Kontrola kvalitete uzoraka sladoleda na hrvatskom tržištu

Šarić, Nina

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:699936

Rights / Prava: Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-29**

prehrambeno biotehnološki fakultet

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno - biotehnološki fakultet

Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Nina Šarić

7183/PT

KONTROLA KVALITETE UZORAKA SLADOLEDA NA HRVATSKOM TRŽIŠTU

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Analitika prehrambenih proizvoda

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Marina Krpan

Zagreb, 2020.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu **Završni rad**

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda

Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Kontrola kvalitete uzoraka sladoleda na hrvatskom tržištu

Nina Šarić, 00582081987

Sažetak:

Sladoled je djelomično ili potpuno zamrznuta namirnica koja se sastoji od mliječnih (ili bez njih) i nemliječnih sastojaka koji se dodaju u smjesu u svrhu podešavanja okusa, arome, boje, mirisa i konzistencije. Uz to industrijski sladoled sadrži aditive za stabilizaciju i emulgiranje smjese, vodu i zrak. U ovom radu provjeravala se kontrola kvalitete više različitih uzoraka sladoleda na način da im je određivan kemijski sastav, odnosno udio vode, masti, proteina i ugljikohidrata. Dobivene vrijednosti su uspoređivane s vrijednostima na poleđini pakiranja pojedinog uzorka. Analiza suhe tvari je pokazala najviše odstupanja u uzorcima 4 i 6 sa slanom karamelom i kikirikijem. Uzorci 3 i 4, odnosno okusi *nougat* i *cookie dough* imaju najmanji udio masti, dok uzorci 6 i 8 (kikiriki i badem) imaju najviši udio masti. Uzorci 6 i 8 s kikirikijem, odnosno bademom, imaju najviši udio proteina budući da su orašasti plodovi dobar izvor proteina. Uzorak broj 8 je na površini imao preljev od čokolade te se može zaključiti kako zbog toga ima najveći udio ugljikohidrata.

Ključne riječi: analize, kemijski sastav, makronutrijenti, sladoled

Rad sadrži: 26 stranica, 8 slika, 2 tablice, 13 literaturnih 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: Izv. prof. dr. sc. Marina Krpan

Pomoć pri izradi: Saša Drakula, mag. ing.

Datum obrane: 10.07.2020.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb **Bachelor thesis**

Faculty of Food Technology and Biotechnology

University undergraduate study Food Technology

Department of Food Quality Control

Laboratory for Food Quality Control

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food Technology

Quality control of ice cream samples on the Croatian market

Nina Šarić, 00582081987

Abstract:

Ice cream is a partially or completely frozen food consisting of dairy (or without them) and non-dairy ingredients that are added to the mixture for the purpose of adjusting the taste, aroma, color, smell and consistency. In addition, industrial ice cream contains additives to stabilize and emulsify the mixture, water and air. In this work, the quality control of several different ice cream samples was checked by determining their chemical composition - the content of water, fat, protein and carbohydrates. The obtained values were compared with the values on the back of the package of each sample. Dry matter analysis showed the highest deviations in samples 4 and 6 with salted caramel and peanuts. Samples 3 and 4 that have the flavors of nougat and cookie dough, have the lowest fat content, while samples 6 and 8 with peanuts and almonds have the highest fat content. Samples 6 and 8 with peanuts and almonds, have the highest protein content since nuts are a good source of protein. Sample number 8 had a chocolate topping on the surface and it is the reason why it had the highest carbohydrate content.

Keywords: analysis, chemical composition, ice cream, macronutrients

Thesis contains: 26 pages, 8 figures, 2 tables, 13 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

Mentor: PhD Marina Krpan, Associate professor

Technical support and assistance: Saša Drakula, BSc. Research Assistant

Defence date: 10.07.2020.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 2

2.1. Povijest i otkrića u industriji sladoleda 2

2.2. Svjetski trendovi 4

2.3. Definicija sladoleda 5

2.4. Sastojci sladoleda 6

2.5. Proizvodnja sladoleda 7

3. EKSPERIMENTALNI DIO 9

3.1. Uzorci 9

3.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari u sladoledu postupkom sušenja 10

3.2.1. Posuđe i uređaji 10

3.2.2. Metoda 10

3.3. Određivanje udjela ukupnih masti Gerberovim postupkom 12

3.3.1. Posuđe i uređaji 12

3.3.2. Metoda 12

3.4. Određivanje udjela ukupnih proteina Kjeldahlovim postupkom 14

3.4.1. Posuđe i uređaji 14

3.4.2. Metoda 15

3.5. Određivanje udjela ukupnih ugljikohidrata 14

4. REZULTATI I RASPRAVA 18

4.1. Suha tvar 18

4.2. Masti 20

4.3. Proteini 22

4.4. Ugljikohidrati 23

5. ZAKLJUČAK 24

6. LITERATURA 25

1. UVOD

Sladoled je već stoljećima jedan od najpopularnijih smrznutih deserta u svijetu. Iako se na sladoled gleda većinom kao slasticu, on je i puno više od toga, moglo bi se reći kompletan obrok ili barem hrana koja otvara apetit. Osnovni sastojci od kojih se proizvodi sladoled su slatko vrhnje, mlijeko, mlijeko u prahu, šećer i razni dodaci ovisno o okusu sladoleda, a mogu se svrstati u nekoliko kategorija prema svojim glavnim karakteristikama kao što su mliječna mast, mliječna bezmasna suha tvar, zaslađivači, stabilizatori, emulgatori, voda i arome. Za veliki broj ledenih deserata proces proizvodnje je vrlo sličan, a počinje vaganjem sastojaka i usitnjavanjem istih, zatim slijedi pasterizacija, homogenizacija, hlađenje i zrenje sladoledne smjese na 4 °C. Smjesa se zatim u stroju smrzava te joj se dodajte zrak i nakon kratkog vremena iz stroja na otprilike 5 °C izlazi sladoled. Sastav i tekstura sladoleda varira na različitim lokalitetima i tržištima čak i unutar država. Najbolji sastav sladoleda je za manufakturnu proizvodnju uvijek najteže uspostaviti, pa i zadržati. Upravo zbog toga se u obzir moraju uzeti kvaliteta i izbor sirovina, dostupnost pojedinih namirnica na određenom području, oprema i proces proizvodnje, trgovinski zahtjevi, konkurencija i ukupni troškovi jer sve te karakteristike utječu na uspostavu krajnjeg proizvoda. Ova razmatranja će utjecati na izbor sladoledara hoće li raditi svoju bazu te iz nje proizvoditi sladoled ili će kupovati već pripremljenu bazu iz koje će dodatkom vode ili mlijeka homogenizirati sladolednu smjesu koja definira krajnji proizvod – sladoled. Dobro izbalansiranom sladolednom smjesom utječemo na kristale leda i veličinu mjehura zraka u sladoledu, stabilizaciju masnih kapljica u pripremljenoj emulziji, reološka svojstva sladoleda kao i na brzinu topljenja sladoleda. Danas se proizvodnja brzo prilagođava potrebama i potražnji kupaca pa se prema tome često lansiraju novi inovativni proizvodi sa smanjenim udjelom masti, šećera ili drugih komponenata, kao i proteinski sladoledi ili sladoledi bez laktoze i/ili bez glutena koji mogu biti i u čašicama ili na štapiću. Prema tome je izuzetno bitno kontrolirati kvalitetu tih proizvoda uključujući mikrobiološke testove i senzorske analize određene zakonskim propisima. Puno je čimbenika koji mogu utjecati negativno na senzorska svojstva sladoleda. Najčešće mane sladoleda su u okusu, boji, strukturi sladoleda te mane pri topljenju, ambalažiranju i odstupanje sladoleda od deklariranih količina.

