

LEDENE SLASTICE



Marina Majdenić, strukovni učitelj slastičarstva
Silvija Bašić Palković, nastavnik stručnih predmeta u prehrani

LEDENE SLASTICE

Obrazovni materijal

Temelji se na SIU Ledene slastice (Narodne novine, br. 53, ožujak 2025.)

Sadržaj

1. OPIS OBRAZOVNOG MATERIJALA.....	1
1.1. Namjena i funkcija obrazovnog materijala.....	1
1.2. Usklađenost s kurikulumom Ledene slastice	1
1.3. Primjena u učenju temeljenom na radu (UTR).....	2
1.4. Ciljna skupina i obrazovni kontekst.....	2
2. CILJEVI.....	3
2.1. Glavni cilj	3
2.2. Specifični ciljevi.....	3
2.3. Metodički i profesionalni ciljevi.....	3
3. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	4
3.1. Opći strukovni ishodi	4
3.1.1. Mjerljivi pokazatelji ishoda.....	4
3.2. Specifični ishodi za prilagođenu prehranu	5
3.3. Integracija ishoda u radno okruženje.....	5
3.4. Kompetencijski okvir	6
4. UVOD U SVIJET LEDENIH SLASTICA	7
4.1. Što je sladoled?	8
4.2. Kratka povijest i tehnološke prekretnice.....	9
4.2.1. Drevni korijeni	9
4.2.2. Dolazak u Europu i razvoj receptura	9
4.2.3. Tehnološke revolucije 19. i 20. stoljeća	10
4.2.4. Industrijalizacija i regionalni razvoj	10
4.3. Ledene slastice kao složeni fizikalno-kemijski sustav.....	11
Aktivnost za učenike: Analiza mikrostrukture.....	12
4.4. Suvremeni trendovi: „Ledeni izazov“ i personalizacija.....	13
5. KATEGORIZACIJA I VRSTE SLASTICA.....	14
5.1. Razlike: Gelato- Ice Cream - klasični sladoled	16
5.1.1. Gelato (talijanski stil).....	17
5.1.2. Ice Cream (američki stil).....	17
5.1.3. Klasični (industrijski) sladoled	17
5.2. Voćne i vodene slastice (Sorbet, šerbet, granita).....	18
5.2.1. Sorbet (Sorbetto).....	19
5.2.2. Šerbet (sherbet)	19
5.2.3. Granita.....	19
Aktivnost za učenike: Brix izazov	20

5.3. Fermentirane i meke slastice (Frozen Yogurt, Soft serve)	21
5.3.1. Frozen Yogurt	21
5.3.2. Meki sladoled (Soft serve)	21
6. TEHNOLOGIJA I KVALITETA IZRADE	22
6.1. Osnovne sirovine i njihova funkcionalna uloga	23
Aktivnost za učenike: Test emulgatora	23
6.1.1. Masti	24
6.1.2. Bezmasna suha tvar (MSNF – Milk Solids Non-Fat)	25
6.1.3. Zasladiivači	25
6.1.4. Stabilizatori i emulgatori	26
6.2. Uređaji i oprema za izradu ledenih slastica	28
6.2.1. Batch freezer (stroj za zamrzavanje i inkorporaciju zraka)	29
6.2.2. Pasterizator (ili indukcijska ploča s preciznom kontrolom temperature)	31
6.2.3. Digitalna vaga (preciznost 0,1 g)	31
6.2.4. Termometar (–50 do +150 °C)	31
6.2.5. Refraktometar (mjerenje Brix)	31
6.2.6. Blender / homogenizator	32
6.2.7. Inox posude i špatule	32
6.2.8. Označene posude za alergene	32
6.2.9. Blast chiller / šoker (–20 °C i niže)	32
6.3. Priprema, standardizacija i termička obrada (CCP)	34
6.4. Homogenizacija i njezin utjecaj na teksturu	34
6.5. Zrenje smjese (Aging)	35
6.6. Dinamičko zamrzavanje i overrun	35
6.7. Stvrđnjavanje (Hardening)	37
6.7.1. Rast kristala leda	38
6.7.2. Promjene u zračnim mjehurićima	38
6.7.3. Koncentracija serumske faze	38
6.7.4. Važnost brzine stvrđnjavanja	38
7. TEHNOLOŠKI DEFEKTI I PROCJENA KVALITETE	40
7.1. Uzroci defekata	40
8. PRILAGOĐENA PREHRANA (MODERNI IZAZOVI)	41
Aktivnost za učenike: Analiza deklaracija i supstitucija	42
8.1. Tehnološki izazovi prilagođene prehrane	43
8.2. Funkcionalna supstitucija sastojaka	43
8.3. Veganske ledene slastice	44

8.4. Bezlaktozne i dijabetičke slastice	45
8.4.1. Zasladaivači i njihov utjecaj u proizvodnji sladoleda za dijabetičare	46
8.5. Kontrola alergena	49
8.6. Procjena kvalitete prilagođenih slastica	49
9. SIGURNOST HRANE I HIGIJENA (HACCP)	50
Aktivnost za učenike: Simulacija unakrsne kontaminacije	50
9.1. Kritične kontrolne točke (CCP)	51
9.2. Higijena nakon termičke obrade i kontrola alergena	52
9.2.1. Higijena opreme i osoblja	54
9.2.2. Kontrola alergena	54
9.2.3. Sljedivost i dokumentacija	55
9.2.4. Brzo hlađenje i stabilnost (CCP 2)	56
10. TEMATSKE RADIONICE	57
10.1. Povezivanje teorijskih i praktičnih radionica	59
10.2. Organizacija rada u radionicama	60
10.3. Vrednovanje u radionicama	61
11. RAZRADA RADIONICA	61
11.1. Teorijske radionice	65
11.1.1. Klasični sladoledi	66
11.1.2. Veganski sladoledi	67
11.1.3. Dijabetički sladoledi	68
11.1.4. Sladoledi bez laktoze	69
11.1.5. Bezglutenski sladoledi	70
11.1.6. Sladoledi bez alergena	71
11.2. Praktične radionice	72
11.2.1. Klasični sladoledi – praktična izrada gelata	72
11.2.2. Veganski sladoledi – praktična izrada	74
11.2.3. Dijabetički sladoledi – praktična izrada	76
11.2.4. Sladoledi bez laktoze – praktična izrada	78
11.2.5. Bezglutenski sladoledi – praktična izrada	80
11.2.6. Sladoledi bez alergena – praktična izrada	83
11.3. Testiranje pasta i baza za posebne režime	85
11.3.1. Korištenje industrijskih baza	86
12. IZRADA AUTORSKOG INOVATIVNOG PROIZVODA	88
12.1. Teorijska radionica: Dizajn inovativnog koncepta	88
12.2. Praktična radionica: Realizacija autorskog proizvoda	89

13. SAMOVREDNOVANJE	90
13.1. Samovrednovanje znanja i razumijevanja.....	93
13.2. Samovrednovanje praktičnih vještina	94
13.3. Samovrednovanje kompetencija za prilagođenu prehranu	94
13.4. Samovrednovanje kreativnosti i profesionalnosti.....	94
13.5. Refleksija učenika	95
14. ZAKLJUČAK.....	95
15. POJMOVNIK.....	96
16. LITERATURA.....	97



1. OPIS OBRAZOVNOG MATERIJALA

Ovaj obrazovni materijal izrađen je prema razlikovnom kurikulumu „Ledene slastice“ i pripadajućim odgojno-obrazovnim ishodima. Sadržaji su usklađeni s očekivanim kompetencijama te obuhvaćaju primjenu profesionalne opreme, tehnološke postupke i izradu autorskih proizvoda. Materijal je usmjeren na razvoj praktičnih kompetencija kroz cjelovit proces rada – od odabira sirovina i formulacije smjese do izrade, kontrole kvalitete i prezentacije proizvoda. Poseban naglasak stavljen je na prilagodbu receptura različitim prehranbenim režimima (veganski, bezlaktozni, bezglutenski, dijabetički i bezalergenski proizvodi) te na primjenu higijenskih standarda, sprječavanje unakrsne kontaminacije i provedbu HACCP sustava.

Materijal je prilagodljiv za primjenu u redovnoj nastavi, izbornim modulima, praktičnom radu i izvannastavnim aktivnostima.

1.1. Namjena i funkcija obrazovnog materijala

Obrazovni materijal namijenjen je učenicima strukovnog obrazovanja za zanimanje slastičar / slastičarka, s ciljem razvoja kompetencija u izradi ledenih slastica i srodnih deserata. Funkcija materijala je omogućiti sustavno usvajanje znanja i vještina potrebnih za rad u profesionalnom okruženju, kroz primjenu tehnoloških postupaka, korištenje opreme i izradu proizvoda u kontroliranim uvjetima. Materijal se koristi u vođenom procesu učenja i poučavanja i učenju temeljenom na radu (UTR) te omogućuje postupno razvijanje stručnih kompetencija u skladu s profesionalnim standardima i zahtjevima struke.

1.2. Usklađenost s kurikulumom Ledene slastice

Obrazovni materijal je usklađen s razlikovnim kurikulumom Ledene slastice, koji definira ishode učenja, tematske cjeline i praktične zadatke. Sadržaji obuhvaćaju izradu sladoleda, gelata, sorbeta, granite i modernih deserata na bazi sladoleda, u skladu s predviđenim kompetencijama struke. Poseban naglasak stavljen je na razvoj proizvoda prilagođenih različitim prehranbenim potrebama, uključujući veganske, bezlaktozne, bezglutenske, dijabetičke i bezalergenske slastice.

ELEMENT KURIKULUMA	RAZRADA
Tematske cjeline	Pokrivene u modulima 4–9 (fizikalno-kemijska osnova, kategorizacija, sirovine, HACCP, prilagođena prehrana, radionice)
Radionice (Faza 2)	8 radionica usklađeno s RK; svaka rezultira mjerljivim dokazom u portfelju
Autorski inovativni produkt	Faza 3 razrađuje dizajn, matematičku kalkulaciju recepture, realizaciju i prezentaciju
Vrednovanje	3 modela: samovrednovanje, vršnjačka procjena i analitička rubrika (sumativno)
Recepture	Svaka radionica sadrži bazičnu recepturu s funkcionalnim obrazloženjem svake sirovine

1.3. Primjena u učenju temeljenom na radu (UTR)

Obrazovni materijal primjenjuje se u vođenom procesu učenja i poučavanja i učenju temeljenom na radu (UTR), koje se provodi u školskom okruženju i kod poslodavca. Učenje temeljeno na radu omogućuje primjenu tehnoloških postupaka i korištenje profesionalne opreme u stvarnim radnim uvjetima, uz postupno razvijanje stručnih kompetencija. Materijal podržava organizaciju rada kroz strukturirane aktivnosti koje omogućuju učenicima stjecanje iskustva i samostalnost u izradi ledenih slastica.

1.4. Ciljna skupina i obrazovni kontekst

Obrazovni materijal namijenjen je učenicima trećeg razreda strukovnog obrazovanja za zanimanje slastičar / slastičarka. Posebna pažnja posvećena je učenicima koji razvijaju kompetencije za izradu ledenih slastica prilagođenih različitim prehrambenim potrebama, uključujući veganske, bezlaktozne, bezglutenske, dijabetičke i bezalergenske proizvode. Materijal je prilagodljiv i za samostalno učenje, izborne module, praktični praktikum ili izvannastavne aktivnosti. Obuhvaća relevantnu literaturu, stručne izvore i zakonske regulative, čime se osigurava potpuna podrška nastavnicima i učenicima u strukovnom obrazovanju.

2. CILJEVI

Ovaj SIU definira što učenici trebaju postići kroz nastavni program Ledene slastice te kako stečena znanja i vještine nalaze primjenu u profesionalnoj praksi. Materijal je temeljen na razlikovnom kurikulumu i službenim ishodima učenja te povezuje teorijska i praktična znanja u sustavan i metodološki utemeljen proces obrazovanja. Ciljevi jasno određuju kompetencije koje učenici razvijaju u području izrade ledenih slastica, uz dosljednu primjenu sigurnosnih standarda i profesionalnih tehnika.

2.1. Glavni cilj

Osposobiti učenike za samostalnu izradu ledenih slastica prilagođenih različitim prehrabnim potrebama te primjenu profesionalnih tehnoloških postupaka u slastičarskoj proizvodnji.

2.2. Specifični ciljevi

Kako bi se ostvario glavni cilj, definirani su sljedeći podciljevi:

1. **Analiza potreba:** Učenik analizira prehrabne potrebe različitih ciljnih skupina (skupina korisnika) uključujući veganske, dijabetičke, osobe s intolerancijom na laktozu ili gluten.
2. **Vrednovanje sastojaka:** Učenik primjenjuje i kritički vrednuje upotrebu različitih zaslađivača, industrijskih baza i emulgatora s obzirom na njihova funkcionalna svojstva u konačnom proizvodu.
3. **Kreativno stvaralaštvo:** Učenik izrađuje ledene slastice prema vlastitoj recepturi, uzimajući u obzir kriterije teksture, stabilnosti i organoleptičkih svojstava.
4. **Procjena i analiza:** Učenik analizira gotove proizvode, vrednuje njihovu kvalitetu i predlaže poboljšanja u skladu s profesionalnim standardima.

2.3. Metodički i profesionalni ciljevi

Osim usko stručnih vještina, ovaj obrazovni materijal ima za cilj:

1. Povezivanje teorije i prakse: Omogućiti učenicima da teorijska znanja o sastojcima i tehnologiji izravno primijene u realnim radnim situacijama.
2. Razvoj kritičkog razmišljanja: Potaknuti učenike na samostalno donošenje odluka tijekom tehnološkog procesa i refleksiju na postignute rezultate učenja.
3. Profesionalna odgovornost: Osigurati usvajanje visokih higijenskih normi, provedbu HACCP mjera i sprječavanje kontaminacije pri radu s namirnicama za posebne prehrambene režime.
4. Prilagodba suvremenim trendovima: Osposobiti učenike za primjenu modernih tehnika i inovativnih rješenja u slastičarstvu, čime se povećava njihova konkurentnost na tržištu rada.

3. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI

Ovaj obrazovni materijal osigurava ostvarivanje ishoda učenja koji su u potpunosti usklađeni s razlikovnim kurikulumom Ledene slastice i profesionalnim standardima za zanimanje slastičar.

3.1. Opći strukovni ishodi

Prema standardima, učenik će moći:

Učenik će moći:

- primijeniti opremu i uređaje za izradu ledenih slastica
- opisati vrste ledenih slastica (sladoled, gelato, sorbet, granita)
- primijeniti tehnološke postupke izrade i oblikovanja slastica
- procijeniti organoleptička svojstva gotovih proizvoda
- izraditi autorsku ledenu slasticu primjenom stečenih znanja

3.1.1. Mjerljivi pokazatelji ishoda

Svaki ishod definiran je konkretnim, mjerljivim pokazateljem koji nastavniku i učeniku jasno ukazuje je li ishod ostvaren.

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZINA SLOŽENOSTI	MJERLJIVI POKAZATELJI
Analizirati ključne razlike u sastavu ledenih slastica namijenjenih najmanje trima različitim prilagođenim oblicima prehrane (veganska, dijabetička, alergijska)	Analiza / Vrednovanje	✓ Pisana usporedna analiza s min. 3 prilagođena režima senzorski listić
Analizirati učinke najmanje triju alternativnih zaslađivača i/ili zamjena za mliječne proizvode na teksturu, stabilnost i točku smrzavanja	Analiza / Sinteza	✓ Tablica s POD/PAC vrijednostima ✓ Brix mjerenje refraktometrom ✓ tekstura 48h
Oblikovati autorsku recepturu za ledenu slasticu za osobe s prilagođenim oblicima prehrane temeljenu na argumentiranom odabiru sastojaka	Sinteza / Stvaranje	✓ Matematički balansirana receptura s obrazloženjem svakog sastojka ✓ HACCP plan
Izraditi ledenu slasticu prema vlastitoj recepturi uz primjenu profesionalne opreme (batch freezer) i HACCP sustava	Primjena / Stvaranje	✓ Zapisnik pasterizacije (CCP 1) mjerenje overruna ✓ fotografije procesa i proizvoda
Prezentirati ledenu slasticu uz stručni opis njezinih nutritivnih i funkcionalnih vrijednosti	Vrednovanje / Komunikacija	✓ Usmena prezentacija (min. 5 min) ✓ nutritivna karta ✓ portfelj dokumentacije

3.2. Specifični ishodi za prilagođenu prehranu

S obzirom na to da je ovaj materijal fokusiran na kreativnost i posebne prehrambene potrebe, učenik će moći:

- analizirati razlike u sastavu ledenih slastica za različite prehrambene režime
- objasniti utjecaj alternativnih zaslađivača i zamjena za mlijeko
- osmisliti recepturu za prilagođenu ciljnu skupinu
- argumentirati odabir sastojaka
- prezentirati gotov proizvod i njegova svojstva

3.3. Integracija ishoda u radno okruženje

Ishodi izravno povezuju teoriju s konkretnim radnim situacijama, uključujući:

Ishodi se ostvaruju kroz:

- odabir i pripremu sirovina
- kontrolu teksture i stabilnosti proizvoda
- primjenu HACCP sustava u proizvodnji

Ovi ishodi omogućuju nastavnicima sustavno praćenje napretka učenika kroz praktične radionice i samostalne projekte, osiguravajući da učenici steknu funkcionalno i na tržištu rada primjenjivo znanje.

3.4. Kompetencijski okvir

DIMENZIJA KOMPETENCIJE	ZNANJA	VJEŠTINE I STAVOVI
Stručno-tehnološka	<ul style="list-style-type: none"> • Fizikalno-kemijska osnova ledenih slastica • HACCP • analiza zaslađivača 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Precizna primjena opreme ✓ bilježenje CCP parametara
Prilagođena prehrana	<ul style="list-style-type: none"> • POD/PAC modeli • funkcionalna supstitucija • regulativa (NN 41/2010, EU 1169/2011) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Formuliranje receptura za posebne prehrambene potrebe
Kreativna i inovativna	<ul style="list-style-type: none"> • Konceptualni dizajn autorskog proizvoda • trendovi u slastičarstvu 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Argumentiran odabir sastojaka ✓ prezentacijske vještine
Profesionalna	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentacija i sljedivost • standardi kvalitete • timski rad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Samoregulirano učenje ✓ refleksija na vlastiti rad

4. UVOD U SVIJET LEDENIH SLASTICA

Ovo poglavlje omogućuje ostvarivanje ishoda učenja vezanih uz razumijevanje fizikalno-kemijskih procesa u ledenim slasticama, njihovu strukturu te tehnološke čimbenike koji utječu na kvalitetu gotovog proizvoda. Učenik razvija sposobnost analize sastava, strukture i procesa proizvodnje sladoleda te primjenjuje stručnu terminologiju u opisivanju tehnoloških postupaka.

U suvremenom slastičarstvu ledene slastice više nisu isključivo sezonski deserti namijenjeni ljetnim mjesecima, već predstavljaju sofisticiranu skupinu proizvoda u kojoj se isprepliću znanstvena saznanja iz područja prehrambene tehnologije, mikrobiologije i senzorske analize s praktičnim slastičarskim vještinama. Njihova kvaliteta i uspješnost ne ovise samo o izboru vrhunskih sirovina, već o preciznom razumijevanju tehnoloških procesa poput zamrzavanja, emulgiranja, aeracije i stabilizacije strukture. Razumijevanje procesa obrade namirnica temelj je profesionalnog rada u slastičarstvu jer svaka faza proizvodnje izravno utječe na teksturu, okus, stabilnost i sigurnost gotovog proizvoda. Odabir i pravilna kombinacija sastojaka poput mlijeka, vrhnja, šećera, jaja, voća i stabilizatora zahtijeva poznavanje njihovih fizikalno-kemijskih svojstava te načina na koji reagiraju pri različitim temperaturama i tehnološkim uvjetima. U ledenim slasticama posebno je važna kontrola kristalizacije leda jer veličina kristala izravno određuje glatkoću i kremoznost proizvoda. Također, pravilno balansiranje zraka u smjesi (overrun) utječe na volumen i laganu teksturu, dok procesi sazrijevanja baze omogućuju razvoj punijeg okusa i stabilnije strukture.

Zbog toga ledene slastice predstavljaju spoj umjetnosti i znanosti, gdje slastičar ne djeluje samo kao majstor okusa, već i kao tehnolog koji razumije kompleksne procese transformacije hrane u kontroliranim uvjetima.

Posebnu važnost ima razumijevanje fizikalno-kemijskih promjena tijekom proizvodnje jer one izravno utječu na:

- teksturu
- okus
- stabilnost
- sigurnost proizvoda

4.1. Što je sladoled?

Sladoled se definira kao zamrznuta slastica dobivena od mlijeka ili mliječnih proizvoda, uz dodatak različitih nemliječnih sastojaka koji se koriste radi postizanja specifičnih organoleptičkih svojstava kao što su okus, aroma, boja i tekstura. S tehnološkog aspekta, sladoled predstavlja izuzetno kompleksan prehrambeni sustav u kojem se istodobno odvija više fizikalno-kemijskih procesa, zbog čega ga nije moguće promatrati samo kao jednostavnu smrznutu masu, već kao stabiliziranu multikomponentnu strukturu.

On je istodobno:

- ✓ **Emulzija** – sustav u kojem su sitne kapljice mliječne ili biljne masti ravnomjerno raspršene unutar vodene faze koja sadrži šećere, proteine i druge topljive sastojke. Stabilnost emulzije ključna je za glatku teksturu i sprječavanje odvajanja masti tijekom proizvodnje i skladištenja.
- ✓ **Pjena** – struktura u koju je inkorporiran zrak u obliku milijuna mikroskopskih mjehurića. Uvođenje zraka (overrun) ima važnu tehnološku funkciju jer povećava volumen, smanjuje gustoću te poboljšava senzorski doživljaj, čineći sladoled mekšim, lakšim i ugodnijim za konzumaciju, bez osjećaja prevelike hladnoće ili tvrdoće.

Zbog ove dvostruke prirode – emulzije i pjene – sladoled se smatra jednim od najzahtjevnijih proizvoda u slastičarskoj tehnologiji, gdje precizna kontrola sastava i procesa izravno određuje njegovu stabilnost, strukturu i kvalitetu.



Slika 1. Kuglice u čaši, vlastita fotografija



Slika 2. Sladoled, vlastita fotografija

4.2. Kratka povijest i tehnološke prekretnice

Povijest sladoleda usko je povezana s razvojem ljudske civilizacije, ali i napretkom tehnologije obrade hrane. Od prvotnih oblika jednostavnih rashlađenih napitaka i smrznutih deserata, sladoled se postupno razvijao u sofisticiran proizvod visoke prehrambene i senzorske vrijednosti, kakvog poznajemo danas.

4.2.1. Drevni korijeni

Prvi oblici ledenih slastica pojavljuju se prije više od 5.000 godina u Kini, gdje su se koristile mješavine snijega ili leda s voćem i medom. Slične prakse razvijale su se i u antičkim civilizacijama. Stari Rimljani pripremali su rashlađene napitke i deserte koristeći snijeg dopreman s planina, koji se miješao s medom, voćem i vinom. Ovi rani oblici nisu bili sladoled u današnjem smislu, ali predstavljaju početak ideje o kontroliranom hlađenju i kombiniranju šećera i hladnoće.



Slika 3. Prikaz najranijih kineskih ledenih slastica, AI alat

4.2.2. Dolazak u Europu i razvoj receptura

U 14. stoljeću, prema predaji, Marko Polo donosi ideje i recepte s Dalekog istoka u Europu, što potiče razvoj prvih sličnih pripravaka na bazi leda i mlijeka. Tijekom renesanse i baroka ledene slastice postaju privilegija aristokracije, a njihova priprema odvija se u kućanstvima plemstva uz pomoć prirodnog leda i soli. Do 18. stoljeća sladoled postupno ulazi u širu uporabu, a pojavljuju se i prvi recepti u kuharicama, čime se počinje standardizacija pripreme.

4.2.3. Tehnološke revolucije 19. i 20. stoljeća

Prava prekretnica u razvoju sladoleda događa se razvojem strojeva i prehrambene tehnologije:

1848. – Johnsonova ručna miješalica omogućuje učinkovitije miješanje i zamrzavanje smjese, čime se postiže ujednačenija tekstura i lakša proizvodnja.

