

Razvoj recepture u proizvodnji zanatskog sladoleda

Madunic, Nicole

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:152822>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Nicole Madunic

0058213938

RAZVOJ RECEPTURE U PROIZVODNJI
ZANATSKOG SLADOLEDA

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Kemija i tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda

Mentor: doc. dr. sc. Katarina Lisak Jakopović

Zagreb, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo

Laboratorij za tehnologiju mlijeka i mliječnih proizvoda

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Razvoj recepture u proizvodnji zanatskog sladoleda

Nicole Madunic, 0058213938

Sažetak:

Zanatski ili obrtnički sladoled, poznatiji u svijetu pod nazivom *gelato*, u svojem sastavu sadrži manji udio masti, veći udio šećera i minimalno povećan volumen inkorporiranog zraka u odnosu na industrijski, odnosno komercijalni sladoled. Slastičari u proizvodnji zanatskog sladoleda recepturu prilagođavaju svojim financijskim mogućnostima i željama potrošača, no osnovna receptura ostaje ista. Cilj rada bio je osmisliti recepturu za zanatski sladoled, koji u konačnici ima stabilnu konzistenciju i glatku teksturu koja se lako grabi. Prije proizvodnje zanatskog sladoleda bilo je potrebno provesti balansiranje sastojaka. Proizvedenim sladoledima mjerio se specifični volumen i temperatura te subjektivno ocjenjivale senzorske karakteristike. Na temelju dobivenih podataka usavršila se receptura za zanatski sladoled. Rezultat istraživanja ukazuje da za proizvodnju idealnog zanatskog sladoleda sa smjesom stabilizatora i emulgatora 1 i 2, potrebno je provesti zrenje. Sa smjesom stabilizatora i emulgatora 1 postigao se sladoled poželjnih karakteristika. U konačnici, sladoledi bez provedenog zrenja postigli su zadovoljavajuće karakteristike.

Ključne riječi: zanatski sladoled, proizvodnja, stabilnost, baza, temperatura

Rad sadrži: 34 stranica, 10 slika, 8 tablica, 22 literaturna navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno - biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: doc. dr. sc. Katarina Lisak Jakopović

Pomoć pri izradi: mag. ing. Filip Zlatar

Datum obrane: 29. lipnja 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

University undergraduate study Food technology

Department of Food Engineering

Laboratory for Technology of Milk and Milk Products

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food technology

Development of recipes in the production of artisanal ice cream

Nicole Madunic, 0058213938

Abstract:

Artisanal ice cream, commonly known as *gelato*, has a lower fat content, higher sugar content and a very low overrun resulting from incorporated air compared to industrial ice cream. In the production of artisanal ice cream, confectioners adapt the recipe to their financial resources and customer demand, but the basic recipe remains the same. The aim of this research was to come up with a recipe for artisanal ice cream which would have a stable consistency and a smooth texture which is easily scoopable. Before producing the artisanal ice cream, the ingredients had to be balanced. The specific volume and temperature of the produced ice cream were measured, and the sensory characteristics were subjectively assessed. The recipe for artisanal ice cream was perfected based on the obtained data. The research results show that to produce an ideal artisanal ice cream using the mixtures of stabilizers and emulsifiers 1 and 2, the ice cream needs to be aged. Ice cream with desirable characteristics was attained using the mixtures of stabilizers and emulsifiers 1. Ultimately, the ice cream that was not aged achieved satisfactory characteristics.

Keywords: artisanal ice cream, production, stability, base, temperature

Thesis contains: 34 pages, 10 figures, 8 tables, 22 references

Original in: Croatian

Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: Katarina Lisak Jakopović, PhD, Assistant Professor

Technical support and assistance: Filip Zlatar, MSc

Defence date: June 29, 2022

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. SLADOLED I NJEGOVA PROIZVODNJA	2
2.1.1. Proizvodnja industrijskog sladoleda	5
2.1.2. Proizvodnja zanatskog sladoleda	8
2.2. SASTOJCI SLADOLEDNE SMJESE	11
2.2.1. Mliječni sastojci	12
2.2.2. Ne mliječni sastojci	13
2.3. SENZORIKA SLADOLEDA	15
3. EKSPERIMENTALNI DIO	16
3.1. MATERIJALI	16
3.2. METODE RADA	17
3.2.1. Priprema baze i sladoledne smjese	17
3.2.2. Proizvodnja zanatskog sladoleda	18
3.2.3. Mjerenje specifičnog volumena	19
3.2.4. Senzorsko ocjenjivanje sladoleda i mjerenje temperature	20
4. REZULTATI I RASPRAVA	21
4.1. BALANSIRANJE SASTOJAKA	21
4.2. SENZORSKE KARAKTERISTIKE SLADOLEDA	24
4.3. USPOREDBA BAZA	28
5. ZAKLJUČCI	32
6. LITERATURA	33

1. UVOD

Sladoled je prepoznatljiv po slatkom i aromatiziranom okusu, a među prvim sladoledima navodi se snijeg pomiješan s aromama poput voća i meda. Kinezi su među prvima počeli dodavati mlijeko u takvu mješavinu. Sladoled se proizvodio u kućanstvima od 18. stoljeća, a sredinom 19. stoljeća izgrađena je prva tvornica sladoleda. U Hrvatskoj, industrijska proizvodnja sladoleda započinje sredinom 20. stoljeća (Božanić, 2012).

Sladoled je mliječni desert koji se najčešće konzumira u poluzamrznutom ili zamrznutom stanju, a sastoji se od mlijeka, vrhnja, mlijeka u prahu, zaslađivača, boja, emulgatora i stabilizatora. Sladoled u svome sastavu također sadrži i vodu, koja nije dodana kao zasebna sirovina, već kao komponenta ostalih sirovina i zrak. Zrak je jedna od glavnih sastavnica sladoleda jer on utječe na fizikalna svojstva sladoleda i na sposobnost otapanja sladoleda u ustima. Zahvaljujući načinu proizvodnje, sladoled poprima kompleksnu strukturu, koju čine globule masti, mjehurići zraka te kristali leda. Industrijski ili komercijalni sladoledi najčešće su dostupni na štapiću, u kornetu ili čašicama, te u plastičnim posudama kao obiteljska pakiranja. Osim industrijskih sladoleda, pod pojmom sladoleda podrazumijevaju se i *gelato*, smrznuti jogurt, ledeno mlijeko, sorbet, *sherbet*.

Gelato je talijanska verzija sladoleda, koji karakterizira smanjen udio masti i povećan udio šećera te minimalno inkorporiran zrak u odnosu na industrijski sladoled. Naziv *gelato* u hrvatskom jeziku zamijenjen je nazivom zanatski ili obrtnički sladoled jer se njegova proizvodnja bazira na manjim, dnevnim serijama. Recepturu za zanatski sladoled slastičari prilagođavaju svojim mogućnostima i potrebama, no početnu recepturu im osigura dobavljač sirovina za zanatski sladoled. Za razvoj i unaprjeđenje recepture potrebno je poznavati funkcionalna svojstva svih sastojaka upotrijebljenih u proizvodnji.

Cilj ovog završnog rada bio je osmisliti recepturu za zanatski sladoled pomoću niza praktičnih pokušaja. U proizvodnji sladoleda koristile su se dvije različite smjese stabilizatora i emulgatora, smjesa 1 i smjesa 2, te se pratio njihov utjecaj na konačan proizvod. U cilju je bilo proizvesti zanatski sladoled sa što boljom stabilnosti i što većim specifičnim volumenom. Isto tako, cilj je bio da konačan sladoled ima kremastu strukturu pri temperaturi rashladne vitrine, da se lako grabi te da bude bez grudica i s minimalnim sjajem na površini.

2. TEORIJSKI DIO

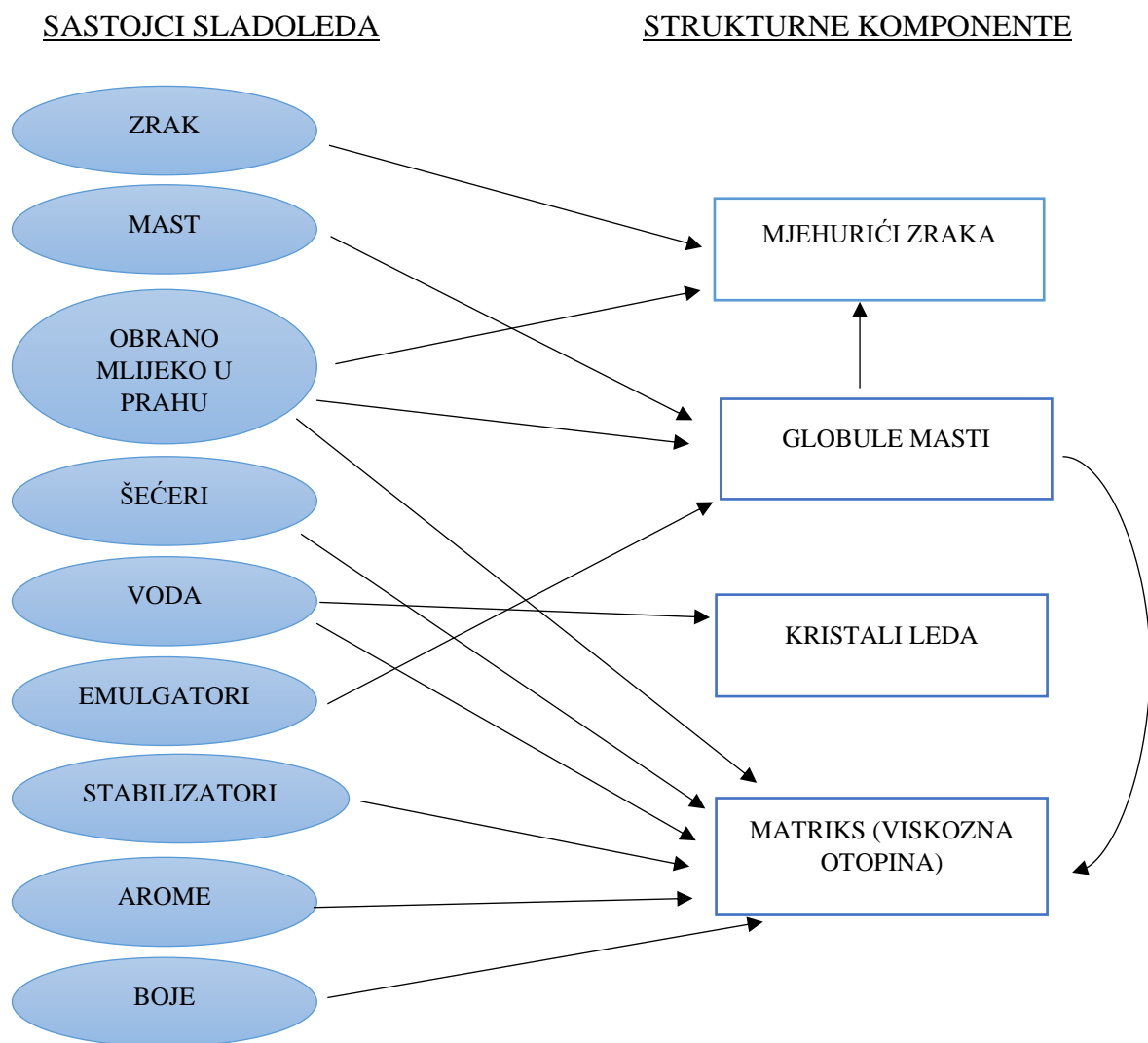
2.1. SLADOLED I NJEGOVA PROIZVODNJA

Definicija sladoleda razlikuje se diljem država svijeta, no ono što je zajedničko svakom sladoledu je aromatiziran, sladak okus te struktura prožeta sitnim kristalima leda. Unatoč njegovom zamrznutom obliku, konzumira se upravo takav, djelomice ili potpuno zamrznut. Božanić (2012) definira sladoled kao djelomično ili potpuno zamrznutu namirnicu koja se sastoji od (pasteriziranog ili steriliziranog) mlijeka ili mliječnih proizvoda (mlijeka u prahu, ugušćenog mlijeka, vrhnja ili maslaca) i ne mliječnih sastojaka koji se dodaju u smjesu u svrhu obogaćivanja okusa, arome, boje, mirisa i konzistencije, aditiva za stabilizaciju i emulgiranje smjese, vode i uklopljenog zraka. Također, u Republici Hrvatskoj Pravilnik o smrznutim desertima (NN 20/09) navodi kako su smrznuti deserti smrznute emulzije (koje se proizvode od toplinski obrađene smjese mlijeka, vrhnja i/ili drugih mliječnih proizvoda i/ili vode, mliječne i/ili biljne masti, mliječnih i/ili biljnih bjelančevina, šećera i drugih sastojaka) ili smrznute otopine (koje se proizvode od toplinski obrađene smjese vode, šećera i drugih sastojaka). Tijekom proizvodnje smrznutih deserata, u koje spada i sladoled, najčešće se dodaje zrak zbog povećanja volumena te se takvi proizvodi proizvode postupkom smrzavanja. Pravilnikom su definirane podjele smrznutih deserata, a podjele su na mliječne sladolede, krem sladolede, sladolede, smrznute aromatizirane deserte i smrznute voćne deserte. Svaku od navedenih pet podjela karakterizira različit udio osnovnih sirovina u navedenim smrznutim desertima (vidi poglavlje 2.2. Sastojci sladoledne smjese).

