled s dodatkom 2,5 % inulina čije su karakteristike najbližnje sladoledu s 0,5 % stabilizatora bez dodatka inulina (Di Criscio i sur., 2010.).

Vlakna iz banane pokazuju određena prebiotička svojstva obzirom na to da su kora i nezreli plod banane bogati dijetalnim vlaknima i neprobavljivim ugljikohidratima, celulozom, hemicelulozom, ligninom, škrobom i rezistentnim škrobom. Također su bogati proteinima, esencijalnim aminokiselinama, polinezasićenim masnim kiselinama te kalijem. Povrh toga, banana sadrži i antioksidativne spojeve poput polifenola i karotenoida te bioaktivne spojeve koji se mogu ekstrahirati i koristiti u svrhu dodavanja vrijednosti nekim namirnicama. U posljednje vrijeme pokušavaju se razviti novi okusi, a obzirom na to da se dodatkom određenog voća može utjecati na poboljšanje okusa i arome, banana kao dobar izvor vlakana mogla bi biti prikladna za korištenje u svrhu poboljšanja senzorskih i fizikalnih karakteristika sladoleda (Yangular 2015.).

U istraživanju utjecaja dodatka brašna zelene banane na senzorska, fizikalna i kemijska svojstva sladoleda (Yangular 2015.) proizvedeno je 5 vrsta sladoleda (Tablica 4.4.2.). Svrha istraživanja bila je ocijeniti funkcionalna svojstva vlakana zelene banane te ispitati utjecaj na kvalitetu sladoleda (kemijski sastav, pH, titracijska kiselost, *overrun*, viskoznost smjese, brzina topljenja, senzorska svojstva) i njegovu nutritivnu vrijednost. U istraživanju su korištene 2 vrste brašna, prva vrsta proizvedena je od kore zelene banane, a druga od ploda (pulpe) te su obje vrste dodane u sladoledne smjese. Kemijskom analizom svih sladolednih smjesa utvrđeni su udjeli masti, mineralnih tvari, titracijska kiselost te pH vrijednost. Senzorskom analizom u kojoj je sudjelovalo 8 iskusnih ocjenjivača ocijenjeni su okus, tekstura, boja, otpornost na topljenje i prihvatljivost ove vrste proizvoda na skali 1 – 9.

Tablica 4.4.2. Sladoled s dodatkom brašna zelene banane

Sladoledna smjesa:	C	A1	A2	B1	B2
Vrsta i udio brašna od banane	-	Kora 1 %	Kora 2 %	Pulpa 1 %	Pulpa 2 %

Izvor: Yangular 2015.

Povećanjem udjela brašna banane povećava se i udio suhe tvari u sladoledu. Osim toga, dodatak dijetalnih vlakana utječe na udio masti i titracijsku kiselost, međutim pH vrijednosti sladolednih smjesa nisu promijenjene, što autori povezuju s pH vrijednošću banane (pH = 5,00). Dodatak brašna ima utjecaj na viskoznost sladoleda, te najveću viskoznost ima sladoedna smjesa s dodatkom 2 % kore banane što se može povezati s najvećim udjelom suhe tvari, odnosno vlakana dodanih u sladoled. Sladoledne smjese s dodatkom pulpe banane svjetlije su boje od ostalih smjesa, a autori navode pozitivnu vezu između boje sladoleda i povećanja masenog udjela vlakana u sladoledu. Dodatak brašna banane, neovisno o tome je li kora ili pulpa, dovodi do smanjenja *overrun*-a što se povezuje s povećanjem viskoznosti, a samim time i nemogućnosti inkorporacije zraka u smjesu tijekom tučenja i djelomičnog zamrzavanja. Sladoled s dodatkom brašna kore banane sporije se topi

u odnosu na sladoled bez dodatka brašna banane i sladoled s dodatkom 1 % brašna pulpe koji bilježi najkraće vrijeme topljenja. Mogući uzrok autori vide u sposobnosti vlakana da onemoguće slobodno kretanje molekula vode u smjesi.

Nutritivna vrijednost sladoleda s dodatkom brašna banane je veća u odnosu na sladoled bez dodatka brašna banane zbog većeg sadržaja mineralnih tvari: kalija, magnezija, fosfora, natrija, cinka te željeza i mangana. Iznimka je uočena za kalcij koji je u sladoledu bez dodatka brašna banane veći.

Dodatak brašna banane utječe na boju, teksturu, otpornost na topljenje, kremoznost, okus po banani i općenitu prihvatljivost navedenog proizvoda. Najvišu ukupnu senzorsku ocjenu (7,9) od strane senzorskih analitičara postiže sladoled s dodatkom 2 % brašna pulpe banane, a najnižu sladoled s dodatkom 2 % brašna kore banane (7,3).

Sacchi i sur. (2019.) istraživali su utjecaj dodatka ekstra djevičanskog maslinovog ulja na senzorska svojstva te udio biofenolnih i hlapljivih spojeva u talijanskom tipu sladoleda (*gelato*). Talijanski tip sladoleda ima vrlo mali ili gotovo nikakav *overrun*, te sadrži nizak udio stabilizatora, emulgatora i mliječne masti u odnosu na ostale vrste sladoleda. Cilj istraživanja bio je proizvesti sladoled s dodatkom maslinovog ulja kao funkcionalnog sastojka koji će imati pozitivan zdravstveni učinak na zdravlje ljudi i karakterističan okus. Maslinovo ulje se smatra najboljim među biljnim uljima te se često navodi kao funkcionalni sastojak zahvaljujući zdravstvenim dobrobitima za koje je zaslužna prisutnost antioksidansa, tokoferola, skvalena, fitosterola te prirodnog aromatičnog agensa koji je zaslužan za karakteristična senzorska svojstva ove vrste proizvoda (Sacchi i sur. 2014.). Ekstra djevičansko maslinovo ulje bogato je oleinskom kiselinom koja ima pozitivno djelovanje na ljudski organizam te se smatra kako ona utječe na održavanje normalne razine kolesterola u krvi. Osim toga, dokazano je kako biofenoli maslina imaju pozitivan učinak na zdravlje kada je njihova konzumacija veća od minimalne dnevne količine. Međutim, maslinovo ulje karakterizira jako gorak okus stoga ta činjenica može biti ograničavajući faktor korištenja u proizvodnji sladoleda.

U istraživanju je proizveden sladoled s dodatkom ekstra djevičanskog maslinovog ulja sa srednjim sadržajem biofenola, zelenim biljnim te srednje gorkim okusom. U senzorskom ocjenjivanju je sudjelovalo 9 iskusnih ocjenjivača koji su uz standardna senzorska svojstva dobili još 2 pojma za ocijeniti (okus zelenog lista i pokošene trave) kako bi što lakše opisali „zelene note“. Senzorski analitičari navode da je sladoled s dodatkom maslinovog ulja srednje intenzivnog okusa po maslinama, blago gorak, s notom zelenog lista. Također, navedeni sladoled je intenzivnije boje u odnosu na sladoled bez dodatka maslinovog ulja. Percepcija masti se razlikuje među sladoledima. U sladoledu s maslinovim uljem percepcija arome mlijeka i vrhnja je niža u usporedbi sa sladoledom bez maslinovog ulja što je objašnjeno maskirajućim efektom ulja. Ulje doprinosi povećanju intenziteta voćnih aroma, aroma po maslinama i pokošenoj travi. Također, gorak okus je slabije zabilježen, što se može povezati s prisutnošću slatkih komponenti, ali i interakcijom fenolnih spojeva iz ulja s proteinima iz mlijeka. Sladoled s maslinovim uljem ima veću viskoznost nego sladoled bez ulja.

U jednoj porciji (66 – 200 grama) navedene vrste sladoleda nalazi se otprilike 2 – 5 miligrama fenola što je dovoljno da osigura 30 – 100 % minimalnog dnevnog unosa za djevičansko maslinovo ulje kako bi pokazalo svoju fiziološku funkciju u zaštiti lipida u krvi od oksidativnog stresa. Navedeni podatak potvrđuje potencijalnu nutritivnu korisnost sladoleda koji sadrži maslinovo ulje sa srednjom razinom biofenola koja iznosi 200 – 300 mg/kg. Ova vrsta sladoleda mogla bi se smatrati funkcionanom hranom radi svih pozitivnih učinaka koje ima na ljudski organizam (Sacchi i sur. 2019.).

4.5. Simbiotički sladoled

Probiotičkim namirnicama se često dodaju prebiotici, a za navedenu kombinaciju sastojaka koristi se termin simbiotik. Jedna od mogućnosti upravljanja mikrobiotom probavnog sustava je upotreba upravo simbiotika. Smatra se kako se upotrebom simbiotika može utjecati na poboljšanje preživljavanja živih mikrobnih dodataka prehrani u gastrointestinalnom sustavu domaćina (de Vrese i Schrezenmeir 2008.).

U fermentiranom mlijeku s dodatkom simbiotika koriste se sojevi *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* i vrste roda *Bifidobacterium* kao probiotičke kulture te fruktooligosaharidi, galaktooligosaharidi, laktuloza i derivati inulina kao prebiotici. Rezultat toga je bolje preživljavanje probiotičkih sojeva kao i individualne prednosti dodanih probiotika i prebiotika. Smatra se kako korištenje simbiotika bolje utječe na mikrobnu ravnotežu probavnog sustava u usporedbi s korištenjem samo probiotika ili prebiotika (Di Crisco i sur. 2010.).

Simbiotički sladoled se proizvodi na klasičan način uz dodatak probiotičkih kultura na načine kako je već opisano te prebiotika u gotovu sladolednu smjesu.

U već opisanom istraživanju, Di Crisco i sur. (2010.) su uz sladoled s dodatkom probiotika ili prebiotika proizveli i simbiotički sladoled u koji su osim probiotičkih kultura dodali i inulin. Proučavali su kako dodani probiotici i inulin utječu na kemijska, fizikalna i senzorska svojstva sladoleda.

Simbiotički sladoled sadržavao je probiotičke sojeve: *Lactobacillus rhamnosus* ili *Lactobacillus casei* te različite udjele inulina (Tablica 4.5.1.). Simbiotički sladoledi, osim međusobno, uspoređivani su sa sladoledom bez dodatka probiotika i prebiotika s 0,5 % stabilizatora.

Tablica 4.5.1. Sladoled proizveden uz dodatak inulina, *L. casei* i *L. rhamnosus*

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4
Inulin (%)	3	6	3	6
<i>L. casei</i>	+	+	-	-
<i>L. rhamnosus</i>	-	-	+	+

Izvor: Di Crisco i sur. 2010.

Kao i kod probiotičkog sladoleda, mikrobiološkom analizom utvrđen je vrlo mali ili nemjerljiv broj nepoželjnih mikroorganizama. Smrzavanjem se broj BMK vrlo malo smanjio što ukazuje na to da niske temperature ne djeluju negativno na preživljavanje BMK u simbiotičkom sladoledu. Također, dodatak inulina nema velik utjecaj na ukupan broj BMK. Kiselost sladoleda tijekom pohrane je ostala konstantna, te su rezultati analiza pokazali odsutnost proteolize. Dodatak 3 % inulina ne utječe na teksturu sladoleda, međutim dodatak 6 % inulina povećava čvrstoću smjese za 20 – 30 % u odnosu na sladoled bez dodatka inulina i probiotika. Dodatak probiotika i prebiotika malo smanjuje *overrun* simbiotičkog sladoleda u odnosu na sladoled bez dodataka. Također, dodatak probiotičkih sojeva i inulina ne utječe na konzistenciju, okus i homogenost sladoleda, međutim zabilježene su negativne posljedice na boju (veća neprozirnost). Ocjena arome je viša kod simbiotičkog sladoleda zbog većeg osjećaja slatkoće. U sladoledima sa 6 % inulina zabilježeni su manji kristalići leda u odnosu na sladoled s 3 % inulina. Najbolje je ocijenjen sladoled proizveden uz 6 % inulina + *L. rhamnosus*, a nakon njega slijedi sladoled proizveden uz 6 % inulina + *L. casei*. Temeljem gore navedenih rezultata autori zaključuju da je moguće proizvesti simbiotički sladoled koji će se svrstati u skupinu funkcionalne hrane, ali uz dodatak minimalno 3 % inulina.

Akalin i sur. (2018.) istraživali su utjecaj dodatka 5 vrsta dijetalnih vlakana (u količini od 2 %) na strukturne karakteristike i preživljavanje probiotičkih kultura u sladoledu. U svrhu istraživanja korištena su vlakna jabuke, naranče, zobi, bambusa i pšenice te probiotičke kulture: *L. acidophilus* i *B. lactis*. Utvrđeno je da dodatak vlakana utječe na povećanje ukupne suhe tvari u sladoledu. Na udio mliječne kiseline utječu vrsta dodanih vlakana te duljina pohrane sladoleda. Rezultati titracijske kiselosti pokazuju kako najveću kiselost imaju sladoledi s dodatkom vlakana naranče, jabuke i bambusa. Najveću koncentraciju mliječne kiseline ima sladoled s dodatkom naranče, nakon kojeg slijede sladoledi s dodatkom jabuke, bambusa, pšenice, sladoled bez dodatka vlakana i na kraju sladoled s dodatkom vlakana zobi. Osim kod sladoleda s dodatkom vlakana jabuke i naranče, nisu zabilježene razlike u boji. Kod navedenih sladoleda uočeno je smanjenje svjetline boje te povećanje intenziteta crvene i žute boje sladoleda. *Overrun* u svim sladolednim smjesama je nizak, te iznosi između 25,55 i 30,06 %. Dodavanje vlakana rezultira povećanjem *overrun*-a u svim smjesama, osim u smjesi s bambusovim vlaknima. Dodatak vlakana naranče, jabuke ili pšenice dovodi do povećanja inkorporacije zraka u sladoled. Tvrdoća je kod svih sladoleda nakon jednog dana pohrane jednaka, međutim daljnjom pohranom tvrdoća je povećana u svim sladoledima osim onoga s bambusovim vlaknima. Najveću tvrdoću ima sladoled s dodatkom vlakana naranče između 60. i 180. dana pohrane. Odmah nakon sladoleda s narančom prema tvrdoći slijedi sladoled s vlaknima pšenice.