U ovom radu je stoga prikazana usporedba kvalitete osam različitih uzoraka sladoleda koji se razlikuju prema proizvođačima i okusima. Kontrola kvalitete se provodila na način da je fizikalno-kemijskim metodama određen udio suhe tvari, masti, proteina te je izračunat udio ugljikohidrata u uzorcima i uspoređen s deklaracijama na poleđini pakiranja svakog pojedinog uzorka.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Povijest i otkrića u industriji sladoleda

Najpoznatiji ledeni desert u svijetu, sladoled, proizvodi se već više od 5000 godina, a prvi zapisi o takvim ledenim desertima potječu iz drevne Kine. Za vrijeme vladavine cara Shanga (1675. – 1646. pr. Kr.) taj se desert pripremao kao jelo od riže i mlijeka sa snijegom te je predstavljao carevu najdražu slasticu. Na dvoru cara bilo je oko 90 kuhara koji su u velikim posudama miješali razne okuse sa snijegom, što je tada bilo poznato kao sladoled. Stari Rimljani su također jako voljeli ledene deserte pa je tako vladar Nero Claudius Caesar (37. – 68.) slao svoje vojnike na vrhove planina po led i smrznuti snijeg koji su kuhari zatim miješali sa sokovima i voćem kako bi napravili sladoled.

U srednjem vijeku sladoled je još uvijek bio samo privilegija bogatih te se servirao isključivo na dvorovima. U 13. stoljeću je Marco Polo donio u Italiju recept za sladoled sa svojih putovanja iz Kine, a recept se sastojao od samo dvije komponente: usitnjenih jagoda i usitnjenog leda te je predstavljao preteču voćnom sladoledu kojeg mi danas konzumiramo i zove se *sorbet*, a odnosi se na smjesu voća i leda. Catherine de Medici preuzela je recept od Marca Pola te je desert bio serviran na njenom vjenčanju s francuskim kraljem Henryjem II. 1533. godine te se na taj način talijanski sladoled proširio po svijetu. Engleski kralj Charles I. (1600. godina) je toliko volio sladoled da je dodatno plaćao svojem kuharu kako bi recept ostao tajan te je recepturu za sladoled htio uvesti u kraljevsko blago, međutim recept je izašao u javnost. Prvo javno mjesto na kojemu se servirao sladoled je restoran *Cafe Procope* u Parizu u 17. stoljeću, koji još i danas na tom mjestu servira sladoled. Tada je receptura bila nadograđena pa je sladoled činila smjesa od mlijeka, vrhnja, maslaca i jaja uz razne arome.

Još uvijek je sladoled bio privilegija bogatijih, ali to se u 18. stoljeću mijenja te se sladoled počinje koristiti i u domaćinstvu i postaje najpopularniji svjetski desert. U to doba u Sjedinjenim Američkim Državama Thomas Jefferson također po prvi puta predstavlja javnosti recept za sladoled od vanilije. To je prethodilo otkriću ručne miješalice 1843. u SAD-u koju je patentirala Nancy Johnson (1795. – 1890.). Budući da nije imala financijskih mogućnosti za proizvodnju miješalice, prodala je patent za 200 USD. Njenim koracima krenuli su i drugi te je tako započela industrijska proizvodnja sladoleda. U Baltimoreu je 1851. godine nastala prva tvornica sladoleda za što je zaslužan Jacob Fussell. On je dao izgraditi tvornicu pa prema tome nosi i titulu „kralja američkog sladoleda". Masovna industrijska proizvodnja sladoleda kreće iza II. Svjetskog rata. (1)

Najveći domaći proizvođač industrijskog sladoleda u Hrvatskoj je tvornica Ledo u Zagrebu koja je osnovana 1958. godine u Zagrebu. Prvi sladoled koji su proizveli te se proizvodi i danas je popularna *Snjeguljica*, a 1995. godine na tržište je lansiran prvi *King* mliječni sladoled. (2)

2.2. Svjetski trendovi

Danas u industriji sladoleda postoji nekoliko velikih multinacionalnih kompanija (Unilever, Nestle, Haagen – Dasz, Baskin – Robbins) koje na svjetskoj razini svoje proizvode prodaju preko prodavaonica hrane i prodavaonica robom ili putem maloprodajne usluge, a veliki broj manjih ili srednje velikih lokalnih ili regionalnih kompanija svoje proizvode prodaju putem specijaliziranih trgovina. Gledajući na globalnoj razini, ovakve manje zanatske manufakturne proizvodnje proizvode oko 10 % svjetskog proizvodnog volumena, kao i 20 % vrijednosti cjelokupne industrije. Procjenjuje se da industrija sladoleda u svijetu vrijedi oko 73,8 milijardi USD (Euromonitor International, 2011.) te da se ta vrijednosti godišnje povećava za 5 % s najvećim rastom u Latinskoj Americi, Istočnoj Europi, Africi i na Srednjem Istoku. Iako su Zapadna Europa i Sjeverna Amerika dva najveća tržišta, oni pokazuju znatno manji rast.

U svijetu postoji mnogo trgovačkih društava, kao i nacionalnih mliječnih trgovačkih udruženja, koja predstavljaju interese sladoledne industrije. U Europi, trgovačka udruženja mnogih država članica Europske unije predstavljena su od strane Euroglacesa (engl. *European Ice Cream Association*), sa sjedištem u Bruxellesu. Vizija Euroglaces-a je stvoriti optimalno regulatorno okruženje za sve europske industrijske tvrtke za proizvodnju sladoleda, bez obzira na njihovu veličinu, za upravljanje specifičnim pitanjima sladoleda i za promociju interesa tog sektora.

Industrija sladoleda je vrlo progresivna imajući u vidu da se iz godine u godinu predstavljaju novi proizvodi na tržištu. Neki od najvećih industrijskih trendova današnjice su proizvodi sa smanjenim udjelom ili bez udjela masnoće, kalorija ili šećera; proizvodi s dodanim vitaminima, mineralnim tvarima ili visokim udjelom antioksidansa; smrznuti jogurt obogaćen probiotičkim kulturama; proizvodi odobreni kao košer ili halal hrana. Proizvodi se također prodaju s rastućom društvenom sviješću, uključujući pravednu trgovinu proizvođačima, organske proizvode, održivost okoliša i društvenu odgovornost usklađivanjem proizvoda s posebnim uzrocima socijalne pravde. (3)

Trenutno u svijetu, a i u Hrvatskoj, zbog nastale situacije s koronavirusom, popularnost sladoleda raste i u internetskoj trgovini. Velike kompanije, ali i manji proizvođači krenuli su s većom proizvodnjom sladoleda u plastičnim ili kartonskim ekološkim čašicama koje su pogodne za „to go" korištenje.

2.3. Definicija sladoleda

Sladoled je djelomično ili potpuno zamrznuta namirnica koja se sastoji od mliječnih (ili bez njih) i nemliječnih sastojaka koji se dodaju u smjesu u svrhu podešavanja okusa, arome, boje, mirisa i konzistencije. Uz to sladoled sadrži aditive za stabilizaciju i emulgiranje smjese, vodu i zrak. Pravilnik o smrznutim desertima (NN 20/09, 143/13) navodi podjelu smrznutih deserata na: 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 dodanih sastojaka te na smrznute otopine koje se proizvode od toplinski obrađene smjese vode, šećera i dodanih sastojaka. Smrznuti deserti se još dijele i stavljaju na tržište kao mliječni sladoled, krem sladoled, sladoled, smrznuti aromatizirani deserti i smrznuti voćni deserti. (4)

Mliječni sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 2,5 % mliječne masti u suhoj tvari, najmanje 6 % bezmasne suhe tvari mlijeka i najmanje 24 % ukupne suhe tvari.