Kraj 19. stoljeća (1895.–1899.) – Uvođenje pasterizacije značajno povećava mikrobiološku sigurnost proizvoda, dok razvoj homogenizacije omogućuje finije raspoređivanje masnih kapljica, što rezultira kremastijom i stabilnijom strukturom sladoleda.

Početak 20. stoljeća (1903.–1912.) – Razvoj kontinuiranih strojeva za zamrzavanje omogućuje industrijsku proizvodnju, standardizaciju kvalitete te širu distribuciju sladoleda na tržištu.

4.2.4. Industrijalizacija i regionalni razvoj

U drugoj polovici 20. stoljeća sladoled postaje masovno dostupan proizvod. Na području bivše Jugoslavije industrijska proizvodnja počinje 1958. godine otvaranjem modernih pogona u Zagrebu, Ljubljani i Beogradu. Time se uvode suvremeni tehnološki standardi, kontrolirani procesi proizvodnje te mogućnost ponude sladoleda usporedive kvalitete s vodećim europskim proizvođačima.

Danas je sladoled rezultat visoko razvijenih tehnoloških procesa u kojima se kombiniraju znanje prehrambene tehnologije, kontrola procesa zamrzavanja i inovacije u formulaciji, što ga čini jednim od najdinamičnijih proizvoda u slastičarskoj industriji.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Rimski luksuz s planina: Stari Rimljani su uživali u desertima od snijega koji se dopremao s planina i miješao s vinom i medom.
- Tandem za savršenstvo: Bez pasterizacije i homogenizacije, uvedenih krajem 19. stoljeća, sladoled bi i danas bio mikrobiološki riskantan i zrnate teksture.
- Mit o 24 sata: Dok su stari majstori inzistirali na cjelodnevnom zrenju smjese, istraživanja u tvornici Ledo pokazala su da je uz modernu tehnologiju dovoljno svega 30 minuta za vrhunsku kvalitetu proizvoda.
- Lokalna povijest: Moderna povijest sladoleda u Hrvatskoj službeno počinje 1958. godine, čime su uvedeni svjetski tehnološki standardi u domaću proizvodnju.

4.3. Ledene slastice kao složeni fizikalno-kemijski sustav

Ledene slastice, a posebno sladoled, predstavljaju iznimno složen fizikalno-kemijski sustav u kojem se istovremeno isprepliće više različitih faza i struktura. Njihova kvaliteta, stabilnost i senzorska svojstva ne ovise samo o sastavu, već prvenstveno o mikrostrukturi - odnosno načinu na koji su pojedine komponente raspoređene i međusobno povezane na mikroskopskoj razini.

Mikrostruktura sladoleda formira se tijekom procesa miješanja, hlađenja, zamrzavanja i sazrijevanja smjese, pri čemu dolazi do stvaranja kompleksnog sustava koji uključuje vodu, masnoće, proteine, šećere i zrak. Upravo ta višefazna struktura omogućuje karakterističnu kremoznost, stabilnost i ugodan osjećaj u ustima.



Slika 4. Gelato od lješnjaka i čokolade, vlastita fotografija

U sladolednoj smjesi sastojci se nalaze u nekoliko različitih oblika:

Prava otopina

U vodenoj fazi otopljeni su jednostavni i složeni šećeri (laktoza, saharoza, glukoza) te mineralne tvari (mliječne soli). Ova faza utječe na slatkoću, sniženje točke smrzavanja i ukupnu ravnotežu sustava. Upravo zbog otopljenih tvari dio vode ostaje u tekućem stanju čak i pri niskim temperaturama, što pridonosi mekoći sladoleda.

Koloidna otopina (koloidni sustav)

Mliječne bjelancevine i dodani stabilizatori (npr. guar guma, karagenan) tvore koloidni sustav koji veže slobodnu vodu i povećava viskoznost smjese. Time se sprječava prebrza kristalizacija leda i

usporava njegovo povećanje tijekom skladištenja. Koloidi daju sladoledu tzv. „tijelo“, odnosno punoću i stabilnost teksture.

Suspenzija

U smjesi su prisutne i krute čestice, među kojima su najvažniji kristali leda. Njihova veličina ključan je parametar kvalitete – za postizanje vrhunske glatkoće kristali moraju biti manji od 50 µm. Veći kristali uzrokuju osjećaj hrapavosti i „pješčanosti“ na jeziku, što se smatra tehnološkim nedostatkom.

Osim navedenog, u konačnom proizvodu prisutni su i mjehurići zraka te djelomično destabilizirane masne globule, što dodatno povećava kompleksnost sustava. Upravo kontrola svih ovih elemenata – otopine, koloida, suspenzije i zraka – čini razliku između prosječnog i vrhunskog sladoleda.

Zbog toga se ledene slastice smatraju jednim od najzahtjevnijih proizvoda u prehrambenoj tehnologiji, gdje precizno upravljanje mikrostrukturom izravno određuje njihovu teksturu, stabilnost i ukupni doživljaj pri konzumaciji.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Kristali leda u vrhunskom sladoledu moraju biti manji od 50 µm - to je manje od promjera ljudske vlasi. Upravo ta mikroskopska veličina određuje kremoznost i glatkoću.
- Tri stanja istovremeno: Sladoled je jedina namirnica koju konzumiramo dok je istovremeno u tri agregatna stanja: krutom (kristali leda i masti), tekućem (šećerni sirup) i plinovitom (zračni mjehurići).
- Bez zraka nema sladoleda: Bez inkorporiranog zraka (overruna), sladoled bi bio tvrda, zaleđena cigla koju ne biste mogli zgrabiti žlicom.

Aktivnost za učenike: Analiza mikrostrukture

Element	Opis aktivnosti
Ishodi učenja	Učenik će moći: 1) Prepoznati sladoled kao emulziju i pjenu 2) Povezati veličinu kristala leda s osjećajem glatkoće na jeziku.
Materijali	Tri uzorka: industrijski sladoled (visoki overrun), zanatski gelato (niski overrun) i domaći zaleđeni sok (veliki kristali leda).

Opis aktivnosti	Učenici kušaju uzorke metodom "slijepog testiranja". Fokusiraju se na brzinu topljenja i prisutnost "pijeska" (kristala). Rezultate unose u usporednu tablicu.
Vrednovanje	Formativno: Točnost opisa teksture sposobnost povezivanja zrnatosti s nedostatkom stabilizatora ili lošom emulzijom.
Mjerljivi dokazi	Ispunjeni senzorski listić s analizom mikrostrukture.

4.4. Suvremeni trendovi: „Ledeni izazov“ i personalizacija

Moderno slastičarstvo, osobito u segmentu ledenih slastica, danas se razvija u smjeru visoke inovativnosti uz istovremeno poštivanje strogih nutritivnih, tehnoloških i sigurnosnih standarda. Koncept „ledenog izazova“ podrazumijeva kreativnost bez granica, ali i sposobnost slastičara da razumije i kontrolira kompleksne procese kako bi finalni proizvod bio ne samo atraktivan, već i funkcionalan, siguran i prilagođen suvremenim potrebama potrošača.

Jedan od ključnih trendova je personalizacija proizvoda, odnosno prilagodba slastica specifičnim prehrambenim zahtjevima i životnim stilovima:

Prilagođena prehrana

Sve je veća potražnja za slasticama koje odgovaraju različitim prehrambenim režimima. To uključuje:

- veganske sladolede na bazi biljnih sirovina poput indijskih oraščića, badema ili kokosa
- bezlaktozne proizvode prilagođene osobama s intolerancijom na laktozu
- smanjeno-šećerne i dijabetičke varijante, gdje se koriste alternativni zaslađivači poput inulina i poliola

Ovakav pristup zahtijeva duboko razumijevanje funkcionalnih svojstava sastojaka kako bi se postigla odgovarajuća tekstura i okus bez kompromisa u kvaliteti.

Sigurnost i sljedivost

U suvremenoj proizvodnji naglasak je na potpunoj kontroli procesa kroz sustave kao što je HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points).

Primjena ovih mjera obuhvaća sve faze – od prijema sirovina do skladištenja i distribucije gotovog proizvoda.

Posebna pažnja posvećuje se:

- kontroli alergena (npr. orašasti plodovi, soja, gluten)
- održavanju hladnog lanca
- higijeni opreme i radnog prostora

Sljedivost omogućuje praćenje svake sirovine i serije proizvoda, što je ključno za sigurnost i povjerenje potrošača.

„Clean Label“ pristup (čista etiketa)

Potrošači sve više preferiraju proizvode s jednostavnim i transparentnim deklaracijama. To znači:

- izbjegavanje umjetnih boja, aroma i aditiva
- korištenje prirodnih sastojaka (voćni pirei, prirodni ekstrakti, začini)
- naglasak na minimalno procesiranoj hrani

Ovaj trend zahtijeva dodatnu tehnološku prilagodbu jer prirodni sastojci često imaju manju stabilnost i kraći rok trajanja.

Inovacije i „fine dining“ pristup

U vrhunskom slastičarstvu ledene slastice postaju dio kreativnih gastronomskih koncepata. Razvijaju se:

- autorske recepture i signature deserti
- kombinacije neočekivanih okusa (slatko-slano, kiselo-gorko)
- napredne tehnike poput sferifikacije, gelifikacije i korištenja tekućeg dušika

Time sladoled prelazi granicu klasičnog deserta i postaje iskustvo.

5. KATEGORIZACIJA I VRSTE SLASTICA

Kategorizacija ledenih slastica temelji se na jasno definiranim tehnološkim i sastavnim kriterijima koji omogućuju njihovu pravilnu klasifikaciju, standardizaciju kvalitete i primjenu u profesionalnoj praksi. Za razliku od opće podjele prema nazivu proizvoda, u suvremenom slastičarstvu naglasak je na strukturnim i funkcionalnim karakteristikama koje izravno utječu na teksturu, stabilnost, okus i način konzumacije.

Osnovni kriteriji kategorizacije uključuju:

1. Sastav proizvoda

Vrsta i omjer sastojaka određuju osnovnu kategoriju ledene slastice.

Ključna je razlika između:

- mliječnih slastica (na bazi mlijeka, vrhnja i mliječnih proteina)
- nemliječnih slastica (voćni sorbeti, graniti, proizvodi na biljnoj bazi)

Sastav izravno utječe na nutritivnu vrijednost, punoću okusa i kremoznost.

2. Udio mliječne masti

Količina masti jedan je od najvažnijih parametara jer određuje:

- bogatstvo i punoću okusa
- kremastu teksturu
- sposobnost zadržavanja zraka i stabilnost strukture

Primjerice, proizvodi s višim udjelom masti (poput premium sladoleda) imaju izraženiju kremoznost, dok proizvodi s nižim udjelom djeluju osvježavajuće i laganije.

3. Količina inkorporiranog zraka (overrun)

Overrun označava količinu zraka unesenu u smjesu tijekom zamrzavanja.

Ovaj parametar značajno utječe na:

- volumen proizvoda
- gustoću i lakoću teksture
- osjet hladnoće pri konzumaciji

Industrijski sladoledi često imaju veći overrun (lakši su i voluminozniji), dok zanatski i „gelato“ proizvodi imaju manji udio zraka, što rezultira gušćom i intenzivnijom strukturom.

4. Temperatura serviranja

Različite vrste ledenih slastica serviraju se na različitim temperaturama, što utječe na:

- percepciju okusa (niže temperature smanjuju intenzitet slatkoće)
- teksturu i mazivost
- ukupni doživljaj proizvoda

Primjerice, gelato se poslužuje na višim temperaturama od klasičnog sladoleda, čime dolazi do izražaja njegova kremoznost i aroma.

Na temelju navedenih kriterija, ledene slastice mogu se svrstati u nekoliko osnovnih skupina: sladoledi, gelato, sorbeti, graniti, frozen yogurt i specijalizirani inovativni proizvodi. Svaka od tih kategorija ima svoje specifične tehnološke zahtjeve i karakteristike, što zahtijeva prilagođen pristup u proizvodnji.

Razumijevanje ove kategorizacije ključno je za profesionalni rad jer omogućuje pravilan odabir sirovina, kontrolu procesa i razvoj proizvoda koji odgovaraju ciljanoj skupini potrošača. Ujedno predstavlja temelj za daljnju kreativnost i inovacije u suvremenom slastičarstvu.

5.1. Razlike: Gelato- Ice Cream - klasični sladoled

Razlike između gelata, američkog Ice Cream proizvoda i klasičnog industrijskog sladoleda proizlaze iz njihovog sastava, tehnološkog postupka proizvodnje te načina serviranja. Ove razlike izravno utječu na teksturu, intenzitet okusa, osjećaj u ustima i ukupnu kvalitetu proizvoda.

💡 JESTE LI ZNALI?

Gelato sadrži 2-3 puta manje zraka od američkog ice creama. Zato je teži, gušći i intenzivnijeg okusa, iako ima manje masti.



Slika 5. Gelato/Ice cream/Klasični sladoled, vlastita fotografija

5.1.1. Gelato (talijanski stil)

Gelato se odlikuje nižim udjelom mliječne masti, koji se najčešće kreće između 4 i 8 %, te vrlo malom količinom inkorporiranog zraka (overrun od približno 20 do 35 %). Zbog toga ima znatno gušću, kompaktniju i svilenkastu teksturu u odnosu na druge vrste. Manji udio masti omogućuje intenzivnije izražavanje osnovnih okusa (npr. voća, orašastih plodova ili čokolade), jer mast manje „prekriva“ aromatske komponente. Gelato se poslužuje na nešto višim temperaturama, obično između -10 i -14 °C, što dodatno naglašava njegovu kremoznost i aromu.



Slika 6. Gelato, vlastita fotografija

5.1.2. Ice Cream (američki stil)

Američki „ice cream“ karakterizira visok udio mliječne masti, najčešće od 10 do 16 % ili više, te velika količina zraka (overrun od 60 do 100 %). Ova kombinacija rezultira laganijom, pjenastijom i voluminoznom strukturom. Veći udio zraka čini proizvod manje gustim, dok visoki udio masti doprinosi bogatom, punom okusu i osjećaju „topljenja u ustima“. Zbog svoje stabilnosti i strukture, ice cream je posebno pogodan za industrijsku proizvodnju, transport i dugotrajno skladištenje. Standardna temperatura posluživanja je oko -18 °C.

5.1.3. Klasični (industrijski) sladoled

Klasični sladoled predstavlja kompromis između ova dva pristupa. Sadrži umjeren udio mliječne masti, najčešće između 8 i 12 %, te srednju količinu zraka (overrun od 35 do 60 %). Ovakva

formulacija omogućuje dobru ravnotežu između kremoznosti, stabilnosti i ekonomičnosti proizvodnje. Tekstura je manje gusta od gelata, ali kompaktnija od američkog ice creama. Ova kategorija najčešće je optimizirana za masovnu distribuciju, što znači da mora zadržati stabilnost tijekom transporta, skladištenja i izlaganja u prodaji.

U konačnici, izbor između gelata, ice creama i klasičnog sladoleda ovisi o željenom senzorskom doživljaju i namjeni proizvoda. Gelato naglašava intenzitet i prirodnost okusa, ice cream pruža bogatstvo i lakoću, dok klasični sladoled osigurava stabilnost i široku primjenjivost u industriji.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Gelato ima manje masti, ali jači okus?
Upravo zbog nižeg udjela mliječne masti (4–8 %), arome u gelatu dolaze više do izražaja jer mast ne „prekriva“ okus osnovnih sastojaka.
- Zrak igra veliku ulogu u teksturi sladoleda?
Američki *ice cream* može sadržavati čak do 100 % zraka (*overrun*), što ga čini laganim i pjenastim, dok je gelato znatno gušći zbog puno manje količine zraka.
- Temperatura serviranja mijenja doživljaj okusa?
Gelato se poslužuje na višim temperaturama (-10 do -14 °C), pa je kremastiji i aromatičniji, dok se *ice cream* servira hladniji (-18 °C), što smanjuje percepciju slatkoće.
- Klasični sladoled je tehnološki kompromis?
Industrijski sladoled balansira između udjela masti i zraka kako bi bio dovoljno kremast, ali i stabilan za transport i skladištenje.
- Skuplji ne znači uvijek „masniji“
Iako *ice cream* ima više masti, gelato se često smatra kvalitetnijim zbog intenzivnijeg okusa i svježine sastojaka.

5.2. Voćne i vodene slastice (Sorbet, šerbet, granita)

Voćne i vodene ledene slastice čine posebnu skupinu proizvoda koji se odlikuju osvježavajućim karakterom, nižim udjelom ili potpunim izostankom mliječne masti te naglašenom voćnom aromom. Njihova struktura i tekstura značajno se razlikuju od klasičnih mliječnih sladoleda, a temelje se prvenstveno na vodi, šećerima i voćnim komponentama.



Slika 7. Sicilian granita, proizvodnja, vlastita fotografija

5.2.1. Sorbet (Sorbetto)

Sorbet je ledena slastica koja ne sadrži mliječne masti niti mliječne proteine. Osnovu čine voćni pire ili sok, šećerni sirup i stabilizatori koji osiguravaju ujednačenu teksturu. Karakterizira ga vrlo nizak udio ugrađenog zraka (overrun do 20 %), zbog čega ima kompaktniju i nešto čvršću strukturu. Sorbet je izrazito osvježavajuć, s naglašenom prirodnom aromom voća te se često koristi i kao „mezzo“ desert za osvježenje nepca između sljedova.

5.2.2. Šerbet (sherbet)

Šerbet predstavlja prijelaznu kategoriju između sorbeta i sladoleda. Sadrži male količine mliječnih krutina (otprilike 2–5 %) i vrlo nizak udio masti (1–2 %), što mu daje blagu kremoznost, ali zadržava lagani i osvježavajući karakter. Zbog višeg udjela šećera i često izražene kiselosti (osobito kod citrusnih okusa), šerbet ima intenzivan i osvježavajući okus, uz nešto mekšu teksturu u odnosu na sorbet.

5.2.3. Granita

Granita je najjednostavniji oblik ledene slastice, pripremljena od vode, šećera i dodataka poput voćnog soka, kave ili vina. Za razliku od ostalih proizvoda, ne sadrži ugrađeni zrak, a karakterizira je

krupnija, kristalna struktura leda. Tijekom zamrzavanja smjesa se povremeno miješa kako bi se razbili veliki kristali i dobila prepoznatljiva „zrnatost“. Granita je izrazito osvježavajuća i često se konzumira kao lagani desert ili napitak.

Ove vrste slastica posebno su cijenjene u toplijim klimatskim područjima zbog svoje lakoće, prirodnosti i naglašene osvježavajuće funkcije, a u suvremenom slastičarstvu sve se češće koriste i kao kreativna baza za inovativne deserte i gastronomske kombinacije.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Granita je jedina ledena slastica kod koje su veliki kristali leda poželjni. Ručno struganje tijekom zamrzavanja stvara njezinu prepoznatljivu “snježnu” teksturu.
- Čistač nepca: Sorbet se u visokoj gastronomiji često poslužuje kao intermezzo između ribljeg i mesnog slijeda kako bi se neutralizirali okusi i osvježilo nepce
- Hladni doručak: Na Siciliji se granita tradicionalno poslužuje uz topli brioš (slatko pecivo) kao uobičajen ljetni doručak.

Aktivnost za učenike: Brix izazov

Element	Opis aktivnosti
Ishodi učenja	Učenik će moći: 1) Pravilno koristiti refraktometar za mjerenje suhe tvari 2) Izračunati potrebnu količinu šećera za postizanje standarda od 28–32 Brix.
Materijali	Refraktometar, svježe iscijeđeno voće (npr. limun, naranča), šećerni sirup, digitalna vaga.
Opis aktivnosti	Učenici mjere Brix čistog voćnog soka, a zatim izračunavaju i dodaju šećer kako bi postigli idealnu točku koja sprječava pretvrdo smrzavanje.
Vrednovanje	Praktično: Preciznost mjerenja i točnost izračuna recepture unutar $\pm 5\%$ odstupanja.
Mjerljivi dokazi	Zapisnik mjerenja Brix prije i nakon korekcije recepture

5.3. Fermentirane i meke slastice (Frozen Yogurt, Soft serve)

Fermentirane i meke ledene slastice predstavljaju posebnu kategoriju proizvoda koji se razlikuju od klasičnih sladoleda po načinu proizvodnje, teksturi i senzorskim svojstvima. Njihova specifičnost proizlazi iz kombinacije tehnoloških procesa (fermentacija ili neposredno serviranje) i prilagođenog sastava koji utječe na okus, strukturu i nutritivnu vrijednost.

5.3.1. Frozen Yogurt

Frozen yogurt je ledena slastica temeljena na fermentiranim mliječnim proizvodima, pri čemu su ključna komponenta žive bakterijske kulture (npr. *Lactobacillus* i *Streptococcus thermophilus*). Tijekom fermentacije dolazi do stvaranja mliječne kiseline, što rezultira karakterističnom blagom kiselošću i svježim okusom.

U usporedbi s klasičnim sladoledom, frozen yogurt najčešće sadrži manje masti, ali zadržava kremastu teksturu zahvaljujući pravilnom balansu sastojaka i kontroliranom zamrzavanju. Osim senzorskih svojstava, često se ističe i njegova funkcionalna vrijednost, jer prisutnost živih kultura može imati povoljan učinak na probavu.

5.3.2. Meki sladoled (Soft serve)

Meki sladoled ili soft serve specifičan je po načinu proizvodnje i serviranja. Za razliku od klasičnog sladoleda, ne prolazi fazu potpunog stvrdnjavanja u zamrzivačkom tunelu, već se poslužuje izravno iz aparata odmah nakon djelomičnog zamrzavanja.

- Karakterizira ga:
- niži udio mliječne masti (približno 3–6 %)
- veći udio zraka (visok overrun), što rezultira vrlo laganom i pjenastom strukturom
- izuzetna glatkoća i mazivost

Zbog više temperature posluživanja u odnosu na tvrdi sladoled, soft serve ima mekšu konzistenciju i spreman je za konzumaciju odmah nakon izlaska iz stroja. Upravo ta svježina i tekstura čine ga popularnim izborom u ugostiteljstvu i brzom pripremi deserata.

Ove vrste slastica odražavaju suvremene trendove u slastičarstvu – kombinaciju funkcionalnosti, brzine pripreme i prilagodbe potrošačima koji traže laganije, osvježavajuće i tehnološki inovativne proizvode.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Sorbet može imati jači okus od sladoleda jer ne sadrži mast koja prigušuje aromu
- Granita je jedna od rijetkih slastica gdje je gruba tekstura zapravo poželjna
- Overrun može udvostručiti volumen sladoleda bez dodatka sastojaka
- Gelato se topi brže jer sadrži manje zraka

6. TEHNOLOGIJA I KVALITETA IZRADE

Proces izrade je složen niz fizikalno-kemijskih promjena kojima se smjesa transformira u stabilnu "zamrznutu pjenu".

Proces izrade ledenih slastica predstavlja složen i precizno kontroliran niz fizikalno-kemijskih promjena u kojima se početna tekuća smjesa postupno transformira u stabilan, strukturiran proizvod poznat kao „zamrznuta pjena“. Ovaj proces ne uključuje samo jednostavno hlađenje, već koordinirano djelovanje više tehnoloških faza koje određuju konačnu kvalitetu proizvoda.

Tijekom proizvodnje dolazi do istovremenog formiranja nekoliko ključnih strukturnih elemenata: kristala leda, emulzije masti, koloidne mreže proteina i stabilizatora te mreže sitnih mjehurića zraka. Upravo ravnoteža između tih komponenti omogućuje postizanje željene teksture, kremoznosti i stabilnosti.

Ključni tehnološki ciljevi u izradi ledenih slastica su:

- kontrola kristalizacije vode – stvaranje što manjih kristala leda (idealno < 50 µm) radi postizanja glatke teksture
- stabilizacija emulzije masti – ravnomjerna raspodjela masnih kapljica koja doprinosi kremoznosti i osjećaju punoće
- upravljanje inkorporacijom zraka (overrun) – postizanje optimalnog volumena i lakoće proizvoda
- povećanje viskoznosti smjese – vezanje slobodne vode pomoću proteina i stabilizatora kako bi se spriječilo stvaranje velikih kristala.

Kvaliteta konačnog proizvoda ovisi o preciznoj kontroli svake faze procesa – od formulacije smjese, pasterizacije i homogenizacije, preko sazrijevanja baze, pa sve do zamrzavanja i skladištenja. Svaka pogreška u bilo kojem koraku može dovesti do tehnoloških nedostataka poput grubih kristala, odvajanja masti ili nestabilne strukture.