Navedeno je kako tip vlakna ima utjecaj na temperaturu smrzavanja te na tvorbu i veličinu kristala leda. Najveću brzinu topljenja ima sladoled bez dodatka vlakana nakon 180 dana pohrane, a nakon njega sladoled s dodatkom vlakana zobi. Najduže vrijeme topljenja je zabilježeno kod sladoleda s dodatkom vlakana jabuke i naranče.

Senzorskim ocjenjivanjem nije zabilježena velika razlika između sladoleda bez vlakana i sladoleda s dodatkom pšenice, zobi i bambusa nakon 60, 120 i 150 dana pohrane. Sladoledi

s jabukom i narančom su ocijenjeni lošije što se može povezati s visokom titracijskom kiselošću navedenih smjesa. Općenito, vrsta sladoleda i vrijeme pohrane nemaju utjecaj na teksturne karakteristike sladoleda.

Broj živih *L. acidophilus* bakterija je niži u svim sladoledima tijekom pohrane u usporedbi s početnim brojem. Najveći broj navedene vrste bakterija imaju sladoled bez dodatka vlakana i sladoled s dodatkom vlakana pšenice. U sladoledu bez vlakana je također zabilježen i najveći broj bakterijske vrste *B. lactis* sve do 120. dana pohrane kada je taj broj najveći u sladoledu s dodatkom vlakana pšenice. Dokazano je kako *L. acidophilus* ima veću mogućnost preživljavanja u ovoj vrsti sladoleda u odnosu na *B. lactis* nakon 180 dana pohrane. Najmanji broj živih bakterija zabilježen je u sladoledu s dodatkom vlakana naranče što se može povezati s visokom kiselošću koja inhibitorno djeluje na *B. lactis*.

Dodatkom vlakana naranče i jabuke može se pozitivno utjecati na poboljšanje reoloških svojstava i otpornosti na topljenje, međutim navedena vlakna imaju negativan učinak na preživljavanje *B. lactis* te uzrokuju strani okus sladoleda. Najbolji učinak imaju vlakna pšenice koja dodatkom u sladoled pozitivno djeluju na poboljšanje reoloških svojstava i teksturnih karakteristika, dok senzorska svojstva i preživljavanje probiotičkih sojeva nisu pod njihovim utjecajem.

Akin i Dasnik (2015.) promatrali su utjecaj dodatka različitih udjela askorbinske kiseline i glukoza oksidaze na svojstva simbiotičkog sladoleda. Sladoled je proizveden od mlijeka fermentiranog od strane *L. acidophilus* i *Bifidobacterium* BB-12 te je nakon fermentacije u sladolednu smjesu dodan inulin. Nakon toga je smjesa podijeljena u 7 dijelova, od kojih je jedan bio bez dodatka, dok su u ostale dodane različite koncentracije askorbinske kiseline i glukoza oksidaze (Tablica 4.5.2.).

Tablica 4.5.2. Količina askorbinske kiseline i glukoza oksidaze u proizvodnji simbiotičkog sladoleda

Sladoledna smjesa:	1 ^{bez dodatka}	2	3	4	5	6	7
Askorbinska kiselina (%)	-	-	-	-	0,025	0,05	0,1
Glukoza oksidaza (%)	-	0,025	0,05	0,1	-	-	-

Izvor: Akin i Dasnik 2015.

Bakteriološkom analizom uočeno je smanjenje broja živih bakterija tijekom zamrzavanja. Zabilježen je nizak *overrun* (oko 28 %), a autori navode da je mogući razlog tome sposobnost djelovanja glukoza oksidaze i askorbinske kiseline kao sredstva za uklanjanje kisika. Utjecaj dodatka askorbinske kiseline i glukoza oksidaze na preživljavanje probiotičkih bakterija je velik. Najveći broj živih bakterija ima sladoled s dodatkom 0,1 % askorbinske kiseline. Njenim dodatkom preživljavanje obje vrste probiotičkih bakterija je povećano te se navodi kako se povećanjem udjela askorbinske kiseline smanjuje udio kisika i njegovo štetno djelovanje na navedene bakterije. Tijekom 90 dana pohrane broj živih bakterija smanjen je u svim sladoledima, međutim dodatak askorbinske kiseline uzrokuje

manje smanjenje u usporedbi sa sladoledom bez dodataka i sladoledima s različitim udjelima glukoza oksidaze.

Dodatak glukoza oksidaze i askorbinske kiseline nema učinak na udio suhe tvari, pH vrijednost i titracijsku kiselost sladoleda. Također, između sladoleda s dodatkom glukoza oksidaze i askorbinske kiseline nema velike razlike u *overrun*-u, viskoznosti, vremenu i brzini topljenja kao niti u senzorskim karakteristikama.

4.6. Sladoled sa smanjenim udjelom šećera

Kao i kod masti, u posljednje vrijeme se javlja trend smanjenja konzumacije šećera. Obzirom na to, na tržištu se pojavila potražnja za namirnicama sa smanjenim udjelom šećera, pa tako i sladoleda. Iako postoji negativan trend konzumacije šećera i zaslađivača, oni u sladoledu imaju važnu ulogu te se može reći kako predstavljaju najvažnije nemliječne sastojke. Najčešće se kao zaslađivač koristi saharoza, međutim mogu se koristiti i dekstroza, glukozni sirup, fruktoza, glukoza itd. Njihova uloga u sladoledu je poboljšanje okusa i teksture te sudjeluju u smanjenju točke zamrzavanja. Prilikom određivanja vrste zaslađivača koja će biti korištena u sladolednoj smjesi, potrebno je voditi računa o udjelu suhe tvari podrijetlom od zaslađivača, stupnju slatkoće zaslađivača te kombiniranom stupnju smanjenja točke smrzavanja svih šećera u smjesi, što uključuje i laktozu. Navedeni čimbenici su važni radi postizanja optimalnog udjela suhe tvari, optimalne slatkoće i čvrstoće sladoleda (Goff 2011b.).

Koeflerli i sur. (1995.) su proveli istraživanje utjecaja različite količine šećera, masti i bezmasne suhe tvari na okus i teksturu sladoleda od vanilije (Tablica 4.6.1.).

Tablica 4.6.1. Omjer mliječne masti, suhe tvari bez masti i ukupnih šećera u sladolednoj smjesi

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mliječna mast (%)	3	3	3	3	8	12	12	12	12
Suha tvar bez masti (%)	8	8	16	16	12	8	8	16	16
Šećer (%)	12	20	12	20	17	12	20	12	20

Izvor: Koeflerli i sur. 1995.

Senzorskom analizom ispitivači su ocijenili čvrstoću, osjećaj zaleđenosti, veličinu kristala leda, brzinu topljenja, način oblaganja usne šupljine, te okuse: slatko, okus vanilije, karamele, maslaca, kremast okus, mliječni okus, okus po sirutki i okus po fenolu.

Obradom rezultata zaključeno je kako svojstva ovise jedna o drugima, odnosno da npr. udio šećera utječe na povećanje slatkoće, okusa po karameli i vaniliji, dok negativno djeluje na mliječni okus i čvrstoću. Nasuprot tome, visok udio mliječne masti pozitivno utječe

na mliječni okus, na oblaganje usne šupljine, okus po maslacu, kremoznost sladoleda itd. Također, visok udio bezmasne suhe tvari najviše utječe na okus po sirutki. Osjećaj hladnoće, veličina kristala leda i brzina topljenja se smanjuju povećanjem udjela masti i/ili šećera. Međutim, sve varijable, osim arome vanilije međusobno su ovisne te se može zaključiti kako su konačna svojstva ovisna o koncentraciji pojedinih sastojaka.

Osim već navedenih zaslađivača, u sladoled se mogu dodati sorbitol ili manitol. Takav sladoled je prikladan za konzumaciju osobama koje boluju od dijabetesa zato što sorbitol i manitol imaju manju relativnu slatkoću od saharoze te spadaju u skupinu šećernih alkohola. Njihov manji dio se sporo razgrađuje u tankom crijevu i metabolizira u jetri dok se najveći dio njihovog iskorištenja odvija u debelom crijevu. Tamo dolazi do fermentacije te se šećerni alkoholi prevode u hlapljive masne kiseline. Također poželjno je da osobe koje boluju od dijabetesa konzumiraju namirnice s ovom vrstom zaslađivača zato što oni ulaze u glikolizu neovisno o inzulinu stoga ne povisuju razinu glukoze u krvi (Tudor Kalit 2019.).

4.7. Sladoled s dodatkom proteina sirutke

Mlijeko sadrži 3,0 – 3,6 % proteina, od čega oko 80 % čini kazein, a ostatak proteini sirutke. Proteine sirutke čine α -laktalbumin, β -laktoglobulin, imunoglobulini, peptoze i peptoni itd.. Razlika između kazeina i proteina sirutke je ta što su proteini sirutke topljivi pri temperaturi od 20 °C i pH vrijednosti 4,6, a kazein pri navedenim vrijednostima precipitira (Antunac i Havranek 2013.). Proteini sirutke denaturiraju pri temperaturama višim od 60 °C što je poželjno u proizvodnji sladoleda jer takvi proteini imaju veću mogućnost vezanja vode i stvaranja čvršće proteinske mreže čime se poboljšavaju tekstura i senzorska svojstva sladoleda (Goff i Hartel, 2013.).

U sladoled se proteini najčešće dodaju kao zamjena za mliječnu mast u svrhu dobivanja namirnice niže energetske vrijednosti s istim ili blago promijenjenim senzorskim svojstvima. Razlog tome je činjenica da proteini sirutke oponašaju djelovanje masti tako da djeluju pozitivno na teksturu i okus sladoleda što se povezuje s njihovom sposobnošću da ulaze u interakcije s vodom, proteinima i komponentama okusa. U sladoledu s dodatkom proteina sirutke dolazi do smanjenja udjela slobodne vode čime je smanjena zaleđena faza u navedenoj vrsti proizvoda. Osim toga, međusobnom interakcijom proteina sirutke, kao i interakcijom s kazeinskim micelama dolazi do formiranja proteinske mreže koja uzrokuje povećanje viskoznosti sladoledne smjese. Posljedično dolazi do povećanja otpornosti na topljenje te je sladoled ljepše, glađe konzistencije, dok se sposobnost tučenja smanjuje, a samim time i *overrun* (Danesh i sur. 2017.).

Danesh i sur. (2017.) istraživali su utjecaj dodatka proteina sirutke i transglutaminaze na karakteristike sladoleda (*overrun*, tvrdoća, otpornost na topljenje, senzorska svojstva) okusa vanilije sa smanjenim udjelom mliječne masti (Tablica 4.7.1.). Dodavanje transglutaminaze u mlijeko je jedan od načina proizvodnje sladoleda sa smanjenim udjelom masti bez negativnih posljedica na senzorska svojstva i teksturu.

Tablica 4.7.1. Udio mliječne masti u sladoledu s dodatkom proteina sirutke i/ili transglutaminaze

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4	5
Mliječna mast (%)	10	5	5	5	5
Dodatak	-	-	proteini sirutke	transglutaminaza	proteini sirutke + transglutaminaza

Izvor: Danesh i sur. 2017.

Sladoledi kojima su dodani proteini sirutke i proteini sirutke u kombinaciji s transglutaminazom su veće čvrstoće u usporedbi sa sladoledom u koji je dodana samo transglutaminaza. Pretpostavlja se kako je razlog tome formiranje velikih proteinskih polimera u navedenim sladoledima. Viskoznost ima direktan utjecaj na otpornost na topljenje te je jasno kako će sladoledne smjese veće viskoznosti biti bolje otporne na topljenje u odnosu na smjese manje viskoznosti. Najmanju viskoznost ima sladoledna smjesa sa smanjenim udjelom masti bez dodataka (smjesa 2), a nakon nje slijede smjese redom: smjesa s transglutaminazom (smjesa 4), smjesa s kombinacijom proteina sirutke i transglutaminaze (smjesa 5), smjesa s proteinima sirutke (smjesa 3) te na poslijetku smjesa s 10 % mliječne masti bez dodataka (smjesa 1) koja je najveće viskoznosti. U toj smjesi je također i *overrun* je najmanji, a pretpostavlja se kako je razlog tome formiranje čvrste mreže između globula mliječne masti i proteina čime je smanjen udio inkorporiranog zraka u sladolednu smjesu.

Senzorskim ocjenjivanjem potvrđena je pretpostavka da će sladoled s 10 % mliječne masti imati najvišu ocjenu okusa. Zabilježeno je smanjenje intenziteta okusa vanilije i kremoznosti sladoleda sa smanjenjem udjela mliječne masti. Ocjenjivači navode kako dodatak proteina sirutke rezultira jačim intenzitetom arome vanilije i boljom kremoznošću, ali uz negativne posljedice na okus sladoleda. Dodatak proteina kao i transglutaminaze ne utječe na miris, međutim poboljšana je boja sladoleda sa smanjenim udjelom masti. Sladoled s dodatkom kombinacije transglutaminaze i proteina sirutke ima najbolju ocjenu boje. Smanjenje udjela masti negativno utječe na teksturu sladoleda, međutim dodatkom proteina i transglutaminaze pojedinačno ili u kombinaciji tekstura je poboljšana. Od svih sladoleda sa smanjenim udjelom mliječne masti najbolju ukupnu prihvatljivost ima sladoled s dodatkom kombinacije proteina sirutke i transglutaminaze, međutim sladoled s 10 % mliječne masti je ocijenjen kao najbolji što ukazuje na važnu ulogu mliječne masti u formiranju svojstava sladoleda.

U istraživanju provedenom od strane Yilsay i sur. (2004.) pokušalo se utvrditi kako proteini sirutke utječu na teksturu i senzorske karakteristike sladoleda od vanilije sa smanjenim udjelom mliječne masti (Tablica 4.7.2.).