U posljednje vrijeme prehrambena se industrija bazira na proizvodnji namirnica s funkcionalnim sastojcima, smanjenim udjelom masti, šećera ili bez laktoze. Isto to možemo uočiti i kod proizvodnje sladoleda, no osnovni sastojci za proizvodnju sladoleda ostali su isti. Sladoledna smjesa sastoji se od mliječnih i ne mliječnih sastojaka. Mliječne sastojke čine mliječna mast i bezmasna mliječna suha tvar, a ne mliječne sastojke čine šećeri i zaslađivači, stabilizatori i emulgatori, voda, uz mogući dodatak voća, voćnih aroma, jaja, čokolade ili nekih drugih dodataka (Božanić, 2012). Izvori mliječne masti su mlijeko, vrhnje ili maslac, a mliječne bezmasne suhe tvari su obrano mlijeko ili mlijeko u prahu. Uz mliječnu mast sladoledna smjesa može sadržavati i biljnu mast koja je ne mliječni sastojak.

Sladoled je izuzetno složen, strukturiran, ali i delikatan prehrambeni proizvod (Clarke, 2004). Mikrostruktura koju osjetimo „pod jezikom“ konzumiravši sladoled zapravo je spoj različitih komponenti sirovina iz sladoledne smjese i fizikalno-kemijskih promjena koje se odvijaju tijekom njihove prerade. Clarke (2004) navodi kako je mikrostruktura sladoleda poput

viskozne otopine šećera, polisaharida i proteina mlijeka (matriks) u koju su ugrađeni kristali leda, mjehurići zraka i globule masti s veličinama od 1 μm do 0,1 mm. Sladoledna je smjesa zapravo emulzija masti i proteina uz dodatak šećera, boja, aroma, emulgatora i stabilizatora (Božanić, 2012). Budući da je sam sladoled zamrznuta emulzija, kontinuiranu fazu predstavlja nezamrznuti matriks s otopljenim tvarima, a dispergirana faza sadrži mjehuriće zraka, globule masti, kristale leda i netopljive sastojke. U prosječnom sladoledu 15 % volumena otpada na nezamrznuti matriks, 30 % na kristale leda, 50 % na mjehuriće zraka i 5 % na masne globule (Clarke, 2004). Otopljene tvari u matriksu snižavaju točku zamrzavanja sladoledne smjese, pa se tako postižu i niže temperature za očvršćivanje sladoleda. Koncentracija sastojaka u matriksu i stupanj viskoznosti utječu na tvrdoću sladoleda, mogućnost grabljenja sladoleda i njegovu grudičavost. Slika 1 shematski prikazuje sastojke koji čine matriks, odnosno viskoznu otopinu,



Slika 1. Shematski prikaz odnosa između sastojaka i strukturnih komponenti sladoleda (Clarke, 2004.)

te također prikazuje sastojke koji čine ostale strukturne komponente. Za nastanak mjehurića zraka zaslužan je sam zrak kojeg obavijaju masne globule i proteini iz mlijeka i obranog mlijeka u prahu. Masne globule nalaze se u sladoledu zahvaljujući masti, proteinima mlijeka i emulgatorima, a kristali leda nastaju kao posljedica kristalizacije slobodne vode. Matriks je viskozna otopina koja se sastoji od šećera, proteina, stabilizatora, aroma i boja te ponekih masnih globula (Clarke, 2004). Prisutnost mjehurića zraka u sladoledu povoljno utječe na njegovu strukturu, te ona postaje glatka i prozračna. Osnovna uloga masnih globula je stabilizacija mjehurića zraka, potom pojedine tvari aroma topljive su samo u masnoj fazi, te masne globule utječu i na povoljniju konzistenciju sladoleda. Što je veći sadržaj masnih globula, to je topljenje sladoleda sporije, jer globule masti stabiliziraju zrak i povećavaju viskoznost matriksa. Masne globule utječu na senzorske karakteristike sladoleda tako što sladoledu daju pun okus i finu teksturu. Zbog toga sladoledi *premium* kvalitete sadrže veći postotak masti nego oni standardne kvalitete.

Cijena i kvaliteta sladoleda ovisi o udjelu i kvaliteti sirovina korištenih u proizvodnji. Pojedini proizvođači sladoleda proizvode sladolede različitih receptura ovisno o kategoriji sladoleda, a to su ekonomska, standardna, *premium* i *superpremium* kategorija. Dok su drugi, opredijeljeni za proizvodnju samo određene kategorije sladoleda. Kategorije se razlikuju po količini masti, ukupnoj suhoj tvari, uklopljenom zraku i u konačnici cijeni. Sladoledi s minimalnim dozvoljenim sadržajem masti (oko 9 %) i suhom tvari (oko 35 %), te s niskom cijenom i uklopljenim zrakom od 100 do 120 %, pripadaju kategoriji ekonomskih sladoleda. Standardne sladolede karakterizira udio masti od 10 – 12 %, suhe tvari od 36 – 38 %, prosječna cijena i volumen povećan oko 100 % postupkom upuhivanja zraka. Kategoriji *premium* sladoleda pripadaju oni s 12 – 15 % masti, udjelom ukupne suhe tvari od 38 – 40 %, volumenom povećanim za 60 – 90 % i cijenom višom od prosječne. *Superpremium* sladoledi imaju najveći udio masti (15 – 18 %) i suhe tvari (iznad 40 %), no upuhivanjem zraka volumen se povećava svega 25 – 50 %, ali cijena takvog sladoleda je vrlo visoka (Goff i Hartel, 2013).

Općenito, diljem svjetske populacije, pod pojmom sladoleda podrazumijevaju se različiti oblici i izvedbe ovog smrznutog deserta. Clarke (2004) navodi najvažnije oblike, a to su: mliječni sladoled, ne mliječni sladoled, *gelato*, smrznuti jogurt, „ledeno mlijeko“, sorbet, *sherbet* i „voćni led“. *Gelato* je talijanski oblik sladoleda, koji se razlikuje od industrijski proizvedenih sladoleda po tome što je inkorporiranjem zraka volumen minimalno povećan, sadrži smanjenu količinu stabilizatora i emulgatora, te ima niži udio masti (Marshall i sur., 2003). Sama riječ *gelato* u prijevodu s talijanskog znači „smrznuti“, a podrijetlo *gelata* datira u

16. stoljeće. *Gelato* je potpun prehrambeni proizvod visoke nutritivne vrijednosti koji sadrži sve potrebne esencijalne elemente jer se proizvodi iz svježih i prirodnih sastojaka, poput mlijeka, vrhnja, obranog mlijeka u prahu, šećera, žumanjaka i voća (Shingh i sur., 2020). Budući da njegova receptura zahtijeva manji postotak masti od komercijalnih sladoleda, te ga karakterizira smanjen udio kalorija, veći udio proteina i vitamina, te bogatstvo kalcija, *gelato* je namirnica s mnogo zdravstvenih benefita (Anonymus 1). Uz smanjenu količinu masti, *gelato* sadrži veći udio šećera od industrijskih sladoleda i to je ono što mu daje prepoznatljivu meku teksturu pogodnu za grabljenje. Zbog korištenja svježih sastojaka, *gelato* se obično proizvodi svakodnevno u relativno malim količinama. Također, njegova temperatura posluživanja iziskuje svakodnevnu proizvodnju jer se *gelato* drži i poslužuje na konstantnoj temperaturi vitrine koja iznosi -13 °C. Navedena mu temperatura omogućuje viskozno i poluzamrznuto stanje, no pri spomenutoj, višoj temperaturi više je i slobodne vode, a ne smrznute, koja zajedno sa svjetlošću, kisikom i temperaturnim fluktuacijama, može dovesti do kvarenja sladoleda (Tettamanti, 2018). Iako je *gelato* talijanskog podrijetla, način njegove proizvodnje i karakteristična receptura, proširili su se izvan granica Italije te slastičarnice diljem Europe i svijeta serijski proizvode i prodaju sladoled s istim udjelom sastojaka kao i kod *gelata*, pa se za tako proizvedene sladolede kaže da su zanatski ili obrtnički sladoledi.

Iako su industrijski i zanatski sladoledi proizvedeni zahvaljujući istim, odnosno sličnim sastojcima, međusobno se razlikuju. Uz razliku u načinu proizvodnje i skladištenju, također se razlikuju prema udjelu osnovnih sastojaka, roku trajanja, energetske vrijednosti. *Gelato*, odnosno zanatski sladoled, sadrži 16 - 22 % šećera i 4 - 12 % masti, a povećanje volumena inkorporiranjem zraka je od 30 do 40 %. Dok, kod industrijskog sladoleda udio šećera iznosi od 20 - 22 %, a udio masti od 10 - 14 % te sadrži 50 - 120 % uklopljenog zraka. Temperatura konzumiranja zanatskog sladoleda je između -11 °C i -13 °C, a komercijalnog sladoleda između -18 °C i -20 °C. U vitrini zanatski sladoled može biti 3 do 5 dana, a uskladišten dva tjedna, dok se industrijski skladišti i do dvije godine (PreGel, 2020). Količina od 78 g sladoleda s okusom vanilije ima 210 kalorija i 16 g šećera, dok porcija *gelata* od 88 g sadrži oko 160 kalorija i 17 g šećera (Shingh i sur, 2020). Goff i Hartel (2013) navode kako je potrošnja zanatskog sladoleda 2010. godine bila najveća u zapadnoj Europi i Latinskoj Americi, a potrošnja obiteljskih sladoleda (industrijskih) bila je najveća u Sjevernoj Americi i Australiji.

2.1.1. Proizvodnja industrijskog sladoleda

Premda na prvi pogled industrijski i zanatski sladoled izgledaju slično, ono što ih bitno razlikuje je način proizvodnje i uvjeti skladištenja. Ipak, prvi korak u proizvodnji oba sladoleda

je jednak, odnosno prije same proizvodnje potrebno je sastaviti recepturu za sladolednu smjesu. Kod industrijskih sladoleda jednom sastavljena receptura koristi se stalno, no kod proizvodnje zanatskih sladoleda sastavljanje nove recepture je češće jer novi okusi sladoleda zahtijevaju i izmjenu u recepturi. Industrije koje proizvode sladoled koriste računalne softverske programe za izračunavanje količina različitih sastojaka kako bi bile u skladu s potrebnim specifikacijama sastava sladolednih smjesa (Kilara i Chandan, 2016). U razvoju recepture pojam balansiranja sastojaka odnosi se na određivanje mase i volumena svakog sastojka pojedinačno ovisno o zadanim udjelima šećera, masti, mliječne bezmasne suhe tvari, emulgatora i stabilizatora te ukupne suhe tvari koje sladoledna smjesa mora zadovoljavati. Nutritivni sastav većine sastojaka sastoji se od različitih komponenata, kao na primjer i vrhnje i mlijeko sadrže mliječnu mast, mliječnu bezmasnu suhu tvar te vodu u određenim udjelima, stoga je balansiranje sastojka vrlo izazovan dio u proizvodnji sladoleda. Za pravilno balansiranje sastojaka potrebno je dobro poznavanje i razumijevanje uloge svakog sastojka u sladolednoj smjesi zajedno s njihovim prednostima i nedostacima. Također precizno balansiranje osigurava ujednačenu kvalitetu i određeni standard (Goff i Hartel, 2013).