Zbog toga se proizvodnja ledenih slastica smatra jednim od najsloženijih procesa u prehrambenoj industriji, gdje se znanje, iskustvo i tehnološka disciplina izravno odražavaju na kvalitetu, sigurnost i senzorski doživljaj gotovog proizvoda.

6.1. Osnovne sirovine i njihova funkcionalna uloga

Kvaliteta ledenih slastica u velikoj mjeri ovisi o pravilnom odabiru i uravnoteženju osnovnih sirovina. Svaka komponenta u smjesi ima specifičnu tehnološku funkciju, a njihova međusobna interakcija određuje teksturu, stabilnost, okus i ukupni senzorski doživljaj proizvoda.

💡 JESTE li znali?

- Masti su nosači aroma: Budući da su mnoge arome topljive u mastima, sladoledi s više masnoće (poput američkog ice creama) pružaju dugotrajniji i bogatiji okus.
- Uloga soli: U prošlosti, prije modernih strojeva, led se miješao sa solju jer sol snižava točku ledišta, omogućujući ledu da postane dovoljno hladan da zamrzne sladolednu smjesu

Aktivnost za učenike: Test emulgatora

Element	Opis aktivnosti
Ishodi učenja	Učenik će moći: 1) Objasniti ulogu emulgatora u povezivanju vode i masti 2) Navesti prirodne izvore lecitina (npr. žumanjak).
Materijali	Dvije prozirne posude, voda, biljno ulje, žumanjak jajeta ili biljni emulgator, pjenjača.

Opis aktivnosti	U prvoj posudi pomiješaju vodu i ulje, u drugoj dodaju emulgator. Promatraju brzinu razdvajanja faza i povezuju to sa stabilnošću sladoledne emulzije.
Vrednovanje	Vrednovanje kao učenje: Učenik samostalno zaključuje zašto je sladoled bez emulgatora vodenast i mastan.
Mjerljivi dokazi	Kratki pisani izvještaj o opažanjima tijekom testa stabilnosti emulzije.

6.1.1.Masti

Masti (mliječne ili biljne) imaju ključnu ulogu u stvaranju kremoznosti i punoće okusa. Djeluju kao „lubrikant“ koji podmazuje nepce, smanjuju osjećaj hladnoće i doprinose glatkoj, bogatoj teksturi. Također sudjeluju u formiranju stabilne strukture jer se tijekom zamrzavanja djelomično destabiliziraju i povezuju s mjehurićima zraka.

Primjeri: mliječna mast (vrhnje, maslac), kokosova mast, kakao maslac, biljna ulja.

Funkcionalna uloga:

- daju punoću okusa i kremoznost
- stabiliziraju zračnu fazu (overrun)
- utječu na topljenje i mazivost
- nose aromatske molekule (okus je izraženiji uz optimalan udio masti)

Zamjene za posebne režime:

- **veganski:** kokosova mast, kakao maslac, emulgirana biljna ulja
- **bezlaktozni:** vrhnje i mlijeko bez laktoze
- **dijabetički:** nema posebnih ograničenja, ali se kombinira s niskim udjelom šećera

6.1.2. Bezmasna suha tvar (MSNF – Milk Solids Non-Fat)

Ova komponenta uključuje mliječne proteine (kazein i sirutkine proteine) te laktozu i mineralne tvari. Proteini povećavaju viskoznost smjese, stabiliziraju pjenu i omogućuju učinkovitiju inkorporaciju zraka. Time izravno utječu na strukturu, stabilnost i „tijelo“ sladoleda.

Primjeri: mliječni prah, obrano mlijeko u prahu, proteini sirutke.

Funkcionalna uloga:

- povećavaju viskoznost i daju „tijelo“ sladoledu
- stabiliziraju emulziju
- vežu vodu i smanjuju rast kristala
- poboljšavaju teksturu i smanjuju osjećaj hladnoće

Zamjene za posebne režime:

- **veganski:** proteini graška, soje, badema, zobi
- **bezlaktozni:** mliječni prah bez laktoze
- **dijabetički:** isti kao standardni, ali uz kontrolu ukupne suhe tvari

6.1.3. Zaslađivači

Najčešće korišteni zaslađivači su saharoza i dekstroza. Njihova uloga nije samo u postizanju slatkoće, već i u regulaciji fizikalnih svojstava smjese. Oni snižavaju točku ledišta vode, čime omogućuju da dio vode ostane u tekućem stanju čak i pri niskim temperaturama. Rezultat je mekša, lakše scoopabilna tekstura sladoleda.

Primjeri: saharoza, glukoza, dekstroza, invertni šećer, med, inulin, poliol (eritritol, izomalt).

Funkcionalna uloga:

- daju slatkoću
- snižavaju točku smrzavanja (mekša tekstura)
- utječu na viskoznost i stabilnost

- balansiraju okus i aromu

Zamjene za posebne režime:

- **veganski:** svi osim meda
- **bezlaktozni:** svi standardni zaslađivači
- **dijabetički:** eritritol, izomalt, stevia, inulin (za tijelo i teksturu)

💡 JESTE LI ZNALI?

Sladoled ostaje mekan na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ zato što šećeri snižavaju točku smrzavanja. Bez njih bi bio tvrd poput leda.

6.1.4. Stabilizatori i emulgatori

Stabilizatori (npr. guar guma, rogačeva guma) vežu slobodnu vodu i povećavaju viskoznost smjese, čime sprječavaju rast kristala leda i produžuju stabilnost proizvoda tijekom skladištenja.

Emulgatori (npr. lecitin, mono- i digliceridi) omogućuju stabilno povezivanje masti i vode u jedinstveni sustav. Oni smanjuju površinsku napetost između faza, olakšavaju formiranje emulzije i doprinose finijoj, ujednačenijoj teksturi.

Primjeri: guar guma, ksantan, karagenan, pektin, mono- i digliceridi.

Funkcionalna uloga:

- sprječavaju rast kristala leda
- povećavaju viskoznost
- stabiliziraju zračnu fazu
- poboljšavaju topljenje i teksturu
- produžuju stabilnost tijekom skladištenja

Zamjene za posebne režime:

- **veganski:** guar, ksantan, pektin, karagenan
- **bezlaktozni:** svi standardni stabilizatori

- **dijabetički:** stabilizatori ostaju isti, ali se kombiniraju s poliolima i inulinom

Primjeri zamjena sastojaka za posebne prehrambene režime

Režim	Zamjena za mlijeko	Zamjena za mast	Zamjena za šećer	Napomena
Veganski	badem, zob, kokos, soja	kokosova mast, kakao maslac	šećeri + inulin	proteini graška daju tijelo
Bezlaktozni	mlijeko bez laktoze	vrhnje bez laktoze	standardni šećeri	sladi okus zbog hidrolize laktoze
Dijabetički	biljna mlijeka	biljne masti	eritritol, izomalt, stevia	polioli daju hladan aftertaste

Uspješna formulacija sladoledne smjese temelji se na preciznom balansu svih navedenih komponenti. Svako odstupanje može dovesti do promjena u teksturi, stabilnosti ili okusu, što potvrđuje da je izrada ledenih slastica istovremeno i znanost i vještina.

Fizikalno-kemijski pojmovi u sladoledu

Pojam	Objašnjenje	Primjer u sladoledu
MSNF (bezmasna suha tvar mlijeka)	Dio mlijeka koji sadrži proteine, laktozu i minerale bez masti i vode	Povećava gustoću smjese i pomaže boljem zadržavanju zraka u sladoledu
Viskoznost	Mjera gustoće tekućine i njezinog otpora tečenju	Gušća smjesa sprječava brzo taloženje i stvaranje velikih kristala leda
Emulzija	Stabilna smjesa dviju tekućina koje se inače ne miješaju (npr. voda i mast)	Mast je ravnomjerno raspoređena u mliječnoj osnovi sladoleda
Emulgatori	Tvari koje stabiliziraju emulziju masti i vode	Lecitin sprječava odvajanje masti i vode u smjesi
Stabilizatori	Tvari koje vežu vodu i povećavaju stabilnost strukture	Guar guma sprječava rast kristala leda tijekom skladištenja
Kristali leda	Smrznute čestice vode nastale tijekom zamrzavanja	Mali kristali (<50 µm) daju glatku i kremastu teksturu

Snižavanje točke ledišta	Smanjenje temperature smrzavanja zbog prisutnosti šećera	Sladoled ostaje mekan i na -18 °C
Overrun (inkorporacija zraka)	Udio zraka u sladolednoj smjesi	Viši overrun daje laganiji i pjenastiji sladoled
Destabilizacija masti	Djelomično razbijanje masnih kapljica tijekom zamrzavanja	Pomaže stvaranju stabilne strukture i kremaste teksture

Fizikalno-kemijski procesi određuju:

✓ teksturu

✓ stabilnost

✓ okus

✓ kvalitetu sladoleda

☞ Sladoled = emulzija + pjena + kontrolirano zamrzavanje

💡 JESTE LI ZNALI?

Overrun od 100 % znači da je pola volumena sladoleda - zrak. Premium sladoledi zato imaju niži overrun i jači okus.

6.2. Uređaji i oprema za izradu ledenih slastica

Osnovna oprema:

- batch freezer (stroj za zamrzavanje i inkorporaciju zraka)
- pasterizator ili indukcijska ploča s preciznom kontrolom temperature
- digitalna vaga (preciznost 0,1 g)
- termometar (-50 do +150 °C)

- refraktometar (mjerjenje Brix)
- blender / homogenizator
- inox posude i špatule
- označene posude za alergene
- blast chiller ili zamrzivač -20 °C/šoker

6.2.1. Batch freezer (stroj za zamrzavanje i inkorporaciju zraka)

Batch freezer je ključni uređaj za izradu sladoleda i gelata. U njemu se smjesa istovremeno zamrzava i miješa, čime se kontrolira overrun (količina zraka) i veličina kristala leda. Omogućuje dobivanje glatke, kremaste teksture i stabilne strukture.

Koristi se u svim profesionalnim radionicama, od gelata do veganskih i dijabetičkih slastica.



Slika 8. Batch freezer, stroj za sladoled, vlastita fotografija

Batch freezer je profesionalni uređaj za proizvodnju sladoleda i ledenih deserata koji radi u odvojenim ciklusima (šaržama), za razliku od kontinuiranih sustava koji neprekidno proizvode smjesu.

Batch freezer zamrzava određenu količinu smjese u jednom ciklusu, uz kontrolirano miješanje i dodavanje zraka (overrun). Time se postiže željena tekstura, gustoća i kremoznost proizvoda. Koristi se u zanatskoj i eksperimentalnoj proizvodnji - gelaterije, slastičarnice, pilot pogoni i edukacijski laboratoriji.

Kako radi

1. Ulijevanje smjese u cilindar za zamrzavanje.

2. Hlađenje stijenki cilindra – uklanjanje topline i stvaranje ledenih kristala.
3. Miješanje i aeracija – lopatice unutar cilindra neprestano stružu stijenke i unose zrak.
4. Ispuštanje gotovog proizvoda kad se postigne željena konzistencija.

Ovaj proces omogućuje preciznu kontrolu teksture i temperature, što je ključno za kvalitetu sladoleda.

Prednosti

- Fleksibilnost u malim serijama i eksperimentalnim receptima
- Mogućnost kontrole overrun-a (količine zraka u smjesi)
- Idealno za gelato, sorbete, frozen jogurt i sladolede s dodatcima
- Omogućuje različite teksture i okuse unutar istog pogona

Zrak se ugrađuje prirodnim miješanjem pri atmosferskom pritisku, što rezultira niskim overrunom (20–35 %) i gustom teksturom.

Ključni dijelovi batch (šaržnog) freezera koji izravno utječu na postizanje željene glatke i kremaste teksture sladoleda su sljedeći:

- **Cilindar zaleđivača (Freezer Barrel):** To je horizontalno orijentirana komora s vrlo glatkom unutarnjom površinom koja služi kao isparivač rashladnog sustava. Kvaliteta i stanje stijenki cilindra presudni su za učinkovit prijenos topline; nakupljanje ulja ili leda na stijenkama značajno usporava zamrzavanje, što može dovesti do stvaranja većih kristala leda.
- **Miješalica (Dasher):** Ovaj dio rotira unutar cilindra (obično brzinom od 100–200 okretaja u minuti) te istovremeno miješa smjesu i ugrađuje zrak. Kod batch freezera, miješalica je dizajnirana da ugrađuje zrak pri atmosferskom pritisku, što rezultira nižim overrunom i gušćom teksturom karakterističnom za gelato.
- **Strugači (Scraper Blades):** Oštri noževi montirani na miješalici koji neprestano stružu tanki zamrznuti sloj smjese sa stijenki cilindra. Stanje strugača je najkritičniji faktor za teksturu: tupi ili neravni strugači ne mogu učinkovito skidati led, što rezultira stvaranjem velikih kristala leda i grubom, "pjeskovitom" teksturom
- **Rashladna jedinica (Refrigeration Unit):** Sustav koji koristi rashladno sredstvo (poput amonijaka ili freona) kako bi održao temperaturu cilindra između -23 i -29 °C
Brzina hlađenja koju ovaj sustav omogućuje ključna je za brzu nukleaciju, čime se osigurava da većina kristala leda ostane manja od 50 µm, što je preduvjet za vrhunsku glatkoću.
- **Otvor za pražnjenje (Discharge Port):** Iako se čini kao sporedan dio, brzina pražnjenja kroz ovaj otvor je bitna jer miješalica nastavlja rotirati tijekom pražnjenja, što može uzrokovati varijacije u udjelu zraka i teksturi ako proces traje predugo.

Interakcija između oštih strugača, brzine rotacije miješalice i intenzivnog hlađenja stijenki cilindra određuje hoće li sladoled biti svilenkast i kompaktan ili grub i kristaličan.

6.2.2. Pasterizator (ili indukcijska ploča s preciznom kontrolom temperature)

Pasterizator zagrijava smjesu na kontroliranu temperaturu (obično 65–85 °C) radi uništavanja patogenih mikroorganizama i aktivacije stabilizatora. U školskim uvjetima može se zamijeniti indukcijskom pločom s preciznim termometrom, ali profesionalni pasterizator daje najbolju kontrolu viskoznosti i sigurnosti.

6.2.3. Digitalna vaga (preciznost 0,1 g)

Precizna vaga omogućuje točno doziranje sastojaka, što je ključno za balansiranje receptura, stabilnost smjese i ponovljivost rezultata. U slastičarstvu odstupanja od samo 1–2 g mogu značajno promijeniti teksturu.

6.2.4. Termometar (–50 do +150 °C)

Koristi se za kontrolu temperature tijekom pasterizacije, hlađenja, zamrzavanja i posluživanja. Točnost je ključna jer 1–2 °C razlike može promijeniti viskoznost, topljenje i sigurnost proizvoda.

6.2.5. Refraktometar (mjerjenje Brix)

Refraktometar mjeri postotak šećera (Brix) u smjesi. Brix utječe na:

- točku smrzavanja
- teksturu
- slatkoću
- stabilnost tijekom skladištenja

Neizostavan je u gelato, sorbet i dijabetičkim recepturama.

6.2.6. Blender / homogenizator

Blender ili ručni homogenizator koristi se za:

- usitnjavanje voća
- emulgiranje biljnih baza
- homogenizaciju smjese prije pasterizacije
- izradu veganskih i Plant-based sladoleda

Daje glatku, stabilnu teksturu i smanjuje veličinu čestica.

6.2.7. Inox posude i špatule

Inox posude su higijenske, izdržljive i ne reagiraju s kiselinama iz voća. Špatule se koriste za:

- miješanje
- struganje smjese
- punjenje gastronomskih posuda
- rad s alergenima (uz označene boje)

6.2.8. Označene posude za alergene

Posebno označene posude sprječavaju unakrsnu kontaminaciju kod rada s glutenom, orašastim plodovima, mlijekom, jajima i drugim alergenima. Obavezne su u svim radionicama koje rade bezglutenske, bezlaktozne i alergijske proizvode.

6.2.9. Blast chiller / šoker (-20 °C i niže)

Blast chiller omogućuje brzo stvrdnjavanje (hardening) sladoleda, čime se:

- sprječava rast kristala
- stabilizira strukturu
- čuva mikrostrukture
- produžuje rok trajanja

Neizostavan je za profesionalnu kvalitetu.



Batch freezer je ključni uređaj za izradu sladoleda i gelata. U njemu se smjesa istovremeno zamrzava i miješa, čime se kontrolira overrun (količina zraka) i veličina kristala leda. Omogućuje dobivanje glatke, kremaste teksture i stabilne strukture. Koristi se u svim profesionalnim radionicama, od gelata do vegetarijskih i dijabetičkih slastica. Izvor slike: Advanced Gourmet, Staff Ice Systems, Carpigiani, Ice Cream Equipment UK.



Pasterizator zagrijava smjesu na kontroliranu temperaturu (obično 65-85 °C) radi uništavanja patogenih mikroorganizama i aktivacije stabilizatora. U školskim uvjetima može se zamijeniti indukcijskom pločom s preciznim termometrom, ali profesionalni pasterizator daje najbolju kontrolu viskoznosti i sigurnosti. Izvor slike: H&M Pasteurizer, Gagge, Vaseni, Teknomix.



Precizna vaga omogućuje točno doziranje sastojaka, što je ključno za balansiranje receptura, stabilnost smjese i ponovljivost rezultata. U slastičarstvu odstupanja od samo 1-2 g mogu značajno promijeniti teksturu. Izvor slike: Grandado, Fradel, Vicedaal, Duratool.

Koristi se za kontrolu temperature tijekom pasteurizacije, hlađenja, zamrzavanja i posluživanja. Tačnost je ključna jer 1-2 °C razlike može promijeniti viskoznost, topljenje i sigurnost proizvoda. Izvor slike: Bartscher, Comark, Catering Thermometer, TP3001.



Termometar



Refraktometar mjeri postotak šećera (Brix) u smjesi. Brix utječe na:

- točku smrzavanja
- teksturu
- slatkoću
- stabilnost tijekom skladištenja

Neizostavan je u gelato, sorbet i dijabetičkim recepturama. Izvor slike: Atago, TB-5ATC, PAL-1, ATC Refractometer.



Blender ili ručni homogenizator koristi se za:

- usitnjavanje voća
- emulginiranje biljnih baza
- homogenizaciju smjese prije pasteurizacije
- izradu vegetarijskih i plant-based sladoleda

Daje glatku, stabilnu teksturu i smanjuje veličinu čestica.

Izvor slike: Dynamix DMX, Junior DMX, Master DMX.



Inox posude su higijenske, izdržljive i ne reagiraju s kiselinama iz voća.

Špatule se koriste za:

- miješanje
- struganje smjese
- punjenje gastronomskih posuda
- rad s alergenima (uz označene boje)

Izvor slike: Mixing Bowl Sets, Marsheepy, ForTheChef, Qookingtable.

ALLERGEN	
Item: _____	This item contains:
Date Opened: _____	<input type="checkbox"/> Celery <input type="checkbox"/> Crustacean
Frozen Date: _____	<input type="checkbox"/> Egg <input type="checkbox"/> Gluten
Defrost Date: _____	<input type="checkbox"/> Fish <input type="checkbox"/> Mollusc
Use By Date: _____	<input type="checkbox"/> Lupin <input type="checkbox"/> Nut
Your Name: _____	<input type="checkbox"/> Milk <input type="checkbox"/> Soya
	<input type="checkbox"/> Mustard <input type="checkbox"/> Sulphite
	<input type="checkbox"/> Peanut <input type="checkbox"/> Sesame
	<input type="checkbox"/> Other: _____

Posebno označene posude sprječavaju unakrsnu kontaminaciju kod rada s glutenom, orašastim plodovima, mlijekom, jajima i drugim alergenima. Obavezne su u svim radionicama koje rade bezglutenske, bezlaktosne i alergijske proizvode. Izvor slike: Food Allergen Labels, Uline, Allergen Cards, Araven.



Blast chiller omogućuje brzo stvrdnjavanje (hardening) sladoleda, čime se:

- sprječava rast kristala
- stabilizira struktura
- čuva mikrostruktura
- produžuje rok trajanja

Neizostavan je za profesionalnu kvalitetu.

Izvor slike: Irinox MultiFresh, Irinox MF70, Industry Kitchens

Slika 9. Oprema

6.3. Priprema, standardizacija i termička obrada (CCP)

Proces proizvodnje ledenih slastica započinje pažljivim doziranjem i miješanjem svih sastojaka u homogeniziranu smjesu. Ova faza odvija se na kontroliranoj temperaturi do približno 50 °C, pri čemu se omogućuje ravnomjerno otapanje šećera, disperzija suhe tvari te početno povezivanje sastojaka u stabilan sustav. Nakon standardizacije smjese, slijedi pasterizacija, ključni i obvezni korak u osiguravanju zdravstvene ispravnosti proizvoda. Pasterizacijom se uništavaju potencijalno prisutni patogeni mikroorganizmi, uključujući bakterije poput *Listeria monocytogenes* i *Salmonella* spp. Standardni tehnološki parametri pasterizacije u slastičarskoj proizvodnji iznose 80–85 °C tijekom 15–30 sekundi, čime se postiže učinkovita mikrobiološka sigurnost uz minimalan utjecaj na kvalitetu sirovina. Ovaj korak predstavlja kritičnu kontrolnu točku (CCP) u HACCP sustavu, što znači da je njegova pravilna provedba presudna za sigurnost krajnjeg proizvoda i mora biti strogo nadzirana i dokumentirana. Odmah nakon pasterizacije, smjesa se mora brzo ohladiti na temperaturu ispod 4 °C. Brzo hlađenje sprječava razvoj preživjelih mikroorganizama, stabilizira smjesu i priprema je za sljedeću fazu proizvodnje, odnosno dozrijevanje. Održavanje niske temperature u ovoj fazi ključno je za očuvanje sigurnosti, kvalitete i stabilnosti gotove sladoledne baze.

- Proces započinje miješanjem sastojaka na temperaturi do 50 °C.
- Slijedi pasterizacija, obvezan postupak uništavanja patogena (*Listeria*, *Salmonella*) na parametrima od 80–85 °C tijekom 15–30 sekundi.
- Odmah nakon pasterizacije, smjesa se mora ohladiti na < 4 °C radi sigurnosti

6.4. Homogenizacija i njezin utjecaj na teksturu

Homogenizacija je ključan tehnološki postupak u proizvodnji ledenih slastica koji se provodi pod visokim tlakom s ciljem usitnjavanja masnih globula u mliječnoj smjesi. Tijekom ovog procesa, masne kapljice se razbijaju na vrlo sitne čestice, prosječne veličine oko 1 µm, čime se postiže njihova ravnomjerna raspodjela u cijelom sustavu.

Ovakvo smanjenje veličine masnih čestica ima višestruke tehnološke prednosti. Prije svega, sprječava se pojava izdvajanja masnoće (tzv. „creaming“), odnosno izdizanje masti na površinu smjese tijekom stajanja. Time se osigurava stabilna i homogena emulzija koja zadržava svoja svojstva kroz cijeli proizvodni i skladišni ciklus. Osim stabilnosti, homogenizacija značajno utječe i na senzorska svojstva gotovog proizvoda. Sitnije i ravnomjerno raspoređene masne čestice doprinose stvaranju glatke,

svilenkaste i kremaste teksture, koja je jedno od najvažnijih obilježja kvalitetnog sladoleda. Također, povećava se površina masnih globula, što poboljšava interakciju s proteinima i stabilizatorima, dodatno učvršćujući strukturu smjese. Zbog navedenih razloga, homogenizacija se smatra neizostavnim korakom u suvremenoj industrijskoj proizvodnji ledenih slastica, jer izravno određuje stabilnost, teksturu i ukupnu kvalitetu proizvoda.

6.5. Zrenje smjese (Aging)

Zrenje smjese, poznato i kao aging, predstavlja važnu tehnološku fazu u proizvodnji ledenih slastica koja slijedi nakon pasterizacije i homogenizacije. U ovoj fazi smjesa miruje na kontroliranoj niskoj temperaturi ispod 4 °C tijekom razdoblja od približno 4 do 12 sati, ovisno o recepturi i tehnološkim uvjetima. Tijekom zrenja odvijaju se ključne fizikalno-kemijske promjene koje značajno utječu na konačnu kvalitetu proizvoda. Dolazi do djelomične kristalizacije mliječne masti, što poboljšava njezinu sposobnost povezivanja sa zrakom tijekom zamrzavanja, te do potpune hidratacije proteina i stabilizatora. Ovi procesi povećavaju viskoznost smjese, poboljšavaju stabilnost emulzije i omogućuju ravnomjerniju strukturu gotovog sladoleda. Zrenje također doprinosi boljoj organizaciji svih komponenti u smjesi, čime se olakšava naknadno uvođenje zraka (overrun) i postiže finija, kremastija tekstura. U tehnološkom smislu, ova faza značajno utječe na volumen, stabilnost i senzorska svojstva finalnog proizvoda.