Tablica 4.7.2. Udio mliječne masti u sladoledu sa/bez dodatka proteina sirutke

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4	5
Mliječna mast (%)	12	6	6	0,5	0,5
Proteini sirutke	-	-	+	-	+

Izvor: Yilsay i sur. 2004.

Rezultati istraživanja su pokazali da postoje razlike među sladolednim smjesama obzirom na teksturu, zračne rupice, ljepljivost i boju. Ljepljivost i broj rupica zraka povećavaju se smanjenjem udjela mliječne masti te smjesa sa 6 % mliječne masti bez dodatka proteina sirutke ima najviše vidljivih zračnih rupica u usporedbi s ostalim smjesama sa smanjenim udjelom masti. Zabilježene su razlike u teksturi među smjesama. Kod sladolednih smjesa sa smanjenim udjelom mliječne masti, bez dodatka proteina zabilježena je veća čvrstoća. Ocjenjivači su naveli kako se punomasni sladoled u usporedbi s ostalim sladoledima najsporije otapa u ustima. Sladoledi koji su sadržavali veći udio mliječne masti imaju puno bolje ocjene za svojstva okusa po svježem mlijeku i vrhnju. Osim toga, nije zabilježena velika razlika u slatkoći i aromi vanilije među sladoledima. Kremoznost je manja kod sladoleda s manjim udjelom mliječne masti. Mjerenjem točke smrzavanja zabilježeno je kako je ona najniža kod sladoleda s 0,5 % mliječne masti i dodatkom proteina, a najviša kod punomasnog sladoleda. Također je zabilježeno da su sladoledi s dodatkom proteina sirutke imali višu viskoznost u odnosu na ostale sladolede.

Temeljem istraživanja zaključeno je kako se dodatkom proteina sirutke pozitivno utječe na senzorska svojstva sladoleda sa smanjenim udjelom mliječne masti. Također, povećava se viskoznost sladoledne smjese što uzrokuje sporije otapanje sladoleda i bolju glatkoću sladoledne smjese.

Tomer i Kumar (2013.) istraživali su utjecaj dodatka koncentrata proteina mlijeka u različitim količinama (40, 60 i 80 %) na svojstva sladoleda.

U svim sladolednim smjesama je udio mliječne masti bio isti te udio ukupne suhe tvari sličan. Povećanjem udjela proteina poboljšala se tekstura, uključujući emulzifikaciju, svojstva tučenja te sposobnost zadržavanja vode. Također, povećanjem udjela proteina smanjuje se pH vrijednost te povećava titracijska kiselost. Viskoznost se povećava s povećanjem količine dodanog koncentrata proteina, te je tako ona najmanja u smjesi s 40 % proteina, a najveća u smjesi sa 60 % proteina. U usporedbi s ostalim sladolednim smjesama, smjesa bez dodatka proteina sirutke ima najmanji *overrun*, dok je on kod smjese s 40 % proteina sirutke najveći. Kod sladolednih smjesa sa 60 i 80 % proteina sirutke *overrun* je bio nešto niži u usporedbi sa smjesom koja sadrži 20 % proteina sirutke, a pretpostavlja se kako je uzrok tome tvorba čvrste proteinske mreže, uslijed veće količine koncentrata proteina mlijeka, koja onemogućava inkorporaciju zraka u sladolednu smjesu tijekom procesa tučenja. Osim toga, u smjesi bez dodatka proteina sirutke su zabilježeni najveći kristali leda u usporedbi s ostalim smjesama, a u smjesi s 80 % proteina sirutke su oni bili najmanji. Razlog tome je povećanje udjela proteina u sladolednoj smjesi koji se ponašaju kao mast te

popunjavaju praznine u sladolednoj smjesi čime onemogućavaju neograničen rast kristala leda.

Senzorskom analizom je zabilježeno kako se povećanjem udjela proteina povećava prihvatljivost proizvoda od strane potrošača kao i svojstva teksture, poput zaleđenosti i kremoznosti. U ocjenjivanju svojstava teksture, okusa i općenito prihvatljivosti proizvoda, najbolje je ocijenjen sladoled s najvećom količinom dodanih proteina mlijeka, koji je naveden kao najbolje prihvaćen sladoled s dodatkom proteina mlijeka.

4.8. Sladoled s dodatkom proteina soje

Soja je najbogatiji izvor biljnih proteina te čini otprilike 68 % godišnje konzumacije navedene vrste proteina. Produkti soje mogu se koristiti u proizvodnji prehrambenih proizvoda čijom se konzumacijom može pozitivno utjecati na zdravlje čovjeka. Ova biljka može se koristiti u preventivne i terapijske svrhe te prilikom liječenja kardiovaskularnih bolesti, karcinoma, osteoporoze i simptomima vezanih uz menopauzu. Proteini soje imaju funkcionalna svojstva koja uključuju vezanje vode, pjenjenje, emulzifikaciju te želiranje. Navedena svojstva su bitna radi proizvodnje visokokvalitetnih proizvoda. Dodatkom proteina soje u sladolednu smjesu dolazi do smanjenja veličine kristala leda, utjecaja promjene temperatura tijekom pohrane na rekristalizaciju i brzinu topljenja te povećanja viskoznosti, količine inkorporiranih mjehurića zraka i njihove bolje raspršenosti (da Graças Pereira i sur. 2011.). Sladoled s dodatkom proteina soje je idealna namirnica za vegane i osobe alergične na protein kravljeg mlijeka.

Dervisoglu i sur. (2005.) su istraživali utjecaj dodatka proteina soje na fizikalna, kemijska i senzorska svojstva sladoleda. Proizvedeno je 12 sladolednih smjesa s različitim udjelima proteina soje i arome jagode (Tablica 4.8.1.). Mjerena je pH vrijednost, titracijska kiselost, udio suhe tvari, masti, *overrun*, viskoznost, vrijeme topljenja te senzorska svojstva: okus, tekstura i izgled.

Tablica 4.8.1. Omjer arome jagode i proteina soje korištenih u proizvodnji sladoleda

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4	5	6
Proteini soje (%)	0	0	0	1,5	1,5	1,5
Aroma jagode (%)	0	0,01	0,02	0	0,01	0,02
Sladoledna smjesa:	7	8	9	10	11	12
Proteini soje (%)	3	3	3	4,5	4,5	4,5
Aroma jagode (%)	0	0,01	0,02	0	0,01	0,02

Izvor: Dervisoglu i sur. 2005.

Rezultati istraživanja su pokazali kako dodatkom boje i arome jagode ne dolazi do promjena fizikalnih i kemijskih svojstava. Povećanjem udjela proteina soje povećava se pH vrijednost u svim smjesama, a titracijska kiselost se smanjuje. Navedeni rezultat je očekivan obzirom na to da je pH vrijednost proteina soje veća od pH vrijednosti sladoleda. U sladolednim smjesama s udjelima 3 i 4,5 % proteina soje udio suhe tvari je niži u odnosu na smjesu bez dodatka i smjesu s 1,5 % proteina soje. Osim što dodatak proteina ima utjecaj na udio suhe tvari, i udio pepela u svim smjesama se smanjuje uz istovremeno ne mijenjanje udjela masti. Dodatak koncentrata sojinog proteina ima utjecaj na viskoznost te je ona najniža u smjesama bez dodatka proteina soje, a najviša u smjesama koje sadrže 4,5 % proteina. To je rezultiralo i nižim vrijednostima *overruna* u usporedbi sa smjesom koja ne sadrži proteine soje, što se može pripisati slaboj sposobnosti pjenjenja koncentrata sojinog proteina.

Dodatak koncentrata proteina ima negativan utjecaj na okus sladoleda. Najsličniji sladoledu bez dodatka sojinih proteina su sladoledi s 1,5 % proteina soje, dok je za sladolede s 4,5 % proteina zabilježeno da imaju preintenzivan okus po soji. Sladoledi s 3 % proteina imaju teksturu najsličniju sladoledu bez dodatka proteina soje, dok sladoled s 4,5 % proteina bez dodatka arome jagode ima izrazito grubu teksturu. Neočekivano, ocjene izgleda su u pozitivnoj korelaciji s udjelom koncentrata proteina soje, što se može povezati maskiranjem tamne boje koncentrata soje pomoću dodane boje jagode.

Slično istraživanje proveli su das Graças Pereira i sur. (2011.) pri čemu su proizvedena 4 tipa sladoleda okusa čokolade s različitim udjelima proteina soje (0, 10, 20 i 30 %).

Sladoled s dodatkom ekstrakta sojinih proteina ima višu pH vrijednost u usporedbi sa sladoledom bez dodatka proteina soje, međutim u slučaju udjela ugljikohidrata je bilo obrnuto, odnosno sladoled bez proteina soje ima veći udio ugljikohidrata od sladoleda s dodatkom proteina soje. Udjeli ukupne suhe tvari, masti i pepela su slični u svim sladoledima.

Sladoled s 10 % ekstrakta proteina soje ima najnižu čvrstoću, veću otpornost na topljenje, veći udio malih kristalića leda te manju mogućnost rekristalizacije leda nakon otapanja sladoleda prilikom pohrane. Zabilježen je porast pH vrijednosti s porastom udjela proteina soje. Dodatak proteina soje ima utjecaj na konzistenciju sladoledne smjese. Povećanjem udjela proteina konzistencija je čvršća. Također, viskoznost je veća u sladoledima s dodatkom proteina soje. Povećanjem udjela ekstrakta proteina soje smanjuje se *overrun*. Udio ekstrakta proteina soje nema utjecaj na svojstva ni brzinu topljenja sladoleda.

Dodatak proteina soje ne utječe na izgled i teksturu sladoleda, međutim na okus i opću prihvaćenost sladoleda ima utjecaj. Soja ima karakterističan okus te se njenim dodatkom negativno utječe na okus proizvoda. Hlapljive tvari iz sastava soje uzrokuju okus po travi i grahu, a nehlapljive gorak okus. Dodatak do 20 % proteina soje ne utječe negativno na okus sladoleda, te su tako sladoledi bez proteina soje i sladoledi s 10 i 20 % proteina soje dobro prihvaćeni od strane potrošača, a ocjenjivači su zapazili kako okus čokolade ima izraženo svojstvo maskiranja okusa soje.

Akesowan (2009.) je istraživao utjecaj izolata proteina soje na fizikalna i senzorska svojstva sladoleda. U istraživanju je korišteno 5 sladoleda čiji je sastav promijenjen na način da je određeni udio obranog mlijeka u prahu zamijenjen s izolatom proteina soje (Tablica 4.8.2.).

Tablica 4.8.2. Sladoled s reduciranim udjelima obranog mlijeka u prahu uz dodatak izolata proteina soje

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4	5
Obrano mlijeko u prahu (%)	100	75	50	25	0
Izolat proteina soje (%)	0	25	50	75	100

Izvor: Akesowan 2009.

Rezultati istraživanja su pokazali da zamjena obranog mlijeka u prahu izolatom proteina soje do 75 % nema utjecaj na pH vrijednost sladoledne smjese, međutim smjesa sa 100 % izolata proteina soje ima višu pH vrijednost u odnosu na ostale smjese. U svim sladolednim smjesama je zabilježeno da se povećanjem udjela proteina soje povećava viskoznost, stoga je smjesa s 25 % izolata proteina soje slične viskoznosti kao smjesa bez dodatka proteina soje (smjesa 1). Isti rezultati su zabilježeni i prilikom mjerenja čvrstoće sladolednih smjesa što bi se moglo povezati s visokim kapacitetom vezanja vode od strane dodanog izolata proteina soje. Također je zabilježena razlika u *overrun*-u među smjesama te smjese s 25 i 50 % proteina soje imaju veći *overrun* od smjese bez dodatka izolata proteina soje, dok je on u smjesama sa 75 i 100 % manji u usporedbi sa smjesom bez dodatka soje, odnosno povećanjem količine dodanog izolata proteina soje smanjuje se *overrun*. Viskoznost je izravno povezana sa svojstvima topljenja, stoga ne iznenađuje činjenica da sladoled bez dodatka proteina soje ima najveću, a sladoled s dodatkom 100 % izolata proteina soje (sladoled 5) najmanju brzinu topljenja.

Senzorskom analizom zabilježene su razlike među sladoledima za svojstva glatkoće i gumaste teksture. Povećanjem udjela izolata proteina soje glatkoća sladoledne smjese je manja dok tekstura postaje gumastija. Također navedeno je kako su sladoledi s dodatkom proteina soje grublje i gušće teksture u odnosu na sladoled bez proteina soje. Međutim, ocjenjivači nisu razaznali razlike između sladoleda bez dodatka proteina soje i sladoleda s manje od 50 % dodatka proteina soje.

4.9. Sladoled od kozjeg i ovčjeg mlijeka

Kozje i ovčje mlijeko se međusobno razlikuju u kemijskom sastavu (Tablica 4.9.1.) i senzorskim karakteristikama. Kozje mlijeko je izuzetno bogato vitaminom A, odnosno konvertiranim oblikom β -karotena, koji je zaslužan za izrazito bijelu boju mlijeka. Također, ova vrsta mlijeka je prirodno homogenizirana, što onemogućava izdvajanje mliječne masti na površinu. Karakterističan okus ove vrste mlijeka posljedica je visokog udjela hlapljivih masnih

kiselina: kapronske, kaprilne i kaprinske koje daju „okus po kozi“. Međutim ako se s mlijekom za vrijeme i nakon mužnje postupa pravilno, ta aroma nije jako izražena. Ovčje mlijeko također je izrazito bijele boje, međutim, za razliku od kozjeg, blagog je i ugodnog okusa te najčešće bez mirisa. Izuzetno je bogato mliječnom mašću koja ima nižu temperaturu topljenja u odnosu na kozje, stoga je nepovoljno za izradu maslaca (Antunac i Havranek 2013.).

Tablica 4.9.1. Sastav kozjeg i ovčjeg mlijeka

	Kozje mlijeko	Ovčje mlijeko
Voda (%)	87	81,75
Suha tvar (%)	13	18,25
Suha tvar bez masti (%)	8,6	11
Mliječna mast (%)	3,7	7,09
Protein (%)	3,5	5,72
Laktoza (%)	4,5	4,61
Mineralne tvari (%)	0,8	0,93

Izvor: Mioč i sur. 2007., Antunac i Havranek 2013.

