

Fizikalno-kemijska svojstva medovine proizvedene tradicionalnim načinom proizvodnje

Dozan, Lorena

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:420830>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-28**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Lorena Dozan

**FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA MEDOVINE PROIZVEDENE
TRADICIONALNIM NAČINOM PROIZVODNJE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, prosinac 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za procesno inženjerstvo
Katedra za bioproceno inženjerstvo
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

Diplomski sveučilišni studij prehrambeno inženjerstvo

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Nastavni predmet: Tehnologija slada i piva

Tema rada je prihvaćena na VII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2022./2023. održanoj 2. svibnja 2023.

Mentor: izv. prof. dr. sc. *Kristina Mastanjević*

Komentor: doc. dr. sc. *Blanka Bilić Rajs*

Fizikalno-kemijska svojstva medovine proizvedene tradicionalnim načinom proizvodnje

Lorena Dozan, 0113142951

Sažetak: Medovina je tradicionalno alkoholno piće proizvedeno fermentacijom iz vodene otopine meda. Od davnina se proizvodila kao osvježavajuće piće, a jedeno vrijeme je bila skuplja od vina što je dovelo do smanjenja potražnje. Zbog jednostavnog načina proizvodnje, danas se sve više nalazi u prodaji. Kvaliteta i fizikalno-kemijske karakteristike medovine ovise o vrsti korištenog meda. Zadatak ovoga rada je proizvesti dvije vrste medovine koristeći različite vrste meda, a cilj je utvrditi razlike koristeći senzorske i fizikalno-kemijske analize te prateći brzinu fermentacije.

Ključne riječi: med; alkoholna fermentacija; kvasac; tradicionalna biotehnologija;

Rad sadrži: 31 stranicu
9 slika
7 tablica
32 literaturne reference

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | | |
|----|--|---------------|
| 1. | prof. dr. sc. <i>Vinko Krstanović</i> | predsjednik |
| 2. | izv. prof. dr. sc. <i>Kristina Mastanjević</i> | član-mentor |
| 3. | doc. dr. sc. <i>Blanka Bilić Rajs</i> | član-komentor |
| 4. | izv. prof. dr. sc. <i>Ante Lončarić</i> | zamjena člana |

Datum obrane: 15. prosinca 2023.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Process Engineering
Subdepartment of Bioprocess Engineering
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food engineering

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Food technology

Course title: Malting and brewing technology

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. VII. held on May 2nd, 2023.

Mentor: *Kristina Mastanjević*, PhD, associate prof.

Technical assistance: *Blanka Bilić Rajs*, PhD, assistant prof.

Physicochemical Properties of Traditionally Produced Mead

Lorena Dozan, 0113142951

Summary: Mead is a traditional alcoholic drink produced by fermentation from a solution of honey and water. Since ancient times, it has been produced as a refreshing drink. In the past, it was more expensive than wine, which led to a decrease in demand. Due to the simple way of production, the mead industry is growing again. The quality and physical-chemical properties of mead depend on the type of honey used. The goal of this thesis is to produce two types of mead using different types of honey, to determine the differences using sensory and physical-chemical analyses, and to monitor the rate of fermentation.

Key words: honey; alcoholic fermentation; yeast; traditional biotechnology

Thesis contains: 31 pages
9 figures
7 tables
32 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|---|---------------|
| 1. <i>Vinko Krstanović</i> , PhD, prof. | chair person |
| 2. <i>Kristina Mastanjević</i> , PhD, associate prof. | supervisor |
| 3. <i>Blanka Bilić Rajs</i> , PhD, assistant prof. | co-supervisor |
| 4. <i>Ante Lončarić</i> , PhD, associate prof | stand-in |

Defense date: December 15, 2023

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

Zahvaljujem svojoj mentorici koja je uvijek bila dostupna, odgovarala na moja pitanja i pomagala sa savjetima. Posebno zahvaljujem svojoj mami koja je bila uz mene u svakom trenutku studiranja, svakom usponu i padu. Želim zahvaliti svom zaručniku, obitelji i prijateljima koji su preokrenuli sve negativne trenutke u smijeh, zabavu i pozitivnu energiju. Put studiranja prekrasno je iskustvo u kojem stvaramo nova prijateljstva, izgrađujemo sebe, započinjemo život i zbog toga bi htjela zahvaliti svakom profesoru i svakoj osobi koja se našla na mom putu jer mi je zasigurno pomogla ostvariti svoj cilj.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. SASTOJCI U PROIZVODNJI MEDOVINE	4
2.1.1. Med	5
2.1.2. Kvasac	7
2.2. ALKOHOLNA FERMENTACIJA	8
2.2.1. Razlike tradicionalne i moderne proizvodnje	9
2.3. MOGUĆI PROBLEMI PROIZVODNJE MEDOVINE	10
2.4. PROIZVODNJA MEDOVINE DANAS	11
3. EKSPERIMENTALNI DIO	13
3.1. ZADATAK	14
3.2. MATERIJALI I METODE	14
3.2.1. Analiza meda	14
3.2.2. Proizvodnja medovine	18
3.2.3. Senzorska analiza medovine	20
4. REZULTATI I RASPRAVA	21
4.1. REZULTATI FERMENTACIJA RAZLIČITIH VRSTA MEDA	22
5. ZAKLJUČCI	29
6. LITERATURA	31