Krem sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 5 % mliječne masti u suhoj tvari, najmanje 6 % bezmasne suhe tvari mlijeka i najmanje 30 % ukupne suhe tvari. Mliječni i krem sladoled ne smiju sadržavati biljnu mast i biljne proteine.

Sladoled je proizvod koji sadrži najmanje 2,5 % mliječne i/ili biljne masti u suhoj tvari i najmanje 24 % ukupne suhe tvari, a mora sadržavati mliječne i/ili biljne proteine.

Smrznuti aromatizirani desert je proizvod koji sadrži vodu, šećer, arome i dodane sastojke.

Smrznuti voćni desert je proizvod koji sadrži vodu, šećer, voće i dodane sastojke, a mora sadržavati najmanje 5 % voća ili odgovarajuću količinu proizvoda od voća. (5)

Sladoledna smjesa od koje se dobiva sladoled ima važne karakteristike, a to su viskoznost, stabilnost, sposobnost tučenja i konzistencija. Viskoznost sladoledne smjese najveća je nakon procesa zrenja, dok se daljnjim miješanjem viskoznost smanjuje. Stabilnost smjese osigurava povezivanje i nakupljanje masnih kapljica, što ima primaran utjecaj na teksturu sladoleda. Sposobnost tučenja omogućuje bubrenje smjese, odnosno povećanje volumena 70 – 100 %. Tijekom tučenja dolazi do aeracije, odnosno do inkorporiranja zraka u malim zračnim mjehurićima koji su međusobno odjeljenju tankim lamelama na graničnoj površini između masti i seruma. Sposobnost tučenja pospješuju pravilna homogenizacija, viša temperatura i proces zrenja sladoledne smjese. (6)

2.4. Sastojci sladoleda

Sladoled je prehrambeni proizvod koji čini zamrznuta sladoledna smjesa s inkorporiranim zrakom. Sladoledna smjesa sastoji se od mliječnih i nemliječnih sastojaka. Od mliječnih sastojaka sladoled može sadržavati mlijeko, uguščeno mlijeko, vrhnje i maslac koji su izvori mliječne masti u smjesi, te mlijeko ili sirutku u prahu koji predstavljaju mliječnu bezmasnu suhu tvar. U nemliječne sastojke u sladoledu ubrajaju šećeri i sladila, boje, arome, emulgatori i stabilizatori, voda i zrak.

Mliječna mast čini 8 – 18 % sladoledne smjese čime povećava hranjivu vrijednost sladoleda, ali također i cijenu proizvoda. Vrhnje kao najbolji izvor masnoća ujedno je i jedan od najskupljih sastojaka no upravo taj sastojak daje sladoledu pun okus i finu teksturu, popravlja konzistenciju, utječe na nastajanje manjih kristala leda i osigurava njihov jednoličan raspored te povećava otpornost na topljenje.

Mliječna bezmasna suha tvar čini 9 – 12 % sladoledne smjese, a glavni izvor je mlijeko u prahu koje sadržava laktozu, kazein, proteine sirutke, mineralne tvari, vitamine, kiseline, enzime i plinove iz mlijeka ili mliječnih proizvoda. Proteini utječu na strukturu sladoleda kroz emulgiranje, tučenje i kapacitet vezanja vode koji direktno ima učinak na povećanje viskoznosti smjese, što poboljšava strukturu sladoleda, povećavajući vrijeme otapanja te pridonosi smanjenju zaleđenosti.

Sladoled kao izvor masnoće umjesto mliječne masti ili uz mliječnu mast može sadržavati biljnu mast, čiji je glavni izvor kokosova i palmina mast te mast palminih sjemenki, odnosno njihove mješavine.

Kao glavni predstavnici nemliječnih sastojaka sladoledne smjese, šećeri i sladila (12- 16 %) osiguravaju slatkoću smjese, utječu na ugodan okus i poboljšavaju teksturu sladoleda. Ako je u smjesi premalo šećera, okus sladoleda može biti prazan i nedovršen, dok prevelik udio šećera može prekriti poželjnu aromu sladoleda. Također utječu i na jednu od glavnih kontrolnih točaka u proizvodnji sladoleda, odnosno snižavaju točku zamrzavanja sladoledne smjese.

Emulgatori čine 0,2 – 0,5 % ukupne smjese, a predstavljaju tvari koje emulgiraju mast te smanjuju površinsku napetost u sladolednoj smjesi. Dodatkom emulgatora osigurava se nastanak manjih kapljica masti tijekom procesa homogenizacije kao i poboljšanje teksture i otpornost prema otapanju sladoleda. Kao najčešći emulgatori koriste se želatina, pektin i škrob, a žumanjak jaja (lecitin) jedan je od najstarijih emulatora koji se prije koristio, no danas se gotovo nigdje ne koristi.

Stabilizatori su prirodni spojevi koji vežu vodu i na taj način bubre te tako povećavaju volumen sladoleda. Također poboljšavaju viskoznost, inkorporaciju zraka, teksturu i kvalitetu topljivosti sladoleda, a obično su integrirani s emulgatorima u odgovarajućim smjesama. (7)

2.5. Proizvodnja sladoleda

Tehnološki postupak proizvodnje sladoleda može se podijeliti na dva dijela. Prvi dio obuhvaća proizvodnju sladoledne smjese što čini sastavljanje i miješanje sastojaka prema određenoj recepturi, predgrijavanje, homogenizaciju, pasterizaciju i hlađenje na 5 stupnjeva Celzijusa nakon kojega slijedi zrenje smjese 2 – 24 sata. Drugi dio proizvodnje obuhvaća zamrzavanje uz dodatak aroma i boja, djelomično zamrzavanje (od -3 do -7 °C) uz upuhivanje zraka nakon čega se dobije sladoled. Zatim slijedi oblikovanje, duboko zamrzavanje (od -20 do -10 °C) i pakiranje.

Sastavljanje smjese se odvija prema točno određenoj recepturi odnosno specifikaciji. U sladolednu smjesu se na početku također dodaju stabilizatori i emulgatori, dok se boje i arome koje nisu otporne na visoke temperature, dodaju tek nakon pasterizacije. Miješanje smjese odvija se u duplikatoru pri temperaturi 50 – 60 °C, gdje obično dolazi do otapanja sirovina i do emulgiranja masti. Smjesa se zatim predgrijava na temperaturi 73 – 75 °C u sekciji regeneracije u pasterizatoru kako bi došlo do potpunog otapanja mliječne masti. Nakon predgrijavanja slijedi važan korak u dobivanju fine jednolične sladoledne smjese, a to je homogenizacija. Ovaj korak se odvija pri određenim parametrima koji se automatski prate, pri temperaturi od oko 75 °C i tlaku između 140 i 200 bara. Važno je odabrati optimalan tlak kako globule masti ne bi ostale prevelike ili da ne nastanu presitne globule koje će se ponovno povezati u nakupine. Obično se u proizvodnjama koriste dvostupanjski homogenizatori s tlakom od 150 do 220 bara u prvom stupnju i s tlakom od 50 do 70 bara u drugom stupnju. Time se u prvom stupnju masne globule smanjuju na veličinu od oko 1 μm, a u drugom stupnju se sprječava njihova ponovna aglomeracija. Nakon toga slijedi pasterizacija koja ima ulogu u uništavanju mikroorganizama i njihovih enzima u smjesi, a pomaže i pri otapanju i miješanju sastojaka smjese te popravlja aromu, održivost i teksturu smjese. Toplinska obrada provodi se u duplikatoru pri temperaturi od 70 °C u trajanju od 30 minuta, a u izmjenjivačima topline pri 83 – 85 °C oko 15 – 30 sekundi ili pri 105 – 130 °C od 1 do 2 sekunde. Zatim slijedi brzo hlađenje smjese na temperaturu 4 – 6 °C te zrenje koje se odvija u duplikatorima pri temperaturi 2 - 4 °C u trajanju oko 2 – 24 sata uz blago miješanje. Prije zrenja dodaju se arome i boje, a tijekom procesa zrenja dolazi do kristalizacije mliječne masti, bubrenja