Daljnji korak u proizvodnji industrijskog sladoleda je miješanje sastojaka, na način da se suhe sirovine doziraju vaganjem, a tekuće mjerenjem protoka ili vaganjem. Miješanje sladoledne smjese odvija se u duplikatoru pri temperaturi 50 - 60 °C, pri kojoj dolazi do emulgiranja masti i otapanja sirovina (Božanić, 2012). Sladoledna smjesa se centrifugalnom pumpom ispumpava u spremnik te dalje u izmjenjivač topline (Lukinec, 2016). Slijedi predgrijavanje smjese pri temperaturi 73 - 75 °C u pasterizatoru na način da se hladna sladoledna smjesa zagrijava već pasteriziranom, a pasterizirana smjesa se hladi hladnom smjesom. U ovom koraku proizvodnje dolazi do potpunog otapanja mliječne masti. Idući proces u proizvodnji je homogenizacija smjese s ciljem dobivanja fine smjese sa što manjim globulama masti koje ukupno imaju veću površinu i bez odvajanja faza. Kako bi se sladoledna smjesa, odnosno mast mogla homogenizirati, sva prisutna mast u smjesi mora biti u tekućem stanju, zato se homogenizacija vrši pri 75 °C. Tlak pri kojim se provodi homogenizacija je između 140 i 200 bara te se za sladoledne smjese koje sadrže veći udio masti i ukupne suhe tvari primjenjuje niži tlak. Homogenizacija također osigurava ravnomjernu raspoređenost emulgatora i stabilizatora u smjesi, bolju stabilnost zraka i masnih globula tijekom zrenja te veću otpornost na otapanje sladoleda (Achaw i Danso-Boateng, 2021).

Slijedi pasterizacija smjese kojom se uništavaju patogene bakterije, smanjuje se broj mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje (npr. psihrotrofi), postiže se otapanje i miješanje

sastojaka smjese te se hidratiziraju sastojci poput proteina i stabilizatora (Achaw i Danso-Boateng, 2021). Šaržna pasterizacija provodi se u duplikatoru pri temperaturi 70 °C u trajanju od 30 minuta, a kontinuirana pasterizacija odvija se u pločastom izmjenjivaču topline ili pri 83 - 85 °C u trajanju od 15 - 30 sekundi ili pri 105 - 130 °C u trajanju od 1 - 2 sekunde. Nakon provedene pasterizacije sladoledna se smjesa hladi hladnom smjesom do temperature 20 °C u dijelu pasterizatora koji se zove regenerator. Tako ohlađena smjesa se dodatno brzo hladi ledenom vodom do postizanja temperature 4 - 6 °C, čime se sprječava razvoj bakterija koje su preživjele pasterizaciju i povećanje viskoziteta koje negativno utječe na teksturu proizvoda (Lukinec, 2016).

Zrenje je zadnji korak u obradi sladoledne smjese, a odvija se u duplikatoru pri temperaturi 2 - 4 °C u trajanju od minimalno 4 sata do maksimalno 24 sata uz blago miješanje smjese. Tijekom zrenja dolazi do kristalizacije mliječne masti, vezanja vode na stabilizatore, bubrenja proteina i povećanja viskoznosti smjese (Božanić, 2012). Prije početka zrenja u smjesu se dodaju arome i boje, one moraju biti mikrobiološki ispravne kako ne bi došlo do kontaminacije pasterizirane smjese. Temperatura 0 - 2 °C povećava stupanj kristalizacije mliječne masti i negativno utječe na rasta mikroorganizama. Vrijeme zrenja ovisi o korištenom tipu masti i emulgatora. Pravilno proveden postupak zrenja važan je kako bi kasnije smrznuta emulzija bila stabilna, zadržala oblik i kako bi se izbjeglo otapanje sladoleda (Goff i Hartel, 2013).

Nakon provedenog djelomičnog zamrzavanja i upuhivanja zraka nastaje sladoled, a ono se odvija pri temperaturi od -3 do -7 °C u kontinuiranom zamrzivaču s dvostrukim cilindrima, pri čemu se smrzne 30 - 50 % vode i djelomično destabilizira emulzija masti (Božanić, 2012). Jedina komponenta u smjesi koja se može zamrznuti je voda, što znači da zamrzavanje treba biti što brže kako bi nastali što manji kristali leda. Tijekom procesa smrzavanja mijenja se ravnoteža između vode i leda. Zbog smanjenja temperature ledišta, pri nižim temperaturama doći će do veće koncentracije suhe tvari u nezamrznutoj fazi. Upuhivanjem zraka dolazi do povećanja volumena 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 i Hartel, 2013). Budući da je smjesa djelomično zamrznuta, meka te pjenasta, pogodna je za oblikovanje. Smjesu je moguće oblikovati u oblik štapića, korneta, u čašice ili kutije. Nakon oblikovanja sladoledu se mogu dodati razni dodaci, kao što su suhi dodaci (orašasti plodovi, kolačići, čokolada), mekani dodaci (komadići voća, tijesto za kekse), tekući dodaci (marmelada, džem, karamela) (Achaw i Danso-Boateng, 2021).

Kod pakiranja smrznutih deserta potrebno je uzeti u obzir tri glavna čimbenika. Prvo, ambalaža mora štiti proizvod od temperaturnih fluktuacija, fotooksidacije, dehidracije i propuštanja mirisa. Drugo, mora uzeti u obzir čimbenike vezane uz distribuciju, kao što je toplinski šok, i treće potrebno je uzeti u obzir čimbenike gospodarenja komunalnim otpadom (Deosarkar i sur., 2016).

Duboko zamrzavanje je predzadnji korak u proizvodnji industrijskog sladoleda, a cilj je zamrznuti oko 90 % vode u sladoledu. Nije moguće zamrznuti svu vodu u sladoledu zbog sukcesivne koncentracije sastojaka koji snižavaju točku ledišta u nezamrznutoj fazi. Vrijeme transporta sladoleda od zamrzivača do tunela za duboko zamrzavanje, gdje je temperatura -38 do -50 °C, mora biti što kraće, kako bi kvaliteta sladoleda ostala konstantna. Duboko zamrzavanje je završeno kada sredina proizvoda postigne temperaturu od -15 °C (Božanić. 2012). Sladoled se skladišti pri temperaturi od najmanje -25 °C te je poželjno da ona bude konstantna kako ne bi došlo do rasta kristala leda u sladoledu.

2.1.2. Proizvodnja zanatskog sladoleda

Proizvodnja zanatskog sladoleda započinje, također, balansiranjem sastojaka i razvojem recepture, pazeći na udio masti i šećera te suhih tvari, koji definira zanatski sladoled. Najčešće postoje dvije vrste bazne smjese, bijela i žuta. Osnovna bijela baza je kombinacija mlijeka, vrhnja, šećera, obranog mlijeka u prahu i stabilizatora/emulgatora. Žuta baza je isto što i bijela smjesa, ali uz dodatak žumanjaka, koji povećavaju sadržaj masti i pružaju bolju teksturu gotovom proizvodu (Anonymus 2). Slastičarnice ovisno o svojim financijskim i prostornim mogućnostima te o količini potrošača mogu birati između dva načina proizvodnje zanatskog sladoleda.

Prvi način podrazumijeva vaganje sastojaka, te međusobno miješanje suhih sastojaka. Mlijeko i vrhnje ulijevaju se u pasterizator, stroj za pasterizaciju smjese, gdje se smjesa/baza najčešće zagrijava do temperature od 85 °C i provodi se njena pasterizacija. Nakon što mlijeko i vrhnje dosegnu 40 °C dodaju se pomiješani suhi sastojci, no potrebno ih je dodavati u manjim serijama, više puta, kako se pijena od mlijeka ne bi prelila preko ruba posude. Nakon što su svi sastojci dodani, pasterizator automatski zagrije i miješa smjesu do temperature 85 °C i održava tu temperaturu najmanje 15 sekundi. Potom slijedi automatsko naglo hlađenje smjese na temperaturu ispod 7 °C. U trenutku kada smjesa postigne temperaturu od 4 °C pasterizator automatski održava miješajući tu temperaturu ovisno o vremenu koje je predviđeno za zrenje smjese. Minimalno vrijeme zrenja smjese je 4 sata te maksimalno smjesa može zreti do 3 dana, no optimalno je između 4 do 12 sati. Zrenje omogućuje hidratiziranje mliječnih proteina i

stabilizatora te osigurava da sva voda u sladolednoj smjesi bude potpuno zarobljena s ostalim sastojcima. Tako zgusnuta smjesa ima veću viskoznost što omogućuje inkorporaciju više zraka u konačni proizvod tijekom zamrzavanja. Sladoledna smjesa koja zrije naziva se bijela, odnosno žuta bazna smjesa jer takva smjesa služi kao baza za dodavanje različitih aroma i postizanje željenog okusa (Anonymus 2).

Za razliku od industrijski proizvedenih sladoleda, zanatski sladoled može biti u potpunosti personaliziran pomoću raznovrsnih okusa. Prema Ferarriu (2011) arome korištene u proizvodnji *gelata* dijele se u četiri kategorije. *Gelato* paste su komercijalne arome koje proizvode poznate talijanske tvrtke specijalizirane za prodaju sirovina za *gelato*. Paste su koncentriran izvor aroma i njihova raznolikost pruža širok spektar izbora. Dodaju se bijeloj/žutoj bazi prije zamrzavanja. Slijedeću kategoriju čine raznobojni slatki umaci koji se dodaju u sladoled tijekom njegovog vađenja iz zamrzivača te se njima postiže nastanak šarolikih resica na sladoledu. Najpoznatiji umaci su od voća (jagoda, naranči, ananasa, trešnji, šumskog voća), no također se koriste i od čokolade, kave, karamele. Poželjno je korištenje umaka koji sadrže ušćereno voće jer njihovom primjenom ne će doći do stvrdnjavanja samog voća u sladoledu. Treću kategoriju čine arome nastale korištenjem pirea od svježeg voća. Voće je potrebno oprati i oguliti te narezati na manje komade iz kojih se radi pire. U proizvodnji *gelata* poželjno je koristiti voće intenzivnog okusa kao što je marelica, jabuka, breskva, jagoda, kruška i banana. Ferarri (2011) četvrtu kategoriju imenuje „proizvodi s polica“, a pod tim nazivom grupirao je sve proizvode koji su dostupni u trgovinama i nisu nužno sirovi sastojci. U skupinu tih sastojaka spadaju kava, kolačići, bomboni, konzervirano voće, žitarice i sir. Neke od navedenih sastojaka potrebno je umiješati u sladolednu smjesu, dok je druge potrebno samo posuti po gotovom sladoledu.