1. UVOD

Medovina je fermentirano alkoholno piće u čijoj je proizvodnji glavni sastojak med. Smatra se da je medovina prvo fermentirano alkoholno piće ikad proizvedeno, a prva otkrića potječu od 8 000 godina p.ne, iz doba paleolitika (Iglesias i sur., 2014). Najstariji tragovi alkoholnog pića pronađeni su u Sjevernoj Kini, kada je arheolog McGovern (1995) analizirao krhotine posude iz naselja Jiahu. Za posudu se procjenjuje da je iz doba 9000 godina p.ne., a arheološka istraživanja potvrdila su ostatke tragova grožđa, meda i riže. Arheološkim istraživanjima pronađeni su tragovi medovine u antičkom Egiptu i Grčkoj (Vidrih i Hribar, 2016).

Proizvodnja medovine sastoji se od nekoliko koraka, a prvi je priprema mošta. Tijekom pripreme mošta podešava se pH koji će biti optimalan za sljedeći korak proizvodnje medovine. Slijedi dodavanje kvasca te fermentacija. Duljinu fermentacije određuju mnogi faktori, a može trajati i nekoliko mjeseci. Nakon fermentacije slijede post fermentacijski procesi koji uključuju bistrenje te na poslijetku odležavanje medovine (Iglesias i sur., 2014). Priprema mošta uključuje miješanje vode i meda u različitim omjerima, ovisno koja svojstva konačnog proizvoda se žele postići. Med, kao glavni sastojak u proizvodnji ovog alkoholnog pića, ima veliku ulogu u određivanju svojstava krajnjeg proizvoda. Vrsta meda određuje okus, miris, boju i aromu konačnog proizvoda. Ako se za proizvodnju medovine koristi tamniji med, nekoliko fizikalnih parametara će se znatno razlikovati, poput udjela mineralnih tvari i pH-a, a to će uvelike utjecati i na trajanje fermentacije. Med je sirovi sastojak koji broji oko 180 sastojaka poput ugljikohidrata, mineralnih tvari, aminokiselina, organskih kiselina, fenola, flavonoida, pigmenata, enzima itd. Svaki od tih sastojaka utjecat će na svojstva i karakteristike konačnog proizvoda (Iglesias i sur., 2014).

Alkoholna fermentacija medovine traje od nekoliko tjedana, do nekoliko mjeseci. Trajanje fermentacije ovisi o vrsti kvasca koji se koristi za fermentaciju, pH, miješanju tijekom procesa fermentacije, esencijalnim komponentama i udjelu mineralnih tvari. Kako bi održali alkoholnu fermentaciju u optimalnim granicama potrebno je znati botaničko podrijetlo i fizikalno-kemijske parametre uzoraka meda, što se određuje analizom. Post fermentacijski procesi uključuju bistrenje koje se može provesti dodatkom bentonita ili želatine te odležavanje fermentiranog alkoholnog pića (Iglesias i sur., 2014).

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SASTOJCI U PROIZVODNJI MEDOVINE

Sastojci u proizvodnji medovine su voda, med i kvasac. Prilikom proizvodnje medovine svaki od tih sastojaka utječe na aromu, boju, okus i miris krajnjeg proizvoda. Na **Slici 1** prikazane su faze proizvodnje medovine koje uključuju pripremu mošta, pasterizaciju, dodavanje kvasca te na posljetku alkoholnu fermentaciju i centrifugiranje (Iglesias i sur., 2014).



Slika 1 Faze proizvodnje medovine (Iglesias i sur., 2014)

2.1.1. Med

Prema Pravilniku o medu "Med je sladak, gust, viskoznan, tekuć ili kristaliziran proizvod što ga medonosne pčele (lat. *Apis mellifera*) proizvode od nektara medonosnih biljaka, sekreta živih dijelova biljaka ili izlučevina kukaca koji sišu na živim dijelovima biljaka, koji pčele skupljaju, dodaju mu vlastite specifične tvari, izdvajaju vodu i odlažu u stanice saća do sazrijevanja" (MP, 2015).

Podjela meda prema podrijetlu:

- Cvjetni ili nektarni med, dobiva se od nektara medonosnih biljaka,
- Medljikovac ili medun koji se dobiva uglavnom od izlučevina kukaca ili od sekreta živih dijelova biljaka (MP, 2015).