stabilizatora uslijed vezanja vode, bubrenja proteina radi hidratacije te povećanja viskoznosti smjese. Najvažnija operacija u proizvodnji sladoleda je djelomično zamrzavanje uz paralelno upuhivanje zraka u smjesu čime nastaje pjena, dolazi do zamrzavanja vode te formiranja ledene faze i djelomične destabilizacije emulzije masti. Tim korakom se osigurava kvaliteta, dobar okus i prinos gotovog proizvoda. Djelomično zamrzavanje odvija se u kontinuiranim zamrzivačima s dvostrukim cilindrima pri temperaturi od -3 do -7 °C. u ovom koraku se volumen smjese povećava za 80 – 100 %, ovisno o udjelu suhe tvari i tehnološkoj obradi sladoleda. Na kraju procesa proizvodnje sladoled se oblikuje i pakira, nakon čega slijedi duboko zamrzavanje koje traje najmanje 1 sat, gdje se zamrzne oko 90 % vode. Taj postupak se provodi pri temperaturi od -38 do -50 °C, a mora se provesti brzo kako bi nastali kristali leda bili što manji te kako bi se spriječilo miješanje dekorativnih umaka sa sladoledom. Smatra se da je duboko zamrzavanje završeno kada sredina proizvoda postigne temperaturu od -15 °C. Sladoled se zatim skladišti pri temperaturi od najmanje -25 °C, te na taj način može trajati i do 18 mjeseci. (8)

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Uzorci

U eksperimentalnom dijelu ovog rada korišteno je 8 uzoraka nabavljenih na hrvatskom tržištu, a koji se međusobno razlikuju po proizvođaču i okusu. U tim uzorcima je fizikalno-kemijskim metodama određen udio vode, proteina i masti te je izračunat udio ugljikohidrata.

Tablica 1. Uzorci sladoleda korišteni za analize

Oznaka uzorka	Proizvođač sladoleda	Okus sladoleda
1.	Haagen - Dasz	Mango i malina
2.	Ben & Jerry's	Jagoda i cheesecake
3.	Spar	Nougat
4.	Spar	Slana karamela
5.	Ben & Jerry's	Cookie dough
6.	Ben & Jerry's	Peanut butter
7.	Leone	Borovnica i mascarpone
8.	Magnum	Badem

3.2. Određivanje udjela vode/suhe tvari u sladoledu postupkom sušenja

Princip:

Sušenje je fizikalna metoda kojom se indirektno određuje udjel vode u uzorku iz razlike u masi prije i nakon sušenja homogeniziranog uzorka. Na taj način ostatak uzorka nakon sušenja predstavlja suhu tvar, a gubitak u masi uzorka predstavlja udjel vode u uzorku. (9)

3.2.1. Posuđe i uređaji

Laboratorijsko posuđe i uređaji:

- Aluminijska posudica
- Eksikator
- Analitička vaga tip Shimadzu AX200
- Zračna sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb

3.2.2. Metoda

Postupak:

U aluminijske posudice se dodaju dvije manje žličice kvarcnog pijeska zajedno sa staklenim štapićem. Nepokrivene posudice i poklopci se zatim suše 30 minuta u prethodno zagrijanoj sušnici na 105 stupnjeva celzijusa. Nakon isteka vremena sušenja u sušnici se poklopcem zatvore posudice te se prebace u eksikator gdje se hlade 15 minuta. Osušene i ohlađene aluminijske posudice se izvažu te se zatim u njih doda oko 2 grama uzroka koji se homogenizira staklenim štapićem zajedno s kvarcnim pijeskom. Posudice se ponovno na isti način suše u sušnici na 105 stupnjeva celzijusa tri sata, a nakon toga hlade u eksikatoru pola sata do sobne temperature. Zatim se posudice ponovno važu, a gubitak u masi predstavlja udjel vode u uzorku sladoleda.

Jednadžba 1:

$$\text{Udio vode } (\%) \text{ vode } = \frac{\mathrm{m2} - \mathrm{m3}}{\mathrm{m2} - \mathrm{m1}} \times 100$$

gdje je : m1 - masa prazne aluminijske posudice (g)

m2 - masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja (g)

m3 - masa aluminijske posudice s uzorkom nakon sušenja (g)

Udio deklaracijske vrijednosti suhe tvari predstavlja zbroj udjela masti, proteina i ugljikohidrata. Udio eksperimentalno određene suhe tvari smo odredili iz udjela vode. Prema jednadžbi 2 računamo udio suhe tvari u svakom uzorku.

Jednadžba 2:

Udio eksperimentalno određene suhe tvari (%) = 100% - udio eksperimentalno određenog udjela vode (%)

Jednadžba 3:

$$\text{Odstupanje suhe tvari (\%)} = \left(\frac{\text{eksperimentalno određena suha tvar (\%)}}{\text{teorijski određena suha tvar (\%)}} \times 100\right) - 100 \quad (10)$$

3.3. Određivanje udjela ukupnih masti Gerberovim postupkom

Princip:

Ova se metoda temelji na otapanju bjelančevina mlijeka sumpornom kiselinom pri čemu kapljice mliječne masti ostaju suspendirane u jakoj kiseloj otopini i izlučuju se djelovanjem centrifugalne sile. Upotrebom izoamilnog alkohola smanjuje se površinski napon i olakšava izlučivanje masti. Količina masti očitava se izravno na ljestvici butirometra, a izražava se kao broj grama masti u 100 g mlijeka (g/100 g). (11)

3.3.1. Posuđe i uređaji

Laboratorijsko posuđe i uređaji:

- Butirometar s čepom
- Stalak za epruvete
- Epruvete
- Keramički lončič
- Tronožac
- Plamenik
- Gerberova centrifuga tip Nova safety, Funke Gerber
- Pipete (1 ml, 10 ml, 11 ml)
- Staklene čaše (500 ml)
- Stakleni štapić
- Termometar
- Analitička vaga tip Shimadzu AX200

Kemikalije:

- Koncentrirana sumporna kiselina (H_2SO_4, ρ=1,84 g*cm-3)
- Izoamilni alkohol
- Destilirana voda

3.3.2. Metoda

Postupak:

U staklenu čašu se izvaže 20 g uzorka sladoleda te dopuni destiliranom vodom do 100 g. U vodenoj kupelji se uzorci zagrijavaju do 45 stupnjeva Celzijusa te se zatim ohlade na

temperaturu od 20 stupnjeva Celzijusa. U Gerberov butirometar se stavi točno navedenim redoslijedom: 10 ml H_2SO_4, 11 ml uzorka, 1 ml izoamilnog alkohola. Butirometar se začepi i dobro promućka. Centrifugira se 5 minuta pri brzini 1300 o/min. Na kraju se očita % mliječne masti na skali butirometra.