Upotreba kozjeg i ovčjeg mlijeka u svrhu proizvodnje raznih mliječnih proizvoda je u porastu, međutim i dalje je ta količina manja od kravljeg i bivoljeg mlijeka. Najveći razlog tome je specifičan okus. Obzirom na brojna hranjiva i antialergena svojstva, navedene vrste mlijeka mogu se koristiti u proizvodnji sladoleda za osobe alergične na protein kravljeg mlijeka te osobe koje boluju od raznih bolesti. Navodi se kako sladoled proizveden od kozjeg mlijeka može biti dobar izvor raznih hranjivih tvari za djecu i mlađu te stariju populaciju zahvaljujući sastavu proteina koji je drugačiji u odnosu na kravlje mlijeko. Međutim, kozje mlijeko je skuplje od kravljeg, stoga se preporuča da sladoled od navedene vrste mlijeka bude vrhunske kvalitete kako bi privukao potrošače. U usporedbi sa sladoledom od kozjeg mlijeka, kvaliteta sladoleda od ovčjeg mlijeka je manja, međutim može se uspješno proizvesti na isti način kao i sladoled od kozjeg mlijeka. Ovčje mlijeko ima veći udio proteina u usporedbi s kravljim i kozjim mlijekom, stoga se sladoled može proizvesti bez koncentriranja sastojaka suhe tvari, a senzorska svojstva ovise o udjelu proteina u sladoledu (Pandya i Ghodke 2007.).

4.9.1. Sladoled od kozjeg mlijeka

Kozje mlijeko ima bolja zdravstvena i terapijska djelovanja u usporedbi s kravljim, stoga ne iznenađuje činjenica da se u posljednje vrijeme sve češće koristi i u proizvodnji sladoleda. Kozje mlijeko sadrži više vitamina A, B i C te mineralnih tvari. Osim toga, sadrži manje kolesterola i kako je već navedeno, proteinski sastav ne izaziva alergijske reakcije za razliku od proteina kravljeg mlijeka. Također, globule mliječne masti su puno manje i bolje

raspršene nego u kravljem mlijeku čime je kozje mlijeko bolje probavljivo (Antunac i Havranek 2013.).

McGhee i sur. (2014.) ocjenjivali su teksturu i senzorska svojstva sladoleda od kozjeg mlijeka različitih udjela mliječne masti (0,71, 2,0 i 3,64 %), okusa vanilije, prije početka pohrane te nakon 2, 4 i 8 tjedana pohrane.

Tijekom pohrane čvrstoća, konzistencija, kohezivnost i viskoznost sladoleda se povećava. Važnost mliječne masti u formiranju svojstava sladoleda je vidljiva iz rezultata istraživanja: sladoled s najvećim udjelom mliječne masti ima najveću čvrstoću i konzistenciju kao i najviše vrijednosti indeksa kohezivnosti i viskoznosti. Također sladoledi s manjim udjelom mliječne masti bilježe slabiju glatkoću i lošije prekrivanje usne šupljine tijekom konzumacije.

Pohrana sladoleda utječe na ocjene okusa po kuhanom, slatkoću, svježinu, užeglost te oksidirani okus sladoleda, međutim nema utjecaj na kiselost sladoleda, te na teksturalne karakteristike (osim vlažnosti i mekoće). Zanimljiva je činjenica kako su nakon 2 tjedna pohrane sve ocjene vezane za okus veće u odnosu na ocjene netom proizvedenog sladoleda. Vrijeme pohrane duže od 2 tjedna ima negativan utjecaj na svojstva sladoleda tako da su ocjene okusa nešto niže, međutim sladoled je još uvijek prihvatljiv i nakon 8 tjedana pohrane. Najintenzivniji okus užeglosti bilježi sladoled s najvećim udjelom mliječne masti, dok su senzorske karakteristike sladoleda s 0,71 i 2,0 % mliječne masti procijenjene kao najslabije senzorskim karakteristikama sladoleda proizvedenom od kravljeg mlijeka.

U istraživanju, da Silva i sur. (2013.) utvrđivali su utjecaj dodatka probiotičke kulture (*B. animalis* subsp. *lactis*) na karakteristike sladoleda od kozjeg mlijeka uz dodatak guave.

Rezultati istraživanja su pokazali da dodatak probiotičke kulture utječe na smanjenje pH vrijednosti, međutim na ostala fizikalno-kemijska svojstva kao i na *overrun* i brzinu topljenja nema utjecaj. Promatranjem broja živih bakterija tijekom prerade sladoledne smjese uočeno je preživljavanje od 98,8 % dodane kulture čime se može zaključiti da uvjeti prerade nemaju negativan utjecaj na održivost bakterija u sladoledu od kozjeg mlijeka. Međutim, pohrana ima negativan utjecaj na preživljavanje *B. animalis* subsp. *lactis* jer se broj bakterija drastično smanjuje u prva 24 sata pohrane. Nakon 120 dana pohrane, broj živih bakterija u sladoledu iznosi 84,7 % od ukupnog broja bakterija dodanih u sladoled.

4.9.2. Sladoled od ovčjeg mlijeka

Ovčje mlijeko je kao i kozje, izuzetno bogato vitaminom A te izrazito bijele boje. Kako je već navedeno, blagog je i ugodnog okusa te najčešće bez mirisa stoga je idealna namirnica za proizvodnju sladoleda. Najveći problem kod proizvodnje sladoleda od ovčjeg i kozjeg mlijeka je sezonski karakter životinja te samim time nemogućnost proizvodnje sladoleda tijekom cijele godine. Osim toga, obje vrste mlijeka su skuplje u odnosu na kravlje te bi samim time i sladoled trebao biti skuplji. Obzirom na to da ovčje mlijeko ima više masti nego kravlje, sladoled od navedene vrste mlijeka ne bi bio prihvaćen od strane potrošača koji teže ka konzumaciji proizvoda sa smanjenim udjelom mliječne masti.

Balthazar i sur. (2017.) istraživali su utjecaj dodatka prebiotika na reološka i senzorska svojstva te mikrostrukturu sladoleda smanjenog udjela mliječne masti proizvedenog od ovčjeg mlijeka. U istraživanju je korišteno 7 sladoleda (Tablica 4.9.2.1.) s dodatkom različitih vrsta prebiotika.

Tablica 4.9.2.1. Vrste prebiotika u proizvodnji sladoleda od ovčjeg mlijeka sa smanjenim udjelom mliječne masti

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4
Prebiotik	-	Inulin	FOS	GOS
Sladoledna smjesa:	5	6	7	8
Prebiotik	kratkolančani FOS	rezistentni škrob	dijetalna vlakna kukuruza	polidekstroza

*FOS = fruktooligosaharidi * GOS = galaktooligosaharidi

Izvor: Balthazar i sur. 2017.

Vrsta prebiotika nema velik utjecaj na udio vlage i ugljikohidrata u sladoledu. Također, udio proteina sličan je u svim sladoledima te sličan udjelu proteina u sladoledu proizvedenom od kravljeg mlijeka ukoliko je isti obogaćen proteinima. Navedena činjenica dovela je do zaključka kako sladoledu od ovčjeg mlijeka nije potrebno dodavati proteine radi poboljšanja nutritivne vrijednosti. Svi sladoledi s dodatkom prebiotika imaju nižu energetska vrijednost u usporedbi sa sladoledom bez dodatka prebiotika (sladoled 1). Sladoledne smjese s dodatkom inulina i FOS-a veće su viskoznosti u usporedbi s ostalim smjesama. Sladoled s dodatkom FOS-a je tvrđe konzistencije od ostalih sladoleda.

Senzorskom analizom od strane potrošača, sladoled s dodatkom rezistentnog škroba je opisan kao sladoled koji ima okus po kukuruзу te kao najčvršći, sladoledi s dodatkom inulina i FOS-a opisani su kao kremasti i svijetli, sladoledi kojima su dodani kratkolančani FOS, dijetalna vlakna kukuruza i polidekstroza imaju najintenzivnije izraženu aromu i okus po vaniliji i mlijeku, a sladoled s dodatkom GOS-a ima najveću brzinu topljenja te je gorkog okusa. Iako svi sladoledi imaju isti udio šećera, u usporedbi sa sladoledom bez dodatka prebiotika, potrošači su sladolede s dodatkom prebiotika procijenili kao slađe što ukazuje na pozitivan utjecaj dodatka prebiotika na slatkoću sladoleda od ovčjeg mlijeka. Osim toga, od svih sladoleda, sladoled s dodatkom inulina je najbolje kremoznosti, dok su općenito sladoledi s dodatkom inulina i FOS-a najbolje ocijenjeni i najbolje prihvaćeni od svih sladoleda s dodatkom prebiotika.

Martinou-Voulasiki i Zerfiridis (1990.) navode kako dodatak ksantan gume u proizvodnji sladoleda od ovčjeg mlijeka rezultira većom viskoznošću u usporedbi sa sladoledom proizvedenim uz dodatak guar gume i komercijalnog stabilizatora. Povećanjem količine dodane ksantan gume povećava se viskoznost. Najnižu viskoznost ima sladoled s komercijalnim stabilizatorom.

Mjerenjem *overrun*-a zapaženo je kako se on povećava u svim sladolednim smjesama do koncentracije stabilizatora 0,2 %, međutim nakon te koncentracije se smanjuje te je tako najmanji *overrun* zabilježen u smjesi bez dodatka stabilizatora. Dodatkom ksantan gume, u usporedbi s ostalim stabilizatorima, otpornost na topljenje je veća. Najbolju otpornost ima sladoled s 0,5 % ksantan gume, a najmanju sladoled bez dodatka stabilizatora. Guar guma također pozitivno utječe na otpornost na topljenje, međutim ne u tolikoj mjeri kao ksantan guma. Povećanjem udjela stabilizatora u svim sladolednim smjesama dolazi do povećanja čvrstoće. Najmanju čvrstoću bilježi sladoled bez dodatka stabilizatora, a najveću sladoled s dodatkom 0,5 % ksantan gume. Sladoled s dodatkom 0,3 % guar gume ima veću čvrstoću od komercijalnog stabilizatora.

5. Senzorska svojstva sladoleda dodane nutritivne vrijednosti

Senzorska svojstva hrane procjenjuju se ljudskim osjetilima. Za ocjenu okusa koristi se jezik, za ocjenu mirisa nos, oči za ocjenu vanjskog izgleda i boje, koža za dodir, a uši za slušni efekt. Određenim istraživanjima je dokazano kako potrošači biraju hranu na temelju okusa te da im je on najvažnije svojstvo hrane, a nakon okusa slijedi zdravstvena dobrobit odabrane namirnice. Također je dokazano kako potrošači neće odabrati neku namirnicu koja spada u funkcionalnu hranu ako dodani sastojci uzrokuju neobičan okus (Mohammadi i sur. 2011.).

Sladoled sa smanjenim udjelom masti ima određene pogreške okusa. Dodatkom inulina u sladoled sa smanjenim udjelom mliječne masti postiže se smanjenje nastanka kristala leda tijekom pohrane i može doći do poboljšanja senzorskih svojstava sladoleda. Također, inulin ima pozitivan učinak na okus sladoleda jer pri topljenju u vodi ili mlijeku dolazi do tvorbe mikrokristala inulina koji međusobnom interakcijom tvore kremastu teksturu te se u ustima stvara sličan osjećaj kao prilikom konzumacije punomasnog sladoleda (Akbari i sur. 2019.).

Zamjena mliječne masti maltodekstrinom i polidekstrozom utječe na senzorska svojstva sladoleda. Dodatak polidekstroze uzrokuje intenzivnu žutu boju, izražen gorak okus i slabije svojstvo kremoznosti (Roland i sur., 1999.). Međutim, upotrebom maltodekstrina u proizvodnji malomasnih sladoleda može doći do pojave stranog okusa po karameli ili sirupu, ukoliko proces rafiniranja nije proveden adekvatno ili je došlo do fermentacije maltodekstrina. Glavna mana takvog okusa je njegova sposobnost da maskira aromu vanilije te se također povezuje s okusom po kuhanom (Goff i Hartel, 2013.).

Sladoled proizveden s dodatkom probiotika najčešće ima manje intenzivnu aromu te okus po jogurtu u odnosu na sladoled proizveden na tradicionalan način. Međutim, znanstvena istraživanja su pokazala da je moguće proizvesti dobar probiotički sladoled s minimalnim promjenama senzorskih svojstava, ukoliko su određeni faktori proizvodnje pod striktnom kontrolom, kao što su: pravilan odabir probiotičke kulture, koncentracija inokuluma, dodavanje kulture u određenom trenutku proizvodnje te stroga kontrola procesa proizvodnje kao i određena temperatura prilikom transporta i pohrane gotovog proizvoda. Također, potrošači su navikli na proizvode fermentirane pomoću jogurtne kulture stoga su im njihova aroma i okus poznati. Obzirom na to da se prilikom proizvodnje sladoleda s dodatkom probiotika koriste različite kulture koje za razliku od jogurtne kulture koriste drugačije metaboličke puteve stvaranja aromatskih tvari, potrošači okus i aromu takvih proizvoda smatraju neobičnima (Cruz i sur. 2009.).

Kako je već navedeno, metabolizmom probiotičkih kultura dolazi do stvaranja tvari koje mogu negativno utjecati na okus proizvoda. Tako primjerice dodatkom vrsta roda *Bifidobacterium* tijekom fermentacije i pohrane sladoleda može doći do razvoja octene kiseline koja u visokim koncentracijama uzrokuje okus sladoleda po octu. Općenito sladoled s dodatkom probiotičkih kultura ima lošija senzorska svojstva (aroma i okus) u odnosu na sladoled fermentiran klasičnom jogurtnom kulturom. Obzirom na navedene činjenice, proizvodnja sladoleda s dodatkom probiotika dobrih senzorskih svojstava je zahtjevan

zadatak, međutim nije nemoguć. Istraživanjem je dokazano kako je sladoled s okusom jagode uz dodatak *L. acidophilus* ima dobra senzorska svojstva. Smatra se kako dodatak kiselog voća u sladoled s dodatkom probiotika može maskirati aromu nastalu metabolizmom probiotičkih kultura (Mohammadi i sur. 2011.).