Med koji potječe najvećim dijelom od određene biljne vrste i njegova fizikalno-kemijska, organoleptička i mikroskopska svojstva odgovaraju svojstvima te vrste, naziva se uniflorni med. Multiflorni med potječe od nektara različitih biljnih vrsta čime se fizikalno-kemijska svojstva multiflornog meda bitno razlikuju (MP, 2015; The Council of the European Union, 2002). Najveći udio u kemijskom sastavu meda zauzimaju ugljikohidrati (65-75 %), u najvećoj mjeri fruktoza i glukoza. Kada pčela s pomoću usnog aparata unese mednu rosu ili nektar u tijelo, dolazi do apsorpcije u mednom mjehuru pčele. Tijekom apsorpcije, pčela mednoj rosi ili nektaru dodaje vlastite enzime i sokove te otopinu odnosi u košnice. Djelovanjem enzima pčela stvaraju se određeni ugljikohidrati (Gobin i sur., 2014). Prema Pravilniku o medu granična vrijednost za količinu fruktoze i glukoze iznosi ≥ 60 g/100 g za cvjetni med, a ≥ 45 g/100 g za medljikovac. Omjer fruktoze i glukoze odgovoran je za fizikalno-kemijska svojstva koja kasnije utječu na proizvodnju medovine (MP, 2015).

Osim ugljikohidrata med se sastoji od vode, a količina vode prema pravilniku o medu ne smije prelaziti 20 %. Udio vode vrlo je važan parametar koji određuje kakvoću meda, sposobnost kristalizacije i otpornost na mikroorganizme tijekom skladištenja. Udio vode nije konstantan parametar i mijenja se tijekom skladištenja (Bogdanov, 1999). U medu se mogu pronaći i druge tvari poput organskih kiselina, mineralnih tvari, slobodnih aminokiselina, enzima, proteina, vitamina, hidroksimetilfurfurala (HMF-a), pigmentata, tvari arome i sl. (MP, 2015).

U **Tablici 1** opisan je prosječni kemijski sastav meda. Med se u najvećoj mjeri sastoji od ugljikohidrata – fruktoze i glukoze te vode. U medu se nalazi više od 180 različitih tvari (Iglesias i sur., 2014).

Tablica 1 prosječni kemijski sastav meda (Gobin i sur., 2014)

Komponente u medu	Prosječni udio (%)
Fruktoza	38
Glukoza	31
Saharoza i ostali disaharidi	8
Ostali ugljikohidrati	2
Voda	17
Ostale tvari	4

*Ostale tvari u medu čine: proteini, mineralne tvari, enzimi, vitamini, pigmenti, tvari arome i sl.

Proteini i aminokiseline čine 1-3 % ukupnog kemijskog sastava meda, od čega dio proteina dopijeva iz biljke, a dio potječe od pčele. Najzastupljenija aminokiselina u medu je prolin, neesencijalna aminokiselina koja čini 80-90 % udjela svih aminokiselina, a udio prolina može biti indikator patvorenja i zrelosti meda (Bilić Rajs, 2019). Kada se med stavlja na tržište mora odgovarati osnovnim zahtjevima o kakvoći koji su propisani Pravilnikom o medu. Kriteriji koji se određuju fizikalno-kemijskom analizom, a propisani su Pravilnikom o medu su: količina šećera, količina vode, količina tvari netopljivih u vodi, električna vodljivost, slobodne kiseline, aktivnost dijastaze i količina HMF-a (nakon prerade i miješanja) (MP, 2015).

2.1.2. Kvasac

Kvasac fermentira šećere prisutne u medu, proizvodeći alkohol i ugljikov dioksid. Odabir soja kvasca može utjecati na okus, miris i svojstva konačnog proizvoda. Različiti sojevi kvasca određuju parametre fermentacije poput temperature. Odabir kvasca važan je za postizanje željenog konačnog proizvoda (Simao i sur., 2021).

Primarna uloga kvasca je metaboliziranje šećera, proizvodeći alkohol kao nusprodukt. Vrsta korištenog soja kvasca i uvjeti fermentacije utječu na konačni sadržaj alkohola u medovini. Osim toga, kvasac doprinosi razvoju okusa i arome u medovini. Različiti sojevi kvasca proizvode različite spojeve okusa tijekom fermentacije, utječući na cjelokupni profil okusa medovine. Kvasac može naglasiti voćne, cvjetne, začinske ili druge note, a i dodati složenost medovini proizvodnjom sekundarnih metabolita, poput estera i fenola. Ovi spojevi pridonose mirisu i nijansama okusa medovine (Iglesias i sur., 2014).

Kvasac proizvodi ugljikov dioksid tijekom fermentacije, što može rezultirati prirodnom karbonizacijom u medovini. To može poboljšati osjetilni doživljaj pića. Različiti sojevi kvasca imaju različite razine tolerancije na alkohol. Odabir pravog soja kvasca osigurava odvijanje fermentacije bez zastoja zbog visokih koncentracija alkohola. Osim toga, sojevi kvasca imaju preferirana temperaturna područja za odvijanje alkoholne fermentacije, što utječe na brzinu i ishod procesa (Simao i sur., 2021).