Nakon provedenog zrenja u baznu smjesu dodaje se aroma i potom slijedi zamrzavanje u šaržnom zamrzivaču. Bijela bazna smjesa može se podijeliti na više serija te u svaku dodati različita aroma. Zamrzavanje sladoledne smjese potrebno je provesti što brže kako bi nastali što manji kristali leda, stoga ovaj korak u proizvodnji zanatskog sladoleda traje od 8 do 12 minuta. Tijekom zamrzavanja tekuća bazna smjesa istodobnim smrzavanjem i miješanjem pretvara se u polutvrdu smjesu. Sladoledna se smjesa smrzava na stijenkama posude zamrzivača, a dvije lopatice je stružu sa stijenki i miješaju, osiguravajući formiranje kremaste teksture. Također, tijekom ovog koraka proizvodnje dolazi do inkorporacije zraka. Koliko će zrak sladoled primiti ovisi o udjelu proteina, suhe tvari, vrsti ugljikohidrata u sastojcima i o korištenom emulgatoru. Ako je u sladoledu previše zraka, bit će kao „mousse“, a ako ga je

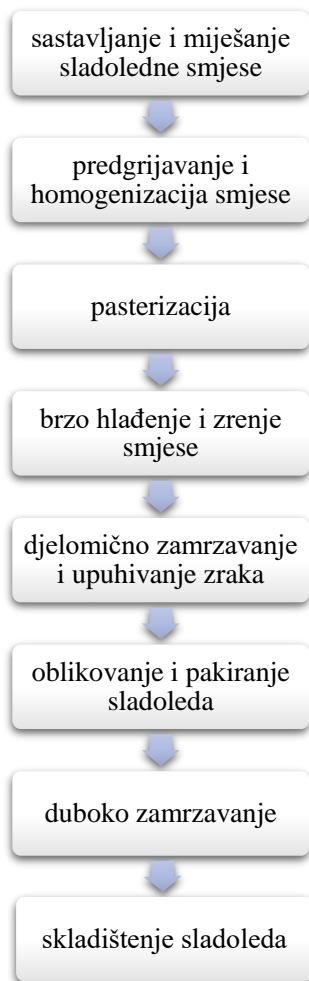
premalu, bit će tvrd i težak i neće se moći lizati (Anonymus 3, 2017). Pri izlasku iz zamrzivača sladoled je temperature -7°C , te kao takav dovoljno je čvrst da zadrži svoj oblik i strukturu, ali još uvijek je dovoljno mekan i može se njime manipulirati.

U proizvodnji zanatskog sladoleda najčešće se koristi jedna od dvije izvedbe zamrzivača, a one su vertikalni šaržni i automatski (horizontalni) šaržni zamrzivač. Kod vertikalnog šaržnog zamrzivača potrebno je kontrolirati sve varijable potrebne u procesu proizvodnje, npr. smjer miješalice, brzinu miješalice i koliko dugo kompresor treba raditi (Anonymus 2). Automatski šaržni zamrzivači koriste naprednu tehnologiju koja im omogućuje potpuno automatski rad, odnosno mjere obrtnu silu, otpor koji pružaju lopatice tijekom miješanja sladoleda. Kada se postigne idealna konzistencija sladoleda, sustav zamrzivača upozorava slastičara o završetku smrzavanja sladoleda. Sličan sustav nalazi se i kod uređaja za reološku analizu tijesta u pekarstvu.

Nakon što se sladoled izvadi iz zamrzivača i reprezentativno stavi u inoks kadnicu, potrebno ga je odložiti na duboko zamrzavanje u Shock-freezer (*šoker*). Temperatura u *šokeru* je konstantna i iznosi između -37°C i -40°C . Primarni razlog dubokog zamrzavanja je kristaliziranje preostale slobodne vode, odnosno postići 90 % kristalizirane vode u sladoledu. Nadalje, dubokim zamrzavanjem postići će se stabilnost strukture sladoleda i vizualni izgled sladoleda ostat će nepromijenjen. Nakon provedenog dubokog zamrzavanja sladoled je spreman za izlaganje u vitrini. Temperatura u vitrinama pretežito je podešena na -12°C do -14°C , što omogućuje lako grabljenje sladoleda. Pri navedenoj temperaturi tekstura je meka, no i dalje je smrznuta.

Drugi način proizvodnje zanatskog sladoleda je pojednostavljen u odnosu na prethodno opisan način. Nakon vaganja svakog sastojka pojedinačno, svi sastojci međusobno se promiješaju u jednoj posudi i dobivena smjesa izlije se u stroj koji je ujedno i pasterizator i serijski zamrzivač. Slijedi pokretanje stroja, koji miješanjem zagrijava smjesu i provodi pasterizaciju. Nakon provedene pasterizacije stroj automatski naglo hladi sladolednu smjesu na 4°C . Ovisno o preferencijama slastičara, zrenje se provodi ili ne. Nakon što se smjesa ohladila potrebno ju je izvaditi iz stroja i odložiti u hladnjak gdje se provodi zrenje. Nakon toga, stroj je slobodan za proizvodnju ostalih sladoleda. Po završetku zrenja, smjesa se ponovo izlijeva u stroj i provodi se njeno djelomično zamrzavanje. Proizvedeni sladoled vadi se iz stroja i slaže u inoks kadnicu te odlaže u *šoker*. Nakon provedenog dubokog zamrzavanja sladoled se

premješta u vitrinu. Slika 2 i 3 usporedno prikazuju dijagrame tijekom proizvodnje industrijskog i zanatskog sladoleda.



Slika 2. Dijagram tijeka proizvodnje industrijskog sladoleda (Božanić, 2012)



Slika 3. Dijagram tijeka proizvodnje zanatskog sladoleda (Anonymus 2)

2.2. SASTOJCI SLADOLEDNE SMJESE

Sastojci u proizvodnji sladoleda dijele se na mliječne i ne mliječne sastojke, a prema njihovoj zastupljenosti u sladoledu Pravilnikom o smrznutim desertima (NN 20/09) definirano je pet kategorija. Mliječni sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 2,5 % mliječne masti, najmanje 6 % bezmasne suhe tvari mlijeka i najmanje 24 % ukupne suhe tvari. Krem sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 5 % mliječne masti, najmanje 6 % bezmasne suhe tvari mlijeka i najmanje 30 % ukupne suhe tvari. Mliječni i krem sladoled ne smiju u svojem sastavu sadržavati biljnu mast i biljne bjelančevine. Sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 2,5 %

mliječne i/ili biljne masti, mliječne i/ili biljne bjelančevine te sadrži najmanje 24 % ukupne suhe tvari. Smrznuti aromatizirani desert je proizvod koji sadrži vodu, šećer, arome i druge sastojke. Zadnjoj kategoriji pripada smrznuti voćni desert koji sadrži vodu, šećer, voće i dodane sastojke, a mora sadržavati najmanje 5 % voća ili odgovarajuću količinu proizvoda od voća.

2.2.1. Mliječni sastojci

Mliječni sastojci podrazumijevaju mliječnu mast i mliječnu bezmasnu suhu tvar. Optimalan udio mliječne masti u sladoledu je oko 12 %, a izvori masnoće mogu biti mlijeko, vrhnje, ugušćeno punomasno mlijeko ili maslac (Božanić, 2012). U proizvodnji industrijskog i zanatskog sladoleda najčešće se koristi punomasno pasterizirano ili sterilizirano mlijeko sa 3,2 % mliječne masti, odnosno 3,5 % m.m. Masti doprinose finoj, glatkoj i kremastoj teksturi sladoleda te sladoled koji sadrži veći udio masti, sadržavat će manji udio vode, što dovodi do nastanka manje količine leda i bolje viskoznosti proizvoda. Veća količina mliječne masti, isto tako, dovodi do smanjenja sposobnosti tučenja te takvi sladoledi imaju „težu“ i gušću strukturu te manji udio zraka od optimalnog. U proizvodnji sladoleda sa smanjenim udjelom masnoća, njihov nedostatak potrebno je nadomjestiti proteinima, polisaharidnim stabilizatorima i emulgatorima (Goff, 2006). Mliječna mast povećava hranjivu vrijednost sladoleda te otpornost na topljenje.

Optimalan udio mliječne bezmasne suhe tvari u sladoledu je između 9 - 12 %, a izvori mliječne bezmasne suhe tvari su obrano mlijeko ili mlijeko u prahu, sirutka u prahu, koncentrat proteina sirutke te koncentrat mliječnih proteina. Smrznuti deserti koji ne sadrže mliječne sirovine, mliječna bezmasna suha tvar zamjenjuje se biljnim sirovinama bogatim proteinima, kao što su grašak, soja, riža (Goff, 2019). Najveći udio bezmasne suhe tvari zauzimaju laktoza (55 %) i proteini (37 %) te oko 8 % zauzimaju mineralne tvari. Laktoza je mliječni šećer s relativno niskom slatkoćom i topljivosti. Kao i ostali šećeri, snižava točku ledišta te poboljšava konzistenciju sladoleda. Posljedica njezine slabe topljivosti je kristalizacija u obliku monohidrata u sladoledu. Nastali kristali uzrokuju pojavu pjeskovite teksture sladoleda što negativno utječe na njegova organoleptička svojstva, stoga je potrebno obratiti pažnju na udio laktoze u sladoledu (Clark, 2004). Kao i laktoza, mineralne tvari snižavaju točku ledišta te popravljaju konzistenciju i teksturu sladoleda. Dva glavna tipa proteina mlijeka su kazein i proteini sirutke, oni utječu na strukturu sladoleda i olakšavaju inkorporaciju zraka tijekom tučenja sladoledne smjese. Također, tijekom homogenizacije adsorbiraju se na površinu masnih globula te dolazi do emulgiranja proteina. Povećana viskoznost sladoledne smjese posljedica je sposobnosti proteina da dobro vežu vodu te tako produže vrijeme otapanja sladoleda i doprinose

smanjenju zaleđenosti (Deosarkar i sur., 2016). Syed i suradnici (2018) opisuju kako povećan udio mliječne bezmasne suhe tvari u sladoledu okusa vanilije i karamele dovodi do pojačanog osjeta kremastih, fenolnih, maslačnih i karamelnih nota, a istodobno se smanjuje okus vanilije što pripisuju kondenzaciji aldehida i kazeina. Također, navode kako su kristali leda, osjećaj zaleđenosti i otapanje sladoleda smanjeni s dodatkom mliječnih bezmasnih suhih tvari.

2.2.2. Ne mliječni sastojci

Ne mliječni sastojci obuhvaćaju sve ostale sastojke koji nisu mliječnog podrijetla, to su biljne masti, šećeri i sladila, arome i boje, stabilizatori i emulgatori.

Sladoledna smjesa uz ili umjesto mliječne masti može sadržavati i biljnu. Pri odabiru biljne masti potrebno je obratiti pozornost na njezinu čistoću i okus, brzinu kristalizacije masti te točku topljivosti. Najčešće se koriste kokosova ili palmina mast te mast palminih sjemenki jer sadrže veći udio zasićenih masnih kiselina i sladoledu daju sličnu strukturu kao i mliječna mast (Goff i Hartel, 2013).

Zahvaljujući šećerima i sladilima, sladoled poprima karakterističnu slatkoću i teksturu te ugodan okus. Šećeri snižavaju točku zamrzavanja sladoledne smjese što dovodi do niže temperature potrebne za očvršćivanje sladoleda i njegove mekše strukture. Dodatkom šećera povećava se nutritivna vrijednost sladoleda i udio ukupne suhe tvari u sladolednoj smjesi te šećeri i sladila povećavaju viskoznost sladoledu, što posljedično utječe na uspješno grabljenje zanatskog sladoleda. Pri odabiru zaslađivača za sladolednu smjesu potrebno je obratiti pažnju na njihove karakteristike, a to su relativna slatkoća i faktor snižavanja točke zamrzavanja sladoleda. Zahvaljujući ovim karakteristikama, kombinacijom različitih zaslađivača postižu se željene značajke gotovog proizvoda. Na primjer, relativna slatkoća dekstroze je 0,8 i faktor snižavanja točke zamrzavanja je 1,9, a relativna slatkoća saharoze je 1,0 i faktor snižavanja točke zamrzavanja je 1,0. Koristeći dekstrozu dobit će se mekši i manje slatki sladoled na nižim temperaturama. Uz saharozu i dekstrozu, upotrebljavaju se i fruktoza, glukozni sirup, kukuruzni sirup, invertni šećer, aspartam, sukraloza. U proizvodnji zanatskog sladoleda poželjan omjer saharoze, dekstroze i glukoznog sirupa je 7 : 1 : 2 (PreGel, 2020).

Arome korištene u proizvodnji sladoleda dostupne su u tekućem, polučvrstom i čvrstom stanju te kao sirupi. Najviše korištene arome su vanilija, čokolada, jagoda, ostale voćne arome i kava. Pojedine molekule koje čine aromu su topive u mastima, dok su druge topive u vodi te to utječe na percepciju okusa sladoleda. Arome topive u vodi nalaze se u matriksu i brzo se oslobađaju pri konzumaciji, dok se arome topljive u mastima sporije oslobađaju (Clark, 2004).