El-Nagar i sur. (2002.) su istraživali utjecaj dodatka inulina na senzorska svojstva zamrznutog jogurta. Proizvedeno je 5 sladolednih smjesa (Tablica 5.1.), koje su uspoređivane međusobno i sa komercijalnim zamrznutim jogurtom. U ocjenjivanju je sudjelovalo 9 samoukih ocjenjivača koji su dobili listu svojstava koja su trebali ocijeniti (tvročća, glatkoća, osjećaj zaleđenosti, pjeskovitost i masnoća).

Tablica 5.1. Udio mliječne masti i inulina u zamrznutom jogurtu

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4	5
Mliječna mast (%)	10	5	5	5	5
Inulin (%)	-	-	5	7	9

Izvor: El-Nagar i sur. 2002.

Rezultati su pokazali da dodatak inulina ima utjecaj na teksturu, čvrstoću i viskoznost ove vrste proizvoda. Ocjenjivači su komercijalni zamrznuti jogurt opisali kao tvrd, jakog osjećaja zaleđenosti te grube i masne konzistencije, za razliku od punomasnog zamrznutog jogurta (sladoledna smjesa 1) koji je najbolje ocijenjen te je opisan kao proizvod meke i kremaste teksture. Dodatkom inulina u smjese sa smanjenim udjelom masti dobila su se senzorska svojstva slična punomasnom zamrznutom jogurtu.

Dodatak prebiotika u sladolednu smjesu ima potizivan učinak na okus (osjećaj punoće) i teksturu, za razliku od probiotika koji imaju utjecaj primarno na okus. Postoji mnogo istraživanja utjecaja dodatka prebiotika na svojstva sladoleda. Najčešće korišteni prebiotici u proizvodnji sladoleda su inulin i oligofruktoza. Količina dodatka inulina iznimno je važna te tako primjerice dodatak 1 – 2 % neće imati negativan utjecaj na senzorska svojstva (Mohammadi i sur. 2011.).

Dodatak različitih prebiotika (FOS, GOS, inulin, polidekstroza, rezistentni škrob itd.) nema utjecaj na kemijski sastav sladoleda, ali dodatkom pojedinih prebiotika se može utjecati na senzorska svojstva sladoleda. Tako primjerice inulin i FOS sladoledu daju kremoznost, dok kratkolančani FOS i polidekstroza utječu na pojačanje arome vanilije i mliječnog okusa. GOS ima negativan utjecaj na okus, odnosno utječe na gorčinu, a svi navedeni prebiotici utječu na slatkoću sladoleda. Osim toga, sladoled s dodatkom inulina i FOS-a ima najveću čvrstoću i viskoznost, a najveću ljepljivost ima sladoled s dodatkom kratkolančanih FOS-a (Balthazar i sur. 2017.).

U proizvodnji simbiotičkog sladoleda gdje su kao probiotičke kulture korištene *L. rhamnosus* i *L. casei*, a kao prebiotik inulin, Di Criscio i sur. (2010.) navode da dodatak 6 % inulina utječe na povećanje čvrstoće simbiotičkog sladoleda u odnosu na sladolednu smjesu

bez inulina te da se javlja manji osjećaj zaleđenosti tijekom konzumacije. Najbolje su ocijenjeni sladoledi s obje vrste bakterija u kombinaciji sa 6 % inulina.

Peres i sur. (2018.) proveli su istraživanje utjecaja različitih vrsta i količina zaslađivača (Tablica 5.2.) na senzorska svojstva simbiotičkog sladoleda (*L. acidophilus* + inulin).

Tablica 5.2. Vrste zaslađivača u proizvodnji simbiotičkog sladoleda

Sladoledna smjesa:	1	2	3	4
Zaslađivač	Saharoza	Aspartam	Sukraloza	Neotam
Sladoledna smjesa:	5	6	7	8
Zaslađivač	Stevia (60 % rebaudiozid)	Stevia (80 % rebaudiozid)	Stevia (95 % rebaudiozid)	Stevia (97 % rebaudiozid)

Izvor: Peres i sur. 2018.

Sladoledima je ocjenjivan izgled pomoću 3 pojma: smeđa boja, aeriranost te svojstva topljenja. Nije zabilježena razlika među sladoledima za svojstvo aeriranosti. Smeđa boja je slična u svim sladoledima osim u onome sa steviom s 95 % rebaudiozida koji ima manji intenzitet smeđe boje. Također, svojstva topljivosti su bila slična u svim sladoledima osim kod sladoleda s dodatkom sukraloze i neotama, gdje je navedeno svojstvo bilo jače izraženo. U opisu okusa korišteni su termini: čokoladni okus, slatkoća, mliječni okus, zaostajanje gorkog okusa, zaostajanje slatkog okusa te gorak okus. Prilikom ocjenjivanja slatkoće najbolje su ocijenjeni sladoled sa saharozom te sladoledi sa steviom što pokazuje kako stevia ima sličan stupanj slatkoće kao saharoza. Najlošije je ocijenjen sladoled sa sukralozom. Sladoledi s dodatkom saharoze, aspartama, sukraloze i neotama imaju izraženo zaostajanje gorkog okusa nakon konzumiranja u usporedbi sa sladoledima s dodatkom stevie.

Guinard i sur. (1997.) su promatrali kako udio masti i šećera djeluje na senzorska svojstva sladoleda od vanilije. U istraživanju je sudjelovalo 15 ocjenjivača, a tekstura sladoleda se mjerila instrumentalnim metodama. Ocjenjivačima su bili ponuđeni sladoledi koji su sadržali 8, 13 ili 18 % šećera odnosno saharoze i 10, 14 ili 18 % mliječne masti koje su morali ocijeniti metodom deskriptivne analize. Osim profesionalnih ocjenjivača, u istraživanju je sudjelovalo i 146 osoba koje su se izjasnile kao redoviti potrošači sladoleda od vanilije. Autori navode da veći udio šećera utječe na pojačavanje okusa po vaniliji, bademima, maslacu te također utječe na povećanje slatkoće i kremoznosti. Osim toga, veći udio šećera utječe i na smanjenje osjećaja zaleđenosti, brzinu topljenja i tvrdoću sladoleda. Povećanje udjela masti utječe na pojačanje okusa po maslacu i slatkoću te se postiže kremastija tekstura sladoleda. Općenito, većina senzorskih karakteristika ocijenjena je pozitivno u sladoledima s višim udjelom mliječne masti, osim boje koja je manjeg intenziteta

te tvrdoće i brzine topljenja sladoleda koji su nižih vrijednosti nego kod sladoleda s manjim udjelima mliječne masti.

Kako je već navedeno, proteini mogu biti dobra zamjena za mast jer oponašaju njenu ulogu u formiranju okusa i teksture, međutim ukoliko se dodaju u prekomjernim količinama mogu uzrokovati preveliku čvrstoću sladoleda, preintenzivan okus na kuhano mlijeko i/ili sirutku te može doći do neutralizacije arome vanilije (Tudor Kalit 2019.).

Prindiville i sur. (2000.) istraživali su utjecaj dodatka kakao maslaca i proteina sirutke na senzorska svojstva sladoleda okusa čokolade sa smanjenim udjelom masti ili bez nje. Sladoled s dodatkom proteina sirutke ima intenzivniju boju od sladoleda s mliječnom masti i kakao maslacem. Okus karakterističan za kakao prah sličnog je intenziteta u sladoledima s kakao maslacem i proteinima sirutke, za razliku od sladoleda s mliječnom masti gdje okus podsjeća na čokoladu. Također, sladoled s mliječnom masti ima slađi okus te je manje gorak u usporedbi sa sladoledom s dodatkom kakao maslaca. Ocjenjivači navode da sladoledi s mliječnom masti i dodatkom proteina imaju bolje svojstvo oblaganja usne šupljine u odnosu na sladoled s kakao maslacem te su gušće konzistencije.

Friedeck i sur. (2003.) istraživali su utjecaj dodatka proteina soje (2 i 4 %) na svojstva sladoleda smanjenog udjela mliječne masti.

Sladoled smanjenog udjela masti s dodatkom izolata proteina soje ima okus po travi i tijestu, veće je viskoznosti i gustoće te je tamnije boje. Povećanjem udjela proteina soje smanjuje se intenzitet slatkog i slanog te okusa po kuhanom. Nakon senzorske analize, sladoled bez dodatka proteina soje i sladoled s 4 % izolata proteina soje su aromatizirani okusima čokolade i vanilije te ponuđeni skupini potrošača. U navedenom dijelu istraživanja sudjelovala je 101 osoba (43 muškarca i 58 žena) u rasponu 18 – 65 godina. Skoro polovina (47 %) sudionika istraživanja se izjasnila kako 2 – 3 puta mjesečno kupuje hranu sa smanjenim udjelom masti, dok je većina sudionika izjavila (82 %) da kupuje mliječne proizvode sa smanjenim udjelom mliječne masti. Također, 43 % sudionika je izjavilo kako bi vjerojatno kupili sladoled sa smanjenim udjelom mliječne masti obogaćen proteinima soje ukoliko bi cijena bila ista, a okus i tekstura isti ili bolji u usporedbi s tradicionalnim sladoledom.

Potrošači ne uočavaju velike razlike u izgledu i teksturi među sladoledima s okusom čokolade i vanilije, međutim postoje razlike u okusu. Sladoled bez dodatka izolata proteina soje okusa čokolade najbolje je ocijenjen te nakon njega slijedi sladoled okusa vanilije bez dodatka proteina soje. Najlošije je ocijenjen sladoled okusa vanilije s 4 % izolata proteina soje. Također je zabilježena manja slatkoća u sladoledima s 4 % dodatka proteina soje u usporedbi sa sladoledima bez dodatka proteina soje. Obzirom na to da je sladoled okusa čokolade s 4 % proteina soje bolje ocijenjen od sladoleda okusa vanilije, smatra se kako čokolada ima bolja svojstva maskiranja okusa soje.

Sladoled od kozjeg mlijeka s dodatkom probiotičke kulture *B. animalis* subsp. *lactis* te aromatiziran okusom guave dobro je prihvaćen od strane potrošača. Ocjene izgleda, arome i okusa vrlo su slične sladoledu bez dodane probiotičke kulture, dok je konzistencija nešto

lošije ocijenjena. Nije zabilježen neugodan ili stran okus niti u jednom sladoledu što se može povezati s maskirajućim okusom guave (da Silva i sur. 2013.).

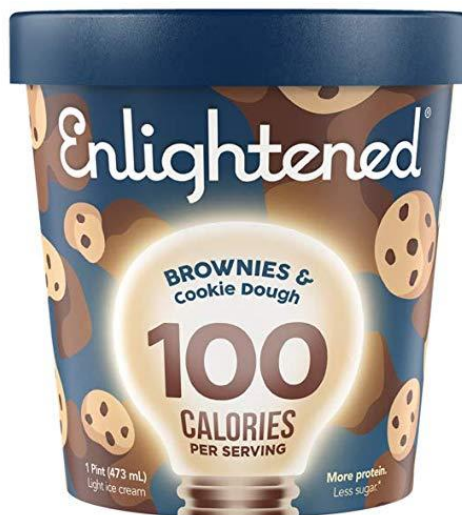
U već navedenom istraživanju utjecaja dodatka različitih vrsta i udjela aditiva (Martinou-Voulasiki i Zerfiridis 1990.) u proizvodnji sladoleda od ovčjeg mlijeka, provedeno je i senzorsko ocjenjivanje. U ocjenjivanju je sudjelovalo 6 iskusnih analitičara koji su trebali ocijeniti sladolede nakon 2 tjedna pohrane na temperaturi -18°C . Temperaturni šok prilikom smrzavanja ima negativne posljedice isključivo na sladoled bez dodatka stabilizatora i sladoled s 0,1 % komercijalnog stabilizatora. Osjećaj zaleđenosti se smanjuje, a gumoznost i kremoznost povećava dodavanjem većih količina stabilizatora, pa tako sladoled s 0,5 % ksantan gume ima najmanji osjećaj zaleđenosti te najveći stupanj gumoznosti. Najbolju kremoznost ima sladoled s 0,5 % guar gume.

6. Sladoledi dodane nutritivne vrijednosti na tržištu

U današnje vrijeme se na tržištu može naći širok spektar proizvoda dodane nutritivne vrijednosti, pa tako i sladoleda. Obzirom na stalnu potražnju potrošača za proizvodima koji imaju pozitivno djelovanje na zdravlje, brojni proizvođači su se upustili u proizvodnju sladoleda dodane nutritivne vrijednosti. Osim na svjetskoj razini, potražnja za navedenom vrstom proizvoda se javila u Hrvatskoj, stoga ne začuđuje činjenica da i naši proizvođači povremeno na tržište plasiraju takve novitete.

Sladoled sa smanjenim udjelom masti postao je jedan od najpopularnijih niskokaloričnih mliječnih deserata. Na slici 6.1. prikazan je sladoled u čijem sastavu se nalazi 4 % mliječne masti. Navedeni sladoled pakiran je u čašice od 0,45 litara, a cijena takvog pakiranja iznosi 5,39 USD. Osim što sadrži smanjeni udio mliječne masti, također mu je smanjen udio šećera te je obogaćen vlaknima i proteinima

(<https://gibraltar.desertcart.com/products/57802990-enlightened-the-good-for-you-ice-cream-high-protein-low-sugar-high-fiber-low-fat-brownies-amp-cookie-dough-pint-8-count>).



Slika 6.1. Sladoled sa smanjenim udjelom mliječne masti

Izvor: <https://www.kroger.com/p/enlightened-brownies-cookie-dough-light-ice-cream/0085210933179> -
pristupljeno: 15.07.2020.