Sposobnost kvasca da fermentira šećere razlikuje se među sojevima. Neki sojevi kvasca potpunije fermentiraju šećere te je krajnji proizvod suhog okusa, dok druge ostavljaju ostatke šećera, dajući slađu medovinu. Korištenjem selekcioniranih kvasaca osigurava se konzistencija okusa i kvalitete svake proizvedene šarže. Također, omogućena je lakša kontrola fermentacije. Neki sojevi kvasca brzo fermentiraju, dok drugi djeluju sporije, ako se koriste sojevi kvasca unaprijed su poznati parametri po kojima će se fermentacija odvijati. Ukratko, kvasac nije odgovoran samo za prevođenje šećera u alkohol, već značajno utječe na okus, miris, osjećaj u ustima i ukupnu kvalitetu medovine (Pereira i sur., 2013).

Najpoznatiji kvasac koji se koristi u proizvodnji medovine je *S. cerevisiae*, a postoji nekoliko sojeva od kojih svaki bilježi različite karakteristike. *S. cerevisiae* se popularno koristi i u proizvodnji vina, piva i pjenušca. Osim *S. cerevisiae* koriste se i *S. bayanus* te *S. pastorianus*. Soj kvasca koji se koristi odredit će temperaturu na kojoj će se fermentacija odvijati, količinu

alkohola koju kvasac može proizvesti i arome koje će prevladavati u krajnjem proizvodu (Sousa-Dias i sur., 2021).

2.2. ALKOHOLNA FERMENTACIJA

Pojam fermentacija dolazi od latinske riječi “fermentum” što znači fermentirati. Znanost o fermentaciji zove se zimologija, a prvi zimolog bio je Louis Pasteur. U prošlosti alkemičari su smatrali da je proces fermentacije proces truljenja, odnosno razgradnje tvari (Chojnacka, 2010). Današnja definicija fermentacije je biokemijska reakcija pretvorbe šećera u alkohol i ugljikov dioksid, u prisutnosti kvasca. Kvasac provodi proces glikolize tijekom kojeg razgrađuje fruktozu i glukozu. Soj kvasca *S. cerevisiae* ima sposobnost brze konverzije šećera u alkohol i ugljikov dioksid. Kako se smanjuje udio šećera u moštu, tako *S. cerevisiae* prestaje provoditi konverziju jer više nema dostupnog šećera koji može pretvoriti u alkohol (Dashko i sur., 2014). Tijekom razgradnje šećera oslobađa se energija koja je neophodna za aktivnost kvasca, a spojevi koji nastaju su odgovorni za aromu konačnog proizvoda. Tijekom alkoholne fermentacije važno je pratiti nekoliko čimbenika koji utječu na odvijanje fermentacije, a to su temperatura, prisutnost kisika, sastav mošta, sadržaj šećera, organskih kiselina, vitamina i minerala (Kime i sur., 1991) Napredovanjem znanosti usavršile su se tehnike koje olakšavaju odabir parametara fermentacije te se time omogućilo dobivanje zadovoljavajućeg proizvoda (Fotez, 2017). S obzirom na visok sadržaj šećera u medu alkoholna fermentacija može biti otežana i usporena te je vrlo važno provesti ju pravilno. Postoje tri ključne faze fermentacije:

1. Prva faza se odnosi na prvih 12-24 h kada stanice kvasca rastu i započinje fermentacija,
2. Druga faza uključuje jaku aktivnost kvasca tijekom nekoliko dana gdje kvasci fermentiraju većinu prisutnih šećera u alkohol prilikom čega kao nusproizvod nastaje ugljikov dioksid i energija (toplina),
3. Treća faza se odnosi na smanjenje broja stanica kvasca koji previru šećere i smanjenje fermentacijskog djelovanja (Fotez, 2017).

Brzina fermentacije ovisit će o vrsti meda koji se koristi za proizvodnju medovine, temperaturi pri kojoj se provodi fermentacija, početnoj količini kvasca koji je dodan u mošt te o količini hrane koja je potrebna kvascu za optimalan rast (Fotez, 2017).

2.2.1. Razlike tradicionalne i moderne proizvodnje

Poznato je da se medovina proizvodila od davnina, bez industrijske opreme od nehrđajućeg čelika i kontroliranih uvjeta fermentacije te je tada cjelokupan proces izgledao potpuno drugačije. Tradicionalna fermentacija započinje kada se med otopi u vodi te započinje odvijanje fermentacije divljim kvascima. Proces se razlikuje od današnjeg modernog po tome što se pripremljena otopina ne pasterizira. Na taj način moguće je očuvati blagotvorna svojstva meda. Naši predci koristili su drveno miješalo koje se prenosile iz generacije u generaciju, na tom su se miješalu od natapanja drveta i sušenja stvarale pukotine. Pukotine su predstavljale savršeno mjesto za nakupljanje kvasaca dok se miješalo nalazilo na dnu tanka za fermentaciju. Miješanjem se osiguralo aeriranje otopine te se to provodilo nekoliko puta dnevno. Kako su tankovi za fermentaciju bili otvoreni, nakon miješanja bilo ih je potrebno zaštititi tkaninom poput gaze za sir. Tako je spriječen ulaz mrava i vinskih mušica u otopinu. Tankovi su se nakon toga spremali na mračno i toplo mjesto (Zimmerman, 2015). Nakon nekoliko dana otopina se počinje pjeniti te je time označen početak fermentacije. Prema **formuli (1)** vidljivo je kako kvasac prerađuje šećer, stvarajući pri tome 2 molekule alkohola etanola (C_2H_5OH) i jednu molekulu ugljikovog dioksida (CO_2). Nakon nekoliko tjedana kvasac previre šećer u potpunosti te je fermentacija završena, a medovina je spremna za konzumaciju.