Na tržištu postoje arome prirodnog ili kemijskog podrijetla, no bez obzira na podrijetlo, količinu arome treba dozirati vrlo pažljivo jer ona utječe na prihvatljivost proizvoda. Kao i aroma, boja korištena u proizvodnji sladoleda, treba biti dodana u prihvatljivoj količini.

Stabilizatori su hidrokoloidi^a sposobni apsorbirati velike količine vode i tako tvorit trodimenzionalnu mrežu koja imobilizira molekule vode što dovodi do viskoznosti sladoledne smjese. Potiču stvaranje sitnih i pravilnih kristala leda jer vežu slobodnu vodu i dovode do gušće konzistencije otopljenog sladoleda. Također, usporavaju migraciju vlage iz proizvoda do ambalaže (Božanić, 2012). Stabilizatori poboljšavaju organoleptička svojstva i onemogućuju ubrzano topljenje sladoleda te olakšavaju ugradnju zraka tijekom izrade sladoleda. Preporučena količina dodanog stabilizatora iznosi 0,1 – 0,5 % sladoledne smjese, no stvarni udio stabilizatora ovisi o njegovoj vrsti i karakteristikama djelovanja, ukupnoj količini suhih tvari i masti u smjesi te o trajanju i temperaturi skladištenja sladoleda i načinu pasterizacije. Sladoledne smjese s visokim udjelom masti i suhih tvari zahtijevaju manji udio stabilizatora (Deosarkar i sur., 2016). U izradi zanatskog sladoleda stabilizatori se dijele prema temperaturi pri kojoj su topljivi i postižu idealno djelovanje, pa tako postoje „hladni“ i „topli“ stabilizatori. Općenito, u proizvodnji sladoleda koriste se alginati, karboksimetil celuloza, karagenani, karuba, guar, ksantan guma i pektin. Emulgatori su tenzidi^b koji smanjuju površinsku napetost i emulgiraju mast u sladolednoj smjesi, također omogućuju nukleaciju masti tijekom zrenja smjese i skraćuju proces zrenja. U sladolednu smjesu dodaju se u udjelu 0,3 – 0,5 % te pospješuju sposobnost tučenja smjese i tako smanjuju veličinu i olakšavaju nastanak ravnomjerno raspoređenih mjehuriće zraka. Zahvaljujući emulgatorima sladoled poprima čvrstu, glatku i manje vlažnu teksturu i konzistenciju, a najčešće korišteni su mono- i digliceridi te polisorbati (Goff i Hartel, 2013). U svojem istraživanju, Syed i suradnici (2018), zaključili su da povećanjem udjela emulgatora dolazi i do povećanja viskoznosti te posljedično dolazi do povećanja glatkoće smjese i otpornosti na otapanje. Dodatkom emulgatora veličina kristala leda se smanjila te zahvaljujući emulgatorima tijekom skladištenja mliječni deserti bili su otporni na temperaturnu fluktuaciju.

Stabilizatori i emulgatori najčešće su pomiješani i čine jednu smjesu. U proizvodnji zanatskog sladoleda smjesa koja se sastoji od stabilizatora i emulgatora te šećera i proteina naziva se baza. Baza je polugotova praškasta smjesa koju slastičari najčešće nabavljaju od

^a Hidrokoloidi su uglavnom prirodnog porijekla i stabiliziraju emulzije, pjene i suspenzije, te imaju svojstva ugušćivanja

^b Tenzidi su površinski aktivne tvari koje smanjuju sile što djeluju na graničnim plohama između dviju faza tvari

specijaliziranih dobavljača sirovina za zanatski sladoled. Korištenje baze osigurava nastanak dobro izbalansirane smjese, proizvodnju zanatskog sladoleda s konstantnom kvalitetom i okusom te pomaže slastičaru kako ne bi napravio pogrešku u balansiranju sastojaka (PreGel, 2020). Pomoću baze nastaje sladoledna smjesa, odnosno ona je zaslužna za nastanak univerzalne bijele bazne smjese u proizvodnji zanatskog sladoleda.

2.3. SENZORIKA SLADOLEDA

Senzorske ili osjetilne analize hrane analitički su postupci kojima se procjenjuju senzorska (organoleptička) svojstva hrane, tj. ona koja se percipiraju osjetilima:

- a) osjetilom vida (vrsta, nijansa i intenzitet boje, mutnoća, odnosno bistroća tekućina, oblik, šupljikavost, odnosno kompaktnost čvrste hrane)
- b) osjetilom njuha (vrsta i intenzitet mirisa)
- c) osjetilom okusa (vrsta i intenzitet okusa)
- d) osjetilom opipa (tekstura, konzistencija)
- e) osjetilom sluha (zvuk hrane pri točenju, lomljenju ili žvakanju)

Neka od ovih svojstava hrane mogu se određivati i primjenom fizikalno-kemijskih postupaka (Koprivnjak, 2014). Senzorska analiza je jedna od najstarijih metoda za određivanje kvalitete namirnica. Njezina je primjena vrlo česta u prehrambenoj industriji gdje senzorska ocjena proizvoda omogućuje razvoj novih proizvoda, poboljšanje kvalitete postojećih proizvoda, procjenu kvalitete proizvoda tijekom skladištenja i ispitivanje ukusa potrošača (Božanić, 2012).

Tijekom senzorske analize sladoleda pretežito se ocjenjuju boja, izgled, tekstura, konzistencija, aroma i okus. Prema Goffu i Hartelu (2013) idealan sladoled ima prirodan, svjež, ugodan, kremast i bogat okus, a tekstura idealnog sladoleda je baršunasto glatka i kremasta. Ni kristali leda, ni mjehurići zraka ne smiju biti tako veliki da ih se osjeti u ustima. Sladoled se mora polako topiti te potrebno je da nastali otopljeni sladoled izgleda isto kao izvorna sladoledna smjesa. Pri kušanju sladoleda, usna šupljina ne smije ostati obložena mašću ili bilo kojom drugom tvari. Kod senzorskog ocjenjivanja sladoleda najveću poteškoću predstavlja temperatura jer konzistencija i tekstura sladoleda ovise o temperaturi. Potrebno je pravilno rukovati sladoledom pri niskoj temperaturi kako bi učesnici ocjenjivanja dobili iste uzorke s istom temperaturom. Ako se temperatura neprestano ne kontrolira, potencijalne mane sladoleda mogu ostati nezamijećene tijekom ocjenjivanja. Prostorija u kojoj se provodi senzorsko ocjenjivanje mora biti čista, bez mirisa, dobro osvijetljena i ugodno temperirana. Potrebno je

uzorke sladoleda ostaviti preko noći na temperaturi od -15 °C do -13 °C. Poželjan uzorak zauzima volumen od 60 mL i prilikom njegovog uzimanja potrebno je ukloniti površinu sladoleda na dubini od približno 1 cm. Tekstura i konzistencija određuju se osjećajem koji se poprima tijekom grabljenja uzorka žlicom i tijekom otapanja i žvakanja u ustima. Okus i miris također se promatraju tijekom otapanja uzorka u ustima.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJALI

U proizvodnji zanatskog sladoleda okusa vanilije korištene su sljedeće sirovine: smjese stabilizatora i emulgatora 1 i 2 (EU), dekstroza (*Proteos*, Hrvatska), obrano mlijeko u prahu (*Dukat*, Hrvatska), mlijeko 2,8 % m.m. (*Dukat*, Hrvatska), Festipak (biljno vrhnje 26 % m.m.) (*Puratos*, Italija), kristalni šećer (saharoza) (*Viro*, Hrvatska), glukozni sirup u prahu (atomiziran) (*PatisFrance*, Francuska), Polygel (emulgator) (*Puratos*, Italija), pasta vanilije (*PreGel*, Italija).

Za pripremu sladoledne smjese i proizvodnju sladoleda upotrijebljena je sljedeća oprema i aparatura:

- analitička vaga (*Radwag WTC600*, Poljska)
- plastična posuda i plastična žlica
- plastična vrećica sa ZIP zatvaračem
- vaga (*Naonix Calybra*, Italija)
- plastična posuda 5 L
- turbo mikser (*Carpigiani*, Italija)
- silikonska špatula
- stroj za sladoled (*Carpigiani Maestro HE*, Italija)
- hladnjak (*Hiber*, Italija)
- plastična folija
- kadica i inoks špatula za sladoled
- Shock-freezer (*šoker*) (*Hiber*, Italija)
- vitrina za sladolede (*Orion*, Italija)

Temperatura sladoleda mjerila se ubodnim termometrom (*Martellato*, Italija), a specifični se volumen određivao pomoću plastične čaše od 185 mL.

3.2. METODE RADA

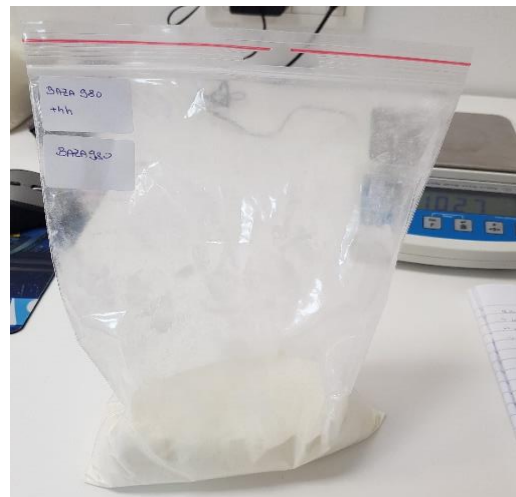
3.2.1. Priprema baze i sladoledne smjese

U proizvodnji zanatskog sladoleda prvobitni je korak odrediti količinu sastojaka, koji čine sladolednu smjesu, kako bi se proizveo sladoled ujednačenih i poželjnih karakteristika. Balansiranje sastojaka provelo se pomoću *Excel* programa, u kojem je napravljena tablica (vidi poglavlje 4. Rezultati i rasprava) s dozvoljenim udjelima određenog sastojka u smjesi. Na početku istraživanja u tablicu su se unosile preporučene vrijednosti, odnosno zanatski sladoled proizvodio se s količinom sastojaka koja je empirijski dobivena kao idealna od strane dobavljača sirovina za zanatski sladoled (Carpigiani Group, 2020). Nakon nekoliko proizvedenih sladoleda dobio se uvid u njegove nedostatke te se to primijenilo u balansiranju sastojaka. Ovisno o stupnju kremoznosti i samoj strukturi dobivenog sladoleda povećala se ili smanjila masa određenih sastojaka.

Pomoću analitičke vage, izvagala se masa sastojaka u bazi dobivena balansiranjem. Rađene su dvije različite baze, a razlikovale su se u smjesi stabilizatora i emulgatora. Jedna baza sadržavala je smjesu stabilizatora i emulgatora 1 (SSiE1), dok je druga smjesu stabilizatora i emulgatora 2 (SSiE2) (slika 4). U obje baze zajednički sastojci bili su dekstroza i obrano mlijeko u prahu. Po završetku pojedinačnog vaganja svakog sastojka baze, sastojci su bili preneseni u plastičnu vrećicu sa ZIP zatvaračem (slika 5). Plastična se vrećica protresla nekoliko puta u svim smjerovima, s ciljem što bolje homogenizacije sastojaka baze. Na vagi Naonix Calybra odvagale su se mase sastojaka sladoledne smjese, a u ovom slučaju to su bili



Slika 4. Odvagana smjesa stabilizatora i emulgatora 2 (vlastita fotografija)



Slika 5. Plastična vrećica sa ZIP zatvaračem u kojoj su izvagani sastojci baze (SSiE2, dekstroza, obrano mlijeko u prahu) (vlastita fotografija)

mlijeko 2,8 % m.m., *Festipak* (biljno vrhnje 26 % m.m.), saharoza, glukozni sirup u prahu, obrano mlijeko u prahu, pasta vanilije i *Polygel*. Svi odvagani sastojci sladoledne smjese i homogenizirana baza stavili su se u plastičnu posudu od 5 L. Posuda sa izvaganim sastojcima stavila se ispod turbo miksera i njime su se promiješale i sjedinile sve sirovine u potpuno homogenu smjesu, spremnu za izlivanje u stroj za sladoled.