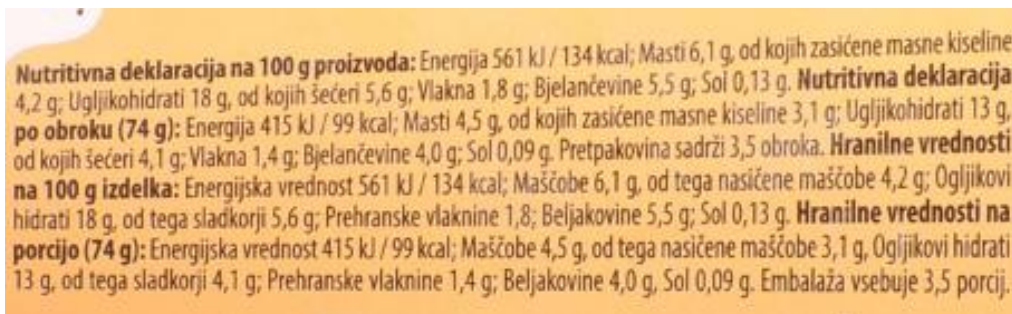
Osim što je sladoled sa smanjenim udjelom masti trend u Americi, može se naći i na našem tržištu. Na slici 6.2. prikazan je sladoled proizveden u tvornici sladoleda Ledo. Prikazani sladoled pakiran je u čašice volumena 460 ml, te sadrži 6,1 g masti/100 g proizvoda podrijetlom iz maslaca, što je tri puta manji sadržaj u odnosu na krem sladoled King okusa čokolade (pakiran u čašici). Usporedbom deklaracija može se uočiti kako Highlife sladoled ima veći udio bjelančevina (5,5 g/100 g sladoleda), u odnosu na King sladoled (4,8 g/100g sladoleda) te sadrži vlakna (1,8 g/100 g sladoleda) kao zamjenu za mliječnu mast (Slika 6.3., Slika 6.4.). Obzirom na to da je mliječna mast najskuplji sastojak sladoleda, sladoled sa smanjenim udjelom masti ima nižu cijenu (29,99 kn/kom odnosno 65,20 kn/kg) u odnosu na krem sladoled (108,33 kn/L). Također, usporede li se nutritivne vrijednosti Highlife sladoleda

sa sladoledom Snjeguljica, u čijem sastavu se osim mliječne masti nalazi i kokosovo ulje, jasno je zašto je razlika u cijenama navedenih proizvoda tako velika. Snjeguljica je sladoled na štapiću te sadrži 65 ml, a njegova cijena je 6,00 kn po komadu.



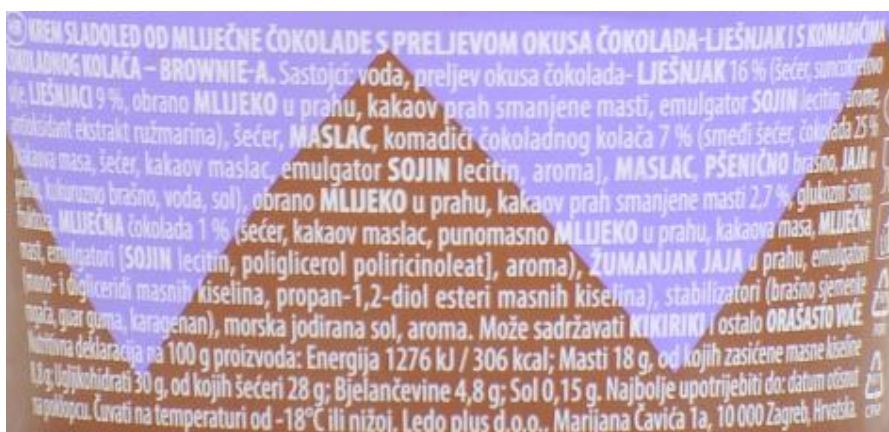
Slika 6.2. Sladoled sa smanjenim udjelom masti na našem tržištu

Izvor: <https://www.konzum.hr/web/products/high-life-slad-cokolada-460ml> – pristupljeno: 17.04.2020.



Slika 6.3. Nutritivna deklaracija sladoleda sa smanjenim udjelom mliječne masti

Izvor: <https://www.konzum.hr/web/products/high-life-slad-cokolada-460ml> – pristupljeno: 17.04.2020.



Slika 6.4. Nutritivna deklaracija punomasnog sladoleda

Izvor: <https://www.konzum.hr/web/products/king-slad-cokolada-cas-120ml> - pristupljeno: 01.06.2020.

Probiotički sladoled također postaje sve popularniji proizvod radi pozitivnog djelovanja na gastrointestinalni sustav potrošača. Sladoledi prikazani na slici 6.5. jedni su od novijih proizvoda tvrtke Culture Republic iz SAD-a (New Jersey) koja navodi kako proizvodnjom probiotičkog sladoleda štite ne samo mikrobiotu probavnog sustava, koju nazivaju unutarnjom kulturom, već i vanjsku kulturu. Navode kako je 10 % ukupnog profita navedene vrste sladoleda namijenjeno umjetnicima u lokalnoj zajednici. Ovi sladoledi pakirani su u čašice od 473 mililitara, a njihova cijena se kreće od 3,99 do 4,99 USD po komadu, odnosno 8,45 do 10,55 USD/kg sladoleda (56,20 – 70,15 kn/kg). Navode kako jedno pakiranje sadrži više od 3 milijarde živih bakterijskih stanica, a jedna od korištenih probiotičkih vrsta u proizvodnji ove vrste sladoleda je *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 (<https://www.popsugar.com/fitness/Culture-Republic-Probiotic-Ice-Cream-Rewiev-45381780/amp>). Istraživanjima je dokazano kako probiotičke bakterije imaju mogućnost preživljavanja u probiotičkom sladoledu te da nakon konzumacije djeluju pozitivno na zdravlje domaćina. Nažalost, ova vrsta proizvoda još uvijek nije prisutna na hrvatskom tržištu.



Slika 6.5. Probiotički sladoled

Izvor: <https://www.foodbev.com/wp-content/uploads/2018/10/Unilever-Culture-Republic.jpg> - pristupljeno: 17.04.2020.

Zamrznuti jogurt je izuzetno popularan mliječni desert u Americi, međutim, kao ni probiotički sladoled, još uvijek nije našao mjesto na hrvatskom tržištu. Zamrznuti jogurt švedskog proizvođača prikazan na slici 6.6. proizveden je na način da je mlijeko, odnosno vrhnje korišteno u proizvodnji sladoleda zamijenjeno jogurtom te taj proizvod sadrži žive bakterije iz sastava jogurtne kulture (Slika 6.7.). Osim toga, ova vrsta zamrznutog jogurta je 100 % organski, a udio masti (1,47 g/100g sladoleda) je smanjen u odnosu na sladoled proizveden na tradicionalan način (<https://funkyfrozenyogurt.no>).



Slika 6.6. Zamrznuti jogurt

Izvor: <https://www.facebook.com/524147290981844/photos/p.2707868255943059/2707868255943059/> -
pristupljeno: 10.03.2020.

  	
Energija:	496 kJ (117 Kcal)
Proteini:	2,44 g
Ugljikohidrati:	23,50 g
Masti:	1,47 g
Šećer:	6,5 g
Aktivna jogurtna kultura: <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	

Slika 6.7. Nutritivna deklaracija zamrznutog jogurta

Izvor: <https://funkyfrozenyogurt.no> – pristupljeno: 01.07.2020.

Prebiotički i simbiotički sladoled nisu značajno prisutni na tržištu, pretpostavlja se radi nedovoljne istraženosti utjecaja navedenih dodataka na svojstva sladoleda. Sladoled s dodatkom prebiotika (Slika 6.8.) može se naći u Nizozemskoj, gdje je tvornica sladoleda imena Koupe. Kao prebiotik, u proizvodnji ove vrste sladoleda korištena je polidekstroza u količini 5 g na 100 g sladoledne smjese. Ova vrsta sladoleda proizvodi se u više okusa, od kojih su najznačajniji banana, čokolada, vanilija i jagoda. Osim dodatka prebiotika, sladoled je obogaćen dodatkom proteina sirutke te sadrži smanjeni udio šećera (6 g/100 g proizvoda) i mliječne masti (2,4 g/100 g proizvoda). Cijena 1 kg sladoleda iznosi 11 £, odnosno 93,00 kn (<https://www.foodnavigator.com/Article/2019/01/16/A-healthy-indulgence-Dutch-start-up-adds-prebiotic-fibre-to-ice-cream>).



Slika 6.8. Prebiotički sladoled

Izvor: https://cdn-a.william-reed.com/var/wrbm_gb_food_pharma/storage/images/media/images/koupe-banana-flavour/9036256-1-eng-GB/koupe-banana-flavour.jpg - pristupljeno: 05.04.2020.

Simbiotički sladoled proizveden od strane kompanije The real moo čije je sjedište u Singapuru (Slika 6.9.) pakiran je u čašice te se može naručiti on-line. Pakiranje se sastoji od 30 čašica volumena 75 ml, a njegova cijena je otprilike 170,00 USD. Nažalost, podaci o korištenoj vrsti probiotika i prebiotika nisu dostupni (<https://www.lazada.sg/products/the-real-moo-healthy-indulgence-yummy-probiotics-prebiotics-fibre-ice-creamlow-fat-sugar-75ml-x-30-cupsmixed-3-flavours-i286453064.html>).



Slika 6.9. Simbiotički sladoled

Izvor: <https://sg-test-11.slatic.net/p/094cc9fa56e13bb260bed9037e4fe1c3.jpg> - pristupljeno: 06.04.2020

Osim za sladoledom sa smanjenim udjelom masti, u posljednje vrijeme javila se potražnja i za sladoledom sa smanjenim udjelom šećera. Postoje brojni proizvođači koji u svojoj ponudi imaju navedenu vrstu sladoleda, a nedavno im se pridružio i Ledo, tvornica

sladoleda iz Zagreba, koji osim King sladoleda na štapiću sa smanjenim udjelom šećera (Slika 6.10.), proizvodi i Highlife obiteljska pakiranja s manje šećera (Slika 6.11.). Ova vrsta sladoleda je također idealan mliječni desert za osobe koje boluju od dijabetesa ili su na restriktivnim dijetama. Usporedbom nutritivne deklaracije Kinga sa smanjenim udjelom šećera (Slika 6.12.) i King double (Slika 6.13.), može se vidjeti kako King double ima 31,7 % šećera, dok King classic ima samo 14 % šećera. Razlika je i u vrsti zaslađivača. King sa smanjenim sadržajem šećera sadrži šećer i glukozni sirup, dok double King sadrži dodatno i dekstrozu. Također, King sa smanjenim udjelom šećera ima manji udio bjelančevina (3,6 g/ 100g) i masti (18 g/ 100g) u odnosu na King double (4,3 g/ 100 g i 29,9g/ 100 g). Osim toga, vidljiva je razlika u energetske vrijednosti, gdje sladoled sa smanjenim udjelom šećera ima energetske vrijednost 1069 kJ (252 kcal), za razliku od King double čija je energetska vrijednost 1760 kJ (421 kcal), što je gotovo 200 kcal više od Kinga s 30 % manje šećera. Obje vrste sladoleda su jednake cijene (13,00 kn/kom odnosno 118,18 kn/L).



Slika 6.10. Sladoled sa smanjenim udjelom šećera

Izvor:

<https://d17zv3ray5yxvp.cloudfront.net/variants/RX94QfhRkUSHfJARWHEUSUpH/57ed05bea98bceae5f0eaada26b69cee6c61471d3030f7123d212844a35eba04> - pristupljeno: 07.04.2020.



Slika 6.11. Obiteljsko pakiranje sladoleda sa smanjenim udjelom šećera

Izvor: https://www.ledo.hr/datastore/imagestore/original/1586976041011630_highlife-brownie-cokolada-malina-460ml_product1122x700_2020.jpg?v=1586976043 – pristupljeno: 17.04.2020.



Slika 6.12. Nutritivna deklaracija krem sladoleda s 30 % manje šećera

Izvor: <https://www.konzum.hr/web/products/ledo-slad-king-classic-light-110ml> - pristupljeno: 05.07.2020.



Slika 6.13. Nutritivna deklaracija krem sladoleda s uobičajenim udjelom šećera

Izvor: <https://www.konzum.hr/web/products/king-double-sladoled-110-ml> - pristupljeno: 05.07.2020.

Sladoled s dodatkom proteina sirutke (Slika 6.14.) postaje sve popularnija namirnica među sportašima. Osim što najčešće sadrži smanjeni udio masti i šećera, bogat je proteinima koji potpomažu izgradnju mišića (Slika 6.15.). Iz nutritivne deklaracije vidljivo je da sladoled sadrži čak 10 % proteina, što je više u usporedbi sa sladoledom proizvedenim bez dodatka proteina sirutke.



Slika 6.14. Sladoled s dodatkom proteina sirutke

Izvor: Tudor Kalit 2020.

DE/AT- Durchschnittliche Nährwerte/ SI- Povprečna hranilna vrednost/ HR- Prosječna hranjiva vrijednost	Pro/na 100 g	pro Portion/na porcija/na obrok (70 g)
Brennwert/ Energijska vrednost/ Energetska vrijednost	832 kJ/ 201 kcal	583 kJ/ 140 kcal
Fett/ Maščobe/ Masti	13 g	9,1 g
- davon gesättigte Fettsäuren/ od tega nasičene maščobe/ od kojih zasičene masne kiseline	5,6 g	3,9 g
Kohlenhydrate/ Ogljikovi hidrati/ Ugljikohidrati	17 g	12 g
- davon Zucker/ od tega sladkorji/ od kojih šećeri	2,4 g	1,7 g
- davon mehrwertige Alkohole/ od tega polioli/ od kojih polioli	14 g	9,8 g
Eiweiß/ Beljakovine/ Bjelančevine	10 g	7,0 g
Salz/ Sol	0,28 g	0,19 g
Portionen pro Packung: Število porcij v pakiranju: Broj porcija u pakiranju: 4		

Slika 6.15. Nutritivna deklaracija sladoleda s dodatkom proteina sirutke

Izvor: Tudor Kalit 2020.