Ako je šarža velika potrebno je provesti punjenje u boce i skladištenje. Pri tome je potrebno prekinuti aerobno stanje i stvoriti anaerobne uvjete za odležavanje medovine. Anaerobni uvjeti omogućit će stvaranje većih udjela alkohola te će se spriječiti razmnožavanje bakterija iz roda *Acetobacter* kojima je potreban kisik za rast te će započeti sazrijevanje medovine (Zimmerman, 2015).

U knjizi o pčelarstvu Belčić i sur. (1990) pisali su o proizvodnji medovine tradicionalnim načinom proizvodnje. U toj recepturi nisu navedene količine vode, niti meda, a zanimljivo je da u mošt nisu dodavali niti kvasac, već je kvasac koji je previrao šećer u alkohol potjecao iz meda. Od dodataka moštu koristili su cimet, limunovu koru i klinčiće. Fermentacija medovine trajala je 25-27 dana nakon čega je medovina odležala 2 tjedna i bila spremna za konzumaciju. Čitajući recepte tradicionalne proizvodnje s manjkom važnih informacija jasniji je odgovor na

pitanje zašto proizvodnja medovine nije napredovala i proširila se na industrijsku proizvodnju, već se zaustavila u prošlosti i kućnoj proizvodnji (Belčić i sur., 1990).

Proizvodnja medovine u prošlosti bila je skup proces, a brzo je zamijenjena proizvodnjom vina. Nakon što se uzgoj grožđa proširio Europom, grožđe je postalo dostupno nižim slojevima te se proizvodnja vina pokazala jeftinijom opcijom. Kako je proizvodnja medovine oduvijek predstavljala problem zbog duge i ponekad neuspješne fermentacije to područje nije razvijano te se veća pažnja posvetila proizvodnji drugih alkoholnih pića, poput vina i piva (Starowicz i Granvogl, 2022).

2.3. MOGUĆI PROBLEMI PROIZVODNJE MEDOVINE

Proizvodnja medovine vrlo je zahtjevan proces zbog toga što se tijekom fermentacije mogu javljati problemi. Jedan od najvećih problema je dugotrajna fermentacija koja prema nekim istraživanjima može trajati i više od 90 dana. O tome ovisi nekoliko parametara poput vrste kvasca, pH-a, dodatka aditiva i kiselina. U svom istraživanju, Iglesias i sur. (2014) ispitivali su utjecaj aditiva i drugih sastojaka na tijek fermentacije. Najbrže su se odvijale fermentacije kod kojih se koristio kvasac roda *S. cerevisiae* i dodaci poput kalijevih soli i magnezijevih soli, a alkoholna fermentacija trajala je 5-15 dana. Najduže je trajala fermentacija bez dodanih aditiva, uz prisutnost kvasaca roda *Saccharomyces* i to 60-90 dana (Iglesias i sur., 2014).

U medu se nalazi velika koncentracija šećera koji usporavaju tijek fermentacije. Kako se tradicionalnim načinom proizvodnje u medovinu najčešće ne dodaju aditivi koji bi pomogli razgraditi šećere i ostale sastojke te ubrzali fermentaciju, potreban je oprez prilikom izračunavanja količine meda koja će se dodati u medovinu. Ako je količina meda premala ili prevelika, povećana je vjerojatnost zaustavljanja, odnosno prekidanja procesa fermentacije. Kao posljedica može se pojaviti refermentacija kvasca i sekundarna fermentacija koju bi provodile bakterije te se tada javlja mogućnost nastanka mliječne i octene kiseline koje su izrazito nepoželjne. Gotov proizvod tada bi bio kiselog i neprihvatljivog okusa (Casellas, 2005). Do prekidanja fermentacije može doći i zbog visoke koncentracije šećera, niskog pH-a, malog sadržaja proteina u medu, niske autohtone mikrobiote i premale količine esencijalnih komponenti potrebnih za rast i razmnožavanje kvasaca (Pereira, 2015).