3.2.2. Proizvodnja zanatskog sladoleda

Netom dobro izmiješana sladoledna smjesa izlila se u *Carpigiani* stroj za izradu zanatskog sladoleda (slika 6), koji ima funkciju pasterizatora i serijskog zamrzivača. Pritiskom tipke na stroju, odabrao se željeni program i stroj se pokrenuo.



Slika 6. *Carpigiani* stroj za izradu zanatskog sladoleda (vlastita fotografija)

Kod nekih smjesa, program za izradu sladoleda zaustavio se i stroj je bio prekinut s radom nakon završene pasterizacije i hlađenja smjese. Ohlađena se smjesa sa silikonskom špatulom izvadila iz stroja u plastičnu posudu od 5 L. Posuda se prekrila plastičnom folijom i odložila u hladnjak na 4 °C. Takve sladoledne smjese bile su podvrgnute zrenju u trajanju od 24 sata u hladnjaku. Slijedeći dan smjesa se ponovo izlila u stroj te se pokrenuo finalni program na stroju za izradu zanatskog sladoleda.

Dio se sladoleda proizveo bez zrenja sladoledne smjese, odnosno smjesa nije stajala preko noći u hladnjaku, već je sladoled bio gotov isti dan. Nakon što se potpuno homogena sladoledna smjesa izlila u stroj za izradu zanatskog sladoleda, pokrenuo se željeni program na stroju i po završetku programa, koji je trajao približno 20 minuta, bio je gotov i sladoled.

Kadica i inoks špatula za sladoled bile su stavljene u *šoker*, gdje je temperatura $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$, i u *šokeru* su bile 10 do 15 minuta. Potom se kadica stavila ispod otvora na stroju iz kojeg izlazi gotov sladoled. Inoks špatulom uzimao se dio po dio sladoleda, kako je izlazio iz stroja, i slagao u kadicu. Nakon što je sva količina sladoleda izvađena iz stroja, kadica napunjena sladoledom prenesena je u *šoker* na 5 do 10 minuta. Po završetku tog vremena ista ta kadica sa sladoledom prebacila se u vitrinu za zanatski sladoled. Temperatura u vitrini podesila se na $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.2.3. Mjerenje specifičnog volumena

Specifični se volumen mjerio u trenutku kada je sladoled izlazio iz stroja. Nakon što se napunila kadica, uzeo se dio sladoleda i njime napunila plastična čaša od 185 mL. Sladoled je u potpunosti popunio ukupni volumen plastične čaše. Čaša napunjena sladoledom stavila se na vagu i zabilježila se njezina izmjerena masa. Ista takva čista i suha čaša napunila se do vrha vodom temperature $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ te je vaganjem zabilježena masa od 185 g. Pomoću formule za određivanje gustoće [1], izračunao se volumen spomenute plastične čaše.

$$\rho = \frac{m}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad [1]$$

gdje je, ρ – gustoća vode pri $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1000 kg/m^3),

m – masa plastične čaše napunjene vodom ($0,185\text{ kg}$) i

V – volumen plastične čaše (m^3).

Budući da je specifični volumen recipročna vrijednost gustoće, on se isto može izračunati iz spomenute formule, odnosno:

$$v = \frac{V}{m} \text{ [m}^3/\text{kg]} \quad [2]$$

gdje je, v – specifični volumen sladoleda,

V – volumen plastične čaše ($0,000185\text{ m}^3$) i

m – masa sladoleda u plastičnoj čaši (kg).

U formulu za izračun specifičnog volumena, kao volumen uvrstila se vrijednost od 185 mL, a vrijednost mase je varijabilna komponenta, odnosno ovisi o svakom sladoledu pojedinačno.

Svakom proizvedenom sladoledu vagala se masa u plastičnoj čaši od 185 mL i računao se specifični volumen.

3.2.4. Senzorsko ocjenjivanje sladoleda i mjerenje temperature

Senzorske karakteristike sladoleda ocjenjivale su se subjektivno, odnosno promatrane su i bilježene promjene u kremoznosti, stabilnosti, sjaju i tvrdoći sladoleda. Sladoled se u vitrini fotografirao prvi, odnosno isti dan kada je proizveden, i drugi dan, kako bi se što preciznije usporedile njegove promjene. Za dobivanje boljeg uvida u kremoznost i tvrdoću koristila se inoks špatula, kojom se nekoliko puta zagrabilo sladoled. Tijekom ocjenjivanja karakteristika sladoleda korištena je skala ocjena koju su opisali Homayouni i suradnici (2008). Boji i izgledu dodijeljene su ocijene od 1 – 5, teksturi i konzistenciji od 1 – 5 te aromi i okusu od 1 – 10. Procijenjene karakteristike uključivale su sljedeće ocjene:

- a) aroma i okus: bez mane: ocjena 10; okus po kuhanom: ocjena 9–7; nedostatak slatkoće ili preslatko: ocjena 9–7; nedostatak arome: ocjena 9–6; aroma po jogurtu/probiotičkom jogurtu: ocjena 8–6; kiselo: ocjena 8–6; užeglo i oksidirano: ocjena 6–1; druge mane: ocjena 5–1
- b) tekstura i konzistencija: bez mane: ocjena 5; mrvičasta: ocjena 4–2; gruba, hrapava: ocjena 4–1; slaba, tanaka: ocjena 4–1; gumenasta: ocjena 4–1; prozirna: ocjena 3–1; pjeskovita: ocjena 2–1
- c) boja i izgled: bez mane: ocjena 5, blijeda boja: ocjena 4–1, ne ujednačena boja i izgled: ocjena 4–1, neprirodna boja: ocjena 3–1

Drugi dan, nakon što se sladoled u vitrini fotografirao, ubodnim termometrom izmjerila se temperatura sladoleda. Temperatura se mjerila i bilježila kod svakog sladoleda.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Tijekom provođenja eksperimentalnog dijela ovog rada napravljene su 22 serije zanatskog sladoleda okusa vanilije. Od toga, 4 serije proizvedene su uz dodatak smjese stabilizatora i emulgatora 1 i bez provedenog zrenja, 5 serija uz dodatak smjese stabilizatora i emulgatora 1 i sa provedenim zrenjem. Smjesa stabilizatora i emulgatora 2 koristila se u proizvodnji baza za 13 serija zanatskog sladoleda, od toga 4 serije proizvedene su bez provedenog zrenja i 9 serija s provedenim zrenjem. Svakoj proizvedenoj seriji zanatskog sladoleda, mjerila se masa sladoleda pri izlazu iz stroja za zanatski sladoled u plastičnoj čaši od 185 mL te se mjerila temperatura ubodnim termometrom dan nakon proizvodnje. Organoleptička svojstva sladoleda ocjenjivala su se dan nakon proizvodnje. S ciljem lakše usporedbe stabilnosti i sjaja sladoleda nakon dvadesetčetverosatnog stajanja u vitrini na -13 °C, sladoled se fotografirao isti dan nakon proizvodnje i sljedeći dan te su fotografije uspoređene.

4.1. BALANSIRANJE SASTOJAKA

U tablici 1. prikazane su količine u gramima i udjeli (%) osnovnih sastojaka koji čine sladoled. Navedene vrijednosti dobivene su nakon što su u napravljenu tablicu u *Excel* programu unijeti podaci o količini sirovina za proizvodnju zanatskog sladoleda od vanilije.

Tablica 1. Prikaz balansiranja sastojaka (početak proizvodnje zanatskog sladoleda)

<i>Gelato sa SSiE1*</i>	KOLIČINA SIROVINA (g)	ŠEĆERI (g)	MASTI (g)	BSTM** (g)	OSTALA SUHA TVAR (g)	UKUPNA SUHA TVAR (g)
Mlijeko 2,8 % m.m.	1020	0	28,56	91,8	0	120,36
Obrano mlijeko u prahu	50	0	0,5	47,5	0	48
Festipak 26 % m.m.	155	0	40,61	0	13,18	53,79
Saharoza	225	225	0	0	0	225
Glukoza u prahu	50	48	0	0	0	48
Dekstroza	20	18,4	0	0	0	18,4
SSiE1*	5,9	0	3,6	0	2,09	5,69
Vanilija burbon pasta	50	37,1	0	0	0	37,1
UKUPNO (g)	1575,9	328,5	73,27	139,3	15,27	556,34
% tvari / smjese	-	20,8 %	4,6 %	8,8 %	1,0 %	35,3 %

*SSiE1 – smjesa stabilizatora i emulgatora 1

**BSTM – bezmasna suha tvar mlijeka

Zanatski sladoled karakteriziraju sastojci u određenim omjerima, a ti omjeri su:

- šećer 16 – 22 %
- masti 4 – 12 %
- BSTM 7 – 16 %
- suha tvar 35 – 46 % (PreGel, 2020).

U proizvodnji prvih nekoliko serija sladoleda korištene su količine sirovina koje su propisane od dobavljača sirovina za zanatski sladoled, što se može uočiti u tablici 1. Osnovni sastojci su u prihvaćenim omjerima koji su zadani za *gelato*. Tijekom daljnje proizvodnje zanatskog sladoleda korigirane su količine sastojaka, ovisno o primijećenim manama i nedostacima sladoleda. Preporučena količina smjese stabilizatora i emulgatora 1 i 2 primijenila se u proizvodnji zanatskog sladoleda od vanilije. Dvije serije sladoleda proizvedene su s većom količinom navedene smjese stabilizatora i emulgatora te je sladoledna smjesa stajala 72 sata u hladnjaku na 4 °C. Dobiven sladoled bio je gumen i razvlačio se tijekom grabljenja, a stabilnost mu je i dalje bila loša, odnosno volumen je splasnulo. Povećana količina stabilizatora apsorbirala je previše vode te povećala viskoznost sladoleda, što je dovelo do nedostataka u konzistenciji. Zbog loše stabilnosti, dodatno se u proizvodnji sladoleda koristio i emulgator u obliku gela (Polygel). Goff (2019) navodi kako zbog nedostatka emulgatora kod sladoleda s mastima koje su previše tekuće pri temperaturi tučenja ili mastima koje nisu u potpunosti kristalizirale radi nedovoljnog zrenja, može doći do sladoleda mokrog izgleda, bez zadržane strukture. Budući da se u proizvodnji koristilo biljno vrhnje, prema Pravilniku o smrznutim desertima, zanatski sladoled spada u kategoriju sladoleda. Biljno vrhnje (Festipak) pretežito se koristilo u količinama od 100, 150, 200 mL. Serije sladoleda proizvedenog s 200 mL Festipaka bile su loše stabilnosti i splasnule su jer veća količina masti u sladoledu dovodi do veće viskoznosti i pretjerano meke konzistencije. Većina serija proizvodila se s 150 mL Festipaka, no u konačnici idealan volumen Festipaka iznosio je 100 mL. Sladoled s najmanjom količinom biljnog vrhnja imao je odličnu stabilnost, površinu s minimalnim sjajem i resice na sladoledu, sljedeći dan, bile su iste kao nakon proizvodnje.

Glavna karakteristika šećera i sladila je snižavanje točke smrzavanja i pridonijeti mekšoj strukturi sladoleda. Također, šećeri omogućuju pretvoriti vodu u sitne kristale leda i posljedično povećati kremoznost sladoleda. U proizvodnji zanatskog sladoleda okusa vanilije korištena su tri sladila: saharoza, glukozni sirup u prahu i dekstroza. Sve serije sladoleda proizvedene su s istom količinom dekstroze, odnosno 20 g dekstroze dodano je u smjesu stabilizatora i

emulgatora i s obranim mlijekom u prahu činili su bazu. Dekstroza je monosaharid i sadrži svega 80 % slatkoće saharoze, ali ima dvostruko veći faktor snižavanja točke smrzavanja za razliku od saharoze. U početku proizvodnje, sladoledi su bili loše konzistencije, nisu se mogli grabiti, bili su previše mekani i imali su grudice, stoga se količina saharoze i glukoznog sirupa u prahu mijenjala. Količina saharoze se smanjila, a povećala se količina glukoznog sirupa u prahu. Glukozni sirup daje sladoledu finu i baršunastu strukturu, pospješuje sposobnost grabljenja i sprječava kristalizaciju saharoze. Također, kako navode Kilara i Chandan (2016) glukozni sirup iako nije sladak kao saharoza, doprinosi ukupnoj suhoj tvari u sladoledu i otpornosti na toplinu. Saharoza, u najvećoj mjeri za razliku od ostalih sladila, pruža sladoledu slatkoću, ali ako se koristi u velikim količinama ili sama može se kristalizirati i dati sladoledu neugodnu pjeskovitost. Uz navedena sladila, slatkoću sladoledu pružala je i pasta od vanilije. Arome (paste) mijenjaju ravnotežu u sastojcima. Svi sladoledi izloženi su u vitrini pri istoj temperaturi, no s vremenom oni sladoledi s visokim udjelom vlakana i masti stvrdnut će se, a oni bogati šećerom i alkoholom postat će mekani (Carpigiani Group, 2020). Pasta od vanilije je šećerna pasta i kao takva utjecala je na konzistenciju sladoleda, stoga se njezina upotrijebljena količina smanjila na 40 g.