Zanimljivost:

Istraživanja u industrijskoj proizvodnji, uključujući i praksu u tvornici Ledo, pokazala su da se uz primjenu modernih stabilizatora i optimiziranih receptura visokokvalitetan proizvod može postići i uz skraćeno vrijeme zrenja od približno 30 do 60 minuta, bez značajnog gubitka kvalitete. To omogućuje veću efikasnost proizvodnje i bržu prilagodbu tržišnim zahtjevima.

6.6. Dinamičko zamrzavanje i overrun

Dinamičko zamrzavanje predstavlja ključnu fazu u kojoj se sladoledna smjesa istovremeno hladi i intenzivno miješa u specijaliziranoj opremi (freezeru). Ovaj proces omogućuje kontrolirano stvaranje kristala leda tijekom zamrzavanja, pri čemu je cilj postići što manju veličinu kristala – idealno manju

od 50 µm. Sitni kristali leda izravno doprinose glatkoj, kremastoj i svilenkastoj teksturi gotovog proizvoda, dok veći kristali uzrokuju hrapav osjećaj u ustima i smanjuju kvalitetu sladoleda.

Istovremeno s formiranjem kristala leda odvija se i inkorporacija zraka, što je iznimno važan tehnološki proces. Količina ugrađenog zraka u sladoled naziva se overrun i izražava se kao postotak povećanja volumena smjese nakon zamrzavanja.



Slika 10. Zaleđena smjesa, vlastita fotografija

Matematički se overrun definira formulom:



Element	Opis
Volumen smjese	Početni volumen prije zamrzavanja
Volumen sladoleda	Konačni volumen nakon zamrzavanja (s uključenim zrakom)
Razlika volumena	Količina ugrađenog zraka u smjesu
Formula	$\% \text{ overrun} = \frac{(\text{Volumen sladoleda} - \text{Volumen smjese})}{\text{Volumen smjese}} \times 100$

Overrun ima izravan utjecaj na strukturu i senzorska svojstva sladoleda. Viši overrun rezultira lakšim, pjenastijim i voluminoznijim proizvodom, dok niži overrun daje gušću, kompaktniju i intenzivniju teksturu. Upravljanje količinom zraka stoga je ključno za postizanje željenog stila proizvoda (npr. gelato, klasični sladoled ili ice cream). Dinamičko zamrzavanje je zato kritična faza u kojoj se istovremeno kontroliraju temperatura, kristalizacija vode i struktura zraka, čime se izravno definira konačna kvaliteta, stabilnost i senzorski doživljaj sladoleda.

6.7. Stvrdnjavanje (Hardening)

Nakon izlaska iz uređaja za zamrzavanje, sladoled se podvrgava procesu stvrdnjavanja, koji predstavlja završnu fazu formiranja stabilne strukture proizvoda. U ovoj fazi sladoled se nalazi na temperaturi od približno -5 do -8 °C, pri čemu je još uvijek djelomično mekan i podložan promjenama mikrostrukture. Kako bi se očuvala kvaliteta i spriječila degradacija strukture, sladoled se zatim brzo transportira u tunele za duboko zamrzavanje, gdje se temperatura spušta na -35 do -40 °C. Ovaj nagli temperaturni pad omogućuje brzo i ravnomjerno očvršćivanje cijele mase.

Glavni cilj stvrdnjavanja je:

- fiksiranje formirane mikrostrukture (kristali leda, zrak i emulzija masti)
- sprječavanje rasta kristala leda tijekom skladištenja
- povećanje stabilnosti i trajnosti proizvoda

Tijekom procesa stvrdnjavanja (*hardening*), koji predstavlja fazu statičkog zamrzavanja bez miješanja, događaju se ključne promjene u mikrostrukтури sladoleda koje određuju njegovu konačnu kvalitetu i teksturu.

6.7.1. Rast kristala leda

Ovo je najznačajnija promjena tijekom stvrdnjavanja. Kada sladoled izađe iz stroja za dinamičko zamrzavanje (na temperaturi od -5 do -6 °C), otprilike 50 % vode je zamrznuto u led. Tijekom stvrdnjavanja na temperature od -18 °C ili niže, taj se udio povećava na 75–80 %.

- Bez novih kristala: Važno je napomenuti da se tijekom ove faze ne stvaraju nove jezgre kristala leda. Sav dodatni led koji nastane taloži se na već postojeće kristale stvorene u stroju, uzrokujući njihov rast.
- Povećanje veličine: Prosječna veličina kristala leda obično se poveća za 30–40 % (npr. s 25 μm na oko 35 μm).
- Dozrijevanje (Ripening): Mali kristali su nestabilniji na početnim, relativno "toplim" temperaturama stvrdnjavanja te se mogu otopiti, dok veći kristali istovremeno rastu, što je proces poznat kao dozrijevanje kristala leda.

6.7.2. Promjene u zračnim mjehurićima

Zračni mjehurići, koji čine značajan volumen sladoleda (overrun), također su podložni promjenama:

- Koalescencija: Ako je proces stvrdnjavanja spor, mali mjehurići zraka mogu se spojiti u veće, što narušava laganu i pahuljastu teksturu.
- Stabilizacija: Brzo spuštanje temperature povećava viskoznost smjese, što pomaže u fizičkom "zarobljavanju" zraka i sprječavanju kolapsa pjenaste strukture.

6.7.3. Koncentracija serumske faze

Kako se voda pretvara u led, preostala tekućina (serum) koja sadrži šećere, soli i stabilizatore postaje ekstremno koncentrirana i viskozna.

- Ovaj porast viskoznosti usporava kretanje molekula vode, što je ključno za ograničavanje daljnjeg rasta kristala leda tijekom skladištenja.

6.7.4. Važnost brzine stvrdnjavanja

Brzina kojom se temperatura u jezgri proizvoda spusti na -18 °C presudna je za teksturu:

- Brzo stvrdnjavanje: Postiže se u tunelima na -35 °C do -40 °C. Brzim hlađenjem zadržavaju se sitni kristali (manji od 50 μm), što osigurava vrhunsku glatkoću.
- Sporo stvrdnjavanje: Dopušta kristalima leda da narastu iznad 100 μm, što rezultira grubom, "ledenom" i pjeskovitom teksturom koja se smatra tehnološkom manom.

Brzo zamrzavanje u ovoj fazi ključno je za očuvanje fine teksture postignute tijekom dinamičkog zamrzavanja, jer usporeno hlađenje dovodi do stvaranja većih kristala leda i pogoršanja kvalitete. Ukratko, stvrdnjavanje fiksira strukturu koju je stroj za sladoled započeo, pretvarajući mekanu, polutekuću masu u čvrst proizvod uz očuvanje sitne distribucije kristala leda i zraka.

Pojam	Objašnjenje	Primjer u sladoledu
Hardening (stvrdnjavanje)	Završna faza u kojoj se sladoled brzo dubinski zamrzava	Sladoled nakon izlaska iz stroja ide u tunel na -40 °C
Tunel za zamrzavanje	Industrijski uređaj za brzo i jako hlađenje proizvoda	Sladoled se stvrdnjava na -35 do -40 °C
Fiksiranje strukture	Stabilizacija već formirane strukture sladoleda	Očuvanje kristala leda i zraka bez promjena
Mikrostruktura	Unutarnja građa sladoleda na mikrorazini	Raspored leda, masti i zraka u sladoledu
Kristali leda	Smrznute čestice vode u sladoledu	Mali kristali daju glatku teksturu
Rekristalizacija	Povećanje kristala leda tijekom skladištenja	Nastanak „grubog“ sladoleda ako se loše skladišti
Duboko zamrzavanje	Brzo hlađenje na vrlo niske temperature	Očuvanje kvalitete i teksture sladoleda

💡 JESTE LI ZNALI?

- Razlika od samo 2 °C može promijeniti teksturu sladoleda
- Brzina zamrzavanja važnija je od same temperature
- Previše stabilizatora daje "gumenu" teksturu
- Bez aginga sladoled je "praznog" okusa

7. TEHNOLOŠKI DEFEKTI I PROCJENA KVALITETE

Tehnološki defekti u proizvodnji sladoleda i srodnih smrznutih deserata predstavljaju odstupanja od standardnih senzorskih i strukturnih svojstava proizvoda. Oni nastaju kao posljedica nepravilnosti u sirovinskom sastavu, tehnološkom postupku ili uvjetima obrade i skladištenja. Procjena kvalitete provodi se kroz organoleptičku analizu (okus, miris, tekstura i izgled), kao i kroz praćenje fizikalnih parametara poput veličine kristala leda, stabilnosti strukture, distribucije zraka (overrun) te otpornosti na topljenje. Cilj je osigurati stabilan, kremast i senzorski prihvatljiv proizvod bez strukturnih i tehnoloških nedostataka.

Organoleptička analiza je metoda procjene kvalitete proizvoda pomoću osjetila čovjeka.

Provodi se kroz četiri osnovna kriterija:

- Okus - procjenjuje se ravnoteža slatkoće, kiselosti, mliječnih i aromatičnih nota te eventualna prisutnost stranih ili nepoželjnih okusa.
- Miris - ocjenjuje se intenzitet i čistoća arome, tipičnost za proizvod te odsutnost neugodnih ili oksidiranih mirisa.
- Tekstura - odnosi se na osjećaj u ustima (kremoznost, glatkoća, prisutnost kristala leda ili zrnatosti, elastičnost).
- Izgled – uključuje boju, homogenost, strukturu, prisutnost mjehurića zraka te opći vizualni dojam proizvoda.

7.1. Uzroci defekata

Gruba tekstura:

Nastaje kao posljedica sporog stvrdnjavanja ili temperaturnih oscilacija tijekom procesa zamrzavanja. U takvim uvjetima dolazi do formiranja i rasta kristala leda koji mogu narasti iznad 100 µm, što rezultira grubom, neujednačenom strukturom proizvoda.

Pjeskovitost:

Uzrokovana je kristalizacijom laktoze, pri čemu nastaju kristali veći od 15 µm. Najčešće se javlja zbog prevelikog udjela mliječnih krutina ili nepravilno balansirane recepture, što narušava glatkoću teksture.

Skupljanje (shrinkage):

Dolazi do kolapsa strukture uslijed nestabilnosti zračnih mjehurića. Uzrok je najčešće previsok overrun ili nedovoljna stabilnost smjese, što rezultira smanjenjem volumena i ulegnućem proizvoda.

Gumasta tekstura:

Nastaje zbog prevelike količine stabilizatora, koji daju pretjerano čvrstu, elastičnu i "žvakaću" strukturu umjesto željene kremoznosti i glatkoće.

Gruba tekstura – osjet u ustima gdje je sladoled zrnast i negladak zbog velikih kristala leda.

Pjeskovitost – osjećaj sitnih „zrnaca“ u ustima zbog kristala laktoze.

Skupljanje (shrinkage) – smanjenje volumena sladoleda zbog urušavanja strukture i gubitka zraka.

Gumasta tekstura – pretjerano žilav, elastičan i "žvakasti" osjećaj zbog previše stabilizatora.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Najčešći uzrok grubog sladoleda je sporo zamrzavanje
- Ledeni kristali rastu i tijekom skladištenja, ne samo proizvodnje
- "Pjeskovitost" u sladoledu najčešće nije led, nego kristali laktoze veći od 15 µm.
- Nestabilna emulzija uzrokuje odvajanje masti

8. PRILAGOĐENA PREHRANA (MODERNI IZAZOVI)

Suvremeno slastičarstvo suočava se s rastućim zahtjevima tržišta za proizvodima koji su istovremeno funkcionalni, zdravstveno sigurni i prilagođeni individualnim prehrambenim potrebama. Prilagođena prehrana više nije trend, već standard profesionalne proizvodnje. Izrada ledenih slastica za posebne prehrambene režime predstavlja kompleksan tehnološki izazov jer uklanjanje ili zamjena ključnih sastojaka, poput mlijeka, šećera ili glutena, izravno narušava ravnotežu sustava. Takve intervencije utječu na viskoznost smjese, sposobnost emulgiranja, stabilnost zraka i kontrolu kristalizacije leda. Upravo zbog narušavanja ovih odnosa, prilagodba receptura ne može se temeljiti na jednostavnim zamjenama sastojaka, već zahtijeva sustavan tehnološki pristup i duboko razumijevanje funkcionalnih svojstava sirovina. U ledenim slasticama svaki sastojak ima višestruku funkciju. Mlijeko, osim što doprinosi okusu, osigurava proteinsku stabilizaciju i sudjeluje u formiranju emulzije. Šećer, osim zaslađivanja, ima ključnu ulogu u regulaciji točke smrzavanja, utječe na teksturu i omogućuje postizanje željene mekoće proizvoda. Njihovim uklanjanjem dolazi do poremećaja odnosa između

vode, suhe tvari, masti i zraka, što se izravno odražava na mikrostrukturu i kvalitetu gotovog proizvoda. Primjerice, u proizvodnji veganskih ledenih slastica izostanak mliječnih proteina zahtijeva uvođenje alternativnih komponenti koje mogu preuzeti funkciju emulgiranja i stabilizacije, poput biljnih proteina ili hidrokoloida. Kod proizvoda bez dodanog šećera potrebno je pažljivo odabrati i kombinirati zamjenske zaslađivače kako bi se osigurala odgovarajuća depresija točke ledišta i spriječilo stvaranje velikih kristala leda. Bezglutenske formulacije dodatno zahtijevaju preciznu kontrolu vezivanja vode i teksture kako bi se izbjegla nestabilna ili suha struktura. Poseban naglasak stavlja se na očuvanje organoleptičkih svojstava proizvoda. Okus, aroma, kremoznost i topljivost u ustima moraju ostati na visokoj razini, bez obzira na prehrambena ograničenja. To zahtijeva kontrolu mikrostrukture proizvoda, uključujući veličinu kristala leda, raspodjelu zraka i stabilnost emulzije. Razvoj prilagođenih ledenih slastica stoga predstavlja interdisciplinarni proces koji objedinjuje znanja iz prehrambene tehnologije, kemije i senzorske analize. Uspješna proizvodnja temelji se na kontinuiranom eksperimentiranju, analizi i optimizaciji svih faza procesa – od odabira sirovina do uvjeta proizvodnje i skladištenja. Zbog toga prilagodba receptura zahtijeva duboko razumijevanje funkcionalnih svojstava sastojaka i njihove međusobne interakcije. Slastičar u ovom kontekstu ne djeluje samo kao izvođač recepture, već kao tehnolog koji optimizira strukturu proizvoda.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Vegansko zlato: Indijski oraščići su tehnološki "zlatni standard" za veganski gelato jer njihova mast i proteini najbolje oponašaju strukturu mliječne masti.
- Slađe bez šećera: Sladoled bez laktoze može biti slađi od običnog jer se procesom hidrolize laktoza razgrađuje na glukozu i galaktozu, koji imaju jači intenzitet slatkoće.

Aktivnost za učenike: Analiza deklaracija i supstitucija

Element	Opis aktivnosti
Ishodi učenja	Učenik će moći: 1) Identificirati funkcionalne zamjene na deklaracijama (npr. inulin kao zamjena za mast) 2) Prepoznati alergene i tvari s laksativnim učinkom (polioli).
Materijali	Tri deklaracije: industrijska mliječna baza, veganski sladoled i dijabetički sladoled.

Opis aktivnosti	Učenici podcrtavaju sastojke i klasificiraju ih prema funkciji (mast, protein, emulgator, zaslađivač) te predlažu vlastitu supstituciju za odabrani sastojak.
Vrednovanje	Kriterijsko: Točnost identifikacije funkcionalne uloge svakog aditiva na listi sastojaka.
Mjerljivi dokazi	Ispunjena tablica -Analiza sirovinskog sastava i funkcionalnih zamjena.

8.1. Tehnološki izazovi prilagođene prehrane

Uklanjanjem standardnih komponenti dolazi do sljedećih problema:

- smanjena kremoznost (nedostatak mliječne masti)
- nestabilna emulzija (izostanak mliječnih proteina)
- povećana kristalizacija leda
- slabija struktura i "tijelo" proizvoda
- promjene u slatkoći i točki smrzavanja

8.2. Funkcionalna supstitucija sastojaka

Uspješna prilagodba temelji se na nadomještanju tri ključne funkcije:

Funkcija	Klasični sastojak	Zamjena
Mast	vrhnje	kokosova mast, kakao maslac
Proteini	mlijeko	protein graška, soje
Emulgacija	lecitin iz jaja	biljni emulgatori

☞ **Ne zamjenjuje se sastojak – nego njegova funkcija.**

💡 JESTE LI ZNALI?

U veganskim sladoledima proteini graška često preuzimaju ulogu "biljnog kazeina", jer imaju odličnu sposobnost vezanja vode i stabilizacije teksture.

8.3. Veganske ledene slastice

Veganski sladoledi temelje se na biljnim bazama:

- kokos (visoka mast → kremoznost)
- badem (laganija struktura)
- zob (neutralan okus, dobra tekstura)
- indijski oraščići (prirodna emulzija)

Tehnološki izazov:

- nedostatak kazeina → slabija stabilnost
- potreba za dodatnim stabilizatorima



Slika 11. Veganska baza, vlastita fotografija



Slika 12. Veganski sladoled marakuja, vlastita fotografija

Adekvatna supstitucija triju ključnih funkcionalnih elemenata mlijeka - pravilna zamjena i/ili nadomještanje glavnih komponenti mlijeka (masnoće, proteina i emulgatora) drugim sastojcima ili dodacima, tako da smjesa i dalje zadrži istu funkcionalnost, stabilnost i teksturu kao mliječni proizvod.

- Baze i masnoće:

Baze od indijskih oraščića smatraju se tehnološkim „zlatnim standardom“ za izradu veganskog gelata jer nakon hidratacije i obrade pružaju neutralan profil okusa i baršunastu teksturu koja najvjernije imitira mliječnu mast. Kao alternativa često se koristi kokosova krema zbog visokog udjela zasićenih masti koje osiguravaju čvrstoću i bogat osjećaj na nepcu.

- Proteinska struktura:

Za postizanje gustoće i sprječavanje prebrzog topljenja koriste se izolati proteina graška ili soje koji osiguravaju stabilnost zračne strukture.

- Emulgacija:

Budući da smjesa ne sadrži mliječne proteine ili žumanjak, ključna je primjena suncokretovog ili sojinog lecitina koji omogućuje stabilno povezivanje biljne masti i vode, sprječavajući „masni“ osjećaj na jeziku.

Emulgacija – proces miješanja dviju tekućina koje se inače ne miješaju (najčešće voda i mast) u stabilnu smjesu, uz pomoć emulgatora, kako bi se dobila jednolična i stabilna struktura proizvoda.

8.4. Bezlaktozne i dijabetičke slastice

Bezlaktozni proizvodi koriste mlijeko s razgrađenom laktozom.

Specifičnosti:

- slađi okus (glukoza + galaktoza)
- niža točka smrzavanja
- mekša tekstura

☞ **Potrebno je prilagoditi količinu šećera.**

Kod dijabetičkih proizvoda koriste se:

- polioli (eritritol, maltitol)
- vlakna (inulin)

Izazovi:

- slabija struktura
- “hladan” osjećaj u ustima
- niža slatkoća

☞ **Rješenje: kombinacija zaslađivača + stabilizatora.**

Ove kategorije zahtijevaju specifične kemijske prilagodbe kako bi se zadržala tekstura unatoč promjenama u šećernom profilu.

- **Lacto-free (bez laktoze):** Proizvodi se postižu procesom enzimatske hidrolize pomoću enzima laktaze, koji razgrađuje mliječni šećer laktozu na glukozu i galaktozu. S obzirom na to da su ovi jednostavni šećeri slađi od laktoze, gotov proizvod ima prirodno intenzivniji slatki okus. Hidroliza značajno snižava točku smrzavanja, pa je nužna korekcija recepture i šećernog profila kako sladoled ne bi postao premekan ili podložan brzom topljenju.
- **Dijabetički i Low sugar:** U ovim recepturama saharoza se zamjenjuje poliolima (šećernim alkoholima) poput maltitola, sorbitola ili eritritola, koji imaju nizak glikemijski indeks i manju kalorijsku vrijednost.
 - ✓ Maltitol se najčešće koristi jer fizički najbolje oponaša svojstva saharoze.
 - ✓ Inulin (topivo vlakno) igra ključnu funkcionalnu ulogu u dijetalnim slasticama; on služi kao fat replacer (zamjena za masnoću) dajući sladoledu neophodnu „puninu“ (body) i kremoznost bez dodatnih kalorija, a ujedno djeluje i kao stabilizator strukture.



Slika 13. Bezlaktozne slastice, vlastita fotografija

8.4.1. Zasladaivači i njihov utjecaj u proizvodnji sladoleda za dijabetičare

Zasladaivači su jedan od najvažnijih sastojaka u proizvodnji sladoleda jer ne određuju samo njegovu slatkoću, nego i niz drugih svojstava koja su ključna za kvalitetu gotovog proizvoda. Iako se na prvi pogled može činiti da je njihova osnovna funkcija dati slatki okus, u stvarnosti zasladaivači imaju

mного složeniju ulogu. Oni sudjeluju u formiranju teksture, utječu na stabilnost smjese i određuju način na koji se sladoled ponaša tijekom zamrzavanja i konzumacije. Posebno važnu ulogu imaju u proizvodnji sladoleda za osobe s dijabetesom, gdje je potrebno smanjiti ili zamijeniti klasični šećer, a pritom zadržati kvalitetu proizvoda. U proizvodnji sladoleda koriste se različite vrste zaslađivača koje se međusobno razlikuju po kemijskom sastavu, slatkoći i tehnološkim svojstvima. Najčešće korišteni zaslađivači su klasični šećeri poput saharoze, glukoze i fruktoze. Saharozna, odnosno bijeli šećer, najzastupljeniji je zaslađivač jer daje uravnoteženu slatkoću i doprinosi ugodnoj teksturi. Glukoza ima nešto manju slatkoću, ali je vrlo važna jer smanjuje tvrdoću sladoleda i poboljšava njegovu kremoznost. Fruktoza je slađa od saharoze pa se koristi u manjim količinama. Laktoza, koja se prirodno nalazi u mlijeku, ima manju slatkoću, ali doprinosi strukturi proizvoda. Posebno je važan i invertni šećer, koji je mješavina glukoze i fruktoze, jer sprječava stvaranje velikih kristala leda i time poboljšava teksturu sladoleda. Iako su ovi zaslađivači vrlo učinkoviti, njihov nedostatak je visok udio šećera, zbog čega nisu pogodni za dijabetičare.