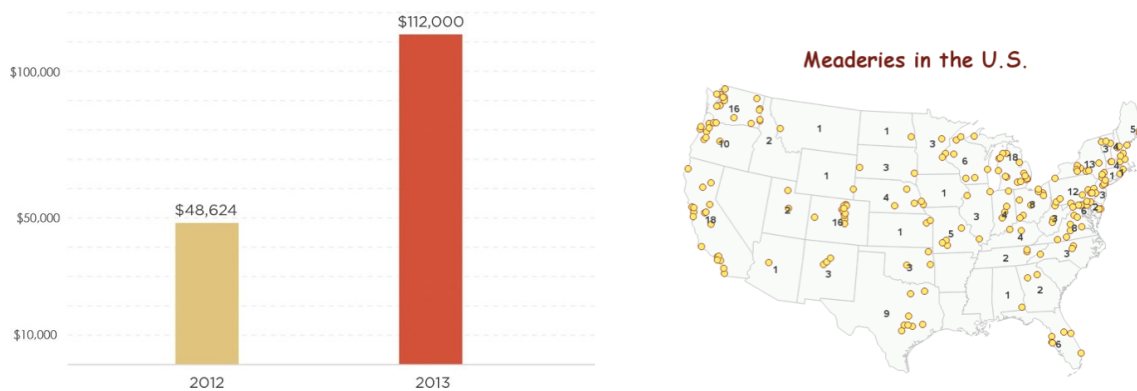
Još jedna od posljedica nepravilno provedene fermentacije je nemogućnost stvaranja željenog udjela alkohola. Medovina je alkoholno piće koje sadrži 8-18 % alkohola. Kako je cilj postići te vrijednosti često dolazi do predugačkog procesa fermentacije koji u industrijskom mjerilu nije isplativ (Iglesias i sur., 2014).

U kemijskom sastavu meda nalaze se vrlo male količina fosfora i dušika, a ti elementi potrebni su za rast kvasca. Ako se u moštu ne nalazi dovoljno fosfora i dušika, može doći do produljenja fermentacije i autolize kvasca, što će povećati rizik mikrobiološke kontaminacije. To se može spriječiti dodatkom nutrijenata koji će omogućiti rast kvasca i pospješiti odvijanje alkoholne fermentacije (Simao i sur., 2021).

Potencijalno najveći problem industrijske proizvodnje je nedostatak uniformnosti završnog proizvoda. Fizikalno-kemijska i senzorska svojstva medovine ovise o soju kvasca, pH, vrsti meda, udjelu vode i ugljikohidrata u medu. Nedovoljan broj znanstvenih istraživanja na ovu temu otežavaju standardizaciju i optimizaciju procesa proizvodnje medovine (Jakson, 2011).

2.4. PROIZVODNJA MEDOVINE DANAS

U zadnjih nekoliko godina proizvodnja medovine se sve više popularizira. Najveći proizvođač medovine je SAD, s više od 500 tvornica. Nekoliko saveznih država SAD-a ulaže u standardizaciju i optimizaciju procesa proizvodnje medovine, od kojih su najznačajniji Michigan, Colorado i California. Na **Slici 2** prikazano je proširenje tržišta medovine na području SAD-a te povećanje zainteresiranosti potrošača za ovim alkoholnim pićem. Osim SAD-a, u proizvodnju medovine ulažu i sjeverne zemlje – Danska, Švedska i Norveška posebno se fokusiraju na očuvanje tradicionalne proizvodnje medovine s povijesnog i kulturnog stajališta. U sjevernim zemljama često se održavaju i festivali o medovini koji doprinose promociji medovine te oživljavanju kulturne baštine. Kako je proizvodnja medovine godinama bila u zaostatku, ovi podaci pokazuju ulaganje u optimizaciju procesa proizvodnje te kako medovina ponovno postaje sve popularnija na tržištu.



Slika 2 Porast proizvodnje medovine u razmaku od jedne godine (lijevo) i tvornice proizvodnje medovine (desno) u SAD-u kao vodećem svjetskom proizvođaču ovog alkoholnog pića (Web 1.)

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak rada bio je proizvesti medovinu tradicionalnim načinom proizvodnje i odrediti fizikalno-kemijska svojstva i senzorsku analizu proizvedenog alkoholnog pića. Prvi korak proizvodnje medovine je analiza meda kako bi utvrdili botaničko podrijetlo i fizikalno-kemijske parametre meda. Nakon provedene analize meda potvrđeno je botaničko podrijetlo meda. Uzorci meda bili su sljedeći: kestenov med, cvjetni med i suncokretov med. S obzirom na to da se fizikalno-kemijska svojstva cvjetnog i suncokretovog meda bitno ne razlikuju proizvedena je medovina koristeći suncokretov med i kestenov med. Medovina je proizvedena tradicionalnim načinom proizvodnje.

3.2. MATERIJALI I METODE

3.2.1. Analiza meda

U ovom istraživanju koristio se suncokretov med i kestenov med iz lokalnog OPG-a na području grada Osijeka. Analiza meda provedena je na Katedri za kakvoću hrane na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu u Osijeku. Analize uzoraka meda uključuju melisopalinološku analizu i određivanje fizikalno-kemijskih parametara kakvoće: određivanje udjela vode u medu, električne vodljivosti, boje, HMF-a, dijastaze i HPLC analizu. Rezultati određivanja fizikalno-kemijskih parametara prikazani su u **Tablici 4**.