3.4. Određivanje udjela ukupnih proteina Kjeldahlovim postupkom

Princip:

Kjeldahlovim postupkom određuje se ukupni dušik prisutan u –NH skupinama u hrani. Udio dušika se zatim preračunava u udjel proteina množenjem postotka dušika s odgovarajućim faktorom pretvorbe F (100/X) pri čemu je X postotak dušika u proteinima određene namirnice ili skupine namirnica. Organske tvari iz uzorka razore se zagrijavanjem sa sumpornom kiselinom uz $CuSO_4$ x $5H_2O$ kao katalizatorom, i K_2SO_4 koji povisuje vrelište toj kiselini uz oslobađanje proteinskog i neproteinskog dušika (osim dušika vezanog uz nitrate i nitrite) koji zaostaje u obliku amonijevih soli (amonijev sulfat). Dodatkom natrijeva hidroksida, iz amonijeva sulfata oslobađa se amonijak koji se predestilira u bornu kiselinu, a nastali amonijev borat titrira se klorovodičnom kiselinom.

3.4.1. Posuđe i uređaji

Laboratorijsko posuđe i uređaji:

- Analitička vaga tip Shimadzu AX200
- Kiveta za Kjeltec sustav (500 mL)
- Menzura
- Blok za spaljivanje, Digestion System 6, 1007 Digester, Tecator
- Erlenmeyerova tikvica (250 mL)
- KjeltecTM 8100, TecatorTM Line, Foss
- Bireta za titraciju (50 mL)
- Staklene kuglice

Kemikalije:

- Koncentrirana sumporna kiselina (H2SO4, ρ=1,84 g*cm-3)
- Kjeldahl-ove tablete (K2SO4 + CuSO4, 5 g, bez Se i Hg, Merck)
- 40 %-tni natrijev hidroksid (NaOH)
- 4 %-tna borna kiselina (H3BO3)
- Klorovodična kiselina (HCl, 0,1 N)
- Obojeni indikator; metil crveno, bromkrezol zeleno

3.4.2. Metoda

Postupak:

1. Spaljivanje

Odvagne se 1,0 g (s točnošću 0,0001) homogeniziranog uzorka (ovisno o % N) i prebaci u kivetu od 500 mL (po potrebi pomoću glatkog sjajnog papira ili staniol ili male staklene posudice), tako da grlo kivete ostane čisto. Zatim se u kivetu stavi 10 mL koncentrirane sumporne kiseline i 5 mL 30 % H_2O_2 te 2 Kjeldahl-ove tablete (K_2SO_4 + $CuSO_4$). Kiveta se u digestoru lagano zagrijava u bloku za spaljivanje. Kad se reakcija u kiveti smiri, grije se jače. Spaljivanje je završeno kada zaostane bistra plavo-zelena tekućina bez neizgorenih crnih komadića uzorka. Kada se sadržaj u kiveti ohladi, slijedi postupak destilacije.

2. Destilacija

Kiveta se prebaci u destilacijsku jedinicu Kjeltec sustava. Na odgovarajuće postolje destilacijske jedinice postavi se Erlenmeyerova tikvica sa 25 mL borne kiseline na način da je destilacijska cijevčica uronjena u otopinu borne kiseline. U Kjeldahl-ovu kivetu dozira se 50 mL 40 % NaOH. Destilacija se odvija 5 minuta, a nakon toga slijedi titracija sadržaja Erlenmeyerove tikvice klorovodičnom kiselinom do promjene boje u blijedoružičastu.

Potpuno isti postupak provede se za tzv. "slijepu probu". (12)

Jednadžba 4:

$$\text{Udio ukupnog dušika} = \frac{(T - B) \times N \times 14{,}007 \times 100}{m}$$

Jednadžba 5:

Udio ukupnih proteina (%) = udio ukupnog dušika (%) x F

gdje je:

T – volumen HCl utrošen za titraciju uzorka (mL)

B – volumen HCl utrošen za titraciju slijepe probe (mL)

N – molaritet kiseline

m – masa uzorka (mg)

F – faktor za preračunavanje % dušika u proteine (6,38 Tablica 2)

Jednadžba 6:

Odstupanje proteina (%) =

eksperimentalno određen udjel proteina (%) / eksperimentalno određena suha tvar (%)

(----------))*100]-100
teorijski izračunat udjel proteina (%) / teorijski izračunata suha tvar (%)

Tablica 2. Faktori za preračunavanje postotka dušika u proteine (12)

Namirnica	**X (% N u proteinima)**	**Faktor pretvorbe F (100/X)**
Meso	16,00	6,25
Kukuruz	16,00	6,25
Mlijeko i mliječni proizvodi	15,66	6,38
Pšenično brašno	17,54	5,70
Jaja	14,97	6,68
Želatina	18,02	5,55
Soja	17,51	5,71
Riža	16,81	5,95
Ostale namirnice	16,00	6,25

3.5. Određivanje udjela ugljikohidrata

Udio ugljikohidrata izračunat je računski na način da se od vrijednosti 100 % oduzima eksperimentalno određen udio ostalih komponenata uzoraka: vode, masti i proteina. U jednadžbi 7 prikazan je izračun udjela ukupnih ugljikohidrata, a u jednadžbi 8 odstupanje vrijednosti udjela ugljikohidrata.

Jednadžba 7.

Udio ukupnih ugljikohidrata (%) = 100% - [udio vode (%) + udio masti (%) + udio proteina (%)]

Jednadžba 8:

Odstupanje ugljikohidrata (%) =

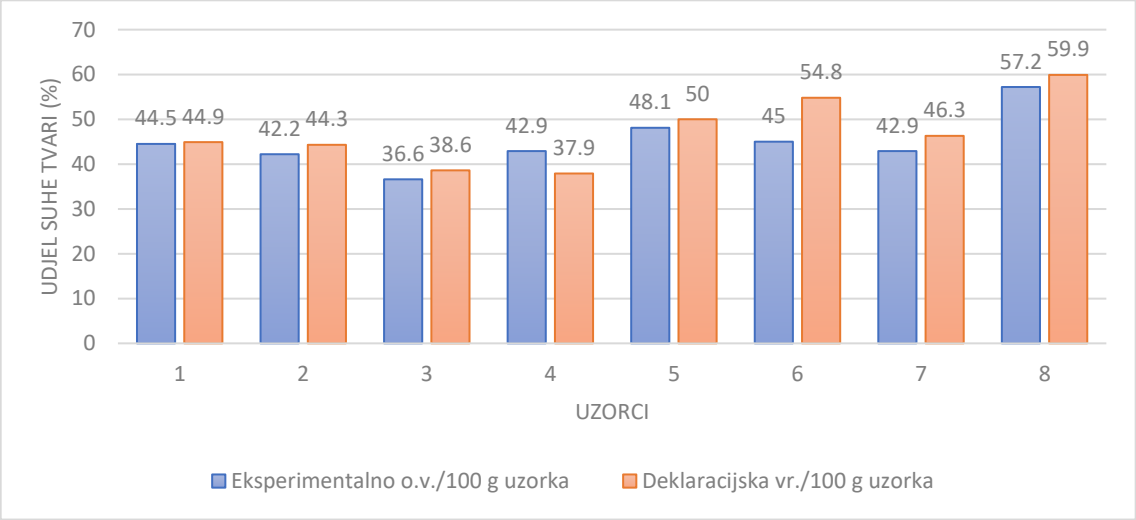
eksperimentalno određen udjel ugljikohidrata (%) / eksperimentalno određena suha tvar (%)