Osim klasičnih šećera, u proizvodnji sladoleda koriste se i prirodni zaslađivači poput meda, javorovog sirupa, agavinog sirupa i kokosovog šećera. Oni osim slatkoće daju i specifične arome, što može obogatiti okus sladoleda, ali istovremeno može i promijeniti njegov karakter. Zbog toga se koriste u posebnim vrstama sladoleda gdje se želi postići prepoznatljiv okus. Za proizvodnju sladoleda namijenjenog dijabetičarima posebno su važni polioli, odnosno šećerni alkoholi. U ovu skupinu spadaju sorbitol, ksilitol, eritritol i maltitol. Njihova glavna prednost je što imaju manji utjecaj na razinu glukoze u krvi i nižu energetska vrijednost u usporedbi s klasičnim šećerima. Osim toga, oni doprinose volumenu i strukturi sladoleda, što ih čini vrlo korisnima u formulaciji dijetalnih proizvoda. Međutim, njihova primjena ima i određena ograničenja. Naime, mogu izazvati osjećaj hlađenja u ustima, a u većim količinama i probavne smetnje, zbog čega je važno pravilno ih dozirati. Uz poliole, u proizvodnji se koriste i intenzivni zaslađivači poput stevije, aspartama, sukraloze i acesulfama K. Ovi zaslađivači imaju vrlo veliku slatkoću, pa se koriste u vrlo malim količinama. Njihova najveća prednost je gotovo zanemariva kalorijska vrijednost, što ih čini pogodnima za dijabetičare. Međutim, oni ne mogu sami osigurati odgovarajuću strukturu sladoleda jer ne doprinose volumenu smjese. Upravo zbog toga se uvijek kombiniraju s drugim zaslađivačima, najčešće poliolima. U praksi se gotovo nikada ne koristi samo jedan zaslađivač. Razlog tome je što nijedan zaslađivač ne može istovremeno zadovoljiti sve zahtjeve koje postavlja proizvodnja sladoleda. Jedni zaslađivači osiguravaju slatkoću, drugi utječu na teksturu, a treći poboljšavaju stabilnost. Kombiniranjem različitih zaslađivača moguće je postići optimalan odnos između okusa, strukture i stabilnosti proizvoda. Na primjer, kombinacija eritritola i stevije omogućuje dobru ravnotežu između volumena i slatkoće, dok kombinacija maltitola i sukraloze daje proizvod koji je vrlo sličan klasičnom sladoledu po okusu i teksturi. Dodavanje inulina,

koji je vrsta prehrambenih vlakana, može dodatno poboljšati kremoznost i dati sladoledu puniji okus. Zasladiivači imaju vrlo važan utjecaj na teksturu sladoleda. Oni snižavaju temperaturu smrzavanja smjese, zbog čega sladoled ne postaje potpuno tvrd. Također utječu na stvaranje kristala leda, pa pravilna kombinacija zasladiivača dovodi do stvaranja sitnih kristala koji osiguravaju glatku i kremastu strukturu. Ako zasladiivača nema dovoljno ili su nepravilno odabrani, sladoled može postati tvrd i grub. Jednostavan primjer toga je zamrzavanje običnog voćnog soka, pri čemu nastaje led, a ne kremasti sladoled. Osim na teksturu, zasladiivači značajno utječu i na okus sladoleda. Različiti zasladiivači imaju različit intenzitet slatkoće i mogu ostavljati različite naknadne okuse. Na primjer, stevija može ostaviti blago gorak okus ako se koristi u prevelikoj količini. Zbog toga je važno pravilno kombinirati zasladiivače kako bi se postigao uravnotežen i prirodan okus. Dobar sladoled ne smije biti samo sladak, nego mora imati skladan odnos svih aroma. Stabilnost sladoleda također ovisi o pravilnom izboru zasladiivača. Oni pomažu u zadržavanju vode u smjesi i usporavaju topljenje sladoleda. Time omogućuju da sladoled zadrži svoj oblik i teksturu tijekom posluživanja. Ako zasladiivači nisu pravilno odabrani, može doći do stvaranja velikih kristala leda, odvajanja vode ili prebrzog topljenja, što negativno utječe na kvalitetu proizvoda. Kod proizvodnje sladoleda za dijabetičare poseban naglasak stavlja se na smanjenje utjecaja na razinu šećera u krvi. To se postiže korištenjem zasladiivača s niskim glikemijskim indeksom i smanjenjem količine klasičnih šećera. Međutim, najveći izazov u takvoj proizvodnji je zadržati teksturu i okus koji će biti prihvatljivi potrošačima. Upravo zato je potrebno dobro poznavanje svojstava pojedinih zasladiivača i njihova pravilna kombinacija. Osim tehnoloških svojstava, u proizvodnji sladoleda izuzetno je važna i sigurnost hrane. Potrebno je osigurati visoku razinu higijene tijekom rada, koristiti kvalitetne sirovine i održavati odgovarajuće temperature tijekom svih faza proizvodnje i skladištenja. Sladoled je osjetljiv proizvod koji može biti podložan razvoju mikroorganizama ako se s njim ne postupa pravilno. Za osiguranje zdravstvene ispravnosti proizvoda koristi se HACCP sustav. To je sustav koji uključuje prepoznavanje mogućih opasnosti u proizvodnji, određivanje kritičnih kontrolnih točaka i njihovo stalno praćenje. Na primjer, pasterizacija smjese i pravilno hlađenje ključni su koraci u sprječavanju razvoja štetnih mikroorganizama. Važno je naglasiti da je sprječavanje problema uvijek učinkovitije od njihovog naknadnog rješavanja. Na kraju se može zaključiti da zasladiivači imaju ključnu ulogu u proizvodnji sladoleda. Oni ne utječu samo na slatkoću, nego i na teksturu, stabilnost i ukupnu kvalitetu proizvoda. Njihov pravilan odabir i kombiniranje posebno su važni kod proizvodnje sladoleda za dijabetičare. Uz to, poštivanje pravila sigurnosti hrane i primjena HACCP sustava nužni su za dobivanje sigurnog i kvalitetnog proizvoda.

8.5. Kontrola alergena

Rad s prilagođenom prehranom zahtijeva strogu kontrolu:

- odvojene posude i alati
- jasno označavanje
- sprječavanje križne kontaminacije
- sljedivost sirovina

Kontrola alergena – EU Uredba 1169/2011

ALERGEN	NAJČEŠĆI IZVOR U SLADOLEDU	ZAMJENA
Mlijeko	Vrhnje, mlijeko, prah, bezlaktosno mlijeko	Biljno mlijeko (kokos, grašak)
Jaja	Žumanjci (emulgatori)	Lecitin suncokreta, metilceluloza
Soja	Sojin lecitin (E322)	Suncokretov lecitin
Orašasti plodovi	Paste, ukrasni dodaci, baze	Sjemenke bundeve ili suncokreta
Gluten	Biskvit, cone, toppingi	Bezglutenski cone/posip (GF certif.)

8.6. Procjena kvalitete prilagođenih slastica

Kvaliteta se procjenjuje prema:

- teksturi (glatkoća, kremoznost)
- veličini kristala
- stabilnosti pri topljenju
- intenzitetu okusa
- odsutnosti defekata (pjeskovitost, vodenkastost)

💡 JESTE LI ZNALI?

- Veganski sladoled je tehnološki zahtjevniji od klasičnog
- Polioli mogu uzrokovati "hladni efekt" u ustima
- Biljni proteini često trebaju dodatne stabilizatore

- Bezlaktozni proizvodi su prirodno slađi

9. SIGURNOST HRANE I HIGIJENA (HACCP)

U suvremenoj proizvodnji ledenih slastica, upravljanje biološkim, kemijskim i fizičkim opasnostima kroz sustav HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) predstavlja zakonsku obvezu i temelj povjerenja potrošača. Sladoled je specifičan proizvod jer se značajan dio obrade i dodavanja sastojaka odvija nakon pasterizacije, što povećava rizik od naknadne kontaminacije.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Najveći rizik kontaminacije sladoleda nije prije - nego nakon pasterizacije, jer više ne postoji toplinski korak koji bi uništio unesene mikroorganizme.
- Bakterije "spavaju", ne umiru: Sladoled nije sterilan proizvod; bakterije poput Listerije ne umiru na niskim temperaturama, već samo miruju, zbog čega je higijena nakon pasterizacije presudna.
- Redoslijed je bitan: U profesionalnim pogonima sladoledi s orašastim plodovima uvijek se proizvode posljednji u danu kako bi se smanjio rizik kontaminacije za alergičare

Aktivnost za učenike: Simulacija unakrsne kontaminacije

Element	Opis aktivnosti
Ishodi učenja	Učenik će moći: 1) Primijeniti HACCP mjere za sprječavanje kontaminacije 2) Definirati i nadzirati CCP 1 (pasterizacija) i CCP 2 (brzo hlađenje).
Materijali	Bijela baza za sladoled, jestiva boja u prahu (simulacija alergena), špatule, termometar, HACCP kontrolni listovi.
Opis aktivnosti	Učenici simuliraju prijenos alergena (boje) s jedne posude u drugu prljavom špatulom. Zatim provode pasterizaciju i bilježe parametre u CCP zapisnik.

Vrednovanje	Sumativno: Točnost vođenja HACCP dokumentacije i dosljednost u provođenju protokola čišćenja.
Mjerljivi dokazi	Potpisana CCP tablica i zapisnik o dezinfekciji opreme

9.1. Kritične kontrolne točke (CCP)

U tehnološkom procesu proizvodnje sladoleda, dvije su faze definirane kao ključne za eliminaciju patogena:

- Pasterizacija (CCP 1): Najkritičnija biološka kontrolna točka koja služi za uništavanje vegetativnih stanica patogenih mikroorganizama poput *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.* i *Enterobacteriaceae*. Standardni parametri za sladoledne smjese su 80–85 °C tijekom 15–30 sekundi, što je strože nego kod mlijeka zbog visokog udjela masti i šećera koji štite bakterije od topline.
- Brzo hlađenje (CCP 2): Smjesa se nakon pasterizacije mora naglo ohladiti na temperaturu manju od 4 °C kako bi se zaustavio razvoj preživjelih mikroorganizama i klijanje spora

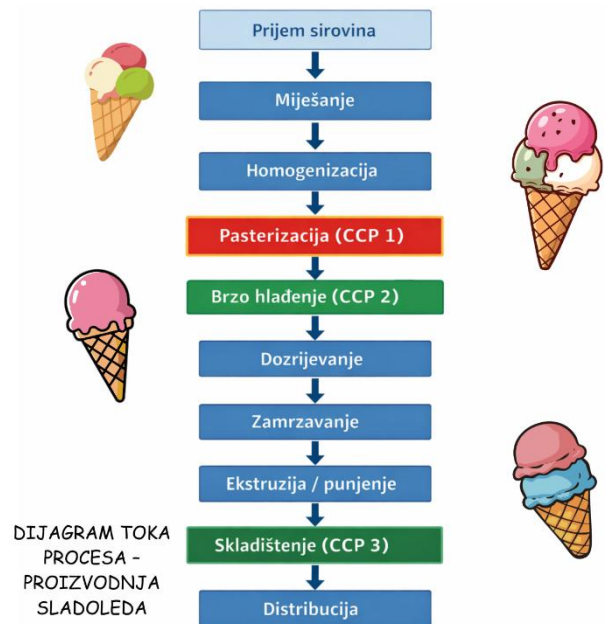
Kritične kontrolne točke (CCP) u proizvodnji sladoleda

CCP oznaka	Faza procesa	Opis i cilj kontrole	Standardni parametri	Učinci i rizici ako se ne provede
CCP 1	Pasterizacija	Najkritičnija biološka kontrolna točka. Uništava vegetativne stanice patogenih mikroorganizama (<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Enterobacteriaceae</i>).	80–85 °C tijekom 15–30 s. Stroži uvjeti nego kod mlijeka zbog zaštitnog učinka masti i šećera.	Preživljavanje patogena, kontaminacija gotovog proizvoda, zdravstveni rizik za potrošače.
CCP 2	Brzo hlađenje	Nakon pasterizacije smjesu treba naglo ohladiti kako bi se zaustavio rast preživjelih	Temperatura < 4 °C u što kraćem vremenu.	Razmnožavanje mikroorganizama, kvarenje smjese,

		mikroorganizama i klijanje spora.		gubitak sigurnosti i kvalitete proizvoda.
CCP 3	Zamrzavanje i skladištenje	Održavanje mikrobiološke stabilnosti gotovog proizvoda. Sprječava rast mikroorganizama i degradaciju teksture.	Temperatura zamrzavanja $\leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$; skladištenje u neprekinutom hladnom lancu.	Rast mikroorganizama, oksidacija masti, promjena teksture i okusa, smanjenje sigurnosti i rok trajanja.

DIJAGRAM TOKA PROCESA – PROIZVODNJA SLADOLEDA

1. Prijem sirovina → Provjera kvalitete, deklaracija, temperatura, higijenski uvjeti.
2. Miješanje → Kombiniranje sastojaka prema recepturi; kontrola doziranja.
3. Homogenizacija → Smanjenje veličine masnih globula; poboljšanje teksture.
4. Pasterizacija (CCP 1) → Termička obrada radi uništavanja patogena.
5. Brzo hlađenje (CCP 2) → Smanjenje temperature kako bi se spriječio rast mikroorganizama.
6. Dozrijevanje → Stabilizacija smjese; hidratacija proteina i stabilizatora.
7. Zamrzavanje → Umetanje zraka (overrun); početno formiranje kristala leda.
8. Ekstruzija / punjenje → Oblikovanje i punjenje u ambalažu.
9. Skladištenje (CCP 3) → Održavanje temperature $\leq -18\text{ }^{\circ}\text{C}$; kontrola hladnog lanca.
10. Distribucija → Transport u kontroliranim uvjetima; održavanje neprekinutog hladnog lanca.



Slika 14. Dijagram, AI alat

9.2. Higijena nakon termičke obrade i kontrola alergena

U suvremenoj proizvodnji ledenih slastica, faza koja slijedi nakon pasterizacije smatra se visokorizičnom jer se značajan dio obrade i dodavanja sastojaka - poput aroma, voća, orašastih plodova i dekoracija - odvija nakon termičke obrade. Budući da smjesa u ovoj fazi više ne prolazi kroz

processe koji bi uništili mikroorganizme, rizik od naknadne mikrobiološke ili kemijske kontaminacije višestruko se povećava. Nakon pasterizacije sladoledna smjesa ulazi u najosjetljiviju fazu proizvodnje, jer više ne postoji nijedan toplinski korak koji bi mogao uništiti eventualno unesene mikroorganizme. Upravo zato se sve što se događa nakon pasterizacije smatra kritičnim za sigurnost proizvoda.

Zašto je rizik toliko visok?

1. Smjesa je mikrobiološki nezaštićena

Budući da je pasterizacija već obavljena, svaki mikroorganizam koji dospije u smjesu — bilo iz opreme, zraka, dodataka ili ljudskog kontakta — ostaje prisutan do kraja procesa. U ovoj fazi najproblematičniji su *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, kvasci i plijesni, jer mogu preživjeti i u hladnim uvjetima te se sporo umnožavaju u bogatom mediju poput sladoledne baze.

2. Dodavanje sastojaka povećava mogućnost unosa kontaminanata

Arome, voće, orašasti plodovi, čokolada, keksi i dekoracije često nisu sterilni proizvodi. Ako nisu mikrobiološki kontrolirani ili ako se dodaju ručno, rizik unosa patogena i alergena značajno raste.

3. Kemijski rizici nisu zanemarivi

U ovoj fazi mogu se pojaviti i kemijske opasnosti: ostaci deterdženata, pogrešno dozirani aditivi, migracija tvari iz neadekvatne opreme ili kontaminacija iz ambalaže.

4. Fizičke opasnosti

Komadići plastike, metala ili ambalaže mogu završiti u smjesi tijekom ručnog rukovanja ili zbog istrošene opreme.

Faza nakon pasterizacije predstavlja **najkritičniji trenutak** u proizvodnji ledenih slastica, jer se u njoj spajaju tri faktora:

1. smjesa više nije zaštićena toplinskom obradom,
2. dodaju se brojni sastojci koji mogu biti izvor kontaminacije,
3. proces uključuje intenzivno rukovanje i opremu koja mora biti savršeno čista.

Zbog toga je kombinacija higijenskog dizajna, stroge kontrole sirovina, temperaturnog nadzora, okolišnog monitoringa i educiranog osoblja ključna za sigurnu i kvalitetnu proizvodnju.

9.2.1. Higijena opreme i osoblja

Zbog osjetljivosti pasterizirane baze, higijenski standardi u ovoj fazi moraju biti na najvišoj razini:

- Dekontaminacija opreme:

Svi kontaktni dijelovi strojeva i posuda moraju biti temeljito očišćeni, dezinficirani i potpuno suhi prije kontakta s bazom. Preporučuje se korištenje CIP sustava (Cleaning-in-Place) za automatsko i temeljito pranje zatvorenih sustava.

- Osobna higijena i pribor:

Osoblje mora koristiti čistu zaštitnu odjeću i jednokratne rukavice. Sav pribor, poput špatula ili posuda za doziranje dodataka, mora biti namijenjen isključivo za ovu fazu proizvodnje kako bi se izbjegao prijenos nečistoća iz "prljavih" zona.

Protokol pranja: Oprema koja se koristi za smjese s alergenima mora se temeljito prati (po mogućnosti kroz CIP sustav) prije proizvodnje proizvoda koji te alergene ne sadrže. Preporučuje se da se sladoledi s orašastim plodovima proizvode posljednji u dnevnom planu. Budući da se arome, voće, orašasti plodovi i dekoracije često dodaju u već pasteriziranu bazu, higijena opreme i osoblja postaje apsolutni prioritet.

9.2.2. Kontrola alergena

Dodavanje dodataka poput orašastih plodova, keksa (gluten) ili jaja predstavlja ogroman rizik za potrošače s alergijama ako se ne provodi stroga kontrola.

- Identifikacija kritičnih alergena:

Najčešći alergeni u proizvodnji sladoleda su orašasti plodovi (lješnjak, badem, kikiriki), gluten, jaja i soja.

- Vremenska i fizička separacija:

Za svaku skupinu proizvoda nužno je osigurati odvojene linije ili preciznu vremensku separaciju.

- Redoslijed proizvodnje:

Ključna mjera prevencije je da se sladoledi koji sadrže orašaste plodove proizvode posljednji u dnevnom planu. Time se minimizira mogućnost da ostaci alergena dospiju u "čiste" šarže koje se proizvode ranije istog dana.

Posebna pažnja posvećuje se sprječavanju unakrsne kontaminacije između proizvoda koji sadrže alergene i onih koji ih ne sadrže. Kritični alergeni u proizvodnji sladoleda uključuju:

- orašaste plodove (kikiriki, lješnjak, badem),
- gluten,
- jaja,
- soju.

Za svaku skupinu proizvoda mora biti osigurana fizička ili vremenska separacija proizvodnih linija.

Preporučuje se da se sladoledi s orašastim plodovima proizvode posljednji u dnevnom planu, čime se smanjuje rizik od kontaminacije.

9.2.3.Sljedivost i dokumentacija

Svaka šarža sladoleda mora biti u potpunosti dokumentirana kako bi se osigurala sljedivost, što je nužno u slučaju sumnje na kontaminaciju ili povlačenja proizvoda s tržišta.

- Lotovi sirovina:

Potrebno je bilježiti lotove svih upotrijebljenih dodataka (voćne paste, dekoracije, arome).

- Parametri procesa:

Evidencija mora sadržavati točne parametre vremena i temperature pasterizacije te hlađenja, koji služe kao dokaz o pravilno provedenim kritičnim kontrolnim točkama (CCP).

- Identifikacija:

Dokumentacija mora sadržavati podatke o korištenoj opremi i osoblju koje je sudjelovalo u proizvodnji određene šarže.

Svaka šarža mora imati dokumentaciju koja omogućuje praćenje lotova sirovina i parametara procesa (vrijeme/temperatura), što je nužno u slučaju povlačenja proizvoda s tržišta.

9.2.4. Brzo hlađenje i stabilnost (CCP 2)

Iako se dodaci dodaju nakon pasterizacije, smjesa se nakon termičke obrade mora naglo ohladiti na temperaturu ispod 4 °C (CCP 2). Ovaj postupak je ključan jer brzo hlađenje zaustavlja razvoj eventualno preživjelih mikroorganizama i klijanje spora, čime se čuva mikrobiološka stabilnost baze prije nego što u nju uđu novi sastojci.

Kombinacija ovih mjera unutar HACCP sustava osigurava da dodavanje kreativnih dodataka ne ugrozi zdravstvenu ispravnost gotovog sladoleda



Slika 15. Infografika, izrađeno pomoću AI alata

💡 JESTE LI ZNALI?

- Najveći rizik kontaminacije je nakon pasterizacije
- Jedna pogrešna posuda može kontaminirati cijelu seriju
- Sladoled NIJE sterilan proizvod
- Temperatura skladištenja izravno utječe na sigurnost

10. TEMATSKE RADIONICE

Tematske radionice osmišljene su kao integrirani spoj teorije i prakse koji učenike vodi od temeljnih tehnoloških koncepata do izrade inovativnih autorskih proizvoda. Svaka radionica kombinira kratki teorijski uvod, demonstraciju profesionalnih postupaka i vođene praktične vježbe u stvarnim radnim uvjetima, čime se potiče učenje temeljem rada i aktivno sudjelovanje učenika. Radionice su strukturirane tako da omogućuju postupno usvajanje znanja i vještina, ostvarivanje definiranih odgojno-obrazovnih ishoda te primjenu modernih opreme i standarda kvalitete kroz konkretne zadatke i evaluaciju.

Radionice su strukturirane u dva osnovna dijela:

1. TEORIJSKE RADIONICE (TEHNOLOŠKI DIO)

Teorijske radionice usmjerene su na usvajanje temeljnih znanja o sastavu, tehnologiji izrade i sigurnosti hrane.

Obilježja:

- ✓ uvode učenike u novu tematsku cjelinu
- ✓ temelje se na heurističkom pristupu
- ✓ povezuju teoriju s praksom

Aktivnosti učenika:

- ✓ analiziraju sastav i svojstva slastica
- ✓ uspoređuju različite vrste proizvoda
- ✓ sudjeluju u raspravi
- ✓ odgovaraju na problemska pitanja

- ✓ donose zaključke
- Uloga nastavnika:**
- ✓ vodi učenike kroz sadržaj
- ✓ postavlja problemska pitanja
- ✓ objašnjava tehnološke procese
- ✓ povezuje teoriju s praktičnim radom
- ✓ Metode rada:
- ✓ heuristička nastava
- ✓ razgovor
- ✓ analiza
- ✓ demonstracija
- Metode rada:**
- ✓ heuristička nastava
- ✓ razgovor
- ✓ analiza
- ✓ demonstracija

2.PRAKTIČNE RADIONICE (IZVEDBENI DIO)

Praktične radionice temelje se na učenju kroz rad i omogućuju primjenu teorijskih znanja u stvarnim uvjetima rada.

- Aktivnosti učenika:**
- ✓ pripremaju i obrađuju sirovine
- ✓ provode tehnološke postupke izrade
- ✓ koriste profesionalnu opremu
- ✓ izrađuju slastice prema recepturi
- ✓ analiziraju kvalitetu proizvoda
- ✓ rješavaju tehnološke probleme
- Uloga nastavnika:**
- ✓ demonstrira postupke
- ✓ nadzire rad učenika
- ✓ kontrolira sigurnost i higijenu
- ✓ daje povratnu informaciju
- ✓ usmjerava učenike u rješavanju problema
- Metode rada:**
- ✓ učenje temeljeno na radu
- ✓ demonstracija
- ✓ praktični rad
- ✓ problemska nastava

Rb.	NAZIV RADIONICE	FOKUS PRILAGOĐENE PREHRANE	KLJUČNI DOKAZ
1	Klasični sladoledi	Standardna baza (referentni proizvod)	✓ Zapisnik procesa + izmjereni overrun
2	Veganski sladoledi	Biljne baze, stabilizatori i emulgatori	✓ Senzorska usporedba s mliječnom kontrolom
3	Dijabetički sladoledi	Zaslađivači; utjecaj na točku smrzavanja	✓ Brix mjerenje + tekstura 48h
4	Sladoledi bez laktoze	Zamjene za mliječne proteine; HACCP	✓ Stabilnost 48h + verifikacija deklaracije
5	Bezglutenski sladoledi	Bezglutenski sastojci; unakrsna kontaminacija	✓ Protokol čišćenja + rezultati briseva
6	Sladoledi bez alergena	Identifikacija alergena; CCP-ovi	✓ Dokumentacija sljedivosti LOT-ova
7	Rad s industrijskim bazama i pastama	Usporedba industrijskih vs. domaćih baza	✓ Stabilnost 7 dana + analiza 3 razlike
8	Autorski inovativni proizvod	Dizajn koncepta + realizacija	✓ Portfelj + usmena prezentacija

10.1. Povezivanje teorijskih i praktičnih radionica

Teorijske i praktične radionice međusobno su povezane i nadopunjuju se:

- teorijska radionica uvodi učenike u temu
- praktična radionica omogućuje primjenu znanja
- učenici kroz praksu provjeravaju teorijska saznanja

Primjer:

- teorijska radionica: sastav i tehnologija gelata
- praktična radionica: izrada gelata

Struktura svake radionice

ELEMENT RADIONICE	SADRŽAJ
-------------------	---------

Naziv i fokus	Usklađen s RK; naveden tip prilagođene prehrane
Ciljevi	Što učenik treba znati i moći nakon radionice
Receptura	Detaljna receptura s funkcionalnim obrazloženjem svake sirovine
Tehnološki proces	Korak-po-korak s CCP parametrima i napomenama
Mjerenja i dokumentacija	Brix, overrun, temperatura, tekstura 24h/48h/7 dana
Ključni dokaz za portfelj	Zapisnik, senzorski listić, fotografije, protokol
Aktivnost za učenike	Istraživačko pitanje ili izazov za refleksiju

Dokumentacijski zapisnik (za sve radionice)

ELEMENT DOKUMENTACIJE	ŠTO UNOSIŠ
Naziv formulacije	npr. Veganski gelato od kokosa s proteinom graška
Ciljna skupina	npr. Vegani + osobe s intolerancijom na laktozu
Zamijenjeni sastojci	Npr. Vrhnje → kokosovo vrhnje; žumanjak → suncokretov lecitin
Brix baze (°Bx)	____ (refraktometar; mjereno na ____°C)
Temperatura pasterizacije	____°C / ____ sekundi (CCP 1 ✓/X)
Temperatura na izlazu stroja	____°C
Overrun (%)	____ % (izračun priložen ✓/X)
Tekstura (24h / 48h)	<input type="checkbox"/> Glatka <input type="checkbox"/> Zrnata <input type="checkbox"/> Ljepljiva <input type="checkbox"/> Previše čvrsta
Usporedba s referentom	Bolje / Jednako / Lošije u: okusu / teksturi / topljenju
Zaključak i preporuke	(prostor za bilješke učenika)

10.2.Organizacija rada u radionicama

Rad se organizira kroz:

- individualni rad
- rad u paru
- grupni rad

Učenici aktivno sudjeluju u svim fazama procesa - od planiranja do evaluacije proizvoda.