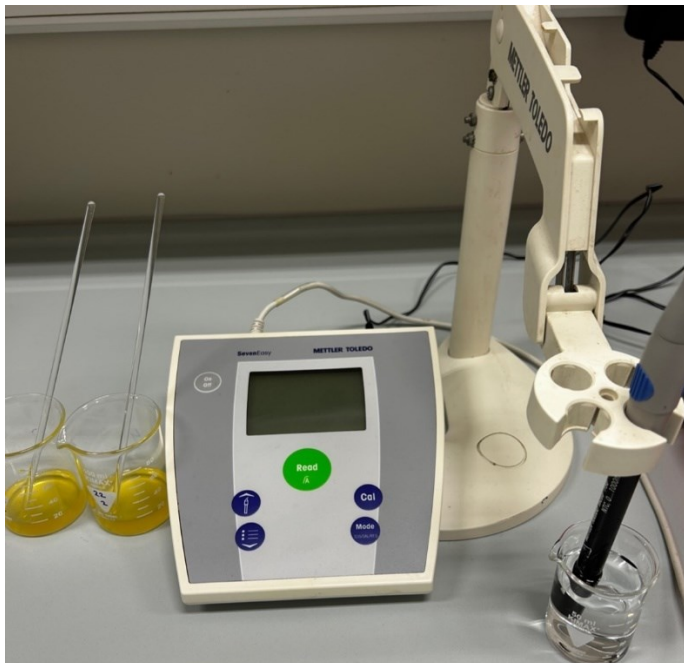
Uzorci meda su sljedeći: kestenov med (Uzorak 1), cvjetni med iz 2022. godine (Uzorak 2) te suncokretov med iz 2023. godine (Uzorak 3).

3.2.1.1. Određivanje udjela vode refraktometrijski

Određivanje vode u medu provodi se refraktometrijskom metodom pri čemu refraktometar mora biti regularno kalibriran destiliranom vodom ili nekim drugim certificiranim referentnim materijalom. Indeks refrakcije mjeri se pri 20 °C, nakon čega se s pomoću tablice izračunava udio vode u medu (% m/m). Ako je temperatura tijekom mjerenja veća ili manja od propisane, vrši se korekcija kako bi se rezultati sveli na referentnu temperaturu (IHC, 2009).

3.2.1.2. Električna vodljivost

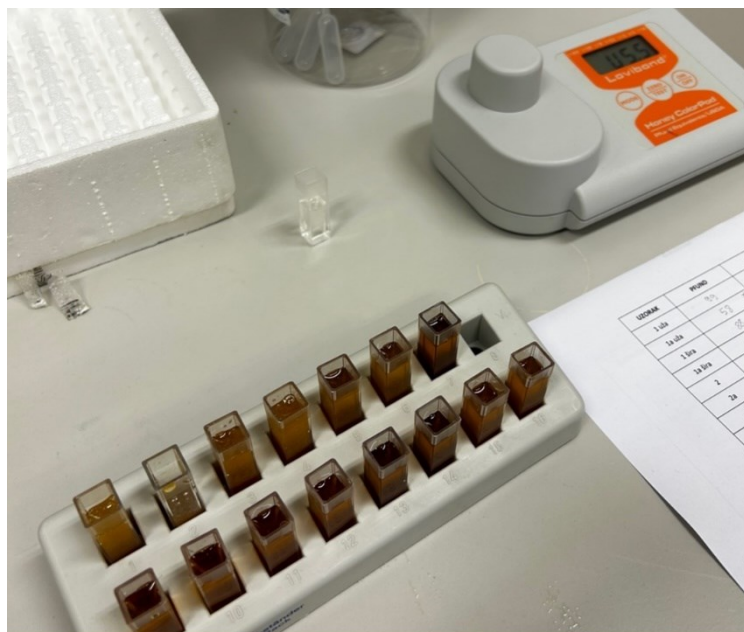
Električna vodljivost meda definira se kao električna vodljivost 20 % w/v vodene otopine meda na 20 °C, a određuje se konduktometrijski (**Slika 3**). Rezultati se izražavaju u mS/cm.



Slika 3 Mjerenje električne vodljivosti konduktometrijski

3.2.1.3. Mjerenje boje Lovibond komparatorom

Lovibond komparator (**Slika 4**) korišten je za određivanje intenziteta boje na temelju mjerenja propusnosti homogenog tekućeg meda na 430 i 530 nm te su vrijednosti uspoređene s propusnošću čistog glicerina. Rezultati su izraženi u mm Pfund.