(----------))*100]-100
teorijski izračunat udjel ugljikohidrata (%) / teorijski izračunata suha tvar (%)

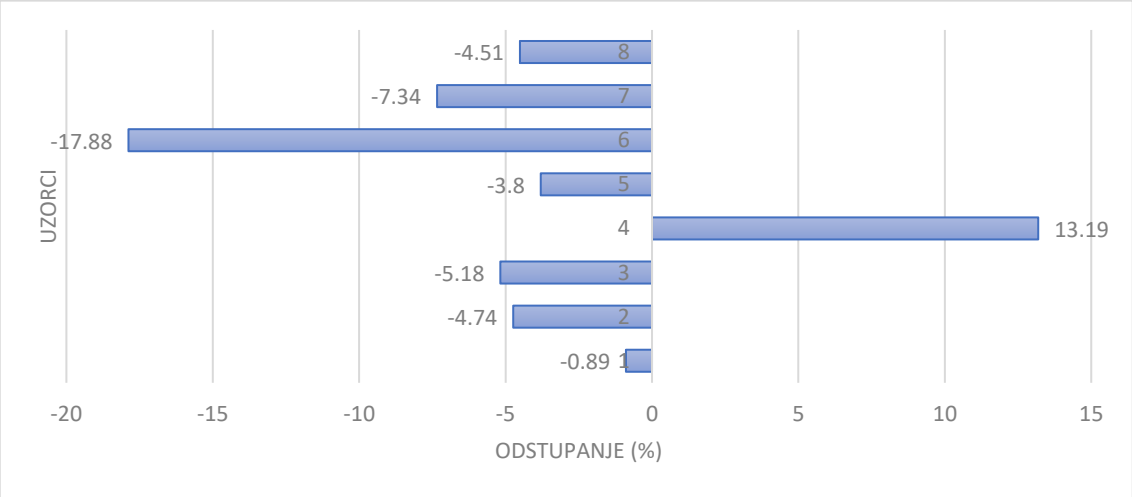
4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom radu provjeravala se kontrola kvalitete više različitih uzoraka sladoleda na način da im je određivan kemijski sastav, odnosno udio vode, masti, proteina i ugljikohidrata. Dobivene vrijednosti su uspoređivane s vrijednostima na poleđini pakiranja pojedinog uzorka te su prema njima napravljeni usporedni grafovi (slike 1, 3, 5 i 7) te grafovi odstupanja za svaku komponentu (slike 2, 4, 6 i 8).

4.1. Suha tvar



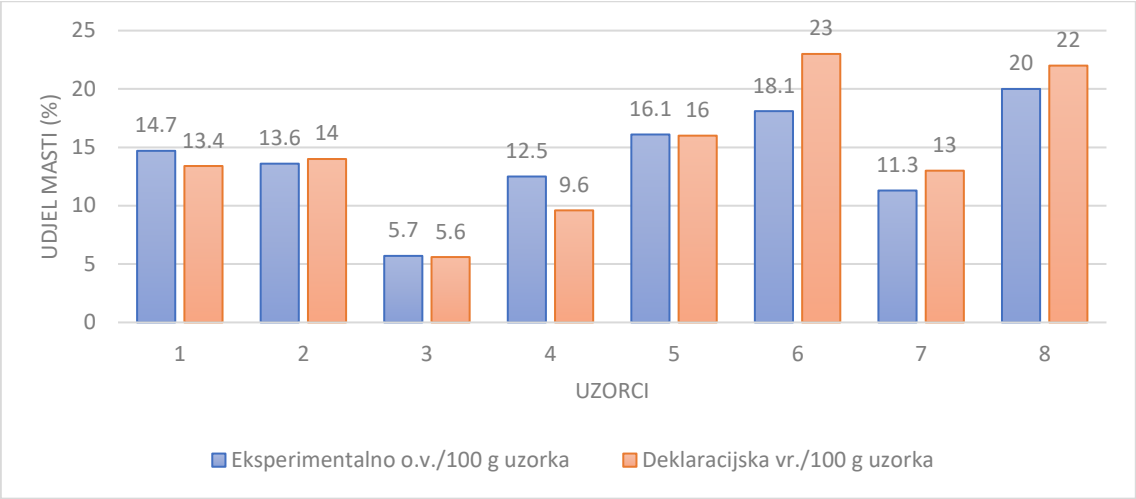
Slika 1. Usporedni prikaz eksperimentalno određenih vrijednosti i deklaracijske vrijednosti suhe tvari



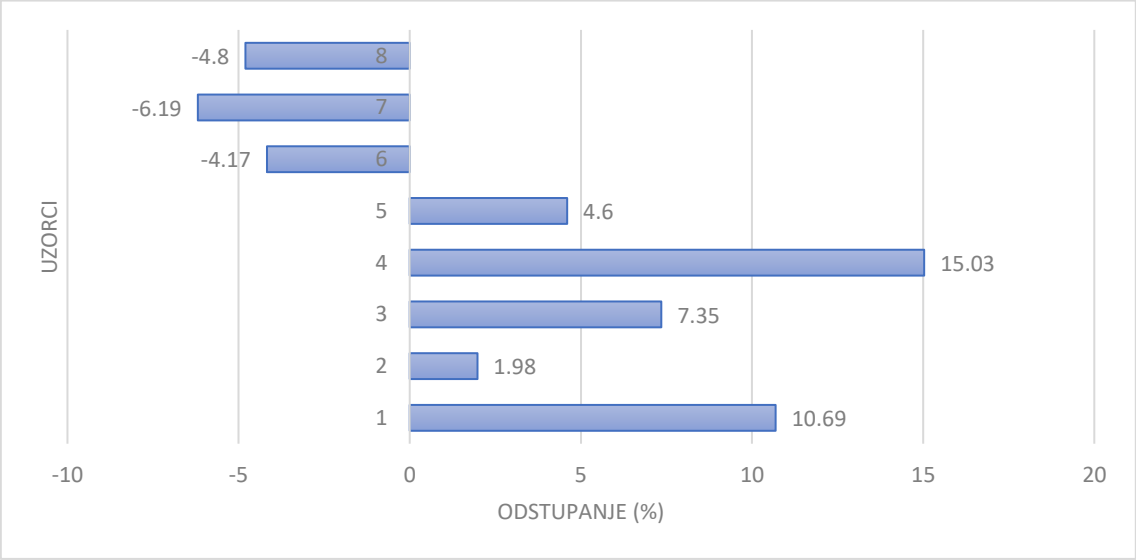
Slika 2. Prikaz odstupanja deklaracijske vrijednosti suhe tvari u odnosu na eksperimentalno određene udjele suhe tvar

Udjeli eksperimentalno određene suhe tvari izračunati su prema jednadžbi 2, dok je udjel deklaracijske vrijednosti suhe tvari dobiven zbrojem vrijednosti udjela masti, proteina i ugljikohidrata na poleđini svakog pakiranja te se njihov prikaz nalazi na slici 1. Odstupanje teorijski izračunate suhe tvari od eksperimentalno određene suhe tvari prikazani su na slici 2, a odstupanja su izračunata prema jednadžbi 2. Iz navedenih prikaza vidi se da se vrijednosti ne poklapaju u potpunosti, a najviše odstupanja od eksperimentalno dobivene vrijednosti se javlja kod uzoraka 4 i 6. Ti uzorci su imali komadiće slane karamele, odnosno kikirikija, što ukazuje na to da uzorci možda nisu bili dovoljno dobro homogenizirani te je došlo do moguće pogreške u mjerenjima proizvođača.