Također, ova vrsta sladoleda može se naći i na našem tržištu (Slika 6.16.) zajedno s ostalim mliječnim desertima obogaćenim proteinima kao što je npr. puding. Sladoled s dodatkom proteina sirutke, proizveden u tvornici mliječnih proizvoda Dukat, pakiran je u čašice volumena 140 ml, a cijena mu je 9,99 kn po komadu što iznosi 71,00 kn/kg. Usporedbom nutritivne deklaracije s deklaracijom Kinga (Slika 6.4.) može se vidjeti kako je sladoled s dodatkom proteina sirutke (Slika 6.17.) manje energetske vrijednosti te sadrži manji udio masti i ugljikohidrata, a puno veći udio proteina (12,6 g/100 g proizvoda). Također, usporede li se cijene Kinga i Dukat fit sladoleda, jasno je kako je King skuplji upravo zahvaljujući višem udjelu mliječne masti u svom sastavu.



Slika 6.16. Sladoled s dodatkom proteina sirutke
Izvor: <https://www.dukatfit.hr/proizvodi/> - pristupljeno 17.04.2020.

Prosječne hranjive vrijednosti / Povprečna hranjiva vrednost	na 100 g
energija / energetska vrijednost /	534 kJ / 127 kcal
masti / maščobe	2,9 g
od kojih zasićene masne kiseline / od tega nasitene maščobe	2,6 g
ugljikohidrati / ugljikovi hidrati	18,7 g
od kojih šećeri / od tega slatkorji	1,8 g
od kojih / od tega poliohli	15,0 g
bjelančevine / proteini / beljakovine	12,6 g
sol	0,1 g

Slika 6.17. Nutritivna deklaracija sladoleda s dodatkom proteina sirutke
Izvor:

<https://d17zv3ray5yxvp.cloudfront.net/variants/xv8RnpaZ8Tk5acopG5oth5Fa/57ed05bea98bcea5f0eaada26b69cee6c61471d3030f7123d212844a35eba04> - pristupljeno: 05.07.2020.

Obzirom na sve veću pojavnost alergija na proteine kravljeg mlijeka i sve veću popularizaciju veganstva, na tržištu su se pojavili tipovi sladoleda gdje su mliječne komponente zamijenjene komponentama soje, posebice koncentratima proteina navedene biljke (Slika 6.18.). Međutim, takav sladoled još uvijek nije populariziran u Hrvatskoj. Kompanija Ben & Jerry's originalno osnovana u Vermontu, a 2000. godine prodana britansko-nizozemskom konglomeratu Unilever, u posljednje vrijeme proizvodi veganske sladolede različitih okusa, među kojima se našao i sladoled s dodatkom proteina soje. Svoje sladolede pakiraju u čašice volumena 250 i 500 ml, a cijena se kreće oko 4 USD po čašici (250 ml) što je 16 USD/kg odnosno 106,00 kn/kg proizvoda. Također, neki od okusa Ben & Jerry's sladoleda mogu se naći i na našem tržištu, međutim izbor je puno slabiji u odnosu na Ameriku.



Slika 6.18. Sladoled s dodatkom proteina soje

Izvor: <https://progressive.com.hr/wp-content/uploads/2019/07/BENJERRY-ChocolateFudgeBrownie.png> - pristupljeno: 17.04.2020.

Osim navedenih vrsta sladoleda, također su sve popularniji sladoledi proizvedeni od kozjeg i ovčjeg mlijeka. Sladoled od kozjeg mlijeka prikazan na slici 6.19. se proizvodi u Teksasu. Ovaj proizvod sadrži 14 % masti i 23 % kolesterola, 9 % ugljikohidrata i 6 % proteina. Također, sadrži visok udio vitamina A i C te je bogat mineralnim tvarima kao što su kalcij i željezo. Pakiran je u čašice od 180 grama te je cijena takvog pakiranja veća u odnosu na dosad prikazane vrste sladoleda dodane vrijednosti. Cijena pakiranja iznosi 7,99 USD prema čemu cijena 1 kg ovakvog sladoleda iznosi 300,00 kn (<https://icecreamsource.com/laloos-goats-milk-ice-cream/>).



Slika 6.19. Sladoled od kozjeg mlijeka

Izvor:

https://s3.amazonaws.com/secretsaucefiles/photos/images/000/194/613/large/IMG_1835.jpg?1516643647 - pristupljeno: 17.04.2020.

Osim sladoleda od kozjeg mlijeka, na tržištu je prisutan i sladoled od ovčjeg mlijeka. Sladoled prikazan na slici 6.20. proizvodi se na Novom Zelandu. Sladoled se proizvodi od punomasnog ovčjeg mlijeka te navode kako će se uskoro na tržištu naći i maslac od ovčjeg mlijeka. Haverton Hill Creamery iz Kalifornije proizvodi također sladoled od ovčjeg mlijeka (Slika 6.21.) te mu je cijena niža od sladoleda proizvedenog od kozjeg mlijeka. Pakiranje od 475 ml ima cijenu 9,77 USD, što je iznos od 140,00 kn/kg proizvoda.



Slika 6.20. Sladoled od ovčjeg mlijeka

Izvor:

<https://resources.stuff.co.nz/content/dam/images/1/c/k/d/h/y/image.related.StuffLandscapeSixteenByNine.710x400.1ckdel.png/1467154958014.jpg> - pristupljeno: 17.04.2020.



Slika 6.21.. Sladoled od ovčjeg mlijeka – izgled sadržaja

Slika 6.21. <https://www.instacart.com/products/2778463-haverton-hill-creamery-hazelnut-crunch-sheep-milk-ice-cream-1-pt> – pristupljeno 13.07.2020.

Na našem tržištu se još nisu pojavile navedene vrste sladoleda, međutim u tvornici u Samoboru proizvodi se sladoled Medenko. Navedena vrsta sladoleda proizvodi se primarno od kravljeg mlijeka i vrhnja, međutim proizveden je sladoled koji uz osnovne sastojke sadrži i pašku ovčju skutu te mu je dodan i paški med od kadulje (Slika 6.22.). Medenko se može naći u različitim neobičnim okusima te unatoč tome što se tvornica nalazi u Samoboru, njihovi sladoledi mogu se kupiti u poslovnica diljem Zagreba, ali i Hrvatske. Manifestiraju ih brojni neobični okusi i kombinacije, međutim iako neki spojevi okusa zvuče nespojivo, Medenko sladoled je postao izrazito popularan i tražen proizvod. Cijena ovih sladoleda iznosi 19,50 kn za pakiranje od 170 mililitara.



Slika 6.22. Sladoled od ovčje skute

Izvor: <https://sibenskiportal.rtl.hr/wp-content/uploads/2018/05/Medenko.jpg> - pristupljeno: 17.04.2020.

7. Zaključak

Sladoled dodane nutritivne vrijednosti je sve popularnija namirnica među potrošačima zbog čega proizvođači često smišljaju nove recepture te isprobavaju različite dodatke kako bi zadovoljili potrošače.

Sladoled sa smanjenim udjelom masti već je dugo prisutan na tržištu. Mliječna mast je jedan od najvažnijih sastojaka sladoleda te se smanjenjem njenog udjela utječe na teksturu i senzorska svojstva sladoleda. Moguće je reducirati njen udio u sladoledu, međutim nije moguće u potpunosti je ukloniti. Kao zamjena za mast koriste se različiti lipidi, proteini i ugljikohidrati. Najčešće korištene zamjene za mliječnu mast su na bazi ugljikohidrata, a to su inulin i maltodekstrin. Proteini sirutke su dobra zamjena za mliječnu mast jer oponašaju njeno djelovanje u mnogim svojstvima, međutim u prevelikoj količini izazivaju pogreške okusa.

Probiotičke kulture imaju mogućnost preživljavanja uvjeta prilikom proizvodnje i pohrane sladoleda te se zadržavaju u proizvodu u količinama koje imaju povoljno djelovanje na zdravlje domaćina. Dodatak probiotičkih bakterija utječe na pH vrijednost i titracijsku kiselost sladoleda. Također, može utjecati i na intenzitet boje radi proizvodnje mliječne kiseline. Probiotičke bakterije potpomažu razgradnju laktoze, stoga osobe intolerantne na navedeni šećer mogu konzumirati sladoled s dodatkom probiotika bez pojave probavnih smetnji. Također, probiotici utječu na uspostavu ravnoteže crijevne mikrobiote.

Dodatkom prebiotika povećava se viskoznost sladoleda što ima izravnu posljedicu smanjenja *overrun*-a te povećanja čvrstoće i poboljšanja svojstava topljivosti. Ovisno o vrsti dodanog prebiotika može se povoljno utjecati na senzorska svojstva sladoleda u smislu poboljšanja boje, izgleda, teksture i okusa. Prebiotici, osim toga, poboljšavaju probavu te se navodi kako imaju važnu ulogu u liječenju i/ili prevenciji različitih bolesti. Najčešće korišten prebiotik u proizvodnji sladoleda je inulin.

Simbiotički sladoled je sladoled proizveden od kombinacije probiotika i prebiotika. Utjecaj simbiotika na svojstva sladoleda ovisi o vrsti i koncentraciji prebiotika te odabranoj probiotičkoj kulturi. Do danas nije dokazan utjecaj prebiotičkih vlakana na preživljavanje probiotika u sladoledu, međutim postoje istraživanja kojima je dokazano da neka vlakna imaju utjecaj, ne samo na preživljavanje probiotičkih bakterija, nego i na senzorska svojstva sladoleda. Tako su primjerice inulin i vlakna pšenice poželjni prebiotici u proizvodnji simbiotičkog sladoleda, za razliku od vlakana naranče i jabuke.

Sladoled sa smanjenim udjelom šećera idealna je namirnica za osobe koje boluju od dijabetesa. Osim saharoze, mogu se koristiti drugi zaslađivači, kao npr. stevia, fruktoza, sorbitol ili manitol.

Dodatkom proteina sirutke u sladoled sa smanjenim udjelom mliječne masti dobiva se proizvod svojstava sličnih punomasnom proizvodu. Razlog tome je svojstvo proteina da imitira ulogu mliječne masti te se na taj način dobije sladoled smanjene energetske vrijednosti i nepromijenjenih svojstava.

Soja je izvrstan izvor proteina te najveći izvor biljnih proteina u ljudskoj prehrani. Njenim dodatkom u sladoled dolazi do povećanja viskoznosti, količine inkorporiranih mjehurića zraka i poboljšanja njihove raspršenosti te smanjenja veličine kristalića leda. Također, smanjuje se stupanj rekristalizacije tijekom pohrane i brzina topljenja. Kao i kod proteina sirutke, dodatkom većih količina proteina soje dolazi do negativnih promjena u okusu, međutim nekim istraživanjima je utvrđeno da aroma čokolade dobro maskira nepoželjan okus soje.

Dokazano je kako specifičan okus kozjeg mlijeka nema negativan utjecaj na senzorska svojstva sladoleda proizvedenog od navedene vrste mlijeka. Ova vrsta sladoleda mogla bi biti idealna namirnica za osobe alergične na protein kravljeg mlijeka i/ili osobe koje boluju od raznih bolesti. Utvrđeno je kako se korištenjem kozjeg mlijeka u proizvodnji sladoleda može dobiti proizvod poželjnih svojstava topljenja i mekše teksture. Također je dokazan visok stupanj preživljavanja probiotičkih bakterija u sladoledu od kozjeg mlijeka tijekom njegove proizvodnje i pohrane.

Proizvodnja sladoleda od ovčjeg mlijeka nije toliko istražena kao prethodne vrste, međutim u nekim istraživanjima se navodi kako takav proizvod nije dobre kvalitete kao sladoled od kravljeg i kozjeg mlijeka. Također se navodi kako je moguće proizvesti sladoled od ovčjeg mlijeka koji će imati zadovoljavajuće teksturne, kemijske, fizikalne i senzorske karakteristike. Dodatkom prebiotika, posebice inulina i FOS-a se može utjecati na svojstva ove vrste sladoleda te se navodi kako povoljno utječu na teksturu, kremoznost i okus. Ujedno su sladoledi s dodatkom navedene vrste prebiotika najbolje ocijenjeni među sladoledima s dodatkom prebiotika.

Sladoledi dodane nutritivne vrijednosti su sve traženiji proizvodi na tržištu. Iako postoje istraživanja na navedenu temu, još uvijek postoje određene nepoznanice koje treba rasvijetliti kako bi se utvrdio utjecaj raznih dodataka na svojstva sladoleda. Također, potrebno je bolje upoznati potrošače s proizvodima i svojstvima raznih dodataka te ispraviti eventualne pogreške koje mogu uzrokovati određeni dodaci. Osim toga, kod nekih proizvoda potrebno je prilagoditi cijenu proizvoda kako bi oni bili dostupni većem broju potrošača.