10.3.Vrednovanje u radionicama

Vrednovanje se provodi kontinuirano tijekom rada i temelji se na:

- točnosti tehnološkog postupka
- kvaliteti proizvoda
- samostalnosti učenika
- primjeni higijenskih standarda

11.RAZRADA RADIONICA

NAZIV RADIONICE	ISHODI UČENJA	AKTIVNOSTI UČENIKA	METODE RADA	VREDNOVANJE
KLASIČNI SLADOLEDI Teorija	Objasniti tri razlike između gelata, ice creama i klasičnog sladoleda, Navedi ciljne vrijednosti masti MSNF i overrun za gelato, Analizirati recepturu i predložiti dvije korekcije za teksturu	Analiziraju sastav i tehnološke parametre te izrađuju usporednu tablicu	Heuristička nastava, analiza uzoraka, diskusija	Točnost analize, kvaliteta tablice, sudjelovanje u raspravi
KLASIČNI SLADOLEDI Praktično	Izračunati recepturu za 5 L s točnošću $\pm 5\%$, Provesti pasterizaciju i evidentirati temperaturu i vrijeme, Izraditi gelato i izmjeriti overrun, Ocijeniti teksturu prema rubrici	Izračunavaju recepturu, provode pasterizaciju, zamrzavaju smjesu i mjere overrun te ocjenjuju proizvod	Učenje temeljeno na radu, demonstracija, timski rad	Rubrika: točnost postupka, tekstura, higijena, dokumentacija
VEGANSKI SLADOLEDI Teorija	Navedi četiri biljne baze i opisati prednosti i ograničenja,	Analiziraju biljne baze i stabilizatore te	Predavanje, analiza slučaja, grupni rad	Točnost opisa, opravdanost

	Objasniti ulogu dva stabilizatora u biljnim formulacijama, Procijeniti prikladnost jedne biljne baze prema tri kriterija	planiraju vegansku formulaciju		izbora sastojaka, sudjelovanje
VEGANSKI SLADOLEDI Praktično	Pripremiti vegansku bazu za 3 L s točnošću $\pm 5\%$, Provesti zamrzavanje i dokumentirati teksturu i stabilnost nakon 24 h, Usporediti senzorski rezultat s kontrolom i zabilježiti dvije razlike	Pripremaju vegansku bazu, zamrzavaju i provode senzorsko uspoređivanje s kontrolom	Učenje kroz rad, timski rad, senzorska analiza	Kvaliteta proizvoda, stabilnost nakon 24 h, zapisnik i senzorski rezultati
DIJABETIČKI SLADOLEDI Teorija	Navesti tri zaslađivača prikladna za dijabetičke proizvode i objasniti utjecaj na točku smrzavanja, Izraditi plan recepture koji smanjuje kalorije za najmanje 20 %, Identificirati dva CCP-a vezana uz uporabu poliola	Analiziraju zaslađivače i izrađuju plan niskokalorične recepture	Predavanje, problemska nastava, planiranje recepture	Točnost analize, izvedivost recepture, primjena HACCP smjernica
DIJABETIČKI SLADOLEDI Praktično	Pripremiti niskokalorični sladoled i evidentirati procesne parametre, Izmjeriti teksturu i okus te usporediti s referentnim proizvodom, Predati kratki izvještaj s troškovnikom i nutritivnim pokazateljima	Pripremaju niskokalorični proizvod, mjere parametre i izvještavaju o razlikama	Projektna nastava, usporedni test, degustacija	Tekstura i okus u odnosu na referencu, zapisnik parametara, izvještaj s troškovnikom

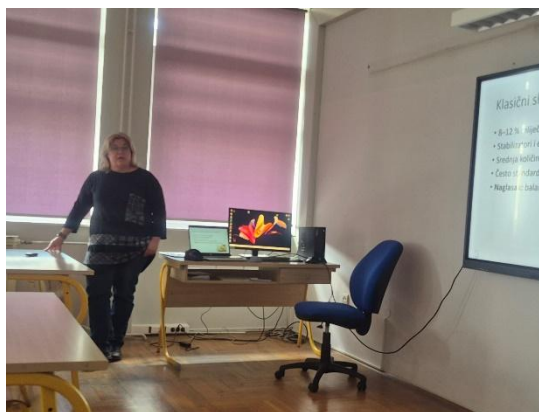
SLADOLEDI BEZ LAKTOZE Teorija	Navesti tri zamjene za mliječne proteine i objasniti njihov tehnološki učinak, Procijeniti rizike za senzorska svojstva pri zamjeni mliječnih sastojaka i predložiti dvije korektivne mjere, Identificirati ključne HACCP mjere za proizvodnju bez laktoze	Analiziraju zamjene i planiraju HACCP mjere za proizvodnju bez laktoze	Predavanje, analiza rizika, grupni rad	Točnost izbora zamjena, jasnoća HACCP mjera, sudjelovanje
SLADOLEDI BEZ LAKTOZE Praktično	Pripremiti sladoled bez laktoze i evidentirati procesne parametre, Procijeniti stabilnost proizvoda nakon 48 h pri -18 °C, Dokumentirati deklaraciju i provjeriti prisutnost tragova laktoze prema protokolu	Pripremaju proizvod bez laktoze, prate parametre i testiraju stabilnost nakon skladištenja	Učenje temeljeno na radu, demonstracija, senzorsko testiranje	Stabilnost nakon 48 h, točnost procesa, dokumentacija deklaracije
BEZGLUTENSKI SLADOLEDI Teorija	Navesti tri bezglutenska sastojka i objasniti njihovu funkcionalnu ulogu, Opisati tri mjere za sprječavanje unakrsne kontaminacije, Izraditi kontrolni protokol prijema sirovina za bezglutenske serije	Analiziraju bezglutenske sastojke i izrađuju protokol prevencije kontaminacije	Predavanje, analiza slučaja, izrada protokola	Točnost protokola, razumijevanje rizika, kvalitetna dokumentacija
BEZGLUTENSKI SLADOLEDI Praktično	Izraditi bezglutenski sladoled prema protokolu i evidentirati čišćenje opreme prije rada, Provesti bris površine prije i nakon čišćenja te interpretirati	Proizvode bezglutenski proizvod, provode čišćenje i analiziraju briseve površina	Demonstracija, praktični rad, okolišno testiranje	Kvaliteta proizvoda, rezultati briseva, primjena protokola čišćenja

	rezultate, Prezentirati gotov proizvod i navesti tri provjere koje potvrđuju sigurnost za potrošače s celijakijom			
SLADOLEDI BEZ ALERGENA Teorija	Identificirati glavne alergene u slastičarstvu i navesti zamjene za najmanje dva od njih, Izraditi plan prilagodbe recepture koji uklanja jaja i orašaste plodove uz očuvanje teksture, Odrediti tri CCP-a vezana uz alergene i opisati kontrolne mjere	Izrađuju plan prilagodbe recepture bez jaja i orašida i identificiraju CCP-ove	Analiza slučaja, predavanje, grupni rad	Točnost identifikacije alergena, kvalitetan plan prilagodbe, CCP evidencija
SLADOLEDI BEZ ALERGENA Praktično	Proizvesti sladoled bez odabranog alergena i dokumentirati čišćenje između serija, Izvesti senzorsku procjenu i potvrditi odsutnost tragova alergena prema internom protokolu, Predati potpunu dokumentaciju sljeditivosti sirovina za seriju	Proizvode seriju bez alergena, provode čišćenje i senzorsku provjeru te predaju dokumentaciju	Učenje kroz rad, timski rad, senzorsko testiranje	Sigurnost serije, rezultati senzorske i analitičke provjere, potpuna dokumentacija
RADIONICA KORIŠTENJE INDUSTRIJSKIH BAZA	Primijeniti industrijsku bazu u recepturi i prilagoditi koncentraciju za batch od 10 L, Procijeniti utjecaj baze na teksturu i stabilnost nakon 7 dana skladištenja, Dokumentirati tri razlike	Testiraju industrijsku bazu u batchu 10 L i prate teksturu tijekom skladištenja	Demonstracija proizvođača, praktičan rad, usporedni test	Usporedba rezultata s domaćom bazom, zapisnik parametara, senzorska ocjena

	u procesu u odnosu na domaću bazu			
PREDSTAVLJANJE PASTA I BAZA ZA POSEBNE REŽIME	Prepoznati četiri vrste pasta i baza za posebne režime i navesti njihove deklarirane funkcije, Testirati jednu pastu u batchu ≥ 1 L i evidentirati senzorske i tehnološke rezultate, Izraditi kratku preporuku za upotrebu paste u specifičnoj recepturi	Analiziraju deklaracije, testiraju pastu u malom batchu i dokumentiraju senzorske i tehnološke rezultate	Predavanje, praktični test, analiza rezultata	Točnost identifikacije funkcija, rezultati testiranja, preporuka za primjenu

11.1. Teorijske radionice

Teorijske radionice zajedno grade čvrstu tehnološko-znanstvenu podlogu potrebnu za planiranje i sigurnu proizvodnju ledenih slastica. Bave se razlikama među proizvodnim kategorijama (gelato, ice cream, industrijski sladoled) i objašnjavaju kako sastav — udio masti, MSNF i overrun — oblikuje teksturu i okus. Istražuju funkcionalnost sastojaka: mliječnih i biljnih baza, stabilizatora, emulgatora i komercijalnih pasta i baza, te njihove međusobne interakcije u formulacijama za posebne režime. Obradom zaslađivača i poliola fokus je na utjecaju na točku smrzavanja, senzornu percepciju i deklarativne/ sigurnosne aspekte. Poseban dio posvećen je zamjenama za mliječne proteine i bezlaktoznim strategijama, bezglutenskim rješenjima i upravljanju alergenima kroz CCP-ove i sljedivost. Sve radionice naglašavaju čitanje deklaracija, analizu receptura, identifikaciju tehnoloških uzroka problema i planiranje HACCP-mjera prije praktične primjene.



Slika 16. i 17. Teorijske radionice, vlastita fotografija

11.1.1. Klasični sladoledi

Ova teorijska radionica uvodi učenike u temeljne razlike između gelata, američkog ice creama i klasičnog industrijskog sladoleda, s naglaskom na sastav, tehnološke parametre i senzorske posljedice tih razlika. Objašnjava se uloga udjela masti, MSNF (milk solids non-fat) i overruna u oblikovanju teksture i okusa te se prikazuju tipične ciljne vrijednosti za gelato. Učenici analiziraju gotove recepture i uče prepoznati tehnološke uzroke problema u teksturi (npr. preveliki kristali leda, nedovoljna stabilnost). Radionica uključuje vođenu analizu uzoraka i izradu usporedne tablice koja služi kao referenca za praktični rad. Vrednovanje se temelji na točnosti analize, kvaliteti usporedne tablice i aktivnom sudjelovanju u raspravi.

	Sadržaj
Naziv radionice	KLASIČNI SLADOLEDI
Kratki opis	Teorijski uvod u razlike između gelata, ice creama i klasičnog sladoleda ključni tehnološki parametri i utjecaj na teksturu.
Mjesto i oprema	Učionica projektor uzorci proizvoda radni listovi.
Ciljevi radionice	Učenik će razumjeti tehnološke razlike učenik će znati ciljne vrijednosti masti, MSNF i overrun učenik će moći analizirati recepturu i predložiti korekcije.
Ishodi učenja	1) Objasniti tri tehnološke razlike 2) Navesti ciljne vrijednosti masti, MSNF i overrun

	3) Analizirati recepturu i predložiti dvije korekcije.
Aktivnosti učenika	Analiziraju sastav i tehnološke parametre, izrađuju usporednu tablicu i predlažu korekcije.
Metode rada	Heuristička nastava analiza uzoraka vođena diskusija.
Vrednovanje	Točnost analize kvaliteta usporedne tablice aktivno sudjelovanje u raspravi.
Mjerljivi dokazi	Predana usporedna tablica pisani prijedlog korekcija.

11.1.2. Veganski sladoledi

Radionica se fokusira na biljne baze (npr. badem, kokos, indijski oraščić, zob) i njihove tehnološke karakteristike: emulgacijska svojstva, sposobnost zadržavanja vode, utjecaj na okus i nutritivnu vrijednost. Objašnjava se uloga stabilizatora i emulgatora u formulacijama bez mliječnih proteina te kako odabrati kombinacije koje daju željenu viskoznost i stabilnost. Učenici procjenjuju prednosti i ograničenja pojedinih baza kroz analizu slučaja i planiranje formulacije, uče čitati deklaracije i procjenjivati kompatibilnost sastojaka. Vrednovanje obuhvaća opravdanost izbora sastojaka i kvalitetu predloženih formulacija.

	Sadržaj
Naziv radionice	VEGANSKI SLADOLEDI
Kratki opis	Pregled biljnih baza, stabilizatora i emulgatora te njihovog utjecaja na teksturu i stabilnost veganskih sladoleda.
Mjesto i oprema	Učionica uzorci biljnih baza radni listovi.
Ciljevi radionice	Učenik će prepoznati biljne baze učenik će objasniti ulogu stabilizatora učenik će procijeniti prikladnost baze za recepturu.
Ishodi učenja	1) Navesti četiri biljne baze s prednostima/ograničenjima

	2) Objasniti ulogu dva stabilizatora 3) Procijeniti prikladnost jedne baze prema tri kriterija.
Aktivnosti učenika	Analiziraju biljne baze i stabilizatore te planiraju vegansku formulaciju na papiru.
Metode rada	Predavanje analiza grupni rad.
Vrednovanje	Točnost opisa opravdanost izbora sastojaka sudjelovanje.
Mjerljivi dokazi	Predani radni list s analizom i odabranom formulacijom.

11.1.3. Dijabetički sladoledi

Ova radionica obrađuje izbor i tehnološke učinke zaslađivača prikladnih za dijabetičke i niskokalorične proizvode (npr. polioli, inulin, stevia, eritritol). Poseban naglasak stavlja se na utjecaj zaslađivača na točku smrzavanja, teksturu i percepciju slatkoće te na sigurnosne i deklarativne aspekte (laksativni učinak nekih poliola, obvezno označavanje). Učenici izrađuju plan recepture s ciljem smanjenja kalorija (kvantificirano) i identificiraju ključne CCP povezane s primjenom alternativnih zaslađivača. Vrednovanje mjeri izvedivost recepture, točnost analize i primjenu HACCP-principa.

	Sadržaj
Naziv radionice	DIJABETIČKI SLADOLEDI
Kratki opis	Svojstva zaslađivača za dijabetičke i low-sugar proizvode te utjecaj na tehnološke parametre.
Mjesto i oprema	Učionica uzorci zaslađivača radni listovi.
Ciljevi radionice	Učenik će poznavati vrste zaslađivača učenik će izraditi plan recepture s nižim kalorijama učenik će identificirati CCP.
Ishodi učenja mjerljivi	1) Navesti tri zaslađivača i opisati utjecaj na točku smrzavanja 2) Predložiti recepturu s ≥ 20 % manje kalorija

	3) Identificirati dva CCP-a
Aktivnosti učenika	Analiziraju zaslađivače i izrađuju plan niskokalorične recepture.
Metode rada	Predavanje; problemska nastava; planiranje recepture.
Vrednovanje	Točnost analize izvedivost recepture primjena HACCP smjernica.
Mjerljivi dokazi	Predani plan recepture s izračunom kalorija i kratkim HACCP komentarom.

11.1.4. Sladoledi bez laktoze

Radionica pokriva zamjene za mliječne proteine i masti te njihov utjecaj na emulziju, tijelo i stabilnost proizvoda. Objašnjavaju se tehnološke strategije za očuvanje kremoznosti i okusa pri uklanjanju laktoze (npr. hidrolizati, biljni proteini, modificirani škrobovi) te korektivne mjere za moguće senzorske gubitke. Učenici uče identificirati i planirati HACCP mjere specifične za bezlaktoznu proizvodnju, uključujući sprječavanje unakrsne kontaminacije i verifikaciju dobavljača. Vrednovanje se temelji na jasnoći HACCP mjera i opravdanosti tehnoloških rješenja.

	Sadržaj
Naziv radionice	SLADOLEDI BEZ LAKTOZE
Kratki opis	Zamjene za mliječne proteine, njihov tehnološki učinak i HACCP mjere za bezlaktoznu proizvodnju.
Mjesto i oprema	Učionica uzorci zamjena radni listovi.
Ciljevi radionice	Učenik će navesti zamjene učenik će procijeniti rizike i predložiti korektivne mjere učenik će identificirati HACCP mjere.
Ishodi učenja	1) Navesti tri zamjene i opisati učinak 2) Predložiti dvije korektivne mjere 3) Navesti ključne HACCP mjere.

Aktivnosti učenika	Analiziraju zamjene i planiraju HACCP mjere za proizvodnju bez laktoze.
Metode rada	Predavanje analiza rizika grupni rad.
Vrednovanje	Točnost izbora zamjena jasnoća HACCP mjera sudjelovanje.
Mjerljivi dokazi	Predani radni list s planom zamjena i HACCP mjerama.

11.1.5. Bezglutenski sladoledi

Ova radionica objašnjava funkcionalne uloge bezglutenskih sastojaka (npr. rižino brašno, tapioka, škrobovi, proteinske alternative) i tehnike za postizanje odgovarajuće teksture i stabilnosti. Naglasak je na mjerama za sprječavanje unakrsne kontaminacije: protokoli prijema sirovina, odvojeni alati, validirani postupci čišćenja i okolišno testiranje. Učenici izrađuju kontrolni protokol prijema sirovina i uče kako interpretirati rezultate briseva. Vrednovanje uključuje kvalitetu protokola i razumijevanje rizika.

	Sadržaj
Naziv radionice	BEZGLUTENSKI SLADOLEDI
Kratki opis	Bezglutenski sastojci, funkcionalne uloge i mjere za sprječavanje unakrsne kontaminacije.
Mjesto i oprema	Učionica uzorci bezglutenskih sastojaka radni listovi.
Ciljevi radionice	Učenik će poznavati bezglutenske sastojke učenik će opisati mjere prevencije učenik će izraditi protokol prijema sirovina.
Ishodi učenja	1) Navesti tri bezglutenska sastojka i funkciju 2) Opisati tri mjere prevencije

	3) Predati kontrolni protokol prijema sirovina.
Aktivnosti učenika	Analiziraju sastojke i izrađuju protokol prevencije kontaminacije.
Metode rada	Predavanje analiza slučaja izrada protokola.
Vrednovanje	Točnost protokola razumijevanje rizika kvalitetna dokumentacija.
Mjerljivi dokazi	Predani protokol prijema radni list.

11.1.6. Sladoledi bez alergena

Radionica se bavi identifikacijom glavnih alergena u slastičarstvu (jaja, orašasti plodovi, mlijeko, soja) i praktičnim zamjenama koje omogućuju očuvanje teksture i senzornog profila. Uči se izrada plana prilagodbe recepture bez jaja ili orašida te određivanje kritičnih kontrolnih točaka (CCP) za upravljanje alergenima. Učenici analiziraju slučajeve i planiraju validirane postupke čišćenja i verifikacije. Vrednovanje mjeri točnost identifikacije alergena, kvalitetu plana prilagodbe i evidenciju CCP-ova.

	Sadržaj
Naziv radionice	SLADOLEDI BEZ ALERGENA
Kratki opis	Identifikacija glavnih alergena, zamjene i CCP-ovi za sigurnu proizvodnju.
Mjesto i oprema	Učionica radni listovi.
Ciljevi radionice	Učenik će identificirati alergene učenik će izraditi plan prilagodbe recepture učenik će odrediti CCP-ove vezane uz alergene.
Ishodi učenja	1) Identificirati glavne alergene i zamjene 2) Predati plan prilagodbe recepture bez jaja/orašida 3) Navesti tri CCP-a i kontrolne mjere.
Aktivnosti učenika	Izrađuju plan prilagodbe recepture i identificiraju CCP-ove.
Metode rada	Analiza slučaja

	Predavanje grupni rad.
Vrednovanje	Točnost identifikacije alergena kvalitetan plan prilagodbe CCP evidencija.
Mjerljivi dokazi	Predani plan prilagodbe i CCP zapisnik.

11.2. Praktične radionice

Praktične radionice primjenjuju teoriju u kontroliranim proizvodnim uvjetima: od preciznog izračuna i vaganja receptura, preko pasterizacije, hlađenja i rada u batch freezeru, do oblikovanja, senzorne procjene i arhiviranja dokaza. Bave se izradom klasičnih i inovativnih proizvoda — gelata, sorbeta, veganskih i bezlaktoznih baza, niskokaloričnih formulacija te serija bez glutena i drugih alergena — uz naglasak na validirane postupke čišćenja i sprječavanje unakrsne kontaminacije. Uključuju rad s industrijskim bazama i testiranje komercijalnih pasta u malim i većim batchevima, praćenje teksture i stabilnosti kroz vrijeme te usporedne analize s domaćim formulacijama. Svaka praktična radionica zahtijeva vođenje zapisnika (pasterizacija, temperature, overruni), provođenje senzorskih i instrumentalnih mjerenja, te predaju dokumentacije (fotografije, brisevi, izvještaji) kao mjerljivih dokaza kvalitete i sigurnosti.



Slika 18. i 19. Praktične radionice, vlastita fotografija

11.2.1. Klasični sladoledi – praktična izrada gelata

Ova praktična radionica vodi učenike kroz kompletan tehnološki proces izrade gelata, od preciznog izračuna recepture za batch od 5 L do finalne obrade i serviranja. Naglasak je na točnom vaganju i

formulaciji, vođenoj pasterizaciji s evidentiranjem temperature i vremena, pravilnom hlađenju i radu u batch freezeru te mjerenju overruna kao ključnog parametra teksture. Učenici provode senzorsku procjenu gotovog proizvoda i dokumentiraju sve korake zapisnicima i fotografijama, što omogućuje identifikaciju i korekciju tehnoloških pogrešaka te potvrdu usklađenosti s definiranim kriterijima kvalitete.

	Sadržaj
Naziv radionice	KLASIČNI SLADOLEDI – PRAKTIČNA IZRADA GELATA
Kratki opis	Praktična izrada osnovne gelato baze i završne obrade za serviranje.
Mjesto i oprema	Praktikum slastičarstva 1 batch freezer na 3–4 učenika Vaga Termometar miješalica posude
Ciljevi radionice	Učenik će izračunati recepturu za 5 L s točnošću $\pm 5\%$ provesti pasterizaciju prema protokolu izmjeriti overrun i ocijeniti teksturu prema rubrici.
Ishodi učenja	1) Izračun recepture $\pm 5\%$; 2) Zapisnik pasterizacije (temp/time); 3) Overrun 20–35 %; 4) Ocjena teksture $\geq 3/4$.
Aktivnosti učenika	Izračunavaju recepturu, mjere i miješaju sastojke, provode pasterizaciju i zamrzavanje, mjere overrun i provode senzorsku analizu.
Metode rada	Učenje temeljeno na radu; demonstracija; timski rad; vođene refleksije.
Uloga nastavnika	Demonstrira postupak; nadzire CCP provjerava zapisnike daje povratnu informaciju.
CCP i higijena	CCP1: pasterizacija (temp/time) CCP2: hlađenje do $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$
Vrednovanje	Rubrika: točnost postupka, kvaliteta proizvoda, higijena, analiza i dokumentacija, timski rad
Mjerljivi dokazi	Predana receptura s fotografijama vaganja fotografije gotovog proizvoda.
Napomene i sigurnosne mjere	Alergeni označiti minimalno rukovanje inkluzija rukavice pri radu s toplim smjesama.