Tablica 2. prikazuje konačnu recepturu za zanatski sladoled od vanilije. Smanjila se količina Frestipaka, saharoze i paste od vanilije, a povećala se količina glukoznog sirupa u prahu i dodao se Polygel.

Tablica 2. Prikaz balansiranja sastojaka (kraj proizvodnje zanatskog sladoleda)

<i>Gelato sa SSiE2*</i>	KOLIČINA SIROVINA (g)	ŠEĆERI (g)	MASTI (g)	BSTM** (g)	OSTALA SUHA TVAR (g)	UKUPNA SUHA TVAR (g)
Mlijeko 2,8 % m.m.	1020	0	28,56	91,8	0	120,36
Obrano mlijeko u prahu	50	0	0,5	47,5	0	48
Festipak 26 % m.m.	100	0	26,2	0	8,5	34,7
Saharoza	180	180	0	0	0	180
Glukozni sirup u prahu	60	57,6	0	0	0	57,6
Dekstroza	20	18,4	0	0	0	18,4
Polygel	10	5	0	0	2,8	7,8
SSiE2*	7,5	0	4,5	0	2,74	2,74
Vanilija burbon pasta	40	29,68	0	0	0	29,68
UKUPNO (g)	1487,5	290,68	59,76	139,3	14,04	503,78
% tvari / smjesi	-	19,5 %	4,0 %	9,4 %	0,9 %	33,9 %

*SSiE2 – smjesa stabilizatora i emulgatora 2

**BSTM – bezmasna suha tvar mlijeka

4.2. SENZORSKE KARAKTERISTIKE SLADOLEDA

U tablicama 3. i 4. nalaze se subjektivne senzorske ocjene po svojstvima, kako su opisali Homayouni i sur. (2008), za proizvedene serije zanatskog sladoleda. Sladoledi s provedenim zrenjem i bez zrenja nisu imali značajne nedostatke u aromi i okusu. Oni s nižim ocjenama, od maksimalne, sadržavali su više saharoze i više paste od vanilije te su bili preslatki. Serije sladoleda s provedenim zrenjem postigle su maksimalne ocjene za teksturu i konzistenciju, odnosno izmjenom i nadopunom recepture postigao se sladoled koji ima odličnu kremoznost, nije gumen, ni grudicaš te se lako grabi. Sladoledi bez provedenog zrenja nisu postigli takvu ocjenu, bili su vrlo kremozni, ali s grudicama u strukturi. Bez provedenog zrenja sladoled sadrži veću količinu slobodne vode koja može kristalizirati i uzrokovati nedostatke u konzistenciji sladoleda. Svi proizvedeni sladoledi imali su boju bez mane, no površina im je bila izrazito sjajna i bez vidljivih resica. Nedostaci u izgledu popravili su se nakon što se smanjila količina korištene saharoze i uveo Polygel.

Naredne slike prikazuju promjenu u stabilnosti zanatskog sladoleda. Na slikama 7 a) i b) nalazi se sladoled koji nije bio podvrgnut zrenju, a baza je sadržavala smjesu stabilizatora i emulgatora 1. U tablici 3. navedeni sladoled ima oznaku 1. te usporedbom slika zaključeno je da sladoled ima lošu stabilnost. Sladoled je u potpunosti splasnuo i površina mu je postala sjajnija. Navedeni sladoled proizvodio se po recepturi koja je prikazana u tablici 1.

Tablica 3. Senzorska ocjena sladoleda koji nisu podvrgnuti zrenju (prema Homayouni i sur. (2008))

<i>Gelato sa SSiE1*</i>	BEZ ZRENJA			
	1.	2.	3.	4.
Boja i izgled (ocjene 1-5)	2	2	2	3
Tekstura i konzistencija (ocjene 1-5)	2	4	4	3
Aroma i okus (ocjene 1-10)	8	9	9	10
Ukupna prihvatljivost (1-20)	12	15	15	16
<i>Gelato sa SSiE2**</i>				
	1.	2.	3.	4.
Boja i izgled (ocjene 1-5)	3	2	2	2
Tekstura i konzistencija (ocjene 1-5)	3	4	3	4
Aroma i okus (ocjene 1-10)	8	9	9	10
Ukupna prihvatljivost (1-20)	14	15	14	16

*SSiE1 – smjesa stabilizatora i emulgatora 1

**SSiE2 – smjesa stabilizatora i emulgatora 2

Tablica 4. Senzorska ocjena sladoleda podvrgnutih zrenju (prema Homayouni i sur. (2008))

	SA ZRENJEM									
<i>Gelato sa SSiE1*</i>										
	1.	2.	3.	4.	5.					
Boja i izgled (ocjene 1-5)	2	2	2	5	5					
Tekstura i konzistencija (ocjene 1-5)	3	3	2	5	5					
Aroma i okus (ocjene 1-10)	8	8	9	9	10					
Ukupna prihvatljivost (1-20)	13	13	13	19	20					
<i>Gelato sa SSiE2**</i>										
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
Boja i izgled (ocjene 1-5)	2	2	2	4	4	4	4	2	2	
Tekstura i konzistencija (ocjene 1-5)	2	3	2	4	3	5	5	3	3	
Aroma i okus (ocjene 1-10)	8	8	9	9	10	10	10	9	10	
Ukupna prihvatljivost (1-20)	12	13	13	17	17	19	19	14	15	

*SSiE1 – smjesa stabilizatora i emulgatora 1

**SSiE2 – smjesa stabilizatora i emulgatora 2

a)

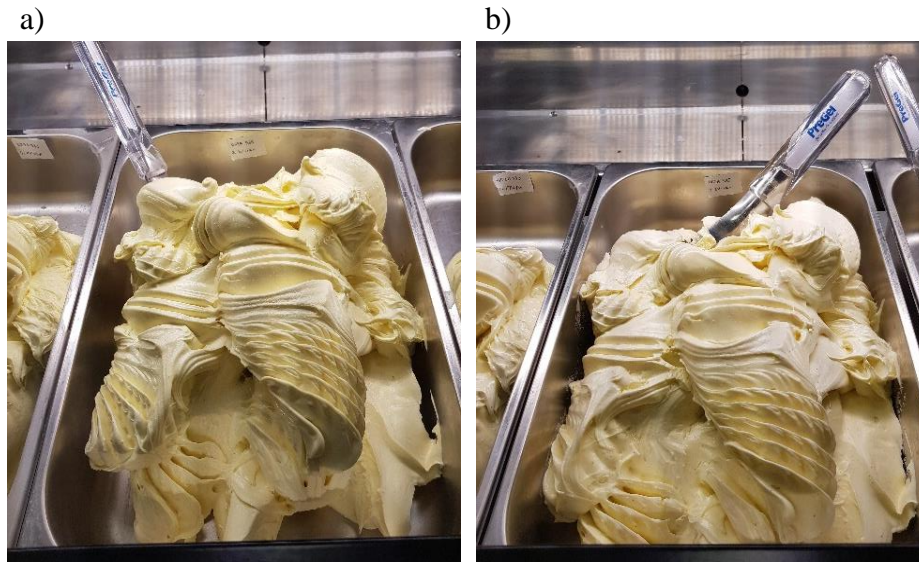


b)



Slika 7. Sladoled bez provedenog zrenja i sa SSiE1 a) fotografirano prvi dan i b) fotografirano drugi dan (vlastite fotografije)

Slike 8 a) i b) prikazuju sladoled koji u svojoj recepturi sadrži veći udio saharoze i smjese stabilizatora i emulgatora 2. Navedeni je sladoled podvrgnut zrenju u trajanju od 72 sata. Stabilnost ovoga sladoleda, također je bila loša, splasnuo je tijekom stajanja u vitrini. Tekstura je bila gumena zbog većeg udjela stabilizatora, no bio je tvrđi od sladoleda koji je sadržavao manji udio smjese stabilizatora i emulgatora.



Slika 8. Sladoled s provedenim zrenjem i sa SSiE2 a) fotografirano prvi dan i b) fotografirano drugi dan (vlastite fotografije)

Na slikama 9 a) i b) nalazi se serija sladoleda koja nije prošla zrenje, a sadržavala je smjesu stabilizatora i emulgatora 1. Za razliku od sladoleda na slikama 7 a) i b), ovaj sladoled sadržavao je manje saharoze, biljnog vrhnja i paste od vanilije, te više glukoznog sirupa u prahu. Zbog navedenih promjena količine sastojaka u recepturi, sladoled na slikama 9 a) i b) ima bolju stabilnost, resice na sladoledu su vrlo malo promijenjene i sladoled nije dobio sjaj što je nepoželjna karakteristika.

Slike 10 a) i b) prikazuju sladoled koji je prošao zrenje u trajanju 24 sata i sadržavao je smjesu stabilizatora i emulgatora 1. U tablici 4. sladoled ima oznaku 5. i maksimalnu ocjenu za ukupnu prihvatljivost. Stabilnost sladoleda je odlična, resice su nepromijenjene, a dobiveni sjaj je minimalan. Sladoled se mogao lijepo grabiti, no sam sladoled bio je nešto tvrđi. Za razliku od ostalih serija sladoleda, navedeni sladoled stajao je u vitrini ispred isparivača hladnog zraka i to je utjecalo na njegovo tvrđe tijelo.

a)



b)



Slika 9. Sladoled bez provedenog zrenja i sa SSiE1 a) fotografirano prvi dan i b) fotografirano drugi dan (vlastite fotografije)

a)



b)



Slika 10. Sladoled s provedenim zrenjem i sa SSiE1 a) fotografirano prvi dan i b) fotografirano drugi dan (vlastite fotografije)

4.3. USPOREDBA BAZA

Proizvedeni zanatski sladoledi razlikovali su se u korištenoj smjesi stabilizatora i emulgatora, koja je činila bazu za sladolednu smjesu. Tijekom senzorskog ocjenjivanja sladoleda, uspoređivale su se i razlike nastale korištenjem različitih baza.

Smjese stabilizatora i emulgatora 1 i 2 u svojem sastavu sadrže iste stabilizatore. Tablice 5. i 6. prikazuju sastav smjesa stabilizatora i emulgatora 1 i 2 te je primjetno da obje smjese sadrže karuba gumu i guar gumu. Karuba guma (E 410) je vrlo snažan stabilizator jer apsorbira vodu do 100 puta svoje težine i pruža sladolednoj smjesi visoku viskoznost. Reagira s kalcijevim ionima u mlijeku, stoga ju je potrebno kombinirati s drugim stabilizatorima. Za razliku od guar gume (E 412), karuba guma osigurava otpornost na toplinske promjene. Guar guma topiva je i pri višim i nižim temperaturama, dok karuba guma optimalnu topljivost ima pri temperaturi od 85 °C i višim. Guar guma ima tendenciju pružati sladoledu gumenu strukturu, no u kombinaciji s drugim hidrokolidima, pospješuje njihovo djelovanje (Carpigiani Group, 2020). Sastav smjesa stabilizatora i emulgatora 1 i 2 razlikuje se u vrstama emulgatora, obje smjese sadrže mono- i digliceride masnih kiselina (E 471), no smjesa stabilizatora i emulgatora 2 sadrži i estere mliječne kiseline mono- i diglicerida masnih kiselina (E 472b). Kako navode Goff i Hartel (2013) osnovna funkcija emulgatora je istiskivanje proteina s površine masnih globula i na taj način smanjiti stabilnost masnih globula. Tučenje smjese uzrokuje destabilizaciju masnih globula, a mjehurići zraka stabiliziraju tu djelomično povezanu mast.