8. Popis literature

1. Akalin A. S., Kesencas H., Dinkci N., Unal G., Ozer E., Kinik O. (2018). Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. *Journal of Dairy Science* 101 (1): 37-46.
2. 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 (2019): 34-40.
3. Akesowan A. (2009). Influence of Soy Protein Isolate on Physical and Sensory Properties of Ice Cream. *Thai Journal of Agricultural Science*. 42 (1): 1-6.
4. Akin M. B., Dasnik F. (2015). Effects of ascorbic acid and glucose oxidase levels on the viability of probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in symbiotic ice-cream. *Mljekarstvo*. 65 (2): 121-129.
5. Antunac N., Havranek J. (2013). Mlijeko-kemija, fizika i mikrobiologija. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
6. Balthazar C. F., Silva H. L. A., Cavalcanti R. N., Esmerino E. A., Cappato L. P., Abud Y. K. D., Moraes J., Andrade M. M., Freitas M. Q., Sant'Anna C., Raices R. S. L., Silva M. C., Cruz A. G. (2017). Prebiotics addition in sheep milk ice cream: A rheological, microstructural and sensory study. *Journal of Functional Foods*. 35 (2017): 564-573.
7. Božanić R. (2012). Sladoled. U: Mlijeko i mliječni proizvodi. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb. 441-470.
8. Codex Standard for food additives (192-1995).
9. Cruz A. G., Antunes A.E.C., Sousa A. L.O.P., Faria J. A. F., Saad S. M. I. (2009). Ice-cream as a probiotic food carrier. *Food Research International*. 42 (2009): 1233-1239.
10. da Silva P. D. L., de Fátima Bezerra M., dos Santos K. M., Correia R. T. P. (2013). Potentially probiotic ice cream from goat's milk: Characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. *Food Science and Tehnology*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.055> - pristupljeno: 16.04.2020.
11. Danesh E., Goudarzi M., Jooyandeh H. (2017). Short communication: Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced-fat ice cream. *Journal of Dairy Science*. 100 (7): 5206-5212.
12. das Graças Pereira G., de Resende J. V., de Abreu L. R., de Oliveira Giarola T. M., Perrone I. T. (2011). Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. *European Food Research and Technology*. 232 (2011): 1093–1102.
13. Davidson R.H., Duncan S. E., Hackney C.R., Eigel W.N., Boling J. W. (2000). Probiotic Culture Survival and Implications in Fermented Frozen Yogurt Characteristics. *Journal of Dairy Science*. 83 (4): 666-673.
14. de Vrese M. i Schrezenmeir J. (2008). Probiotics, Prebiotics and Synbiotics. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. 111 (2008): 1–66.

15. Dervisoglu M., Yazici F., Aydemir O. (2005). The effect of soy protein concentrate addition on the physical, chemical, and sensory properties of strawberry flavored ice cream. *European Food Research and Technology*. 221 (2005): 466–470.
16. Di Criscio T., Fratianni A., Mignogna R., Cinquanta L., Coppola R., Sorrentino E., Panfili G. (2010). Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. *Journal of Dairy Science*. 93 (10): 4555-4564.
17. Dolenčić Špehar I. (2019). Tehnologija proizvodnje vrhnja. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
18. El-Nagar G., Clowes G., Tudorica C. M., Kuri V. (2002). Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *International Journal of Dairy Technology*. 55 (2): 89-93.
19. Friedrich K. G., Karagul-Yuceer Y., Drake M.A. (2003). Soy Protein Fortification of a Low-fat Dairy-based Ice Cream. *Journal of Food Science*. 68 (9): 2651-2657.
20. Goff H. D., Hartel R. W. (2013). *Ice Cream*, 7. izdanje. Springer, New York.
21. Goff H.D. (2011a). Ice Cream and Frozen Desserts: Product Types. U: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2. izdanje (J.W. Fuquay, P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, ur.), Academic Press, London, Oxford, San Diego. 893-898.
22. Goff, H.D. (2011b). Ice Cream and Frozen Desserts: Manufacture. U: *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2. izdanje (J.W. Fuquay, P. F. Fox, P. L. H. McSweeney, ur.), Academic Press, London, Oxford, San Diego. 899-904.
23. Guinard J. X., Zoumas-Morse C., Mori L., Uatoni B., Panyam D., Kilara A. (1997). Sugar and Fat Effects on Sensory Properties of Ice Cream. *Journal of Food Science*. 62 (5): 1087-1094.
24. <https://alternativa-za-vas.com/images/uploads/probiotic-benefits.jpg> - pristupljeno: 05.03.2020.
25. https://cdn-a.william-reed.com/var/wrbm_gb_food_pharma/storage/images/media/images/koupe-banana-flavour/9036256-1-eng-GB/koupe-banana-flavour.jpg - pristupljeno: 05.04.2020.
26. <https://d17zv3ray5yxvp.cloudfront.net/variants/RX94QfhRkUSHfJArWHEUSUpH/57ed05bea98bceae5f0eaada26b69cee6c61471d3030f7123d212844a35eba04> - pristupljeno: 07.04.2020.
27. <https://d17zv3ray5yxvp.cloudfront.net/variants/xv8RnpaZ8Tk5acopG5oth5Fa/57ed05bea98bceae5f0eaada26b69cee6c61471d3030f7123d212844a35eba04> - pristupljeno: 05.07.2020.
28. <https://funkyfrozenyogurt.no> – pristupljeno 01.07.2020.
29. <https://gibraltar.desertcart.com/products/57802990-enlightened-the-good-for-you-ice-cream-high-protein-low-sugar-high-fiber-low-fat-brownies-amp-cookie-dough-pint-8-count> - pristupljeno: 15.07.2020.
30. <https://icecreamsource.com/laloos-goats-milk-ice-cream/> - pristupljeno 06.07.2020.

31. <https://progressive.com.hr/wp-content/uploads/2019/07/BENJERRY-ChocolateFudgeBrownie.png> - pristupljeno: 17.04.2020.
32. <https://resources.stuff.co.nz/content/dam/images/1/c/k/d/h/y/image.related.StuffLandscapeSixteenByNine.710x400.1ckdel.png/1467154958014.jpg> - pristupljeno: 17.04.2020.
33. https://s3.amazonaws.com/secretsaucefiles/photos/images/000/194/613/large/IMG_1835.jpg?1516643647 – pristupljeno: 17.04.2020.
34. <https://sg-test-11.slatic.net/p/094cc9fa56e13bb260bed9037e4fe1c3.jpg> - pristupljeno: 06.04.2020.
35. <https://sibenskiportal.rtl.hr/wp-content/uploads/2018/05/Medenko.jpg> - pristupljeno: 17.04.2020.
36. <https://www.dukatfit.hr/proizvodi/> - pristupljeno 17.04.2020.
37. <https://www.facebook.com/524147290981844/photos/p.2707868255943059/2707868255943059/> - pristupljeno: 10.03.2020.
38. <https://www.foodbev.com/wp-content/uploads/2018/10/Unilever-Culture-Republik.jpg> - pristupljeno: 17.04.2020.
39. <https://www.foodnavigator.com/Article/2019/01/16/A-healthy-indulgence-Dutch-start-up-adds-prebiotic-fibre-to-ice-cream> - pristupljeno: 02.07.2020.
40. <https://www.instacart.com/products/2778463-haverton-hill-creamery-hazelnut-crunch-sheep-milk-ice-cream-1-pt> – pristupljeno 13.7.2020.
41. <https://www.konzum.hr/web/products/high-life-slad-cokolada-460ml> – pristupljeno: 17.04.2020.
42. <https://www.konzum.hr/web/products/king-double-sladoled-110-ml> - pristupljeno: 05.07.2020.
43. <https://www.konzum.hr/web/products/king-slad-cokolada-cas-120ml> - pristupljeno: 01.06.2020.
44. <https://www.konzum.hr/web/products/ledo-slad-king-classic-light-110ml> - pristupljeno: 05.07.2020.
45. <https://www.kroger.com/p/enlightened-brownies-cookie-dough-light-ice-cream/0085210933179> - pristupljeno: 15.07.2020.
46. <https://www.lazada.sg/products/the-real-moo-healthy-indulgence-yummy-probiotics-prebiotics-fibre-ice-creamlow-fat-sugar-75ml-x-30-cupsmixed-3-flavours-i286453064.html> - pristupljeno: 05.07.2020.
47. https://www.ledo.hr/datastore/imagestore/original/150245161411035_grandissimo-biskvit-cokoladaljesnjak_product1122x700_2017.jpg?v=1502451616 – pristupljeno: 25.02.2020.
48. https://www.ledo.hr/datastore/imagestore/original/1586976041011630_highlife-brownie-cokolada-malina-460ml_product1122x700_2020.jpg?v=1586976043 – pristupljeno: 17.04.2020.
49. https://www.ledo.hr/datastore/imagestore/size_561_350/size_561_350_original_bd1ae4639e1aba3d449f8b5c2759aa06.jpg?v=1511364423 – pristupljeno: 25.02.2020.

50. <https://www.popsugar.com/fitness/Culture-Republick-Probiotic-Ice-Cream-Rewiev-45381780/amp> - pristupljeno: 01.07.2020.
51. <https://www.slatkopedija.hr/wp-content/uploads/2017/08/naslovna-1-1200x900.jpg> - pristupljeno: 21.02.2020.
52. Inoue K., Shiota K., Ito T. (1998). Preparation and properties of ice cream type frozen yogurt. *International Journal of Dairy Technology*. 51 (2): 44-50.
53. Koeferli C. R., Piccinali P., Sigrist S. (1995). The influence of fat, sugar, non-fat milk solids on selected taste, flavor and texture parameters of a vanilla ice-cream. *Food Quality and Preference*. 7 (2): 69-79.
54. Liu, R., Wang, L., Liu, Y., Wu, T., Zhang, M. (2018). Fabricating soy protein hydrolysate/ xanthan gum as fat replacer in ice cream by combined enzymatic and heatshearing treatment. *Food Hydrocolloids*. 81 (2018): 39-47.
55. Marshall, R. T., Arbuckle W. S. (1996). *Ice Cream*, 5. izdanje. Chapman & Hall, New York, SAD.
56. Martinou-Voulasiki I. S., Zerfiridis G. K. (1990). Effect of Some Stabilizers on Textural and Sensory Characteristics of Yogurt Ice Cream from Sheep's Milk. *Journal of Food Science*. 55 (3): 703-707.
57. 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*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.12.002> - pristupljeno: 16.04.2020.
58. Mioč B., Pavić V., Sušić V. (2007). *Ovčarstvo*. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
59. Mohammadi R., Mortazavian A. M., Khosrokhavar R., da Cruz A.G. (2011). Probiotic ice cream: viability of probiotic bacteria and sensory properties. *Annals of Microbiology*. 61 (2011): 411-424.
60. Murgić I. i Božanić R. (2008). Utjecaj vrste i udjela masti na homogenizaciju sladoledne smjese. *Mljekarstvo*. 58 (3): 233-242.
61. Pandya A. J., Ghodke K. M. (2007). Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Ruminant Research*. 68 (2007): 193-206.
62. Peres J., Esmerino E., da Silva A. L., Racowski I., Bolini H. (2018). Sensory Profile, Drivers of Liking, and Influence of Information on the Acceptance of Low-Calorie Synbiotic and Probiotic Chocolate Ice Cream. *Journal of Food Science*. 0 (0): 1-10.
63. Pravilnik o smrznutim desertima, NN 20/09, 141/13.
64. Prindiville E. A., Marshall R. T., Heymann H. (2000). Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream. *Journal of Dairy Science*. 83 (2000): 2216-2223.
65. Roland, A. M., Phillips, L. G., Boor, K. J. (1999). Effect of fat replacers on the sensory properties, color, melting, and hardness of ice cream. *Journal of Dairy Science*. 82 (1999): 2094-2100.

66. Rolon M. L., Bakke A. J., Coupland J. N., Hayes J. E., Roberts R. F. (2017). Effect of fat content on the physical properties and consumer acceptability of vanilla ice cream. *American Dairy Science Association*. 100 (2017): 5217-5227.
67. Sacchi R., Caporaso N., Squadrilli G.A., Paduano A., Ambrosino M. L., Cavella S., Genovese A. (2019). Sensory profile, biophenolic and volatile compounds of an artisanal ice cream ('gelato') functionalised using extra virgin olive oil. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100173>. - pristupljeno: 10.04.2020.
68. Sacchi, R., Paduano A. M., Savarese M., Vitaglione P. i Fogliano V. (2014). Extra virgin olive oil: from composition to „molecular gastronomy“. U: *Advances in Nutrition and Cancer, Cancer Treatment and Research* 159, (V. Zappia i sur.). Springer-Verlag (Berlin, Heidelberg). 325-338.
69. Salem M. M. E., Fathi F. A., Awad R. A. (2005). Production of probiotic ice cream. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 14/55 (3): 267-271.
70. Samaržija D. (2015). Fermentirana mlijeka. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
71. Samaržija D. (2018). Mljekarska mikrobiologija - Opća svojstva bakterija, kvasaca, plijesni i virusa s osnovama taksonomije. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
72. Sofjan R. P., Hartel R. W. (2003). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*. 14 (2004): 255–262.
73. Šumić Z. (2008). Biološka vrijednost i nutritivni značaj mlijeka. *Tehnologija hrane*. <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/biološka-vrijednost-i-nutritivni-značaj-mlijeka> -pristupljeno: 25.02.2020.
74. Šušković J., Kos B., Frece J., Beganović J., Leboš Pavunc A. (2009). Probiotički koncept – probiotici kao dodaci hrani i probiotici kao bioterapeutici. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*. 4 (3-4): 77-84.
75. Tomer V., Kumar A. (2013). Development of High Protein Ice-Cream Using Milk Protein Concentrate. *Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*. 6 (5): 71-74.
76. Tudor Kalit M. (2019). Tehnologija proizvodnje sladoleda. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb.
77. Tudor Kalit M. (2020). Arhiva fotografija.
78. Yangular F. (2015). Effects of Green Banana Flour on the Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream. *Food Technology and Biotechnology*. 53 (3): 315-323.
79. Yilsay T., Yilmaz L., Bayazit A. A. (2004). The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. *European Food Research and Technology*. 222 (2006): 171–175.

Životopis

Barbara Horvatinović rođena je 26. travnja 1995. godine u Zagrebu. Osnovnu školu pohađala je u Vidovcu, mjestu smještenom na samoj periferiji grada Zagreba, u podsljemenskoj zoni. Tijekom osnovnoškolskog obrazovanja, bavila se košarkom i bila u timu Zagrebačkih mažoretkinja sve do kraja srednje škole. Srednjoškolsko obrazovanje započela je 2010. godine u VII gimnaziji u Križanićevoj ulici. Tijekom srednje škole volontirala je u Dumovcu, skloništu za nezbrinute životinje grada Zagreba. Uči engleski jezik od osnovne škole te ga izvrsno govori, piše i razumije. Također poznaje rad u Microsoft Office programima te se bez poteškoća koristi njima. Završetkom srednje škole 2014. godine, upisala je Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu, smjer Animalne znanosti koji je završila 2018. godine. Nakon završenog preddiplomskog, upisuje diplomski studij Proizvodnja i prerada mlijeka, također na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Tijekom diplomskog studija odrađuje praksu u Ministarstvu poljoprivrede.