4.2. Masti



Slika 3. Usporedni prikaz eksperimentalno određenih vrijednosti i deklaracijske vrijednosti masti

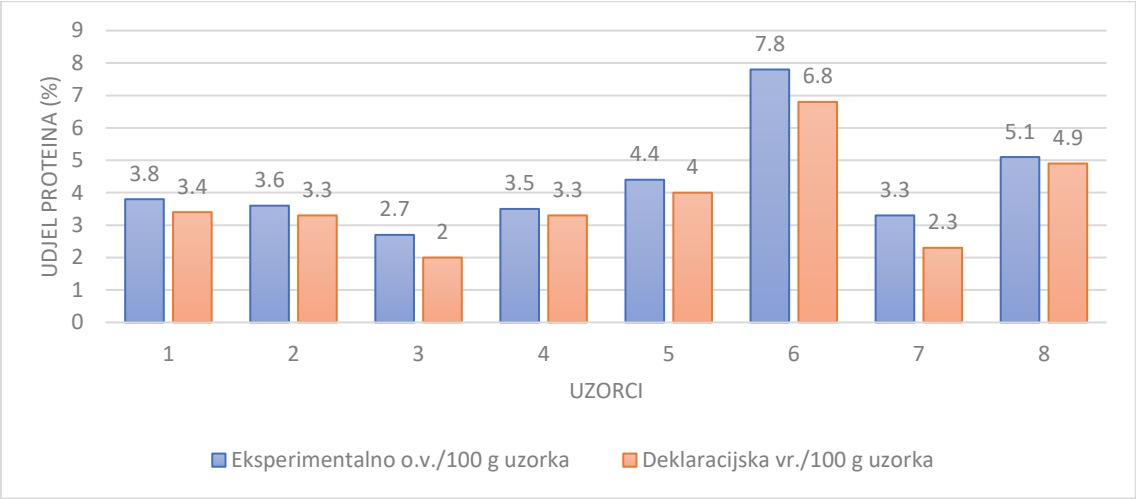


Slika 4. Prikaz odstupanja deklaracijskih vrijednosti masti u odnosu na eksperimentalno određene udjele masti

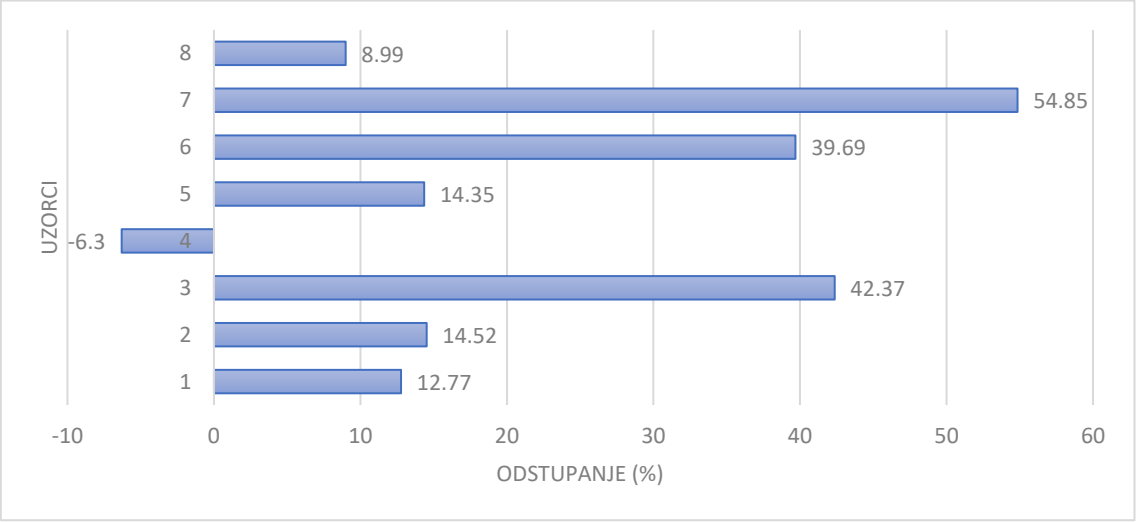
Za određivanje udjela masti metodom po Gerberu u uzorcima vrijednosti u postotcima su direktno očitane na skali butirometra. Iz dobivenih rezultata se može uočiti da uzorci 3 i 4, odnosno okusi *nougat* i *cookie dough* imaju najmanji udio masti, dok uzorci 6 i 8, odnosno kikiriki i badem, imaju najviši udio masti. Ovaj rezultat se potkrjepljuje činjenicom da su orašasti plodovi, kikiriki i badem, puni masnoća. Kikiriki je nutritivno veoma vrijedan plod, bogat bjelančevinama, biljnim vlaknima, različitim mineralnim tvarima, vitaminima (niacin,

tiamin, vitamin E i K) i ne sadrži kolesterol. Bademi sadrže dva vrlo važna izvora masti, linolnu i linolensku kiselinu. Budući da se u organizmu ove masti ne proizvode, moramo ih unositi hranom, npr. iz izvora poput badema. Jezgra badema sadrži veću količinu ulja (25-65 %) visoke emulzijske sposobnosti pa je zbog toga cijenjeno u industriji lijekova i kozmetičkoj industriji. Plodovi sadrže visokovrijedne masnoće, ugljikohidrate, vitamine, mineralne i aromatske tvari. Plod badema ima visoku energetsku vrijednost pa može poslužiti kao izvor energije kada nam je najpotrebniji. U 100 grama sadrži 637 kcal. (13) Također, uzorak broj 3 je veganski, odnosno na bazi napitaka od zobi te ne sadrži sastojke životinjskog podrijetla pa je i prema tome udjel masti dosta niži u odnosu na druge uzorke.

4.3. Proteini



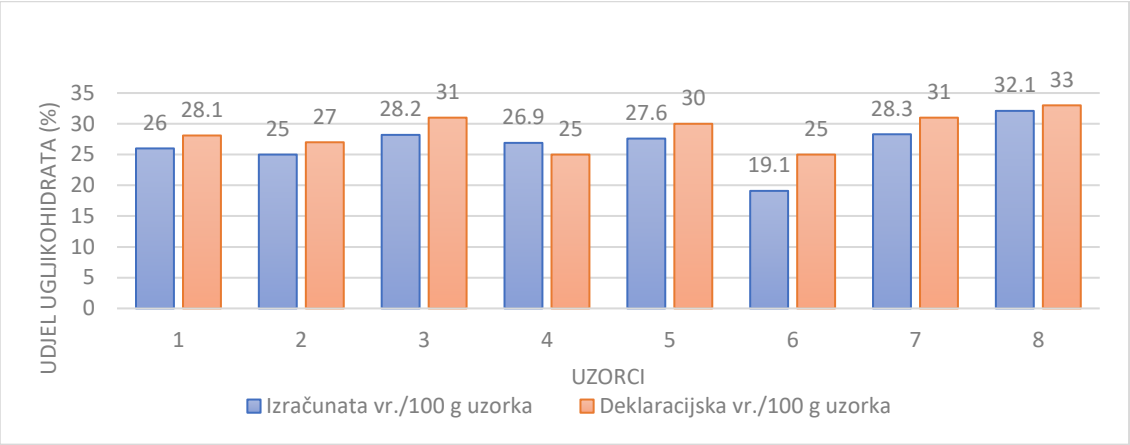
Slika 5. Usporedni prikaz eksperimentalno određenih vrijednosti i deklaracijske vrijednosti proteina