Receptura – Klasični sladoledi (1000 ml baze)

SASTOJAK	KOLIČINA	FUNKCIONALNA ULOGA
Punomasno mlijeko (3,5% m.m.)	600 ml	Tekuća baza; mliječni proteini stabiliziraju emulziju
Slatko vrhnje (35% m.m.)	150 ml	Kremoznost; stabilizacija strukture
Obrano mlijeko u prahu (MSNF)	50 g	Povećava suhu tvar; poboljšava teksturu
Saharoza	150 g	Zaslada; snižava točku ledišta (PAC 100)
Glukoza u prahu (dekstroza)	30 g	Snižava ledište; sprječava smrzavanje (PAC 190)
Žumanjci (pasteriz.)	60 g	Emulgator; kremoznost- zlatna boja
Guar guma (E412)	1,5 g	Stabilizator; usporava rast kristala leda

Tehnološki proces – Klasični sladoledi

1. Izvagati sve sastojke na digitalnoj vagi (preciznost 0,1 g)
2. Zagrijati mlijeko i vrhnje na 45°C
3. Dodati suhe sastojke (MSNF, šećeri, guar guma) — miješati do otapanja
4. Dodati žumanjke — homogenizirati
5. Pasterizirati na 85°C / 15 sekundi (CCP 1) — bilježiti u zapisnik
6. Brzo ohladiti na 4°C — ostaviti na zrenju min. 4 sata
7. Zamrzavati u batch freezeru do konzistencije gelata
8. Stvrdnuti u blast chilleru na -20°C (CCP 2)

11.2.2. Veganski sladoledi – praktična izrada

Radionica je usmjerena na praktičnu primjenu biljnih baza u formulacijama gelata i sorbeta: od odabira odgovarajuće biljne osnove i stabilizatora, preko pripreme 3 L serije, do zamrzavanja i praćenja stabilnosti. Učenici provode usporednu senzorsku analizu s mliječnim kontrolnim uzorkom i bilježe promjene u teksturi, okusu i stabilnosti nakon 24 sata. Posebna pažnja posvećuje se provjeri deklaracija, sprječavanju unakrsne kontaminacije i vođenju dokumentacije koja potvrđuje tehnološku ispravnost i sigurnost proizvoda.

	Sadržaj
--	----------------

Naziv radionice	VEGANSKI SLADOLEDI – praktična izrada
Kratki opis	Izrada veganske baze, zamrzavanje sorbeta/gelata i senzorsko uspoređivanje s kontrolom.
Mjesto i oprema	batch freezer vaga blender termometar
Ciljevi radionice	Pripremiti vegansku bazu za 3 L \pm 5 % dokumentirati teksturu i stabilnost nakon 24 h zabilježiti najmanje dvije senzorske razlike u odnosu na kontrolu.
Ishodi učenja	1) Receptura \pm 5 % 2) Dokumentirana stabilnost nakon 24 h 3) Dvije senzorske razlike zabilježene.
Aktivnosti učenika	Pripremaju vegansku bazu, zamrzavaju i provode senzorsko uspoređivanje s kontrolom.
Metode rada	Učenje kroz rad timski rad senzorska analiza.
Uloga nastavnika	Nadzire proces provjerava zapisnike vodi senzorsku sesiju.
CCP i higijena	Provjera deklaracija odvojeni alati za alergene evidencija čišćenja.
Vrednovanje	Kvaliteta proizvoda stabilnost nakon 24 h zapisnik i senzorski rezultati.
Mjerljivi dokazi	Receptura s fotografijama zapisnik zamrzavanja senzorski zapisnik.

Receptura – Veganski sladoledi (1000 ml baze)

SASTOJAK	KOLIČINA	FUNKCIONALNA ULOGA
----------	----------	--------------------

Kokosovo mlijeko (17% m.m.)	400 ml	Baza; masti zamjenjuju mliječnu kremu
Bademovo mlijeko (neslađeno)	300 ml	Tekuća baza; neutralan okus
Kokosovo ulje (rafinirano)	50 g	Stabilizacija strukture; kremoznost
Saharozna	120 g	Zaslada; snižava točku leđišta
Agavin sirup	40 g	Zaslada; viši PAC od saharoze
Proteini graška	20 g	Emulgator; zamjena za mliječne proteine
Ksantan guma (E415)	2 g	Stabilizator; reološka svojstva
Lecitin suncokreta (E322)	3 g	Emulgator; stabilizacija biljne emulzije

Tehnološki proces – Veganski sladoledi

1. Izvagati sve sastojke na digitalnoj vagi (preciznost 0,1 g)
2. Zagrijati kokosovo i bademovo mlijeko na 45°C
3. Dodati suhe sastojke (proteini graška, šećeri, ksantan) — miješati do potpunog otapanja
4. Dodati kokosovo ulje i lecitin — homogenizirati blenderom 2 minute
5. Pasterizirati na 85°C / 15 sekundi (CCP 1) — bilježiti u zapisnik
6. Brzo ohladiti na 4°C — ostaviti na zrenju min. 4 sata
7. Provjeriti Brix refraktometrom (ciljna vrijednost 28–32°)
8. Zamrzavati u batch freezeru
9. Stvrdnuti u blast chilleru na –20°C (CCP 2)

11.2.3. Dijabetički sladoledi – praktična izrada

U ovoj radionici učenici praktično primjenjuju alternativne zaslađivače i prilagođavaju recepture kako bi postigli značajno smanjenje kalorija bez narušavanja teksture i senzornog doživljaja. Proces uključuje izračun i prilagodbu formulacije, vođenje zapisnika tijekom pasterizacije i hlađenja, zamrzavanje u batch freezeru te instrumentalna i senzorska mjerenja za kvantificiranje razlika u odnosu na referentni proizvod. Završni ishod je kratki izvještaj s troškovnikom i nutritivnim pokazateljima koji dokumentira izvedivost i sigurnost recepture.

	Sadržaj
Naziv radionice	DIJABETIČKI SLADOLEDI – praktična izrada
Kratki opis	Izrada niskokaloričnog sladoleda, mjerenje parametara i usporedba s referentnim proizvodom.
Mjesto i oprema	batch freezer vaga termometar oprema za senzorsko testiranje.
Ciljevi radionice	Pripremiti niskokalorični sladoled i evidentirati parametre izmjeriti teksturu i okus te usporediti s referentom
Ishodi učenja	1) Predana receptura i zapisnik procesa 2) Kvantificirana razlika u teksturi/okusu
Aktivnosti učenika	Pripremaju niskokalorični proizvod i izvještavaju o razlikama.
Metode rada	Projektna nastava degustacija.
Uloga nastavnika	Nadzire proces provjerava parametre
CCP i higijena	Točno doziranje zaslađivača evidencija pasterizacije i hlađenja označavanje deklaracije.
Vrednovanje	Tekstura i okus u odnosu na referencu
Mjerljivi dokazi	Zapisnik procesa senzorski zapisnik

Receptura – Dijabetički sladoledi (1000 ml baze)

SASTOJAK	KOLIČINA	FUNKCIONALNA ULOGA
Punomasno mlijeko (3,5% m.m.)	600 ml	Tekuća baza; mliječni proteini stabiliziraju emulziju
Slatko vrhnje (35% m.m.)	100 ml	Kremoznost; stabilizacija strukture
Obrano mlijeko u prahu (MSNF)	50 g	Povećava suhu tvar; poboljšava teksturu

Eritritol	100 g	Zaslada bez kalorija; PAC 280; pažnja na hladan efekt
Aluloza	30 g	GI = 0; funkcionira slično šećeru pri zamrzavanju
Stevija	0,5 g	Intenzivni zaslađivač; uvijek kombinirati s eritritolom
Inulin	20 g	Vlakno; imitira mast; prebiotik
Guar guma (E412)	1,5 g	Stabilizator; usporava rast kristala leda

Tehnološki proces – Dijabetički sladoledi

1. Izvagati sve sastojke na digitalnoj vagi (preciznost 0,1 g)
2. Zagrijati mlijeko i vrhnje na 45°C
3. Dodati suhe sastojke (MSNF, eritritol, aluloza, inulin, guar guma) — miješati do otapanja
4. Dodati steviju — pažljivo dozirati, miješati
5. Pasterizirati na 85°C / 15 sekundi (CCP 1) — bilježiti u zapisnik
6. Brzo ohladiti na 4°C — ostaviti na zrenju min. 4 sata
7. Provjeriti Brix refraktometrom (ciljna vrijednost 28–32°)
8. Zamrzavati u batch freezeru
9. Stvrdnuti u blast chilleru na –20°C (CCP 2)
10. Testirati teksturu nakon 48 sati skladištenja

11.2.4. Sladoledi bez laktoze – praktična izrada

Radionica se fokusira na izradu sladoleda bez laktoze koristeći zamjene za mliječne sastojke koje očuvaju kremoznost i senzorna svojstva. Učenici pripremaju seriju, vode procesne zapisnike, provode senzorska i instrumentalna ispitivanja odmah i nakon 48 sati skladištenja te verificiraju deklaracije i postupke za sprječavanje unakrsne kontaminacije. Dokumentacija rezultata i eventualne analitičke provjere služe kao dokaz usklađenosti s bezlaktoznim standardima i kao osnova za poboljšanja recepture.



Slika 20. Radionica, vlastita fotografija

	Sadržaj
Naziv radionice	SLADOLEDI BEZ LAKTOZE – praktična izrada
Kratki opis	Izrada sladoleda bez laktoze, test stabilnosti i verifikacija deklaracije.
Mjesto i oprema	Laboratorij batch freezer vaga; termometar
Ciljevi radionice	Pripremiti sladoled bez laktoze i evidentirati parametre procijeniti stabilnost nakon 48 h
Ishodi učenja mjerljivi	1) Predana receptura i zapisnik procesa 2) Dokumentirana stabilnost nakon 48 h
Aktivnosti učenika	Pripremaju proizvod bez laktoze, prate parametre i testiraju stabilnost nakon skladištenja.
Metode rada	Učenje temeljeno na radu Demonstracija senzorsko testiranje.
Uloga nastavnika	Nadzire proces
CCP i higijena	Odvojeni alati i površine zapisnik čišćenja provjera dobavljača.
Vrednovanje	Stabilnost nakon 48 h točnost procesa
Mjerljivi dokazi	Zapisnik procesa senzorski zapisnik nakon 48 h

Receptura – Sladoledi bez laktoze (1000 ml baze)

SASTOJAK	KOLIČINA	FUNKCIONALNA ULOGA
Bezlaktozno punomasno mlijeko	600 ml	Tekuća baza; bez laktoze; zadržava mliječne proteine
Bezlaktozno slatko vrhnje (35%)	150 ml	Kremoznost; stabilizacija strukture
Bezlaktozno obrano mlijeko u prahu	50 g	Povećava suhu tvar; poboljšava teksturu
Saharozna	150 g	Zaslada; snižava točku ledišta (PAC 100)
Glukoza u prahu (dekstroza)	30 g	Snižava ledište; sprječava smrzavanje
Žumanjci (pasteriz.)	60 g	Emulgator; kremoznost
Guar guma (E412)	1,5 g	Stabilizator; usporava rast kristala leda

Tehnološki proces – Sladoledi bez laktoze

1. Izvagati sve sastojke na digitalnoj vagi (preciznost 0,1 g)
2. Provjeriti deklaracije svih sastojaka — potvrditi oznaku "bez laktoze"
3. Zagrijati bezlaktozno mlijeko i vrhnje na 45°C
4. Dodati suhe sastojke (MSNF, šećeri, guar guma) — miješati do otapanja
5. Dodati žumanjke — homogenizirati
6. Pasterizirati na 85°C / 15 sekundi (CCP 1) — bilježiti u zapisnik
7. Brzo ohladiti na 4°C — ostaviti na zrenju min. 4 sata
8. Zamrzavati u batch freezeru
9. Stvrdnuti u blast chilleru na -20°C (CCP 2)
10. Verificirati deklaraciju gotovog proizvoda — potvrditi odsutnost laktoze
11. Testirati stabilnost nakon 48 sati skladištenja

11.2.5. Bezglutenski sladoledi – praktična izrada

Praktična radionica posvećena je proizvodnji bezglutenskih sladoleda uz strogu kontrolu radnog mjesta i validirane postupke čišćenja. Učenici pripremaju radno mjesto, provode briseve prije i nakon čišćenja, izrađuju proizvod u odvojenom procesu i interpretiraju rezultate okolišnog testiranja. Cilj je

demonstrirati i dokumentirati da su primijenjeni protokoli učinkoviti te predati kompletan zapisnik čišćenja i rezultate briseva koji potvrđuju sigurnost proizvoda za osobe s celijakijom.

	Sadržaj
Naziv radionice	BEZGLUTENSKI SLADOLEDI – praktična izrada
Kratki opis	Izrada bezglutenskog sladoleda, čišćenje opreme i okolišno testiranje.
Mjesto i oprema	batch freezer vaga odvojeni alati.
Ciljevi radionice	Izraditi bezglutenski sladoled prema protokolu prezentirati provjere sigurnosti.
Ishodi učenja	1) Zapisnik čišćenja prije rada 2) Rezultati briseva s interpretacijom 3) Presentacija proizvoda s provjerama.
Aktivnosti učenika	Proizvode bezglutenski proizvod, provode čišćenje
Metode rada	Demonstracija praktični rad
Uloga nastavnika	Nadzire čišćenje provjerava rezultate briseva ocjenjuje prezentaciju.
CCP i higijena	Obvezno brisanje kritičnih površina evidencija čišćenja odvojeni alati.
Vrednovanje	Kvaliteta proizvoda primjena protokola čišćenja.
Mjerljivi dokazi	Zapisnik čišćenja

Receptura – Bezglutenski sladoledi (1000 ml baze)

SASTOJAK	KOLIČINA	FUNKCIONALNA ULOGA
Punomasno mlijeko (3,5% m.m.)	600 ml	Tekuća baza; mliječni proteini stabiliziraju emulziju
Slatko vrhnje (35% m.m.)	150 ml	Kremoznost; stabilizacija strukture

Obrano mlijeko u prahu (MSNF)	50 g	Povećava suhu tvar; poboljšava teksturu
Saharoza	150 g	Zaslada; snižava točku ledišta
Glukoza u prahu (dekstroza)	30 g	Snižava ledište; sprječava smrzavanje
Žumanjci (pasteriz.)	60 g	Emulgator; kremoznost
Guar guma (E412) — GF certificirana	1,5 g	Stabilizator; mora imati GF certifikat

Protokol prevencije unakrsne kontaminacije – Bezglutenski sladoledi

KORAK	MJERA
Prije početka rada	Temeljito čišćenje i dezinfekcija sve opreme i radnih površina
Oprema	Koristiti isključivo označenu opremu rezerviranu za bezglutenske proizvode
Sastojci	Provjeriti GF certifikat svakog sastojka — posebno stabilizatori i dodaci
Toppingi i dodaci	Koristiti isključivo bezglutenski cone/posip (GF certificiran)
Dokumentacija	Zabilježiti LOT brojeve svih sastojaka u procesni zapisnik
Nakon proizvodnje	Uzeti briseve s opreme i poslati na analizu

Tehnološki proces – Bezglutenski sladoledi

1. Izvagati sve sastojke na digitalnoj vagi (preciznost 0,1 g)
2. Provjeriti GF certifikate svih sastojaka — dokumentirati LOT brojeve
3. Zagrijati mlijeko i vrhnje na 45°C
4. Dodati suhe sastojke (MSNF, šećeri, guar guma GF) — miješati do otapanja
5. Dodati žumanjke — homogenizirati
6. Pasterizirati na 85°C / 15 sekundi (CCP 1) — bilježiti u zapisnik
7. Brzo ohladiti na 4°C — ostaviti na zrenju min. 4 sata
8. Zamrzavati u batch freezeru — oprema mora biti GF certificirana i očišćena
9. Stvrdnuti u blast chilleru na -20°C (CCP 2)
10. Uzeti briseve s opreme nakon završetka — dokumentirati rezultate

11.2.6. Sladoledi bez alergena – praktična izrada

Ova radionica simulira proizvodnju serije bez odabranog alergena uz validirane postupke čišćenja između serija i potpunu sljedivost sirovina. Učenici provode proizvodnju koristeći zamjene, dokumentiraju svaki korak čišćenja i uzimaju uzorke za senzorsku i, po potrebi, analitičku verifikaciju odsutnosti tragova alergena. Završni paket dokumenata uključuje zapisnike čišćenja, rezultate testova i evidenciju dobavljača, što omogućuje donošenje odluke o sigurnosti serije za osjetljive potrošače.

	Sadržaj
Naziv radionice	SLADOLEDI BEZ ALERGENA – praktična izrada
Kratki opis	Proizvodnja sladoleda bez odabranog alergena, čišćenje između serija i verifikacija sigurnosti.
Mjesto i oprema	batch freezer odvojeni alati
Ciljevi radionice	Proizvesti sladoled bez odabranog alergena i dokumentirati čišćenje
Ishodi učenja mjerljivi	1) Zapisnik čišćenja između serija 2) Predana dokumentacija sljedivosti.
Aktivnosti učenika	Proizvode seriju bez alergena, provode čišćenje i senzorsku provjeru te predaju dokumentaciju.
Metode rada	Učenje kroz rad timski rad senzorsko testiranje.
Uloga nastavnika	Nadzire čišćenje
CCP i higijena	Validirani postupci čišćenja evidencija dobavljača.
Vrednovanje	Sigurnost serije potpuna dokumentacija.
Mjerljivi dokazi	Zapisnik čišćenja senzorski zapisnik dokumentacija dobavljača.

Receptura – Sladoledi bez alergena (1000 ml baze)

SASTOJAK	KOLIČINA	FUNKCIONALNA ULOGA
Rižino mlijeko (neslađeno)	400 ml	Tekuća baza; bez top-8 alergena
Kokosovo mlijeko (17% m.m.)	250 ml	Kremoznost; zamjena za mliječnu mast
Kokosovo ulje (rafinirano)	50 g	Stabilizacija strukture; neutralan okus
Saharozna	140 g	Zaslada; snižava točku ledišta
Glukoza u prahu (dekstroza)	30 g	Snižava ledište; sprječava smrzavanje
Lecitin suncokreta (E322)	3 g	Emulgator; bez soje — pažnja na deklaraciju
Ksantan guma (E415)	2 g	Stabilizator; bez alergena
Guar guma (E412)	1 g	Stabilizator; usporava rast kristala leda

Dokumentacija sljedivosti – Sladoledi bez alergena

ALERGEN	PROVJERA	DOKUMENTACIJA
Mlijeko i laktoza	Rižino i kokosovo mlijeko — bez mliječnih proteina	LOT broj + certifikat dobavljača
Jaja	Nije u recepturi	Potvrda dobavljača svih sastojaka
Soja	Lecitin suncokreta — ne sojin	Deklaracija + LOT broj
Gluten	Svi sastojci GF certificirani	GF certifikat + brisevi opreme
Orašasti plodovi	Nije u recepturi	Potvrda dobavljača

Tehnološki proces – Sladoledi bez alergena

1. Izvagati sve sastojke na digitalnoj vagi (preciznost 0,1 g)
2. Provjeriti deklaracije i certifikate svih sastojaka — dokumentirati LOT brojeve

3. Temeljito očistiti i dezinficirati svu opremu prije početka rada
4. Zagrijati rižino i kokosovo mlijeko na 45°C
5. Dodati suhe sastojke (šećeri, ksantan, guar guma) — miješati do otapanja
6. Dodati kokosovo ulje i lecitin suncokreta — homogenizirati blenderom 2 minute
7. Pasterizirati na 85°C / 15 sekundi (CCP 1) — bilježiti u zapisnik
8. Brzo ohladiti na 4°C — ostaviti na zrenju min. 4 sata
9. Provjeriti Brix refraktometrom (ciljna vrijednost 28–32°)
10. Zamrzavati u batch freezeru — samo označena oprema za bezalergenske proizvode
11. Stvrdnuti u blast chilleru na –20°C (CCP 2)
12. Dokumentirati cijeli proces — zapisnik pasterizacije + sljedivost LOT-ova

11.3. Testiranje pasta i baza za posebne režime

Kratki praktični test paste u malom batchu (≥ 1 L) omogućuje provjeru deklariranih funkcija i procjenu tehnološkog učinka u stvarnim uvjetima. Učenici pripremaju seriju, mjere ključne parametre, provode senzorsku analizu i izrađuju kratku preporuku za primjenu paste u specifičnoj recepturi.

Dokumentirani rezultati služe kao temelj za odluku o uvođenju paste u daljnje formulacije i za izradu preporuka za proizvodnju.

	Sadržaj
Naziv radionice	TESTIRANJE PASTA I BAZA ZA POSEBNE REŽIME (praktično)
Kratki opis	Testiranje jedne paste u malom batchu (≥ 1 L) i analiza senzorskih i tehnoloških rezultata.
Mjesto i oprema	batch freezer uzorci pasta vaga termometar.
Ciljevi radionice	Testirati pastu u ≥ 1 L i evidentirati senzorske i tehnološke rezultate izraditi preporuku za primjenu paste.
Ishodi učenja	1) Predan zapisnik testiranja paste 2) Kvantificirani senzorski i tehnološki rezultati
Aktivnosti učenika	Testiraju pastu u malom batchu, mjere parametre i dokumentiraju rezultate.

Metode rada	Praktični test analiza rezultata grupni rad.
Uloga nastavnika	Nadzire test provjerava rezultate daje povratnu informaciju.
CCP i higijena	Provjera deklaracija evidencija čišćenja
Vrednovanje	Točnost identifikacije funkcija; rezultati testiranja preporuka za primjenu.

11.3.1. Korištenje industrijskih baza

Radionica omogućuje rad s industrijskim bazama u većem batchu (10 L) kako bi se testirala primjenjivost i učinak gotovih industrijskih formulacija. Učenici prilagođavaju koncentraciju baze, vode detaljan zapisnik procesa i prate senzorsku i instrumentalnu stabilnost proizvoda tijekom sedam dana. Usporedna analiza s domaćom bazom i izvještaj o tehnološkim i senzornim razlikama daju praktične smjernice za uvođenje industrijskih rješenja u proizvodnju.

	Sadržaj
Naziv radionice	RADIONICA KORIŠTENJE INDUSTRIJSKIH BAZA
Kratki opis	Demonstracija i testiranje industrijskih baza (PURATOS) u proizvodnji sladoleda.
Mjesto i oprema	batch freezer industrijske baze vaga termometar.
Ciljevi radionice	Primijeniti industrijsku bazu u recepturi za 3 L procijeniti utjecaj na teksturu i stabilnost dokumentirati razlike u odnosu na domaću bazu.
Ishodi učenja	1) Prilagodba koncentracije baze za 3 L 2) Dokumentirana procjena teksture i stabilnosti nakon 7 dana 3) Zapisnik s najmanje tri razlike u procesu.

Aktivnosti učenika	Testiraju industrijsku bazu u batchu 3 L i prate teksturu tijekom skladištenja.
Metode rada	Demonstracija praktičan rad usporedni test.
Uloga nastavnika	nadzire testiranje ocjenjuje rezultate.
CCP i higijena	Provjera deklaracija i kompatibilnosti evidencija čišćenja
Vrednovanje	Usporedba rezultata s domaćom bazom senzorska ocjena.

Fokus je na upravljanju teksturom i radu sa šaržnim zaleđivačima koji su standard u zanatskoj proizvodnji gelata. Analiza fizičko-kemijskih razlika između gelata (4–8 % masti), američkog ice creama (10–16 % masti) i industrijskog sladoleda. Proučavanje uloge overruna u teksturi. Za razliku od kontinuiranih sustava, ovdje se svaka šarža mjeri i zamrzava zasebno, što omogućuje veću fleksibilnost u radu s malim količinama i različitim okusima.

Ledeni izazov: Znanost i Umjetnost Savršenog Sladoleda

Digitalni obrazovni materijal povezuje teoriju fizikalno-kemijskih procesa s praktičnom izradom ledenih slastica.
Fokus na preciznoj tehnologiji, kontroli kvalitete i prilagodbi receptura.