Tablica 5. Sastav smjese stabilizatora i emulgatora 1

SASTAV SSiE1	mono- i digliceridi masnih kiselina (E 471)
	karuba guma (E 410)
	guar guma (E 412)

Tablica 6. Sastav smjese stabilizatora i emulgatora 2

SASTAV SSiE2	mono- i digliceridi masnih kiselina (E 471)
	esteri mliječne kiseline mono- i diglicerida masnih kiselina (E 472b)
	karuba guma (E 410)
	guar guma (E 412)

Ovisno o zrenju, bolja stabilnost i konzistencija zamijećena je kod serija zanatskog sladoleda uz provedeno zrenje. Tijekom zrenja proteini i polisaharidi potpuno hidratiziraju te pospješuju inkorporaciju zraka i teksturu sladoleda (Achaw i Danso-Boateng, 2021). Izostanak zrenja utječe na brže topljenje sladoleda jer se stabilizatori nisu dovoljno hidratizirali. Na slikama 9 a) i b) nalazi se sladoled koji nije podvrgnut zrenju i može se uočiti blagi pad strukture, no unatoč navedenom nedostatku razvoj recepture doveo je do zanatskog sladoleda s optimalnim i prihvaćenim karakteristikama. Proizvedeni zanatski sladoledi bili su na zrenju u prosjeku 24 sata i postigli su maksimalnu ocjenu ukupne prihvatljivosti tijekom senzorskog ocjenjivanja. Kako bi se utvrdilo minimalno vremensko trajanje zrenja, nakon kojeg se dobije sladoled s istim maksimalnim ocjenama ukupne prihvatljivosti, potrebno je ponovo provesti istraživanje. Zrenje se provodilo 24 sata jer slastičari u praksi najčešće, ako provode zrenje, pripreme sladolednu smjesu dan prije konačne proizvodnje zanatskog sladoleda i odlože je u hladnjak kako bi smjesa preko noći bila na zrenju.

Tablice 7. i 8. prikazuju ocjene ukupne prihvatljivosti, vrijednosti specifičnog volumena ($*10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$) i temperature ($^{\circ}\text{C}$) za proizvedene serije zanatskog sladoleda. Temperatura u vitrini je varijabilna i sladoled pri takvim uvjetima nije uvijek iste temperature. Idealna temperatura zanatskog sladoleda je između -11 i -13 $^{\circ}\text{C}$. Temperatura se mjerila jer njezina vrijednost upućuje na uzrok tvrdoj strukturi sladoleda. Ako je izmjerena temperatura niža od -13 $^{\circ}\text{C}$, tvrdoća sladoleda je posljedica navedene niske temperature. No, ako je temperatura sladoleda viša od -13 $^{\circ}\text{C}$, a sladoled ima tvrdi teksturu, uzrok tome je nedostatak šećera. U proizvodnji zanatskog sladoleda, poželjno je da proizvedeni sladoled ima što veći specifični volumen. Što je veći specifični volumen, više je zraka inkorporirano i masa sladoleda je manja. Budući da je zrak odličan izolator, temperatura sladoleda s većim volumenom trebala bi biti viša.

Tablica 7. Prikaz izmjerenih i određenih karakteristika sladoleda koji nisu podvrgnuti zrenju

BEZ ZRENJA			
<i>Gelato</i> sa SSiE1*	Senzorika (ukupna ocjena, 1-20)	Specifični volumen (*10 ⁻³ m ³ /kg)	Temperatura (°C)
1.	12	1,16	-9,2
2.	15	1,13	-10,3
3.	15	1,11	-9,5
4.	16	1,22	-12
<i>Gelato</i> sa SSiE2**	Senzorika (ukupna ocjena, 1-20)	Specifični volumen (*10 ⁻³ m ³ /kg)	Temperatura (°C)
1.	14	1,19	-9,4
2.	15	1,14	-10,5
3.	14	1,11	-9,2
4.	16	1,14	-11,8

*SSiE1 – smjesa stabilizatora i emulgatora 1

**SSiE2 – smjesa stabilizatora i emulgatora 2

Serije sladoleda koje su po svim parametrima bile bolje, su one s provedenim zrenjem sladoledne smjese. Usporedivši korištene smjese stabilizatora i emulgatora, upotrebom smjese stabilizatora i emulgatora 1 proizveo se sladoled s poželjnim karakteristikama. U tablici 8. može se uočiti da posljednje dvije serije sladoleda s navedenom smjesom imaju visoku ocjenu ukupne prihvatljivosti i specifičnog volumena. Navedeni sladoledi bili su stabilni i kremozni, te nisu bili preslatki. Smjesa stabilizatora i emulgatora 1 sadrži samo jednu vrstu emulgatora i to je utjecalo na bolju inkorporaciju zraka i stabilizaciju masti te posljedično i na veći specifični volumen. Također, zadnja proizvedena serija sladoleda koja nije podvrgnuta zrenju, a u svojem sastavu imala je smjesu stabilizatora i emulgatora 1 pokazala se bolja od one sa smjesom stabilizatora i emulgatora 2. Između ostalog, smjesa stabilizatora i emulgatora 1 koristi se u manjim količinama, odnosno na jednu litru mlijeka potrebno je 6 g smjese stabilizatora i emulgatora 1, a smjese stabilizatora i emulgatora 2 potrebno je 7,5 g.

Tablica 8. Prikaz izmjerenih i određenih karakteristika sladoleda koji su podvrgnuti zrenju

SA ZRENJEM			
<i>Gelato</i> sa SSiE1*	Senzorika (ukupna ocjena, 1-20)	Specifični volumen (*10⁻³ m³/kg)	Temperatura (°C)
1.	13	1,24	-10,9
2.	13	1,26	-10,5
3.	13	1,16	-10,1
4.	19	1,33	-13,7
5.	20	1,27	-14
<i>Gelato</i> sa SSiE2**	Senzorika (ukupna ocjena, 1-20)	Specifični volumen (*10⁻³ m³/kg)	Temperatura (°C)
1.	12	1,24	-9,6
2.	13	1,19	-10,3
3.	13	1,09	-9,9
4.	17	1,11	-10,5
5.	17	1,18	-10,3
6.	19	1,19	-10,6
7.	19	1,16	-10,3
8.	14	1,18	-10,6
9.	15	1,25	-12

*SSiE1 – smjesa stabilizatora i emulgatora 1

**SSiE2 – smjesa stabilizatora i emulgatora 2

5. ZAKLJUČCI

Nakon provedenog istraživanja razvoja recepture u proizvodnji zanatskog sladoleda, mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Proizvedeni zanatski sladoledi prema Pravilniku o smrznutim desertima (NN 20/09) pripadaju kategoriji sladoleda jer u svome sastavu sadrže biljno vrhnje.
2. Svi upotrijebljeni sastojci u proizvodnji sladoleda imaju svoju funkciju: masti, mliječne bezmasne suhe tvari i šećeri poboljšavaju konzistenciju, teksturu i okus. Šećeri, također, osiguravaju slatkoću, a mliječne bezmasne suhe tvari pridonose inkorporaciji zraka. Stabilizatori i emulgatori čine jednu mješavinu, a njihova funkcija je poboljšati viskoznost, teksturu, inkorporaciju zraka i otpornost prema otapanju.
3. Zanatski sladoledi koji su bili podvrgnuti zrenju u trajanju od 24 sata bili su stabilniji, nisu se otopili, površina nije dobila sjaja, te su resice bile nepromijenjene, a tekstura je bila bez grudica.
4. Između korištenih dviju smjesa stabilizatora i emulgatora 1 i 2, sa smjesom 1 postigli su se bolji rezultati u stabilnosti i konzistenciji zanatskog sladoleda od vanilije.

6. LITERATURA

Achaw O. W., Danso-Boateng E. (2021) *Chemical and Process Industries*, 1. izd., Springer International Publishing, Kumasi/Leeds, str. 334-343.

Anonymus 1, Gelato History and Facts..... <<http://www.gelatojunction.com/Gelato-History.html>> Pristupljeno: 30. ožujka 2022.

Anonymus 2, Learn how to make gelato and ice cream like a Master with these easy to follow steps!. <<https://www.taylor-company.co.uk/gelato-how-tos/>> Pristupljeno: 10. travnja 2022.

Anonymus 3 (2017) 11 faza nastanka sladoleda ili zašto je pošteno napravljen zanatski sladoled jedini način da zaista uživajte u ovoj slastici - Kult plave kamenice.

<<https://plavakamenica.hr/2017/06/26/sladoled-proizvodnja-artizanski/>> Pristupljeno: 14. travnja 2022.

Božanić R. (2012) Sladoled, Senzorska ocjena mlijeka i mliječnih proizvoda. U: Bašić Z., (ured.) *Mlijeko i mliječni proizvodi*, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb, str. 441-470. i 473-484.

Carpigiani Group (2020) *Intermediate gelato course* (interna skripta), Carpigiani Gelato University, Bologna.

Clarke C. (2004) *The Science of Ice Cream*, 1. izd., The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Deosarkar S.S., Khedkar C.D., Kalyankar S.D., Sarode A.R. (2016) *Ice Cream: Uses and Method of Manufacture*. U: Caballero B., Finglas P.M., Toldrá F. (ured.) *Encyclopedia of Food and Health*, 1. izd., Elsevier, Oxford, str. 391-397.

Ferrari L. (2011) *Gelato & Gourmet Frozen Desserts: A Professional Learning Guide*, 1. izd., lulu.com, str. 19-39.

Goff H.D. (2006) *Ice Cream*. U: Fox P.F., McSweeney P.L.H. (ured.) *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids*, 3. izd., Springer, Boston, str. 441 - 450.

Goff H.D. (2019) *The Structure and Properties of Ice Cream and Frozen Desserts*. U: Varelis P., Melton L., Shahidi F. (ured.) *Encyclopedia of Food Chemistry*, 1. izd., Elsevier, Oxford, str. 47 – 54.

Goff H. D., Hartel R. W. (2013) *Ice Cream*, 7. izd., Springer, New York.

Homayouni A., Azizi A., Ehsani M.R., Yarmand M.S., Razavi S.H. (2008) Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. *Food Chemistry* **111**(1), 50 - 55.

Kilara A., Chandan R. C. (2016) Ice Cream and Frozen Desserts. U: Chandan R.C., Kilara A., Shah N.P. (ured.) Dairy Processing and Quality Assurance, 2. izd., Wiley - Blackwell, Iowa, str. 367 – 396.

Koprivnjak O. (2014) Kvaliteta, sigurnost i konzerviranje hrane, Studio TiM, Rijeka, str. 81-97.

Lukinec I. (2016) Finalizacija i kontrola kvalitete sladoleda Silk Milk (završni rad), Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.

Marshall R. T., Goff H. D., Hartel R. W. (2003) Ice Cream, 6. izd., Springer, New York, str. 171 – 184.

Pravilnik (2009) Pravilnik o smrznutim desertima. Narodne novine 20, Zagreb.
<https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_02_20_449.html> Pristupljeno 23. ožujka 2022.

PreGel (2020) Fundamentals of gelato and sorbet production, interna skripta za School of gelato and pastry, Italija.

Shingh S., Rani R., Kanse S. (2020) A review on Gelato: An Italian delicacy. *Emergent Life Sciences Research* **6(2)**, 74 – 81.

Syed Q.A., Anwar S., Shukat R., Zahoor T. (2018) Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering* **8(6)**, 422–435.

Tettamanti V. (2018) True Artisanal Gelato vs Ice Cream.

<<https://www.professionalgelatotraining.com/discover-gelato/gelato-vs-ice-cream>>

Pristupljeno: 30. ožujka 2022.

Izjava o izvornosti

Ja NICOLE MADONIC izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Nicole Madonic

Vlastoručni potpis