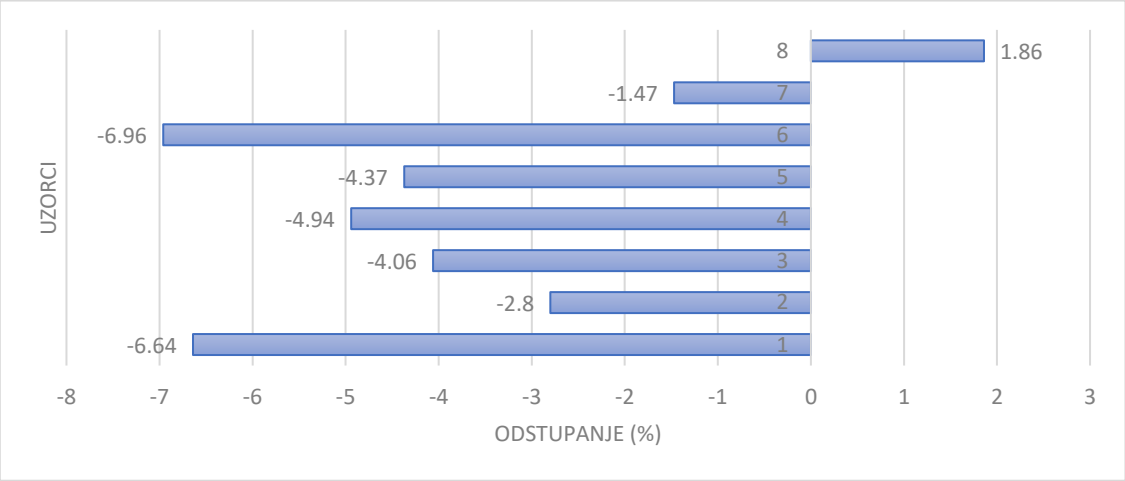
Slika 6. Prikaz odstupanja deklaracijskih vrijednosti udjela proteina u odnosu na eksperimentalno određene vrijednosti udjela proteina

Na slici 5 prikazani su eksperimentalno određeni udjeli proteina u uzorcima izračunati prema jednadžbi 5, a na slici 6 prikazana su odstupanja od deklaracijskih vrijednosti udjela proteina koja su izračunata prema jednadžbi 6. Uzorci 6 i 8 s kikirikijem, odnosno bademom, imaju najviši udio proteina budući da su orašasti plodovi dobar izvor proteina. (13) Ostali uzorci u sebi imaju većinom voće ili sastojke bogate ugljikohidratima te prema tome imaju i niži udjel proteina.

4.4. Ugljikohidrati



Slika 7. Usporedni prikaz eksperimentalno određenih vrijednosti i deklaracijske vrijednosti ugljikohidrata



Slika 8. Prikaz odstupanja deklaracijskih vrijednosti udjela ugljikohidrata u odnosu na eksperimentalno određene vrijednosti udjela ugljikohidrata

Slika 7 prikazuje eksperimentalno određene udjele ugljikohidrata u uzorcima (izračunatih pomoću jednadžbe 7) i teorijski izračunate udjele ugljikohidrata u uzorcima. Na slici 8 se mogu vidjeti odstupanja koja su izračunata prema jednadžbi 8. Iz dobivenih vrijednosti se može iščitati visoki udio ugljikohidrata budući da je sladoled desert koji se najviše ističe po svojoj slatkoći, odnosno visokom udjelu šećera. Visok udio ugljikohidrata također je odraz određene količine voća u uzorcima te dodanih komadića čokolade i karamele. Uzorak broj 8 je na površini imao preljev od čokolade te se može vidjeti kako prema tome ima najveći udio ugljikohidrata.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata možemo zaključiti sljedeće:

- Vrijednosti suhe tvari ispitivanih uzoraka i vrijednosti otisnute na deklaraciji pakiranja nisu u potpunosti sukladne, a najviše odstupanja se javlja kod uzoraka 4 i 6. Ti uzorci su imali komadiće slane karamele, odnosno kikirikija, što ukazuje na to da uzorci možda nisu bili dovoljno dobro homogenizirani te da je došlo do moguće pogreške u mjerenjima proizvođača
- Uzorci 3 i 4, odnosno okusi nougat i cooki dough, imaju najmanjiudjel masti, dok uzorci 6 i 8, odnosno okusi kikiriki i badem, imaju najviši. Ovaj rezultat se potkrepljuje činjenicom da su orašasti plodovi, kikiriki i badem, po svom sastavu puni masnoća. Također, uzorak broj 3 je veganski, odnosno na bazi napitaka od zobi te ne sadrži sastojke životinjskog podrijetla pa je i prema tome udio masti dosta niži u odnosu na druge uzorke. Rezultati su uz manje razlike sukladni s deklaracijom.
- Uzorci 6 i 8 s kikirikijem, odnosno bademom, imaju najviši udjel proteina, budući da su orašasti plodovi dobar izvor proteina. Ostali uzorci u sebi imaju većinom voće ili sastojke bogate ugljikohidratima te prema tome imaju niži udjel proteina. Dobiveni rezultati su u skladu s deklaracijom uz manje razlike.
- Visok udjel ugljikohidrata je prisutan u svim ispitanim uzorcima budući da je sladoled desert koji se najviše ističe po svojoj slatkoći, odnosno visokom udjelu šećera. Visok udio ugljikohidrata također je odraz određene količine voća u uzorcima te dodanih komadića čokolade i karamele. Uzorak broj 8 na površini je imao preljev od čokolade te se može vidjeti kako prema tome ima najveći udio ugljikohidrata. Dobivene vrijednosti su sukladne s deklaracijom uzoraka uz manje razlike.

6. LITERATURA

1. Tratnik Lj., Božanić R. (2012) Mlijeko i mliječni proizvodi, 1. izd., Hrvatska mljekarska udruga. str. 443 – 444.
2. <https://www.ledo.hr/>Pristupljeno 1. srpnja 2020.
3. Goff H. D., Hartel R. W. (2013) Ice Cream, 7. izd., Springer. str. 2 – 3., 8.
4. Pravilnik o smrznutim desertima (2009) *Narodne novine* **20** (NN 20/2009).
5. Tratnik Lj., Božanić R. (2012) Mlijeko i mliječni proizvodi, 1. izd., Hrvatska mljekarska udruga. str. 455.
6. Tratnik Lj., Božanić R. (2012) Mlijeko i mliječni proizvodi, 1. izd., Hrvatska mljekarska udruga. str. 453 – 454.
7. Tratnik Lj., Božanić R. (2012) Mlijeko i mliječni proizvodi, 1. izd., Hrvatska mljekarska udruga. str. 447 – 453.
8. Tratnik Lj., Božanić R. (2012) Mlijeko i mliječni proizvodi, 1. izd., Hrvatska mljekarska udruga. str. 455 – 463.
9. Vahčić N., Hruškar M., Marković K. (2008) Analitičke metode za određivanje osnovnih sastojaka hrane, praktikum. Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
10. Štrkalj L. (2017) Usporedba metoda određivanja hranjive vrijednosti slastica. Završni rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
11. Rajšić B., Sabadoš D. (1964) Mljekarstvo *List za unapređenje mljekarstva* **9**: 193 – 194.
12. Arlington (1995) Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed., Vol. 2. Secs. 33.2.11.
13. Hafner S. (2007) Određivanje ukupnih aflatoksina ELISA metodom u orašastim plodovima i suhom voću. Diplomski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

_____

ime i prezime studenta