KATEGORIZACIJA I SASTAV SLASTICA

Sladoled kao kompleksan sustav



Prilagođena prehrana
(Moderni trendovi)

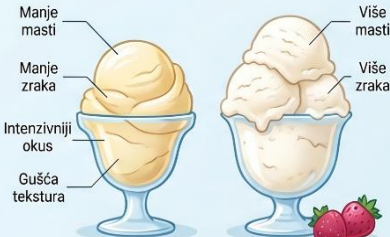


Inulin
(Zamjena za masnoću)



Enzim laktaza
(Za bezlaktozne varijante)

Gelato vs. Američki Ice Cream



	Gelato (Talijanski)	Američki Ice Cream	Industrijski (EU)
Miješana mast	4 – 8 %	10 – 16 %	8 – 12 %
Udio zraka (Overrun)	20 – 35 %	60 – 100 %	35 – 60 %
Temp. serviranja	-10 do -14 °C	-18 °C	-15 do -18 °C

TEHNOLOGIJA I SIGURNOST PROIZVODNJE


Kritične kontrolne točke (CCP)



Pasterizacija (80–85 °C)




Mikrobiološka ispravnost




Brzo hlađenje (< 4 °C)

Dinamičko zamrzavanje i Overrun



Sitni kristali leda (< 50 µm) za vrhunsku glatkoću

Važnost brzog stvrdnjavanja (Hardening)



Naglo hlađenje fiksira strukturu i sprječava nastanak grubih kristala

Slika 21. Umjetnost ledenih slastica, AI alat

12. IZRADA AUTORSKOG INOVATIVNOG PROIZVODA

Završni zadatak: Izrada autorskog inovativnog proizvoda koji zadovoljava sve senzorske i zdravstvene kriterije.

Primjeri mogućih autorskih proizvoda

NAZIV KONCEPTA	CILJNA SKUPINA	INOVACIJA
Veganski gelato od indijskih oraščića (GI < 20)	Vegani + dijabetičari	Kombinacija cashew baze + tagatoza + inulin
Dijabetički sorbet s eritritolom i steviom	Dijabetičari	Balans PAC/POD bez saharoze; GI ≈ 0
Bezlaktozni sladoled s pojačanom kremoznošću	Laktoza intolerantni	Protein graška kao zamjena za kazein
Bezglutenski frozen jogurt	Celijakičari	Probiotička baza s GF certifikacijom
Sladoled bez alergena (bez top-8 alergena)	Alergičari	Bez mlijeka, jaja, soje, orašida, glutena

Ova radionica objedinjuje sva prethodno stečena znanja o fizikalno-kemijskim procesima, tehnologiji zaleđivanja i prilagođenoj prehrani.

Radionica je podijeljena na fazu planiranja (teorijski dio) i fazu izvedbe (praktični dio).

12.1. Teorijska radionica: Dizajn inovativnog koncepta

Ova faza fokusira se na analizu potreba i kreativno stvaralaštvo na papiru prije samog ulaska u praktikum.

Element	Opis radionice: "Od ideje do recepture"
Ciljevi radionice	Učenik će analizirati potrebe specifične ciljne skupine i samostalno osmisliti inovativnu recepturu.
Ishodi učenja	1) Definirati ciljnu skupinu (npr. dijabetičari, vegani) 2) Izabrati funkcionalne sirovine i zamjene

	3) Izračunati uravnoteženu recepturu (masti, MSNF, Brix).
Materijali	Radni listovi za kalkulaciju, deklaracije sirovina, stručna literatura o zamjenskim zaslađivačima i biljnim proteinima.
Aktivnosti učenika	Učenici biraju izazov (npr. veganski gelato s niskim glikemijskim indeksom), određuju omjere sastojaka i argumentiraju odabir stabilizatora i emulgatora.
Metode rada	Problemska nastava, individualni projektni rad, analiza slučaja.
Vrednovanje	Točnost kalkulacije: Je li receptura tehnološki izvediva (npr. balans šećera za točku ledišta).
Mjerljivi dokazi	Predan i potpisan projektni zadatak s detaljnim izračunom i opisom nutritivnih vrijednosti.

12.2. Praktična radionica: Realizacija autorskog proizvoda

Ovdje učenici primjenjuju učenje temeljeno na radu (UTR) koristeći profesionalnu opremu kako bi kreirali svoj autorski desert.

Element	Opis radionice: Ledeni izazov u praksi
Ciljevi radionice	Izrada funkcionalnog i senzorski vrhunskog proizvoda uz potpunu primjenu HACCP standarda.
Ishodi učenja	1) Samostalno rukovanje batch freezerom 2) Provedba CCP 1 (pasterizacija) i CCP 2 (hlađenje) 3) Postizanje ciljanog overruna i teksture.
Materijali i oprema	Profesionalni batch freezer, pasterizator (ili indukcija), precizna vaga (0,1 g), refraktometar, blast chiller.
Aktivnosti učenika	Precizno vaganje, termička obrada smjese, kontrolirano zamrzavanje s inkorporacijom zraka, šokiranje (hardening) i završna prezentacija.
CCP i higijena	Strogo vođenje zapisnika o temperaturi pasterizacije (80–85 °C) i brzini hlađenja (< 4 °C).

Vrednovanje	Rubrika kvalitete: Ocjenjuje se tekstura (glatkoća < 50 µm), stabilnost pri topljenju i inovativnost okusa.
Mjerljivi dokazi	Gotov proizvod spreman za degustaciju, pismeni dnevnik pasterizacije i fotografije procesa.

💡 JESTE LI ZNALI?

- Autorski potpis: U svijetu vrhunskog slastičarstva (*fine dining*), inovativni sladoledi često koriste tehnike poput sferifikacije ili tekućeg dušika kako bi stvorili potpuno novi doživljaj teksture.
- Balans je ključ: Izrada sladoleda bez šećera nije samo pitanje okusa, već fizike; šećer služi kao "antifriz" koji sprječava da sladoled postane tvrd poput kamena.
- Clean Label izazov: Najteže je napraviti inovativni proizvod bez ikakvih umjetnih dodataka (tzv. *čista etiketa*), jer se tada stabilnost mora postići isključivo prirodnim vlaknima poput inulina.

13. SAMOVREDNOVANJE

Samovrednovanje omogućuje učenicima da procijene vlastiti napredak, prepoznaju područja u kojima su sigurni te identificiraju elemente koje trebaju dodatno uvježbati. Ovaj instrument povezan je s odgojno-obrazovnim ishodima i prati sve ključne kompetencije potrebne za izradu ledenih slastica u profesionalnom okruženju.

Učenici ispunjavaju tablicu nakon završetka tematskih radionica.

Model 1: Samovrednovanje učenika (Vrednovanje kao učenje)

Učenici ispunjavaju tablicu nakon svake radionice i pri završetku programa. Fokus je na samorefleksiji i postavljanju osobnih ciljeva.

KRITERIJ SAMOVREDNOVANJA	U POTPUNOSTI	DJELOMIČNO	JOŠ UČIM
--------------------------	--------------	------------	----------

Razumijem fizikalno-kemijska svojstva ledenih slastica kao koloidnog sustava	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poznajem razlike između gelata, ice creama i industrijskog sladoleda te njihove tehnološke parametre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu analizirati funkcionalna svojstva zaslađivača (POD/PAC) i primjeniti ih u formulaciji	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Samostalno upravljam batch freezerom i provodim pasterizaciju prema CCP 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Precizno koristim refraktometar i digitalne vage te dokumentiram mjerenja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu balansirati recepturu bez laktoze, šećera ili mliječnih proteina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Provodim protokol prevencije unakrsne kontaminacije alergena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vodim procesnu dokumentaciju (zapisnici, senzorski listići, fotografije)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Model 2: Vršnjačka procjena (Vrednovanje za učenje)

Vršnjačka procjena provodi se pri senzorskim analizama i prezentacijama. Učenici vrednuju jedni druge prema definiranim kriterijima, razvijajući kritičko mišljenje i profesionalnu komunikaciju.

KRITERIJ VRŠNJAČKE PROCJENE	ODLIČNO (4-5)	ZADOVOLJAVA (2-3)	TREBA RAZVITI (1)
Tekstura i konzistencija gotovog proizvoda	Glatka, kremasta, bez vidljivih kristala	Prihvatljiva tekstura, manje zrnata	Gruba, pijeskovita ili previše tvrda
Okus i miris – usklađenost s konceptom	Uravnotežen i autentičan, odgovara ciljnoj skupini	Prepoznatljiv okus, ali manjkav balans	Nedefiniran okus; lošija supstitucija

Vizualna prezentacija i serviranje	Estetski dojmljivo, profesionalna prezentacija	Uredan izgled, standardno serviranje	Vizualno neprimamljivo ili nestandardno
Dokumentacija i argumentacija odabira	Potpuna dokumentacija; jasno argumentirani odabiri	Dokumentacija prisutna, nepotpuna obrazloženja	Dokumentacija manjkava ili nepostojeća

Model 3: Analitička rubrika – Sumativno vrednovanje (Vrednovanje naučenog)

Primjenjuje se pri završnom vrednovanju autorskog inovativnog proizvoda. Nastavnik vrednuje prema pet kriterija, a svaki kriterij opisuju četiri razine postignuća.

KRITERIJ	IZVRSNO	DOBRO	ZADOVOLJAVA	POTREBNO POBOLJŠATI
Tehnološka ispravnost	Savršen balans recepture kristali leda < 30 µm stabilna emulzija postignuti ciljani overrun	Manja zrnatost prebrzo topljenje u vitrini; overrun odstupa < 5%	Prihvatljiv proizvod s vidljivim manjkavostima u teksturi	Gruba tekstura osjetni kristali leda ili laktoze tehnološke greške
Prilagodba ciljnoj skupini	Potpuno funkcionalna i sigurna slastica za specifičnu ciljnu skupinu; svi alergeni eliminirani	Sigurna za skupinu, ali senzorski smanjena kvaliteta	Uglavnom prilagođena, ali s manjim propustima	Sastojci nisu adekvatno zamijenjeni potencijalni rizik za skupinu
HACCP dokumentacija	Svi CCP zapisnici točni i potpuni nulti rizik kontaminacije sljedivost LOT brojeva	Zapisnici postoje, ali nepotpuni manja propuštanja	Osnovna dokumentacija prisutna, ali nedostatna	Ozbiljni propusti u evidentiranju CCP-ova temperatura nije dokumentirana
Inovativnost i kreativnost	Originalna kombinacija	Standardna receptura s	Manjkava kreativnost	Nije definiran inovativan koncept

	funkcionalnih sastojaka jasna inovativna ideja stručno argumentirana	jednom kreativnom promjenom	nedovoljno inovativno	kopija postojeće recepture
Usmena prezentacija	Jasna, stručna i samopouzdana precizno obrazložene nutritivne i funkcionalne vrijednosti	Prezentacija razumljiva, ali s manjim propustima u stručnom govoru	Osnovno izlaganje odgovori na pitanja djelomično točni	Nestrukturirana prezentacija nema stručnog obrazloženja odabira

Izvjescivanje

OBLIK IZVJEŠĆIVANJA	SADRŽAJ I SVRHA
Opisno izvješće	Napredak u okviru razlikovnog kurikulumu; individualni komentari za svakog učenika
Bilješka u e-dnevniku	Sudjelovanje u razlikovnom programu; relevantno za strukovne natjecanja
Pohvala / preporuka	Za iznimna postignuća: preporuka za strukovno natjecanje u šk. god. 2026./2027.

13.1. Samovrednovanje znanja i razumijevanja

Element	U potpunosti	Djelomično	Još učim
Razlikujem vrste ledenih slastica (gelato, ice cream, sorbet, granita).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Razumijem što je overrun i kako utječe na teksturu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu objasniti ulogu masti, proteina, šećera i stabilizatora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Razumijem mikrostrukturu sladoleda (led, zrak, emulzija).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Poznajem osnovne faze tehnološkog procesa (pasterizacija, homogenizacija, zamrzavanje).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------	--------------------------

13.2. Samovrednovanje praktičnih vještina

Element	U potpunosti	Djelomično	Još učim
Samostalno pripremam bazu prema recepturi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pravilno koristim batch freezer, refraktometar i termometar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu prepoznati i objasniti tehnološke defekte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poštujem higijenska pravila i CCP točke.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu izraditi stabilnu i kremastu teksturu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13.3. Samovrednovanje kompetencija za prilagođenu prehranu

Element	U potpunosti	Djelomično	Još učim
Razlikujem veganske, bezlaktozne, bezglutenske i dijabetičke slastice.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu zamijeniti sastojke prema funkciji (mast, proteini, emulgatori).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Razumijem rizike unakrsne kontaminacije.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pridržavam se pravila sljedivosti i označavanja alergena.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13.4. Samovrednovanje kreativnosti i profesionalnosti

Element	U potpunosti	Djelomično	Još učim

Mogu osmisliti vlastitu recepturu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu obrazložiti izbor sastojaka i tehnoloških postupaka.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mogu profesionalno prezentirati gotov proizvod.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aktivno sudjelujem u timskom radu tijekom radionica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Odgovorno rukujem opremom i sastojcima.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13.5. Refleksija učenika

PITANJE ZA REFLEKSIJU	MOJ ODGOVOR / ZAKLJUČAK
Koji je bio moj najveći tehnološki izazov u ovom programu?	
Što sam novo naučio/la o funkcionalnoj ulozi zaslađivača?	
Kako bi poboljšao/la svoju autorsku recepturu pri sljedećoj izradi?	
Što mi znači rad s industrijskim bazama u kontekstu profesionalne prakse?	
Moj osobni cilj za sljedeće razdoblje:	

Moja osobni profil napretka

MOJ NAJVEĆI USPJEH	MOJ NAJVEĆI IZAZOV	MOJ SLJEDEĆI CILJ

14. ZAKLJUČAK

Digitalni obrazovni materijal *Ledene slastice* oblikovan je kao cjelovit, suvremen i metodički promišljen nastavni resurs koji povezuje teorijska znanja, tehnološke procese i praktične vještine

potrebne za rad u modernom slastičarstvu. Poseban naglasak stavljen je na razumijevanje složenih fizikalno-kemijskih sustava, preciznu kontrolu tehnoloških parametara te sigurnu primjenu profesionalne opreme u školskom i radnom okruženju.

Kroz jasno definirane ishode učenja, materijal omogućuje sustavno razvijanje kompetencija učenika od temeljitog razumijevanja sastava i strukture ledenih slastica do samostalne izrade inovativnih proizvoda prilagođenih različitim prehranbenim potrebama. Time se potiče kritičko mišljenje, tehnološka analiza i kreativno rješavanje problema u realnim radnim situacijama.

Posebna vrijednost materijala očituje se u integraciji prilagođene prehrane, HACCP sustava i suvremenih prehranbenih trendova. Učenici stječu znanja i vještine koje su izravno primjenjive u profesionalnoj praksi te usklađene s potrebama tržišta rada. Primjenom učenja temeljenog na radu (UTR), učenici aktivno sudjeluju u procesu, razvijaju samostalnost i povezuju teoriju s praksom što predstavlja temelj kvalitetnog strukovnog obrazovanja.

Zaključno, *Ledene slastice* predstavljaju moderan, funkcionalan i stručno utemeljen obrazovni materijal koji doprinosi razvoju kompetentnih, prilagodljivih i tehnološki osposobljenih budućih slastičara, spremnih odgovoriti na izazove suvremene proizvodnje i inovacija u gastronomiji.

15. POJMOVNIK

NAZIV	DEFINICIJA
Aging (Zrenje)	Tehnološka faza (30 min – 12 h) hidratacije stabilizatora i proteina na < 4°C; mirovanje smjese na hladnom radi stabilizacije baze
Batch freezer	Šaržni zaleđivač; stroj koji istovremeno hladi, miješa i aerira smjesu
Blast chiller (Šoker)	Uređaj za ekstremno brzo hlađenje i stvrdnjavanje gotovog sladoleda
Brix	Postotak otopljene suhe tvari (šećera) izmjeren refraktometrom
CCP	Kritična kontrolna točka (Critical Control Point) u HACCP sustavu; faza procesa ključna za sigurnost proizvoda
Clean Label	Korištenje prirodnih sastojaka bez umjetnih dodataka
Destabilizacija masti	Djelomično spajanje masnih kapljica koje tvore stabilnu mrežu oko mjehurića zraka
Dinamičko zamrzavanje	Istovremeno hlađenje i miješanje uz ugradnju zraka u batch freezeru
Emulgatori	Tvari koje stabilno povezuju vodu i masti u homogenu emulziju
Emulzija	Sustav sitnih kapljica masti ravnomjerno raspršenih u vodenoj fazi
Enzimaska hidroliza	Razgradnja laktoze pomoću enzima laktaze na glukozu i galaktozu
Frozen Yogurt	Ledena slastica na bazi fermentiranog mlijeka s probioticima
Gelato	Talijanski stil sladoleda s nižim udjelom masti i zraka; intenzivniji okus
Granita	Slastica krupne kristalne strukture leda bez ugrađenog zraka
Gumasta tekstura	Žvakasti osjećaj u ustima zbog viška stabilizatora u recepturi
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points – sustav upravljanja sigurnošću hrane kroz analizu opasnosti i kontrolnih točaka

Hardening (Stvrđnjavanje)	Brzo duboko zamrzavanje u blast chilleru radi fiksiranja strukture sladoleda
Homogenizacija	Usitnjavanje masnih kapljica za glatku i stabilnu teksturu
Ice Cream	Američki stil sladoleda s visokim udjelom masti i zraka
Inulin	Prehrambeno vlakno koje služi kao zamjena za masnoću i šećer; prebiotik
Kazein	Glavni mliječni protein koji povećava viskoznost i stabilnost emulzije
Kristali leda	Smrznuta voda čija veličina (< 30 µm = premium) određuje glatkoću sladoleda
Lecitin	Prirodni emulgator koji sprječava odvajanje masti i vode
Miješalica (Dasher)	Rotirajući dio batch freezera koji ugrađuje zrak u smjesu
MSNF	Milk Solids Non-Fat – bezmasna suha tvar mlijeka (proteini, laktoza, minerali) koja daje sladoledu tijelo
Overrun	Postotak zraka ugrađenog u sladoled: $[(V_{\text{sladoled}} - V_{\text{baza}}) / V_{\text{baza}}] \times 100$
PAC	Potenzial Anticongelante – potencijal snižavanja točke leđišta šećera
Parcijalna koalescencija	Djelomično spajanje masnih kapljica koje tvore stabilnu mrežu za zrak
Pasterizacija (CCP 1)	Toplinska obrada (85°C / 15 sek) za uništavanje patogenih mikroorganizama
Pjeskovitost	Defekt uzrokovan kristalima laktoze većim od 15 µm
Pjena	Struktura sladoleda s milijunima ugrađenih mikroskopskih mjehurića zraka
POD	Potere Dolcificante – relativna slatkoća zaslađivača (saharozna = 1,0)
Polioli	Šećerni alkoholi s niskim glikemijskim indeksom; koriste se u dijabetičkim formulacijama
Refraktometar	Optički uređaj za mjerenje koncentracije šećera (Brix) u smjesi
Rekristalizacija	Rast manjih kristala leda u veće zbog temperaturnih oscilacija pri skladištenju
Serumska faza	Vodena otopina šećera u kojoj plivaju kristali leda; kontrolira mekoću
Sljedivost	Mogućnost praćenja porijekla svake sirovine i serije proizvoda putem LOT brojeva
Snižavanje točke leđišta	Svojstvo šećera i zaslađivača da sladoled ostane mekan na niskim temperaturama
Soft Serve	Meki sladoled koji se poslužuje izravno iz aparata; nestabilna struktura
Sorbet	Voćna ledena slastica bez mliječnih sastojaka
Stabilizatori	Tvari koje vežu slobodnu vodu i sprječavaju rast kristala leda
Strugači (Scraper blades)	Noževi koji skidaju zamrznutu smjesu sa stijenki batch freezera
Šerbet (Sherbet)	Prijelazna slastica s malim udjelom mliječnih krutina i voćem
Unakrsna kontaminacija	Nehotičan prijenos alergena s jedne površine, opreme ili sirovine na drugu
UTR	Učenje temeljeno na radu — kombinirana nastava u školi i kod poslodavca
Viskoznost	Mjera gustoće tekućine i njezinog otpora tečenju

16. LITERATURA

1. Propisi i službeni dokumenti

- Narodne novine. Pravilnik o hrani za posebne prehrambene potrebe. NN 41/2010. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_04_41_1062.html
- Ministarstvo zdravstva RH. Hrana za posebne prehrambene potrebe. Dostupno na: <https://zdravlje.gov.hr/hrana/hrana-za-posebne-prehrambene-potrebe/347>

- Europska unija. Uredba (EU) br. 609/2013 o hrani za posebne skupine potrošača. Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32013R0609>
- HACCP zakonodavstvo EU, Europska unija. Uredba (EZ) br. 852/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o higijeni hrane. Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32004R0852>
- SIU: Ledene slastice. Narodne novine, br. 53, ožujak 2025. Dostupno na: <https://narodne-novine.nn.hr>
- Uredba (EU) br. 1169/2011 o informiranju potrošača o hrani (alergeni). Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32011R1169>

2. Stručni članci i znanstveni radovi

- Pollak, L. Dodaci prehrani i hrana za posebne prehrambene potrebe. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/10027>
- EFSA – European Food Safety Authority. Dostupno na: <https://www.efsa.europa.eu/>

3. Literatura o intolerancijama i posebnim dijetama

- Fasano, A. *Gluten Freedom*. New York: HarperCollins, 2014. Dostupno na: <https://www.harpercollins.com/products/gluten-freedom-alessio-fasano>
- Davis, B.; Melina, V. *Becoming Vegan: Comprehensive Edition*. Summertown: Book Publishing Company, 2014. Dostupno na: <https://www.bookdepository.com/Becoming-Vegan-Brenda-Davis-Vesanto-Melina/9781570672972>
- Parker, S. J. *The Lactose-Free Cookbook*. Summertown: Book Publishing Company, 2001. Dostupno na: <https://www.amazon.com/Lactose-Free-Cookbook-Susan-Parker/dp/157067106X>
- American Diabetes Association. *Complete Guide to Diabetes*. Chicago: ADA, 2022. Dostupno na: <https://diabetes.org/>
- Hrvatski savez dijabetičkih udruga. *Prehrana kod dijabetesa*. Dostupno na: <https://dijabetes.hr/>
- Hrvatska udruga za celijakiju. *Edukativni materijali i smjernice*. Dostupno na: <https://celijakija.hr/>

4. Literatura o ledenim slasticama, sladoledima i gelatima

- Migoya, F. *Frozen Desserts*. Hoboken: Wiley, 2008. Dostupno na: <https://www.wiley.com/en-us/Frozen+Desserts-p-9780470118665>
- Goff, H. D.; Hartel, R. W. *Ice Cream*. New York: Springer, 2013. Dostupno na: <https://www.springer.com/gp/book/9783319615410>
- Morin, A. *The Art of Making Gelato: 50 Flavors to Make at Home*. Beverly: Quarry Books, 2014. Dostupno na: <https://www.amazon.com/Art-Making-Gelato-Recipes-Techniques/dp/1631591453>
- Clarke, C. *The Science of Ice Cream* (2nd ed.). Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2012. Dostupno na: <https://www.rsc.org/Shop/books/2012/9781849733816.asp>
- Arbuckle, W. S. *Ice Cream* (4th ed.). Westport: AVI Publishing, 1986. Dostupno na: <https://www.amazon.com/Ice-Cream-Wendell-S-Arbuckle/dp/0870554794>

5. Literatura o slastičarstvu i modernim tehnikama

- Curley, W. *Patisserie: A Masterclass in Classic and Contemporary Patisserie*. London: Jacqui Small, 2014. Dostupno na: <https://www.amazon.com/Patisserie-Masterclass-William-Curley/dp/1909342217>
- Notter, E. *The Art of the Chocolatier*. Hoboken: Wiley, 2011. Dostupno na: <https://www.wiley.com/en-us/The+Art+of+the+Chocolatier-p-9780470398845>

6. Autorski materijali

- Majdenić, M., Bašić Palković, S. *Ledene slastice – Digitalni obrazovni materijal*. Ugostiteljsko-turistička škola Osijek, 2025./2026.



Slika 22. Sladoledni desert, vlastita fotografija