Slika 4 Mjerenje boje meda Lovibondovim komparatorom

3.2.1.4. Hidroksimetilfurfural (HMF) i aktivnost dijastaze

Prema Pravilniku o medu propisuju se vrijednosti HMF-a i aktivnosti dijastaze jer su ovi parametri pokazatelji vremena i uvjeta skladištenja, kao i prekomjernog zagrijavanja. Aktivnost dijastaze određena je spektrofotometrijskom metodom s Phadebas tabletama. Ovom metodom kao supstrat koristi se netopivi plavo obojeni umreženi tip škroba. On se hidrolizira s pomoću enzima dajući plave fragmente topljive u vodi, a određuju se fotometrijski na 620 nm (IHC, 2009). HMF određuje se metodom prema White-u (IHC, 2009). Određivanje sadržaja HMF-a temelji se na određivanju apsorbancije HMF-a na 284 nm. Kako bi se pri tome izbjegle smetnje drugih komponenti na toj valnoj duljini, određuje se razlika između apsorbancije bistre vodene otopine meda i one s dodanim bisulfitom. Sadržaj HMF-a izračunava se nakon oduzimanje pozadinske apsorbancije na 336 nm. Prema Pravilniku o medu propisane su vrijednosti za aktivnost dijastaze – DN ≥ 8 te za hidroksimetilfurfural – HMF < 40 mg/kg (MP, 2015).

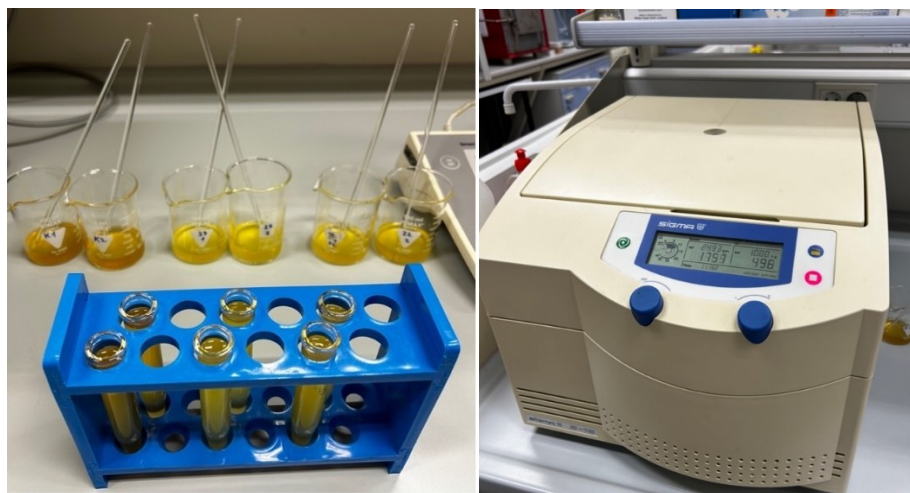
3.2.1.5. Visokotlačna tekućinska kromatografija (HPLC)

Visokotlačna tekućinska kromatografija (engl. High Pressure Liquid Chromatography) je metoda koja je korištena za detekciju ugljikohidrata u medu. Ovom metodom određeno je sedam ugljikohidrata (fruktoza, glukoza, saharoza, maltoza, ksiloza, rafinoza i melecitoza). Nakon

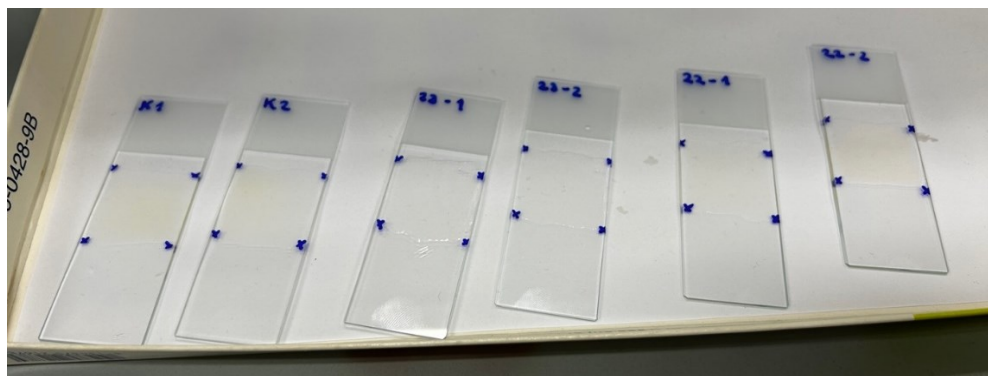
pripreme i filtracije otopine, sadržaj šećera se određuje HPLC-om s detektorom indeksa refrakcije (RI detektorom). Pikovi se identificiraju na osnovu vremena zadržavanja. Kvantifikacija komponenata provedi se prema kalibraciji metodom vanjskog standarda uz pomoć površina i visina pikova. Prema Pravilniku o medu (MP, 2015) količina fruktoze i glukoze za cvjetni med treba biti veća od 60 g/100 g. Iz navedenih podataka moguće je izračunati omjer fruktoze i glukoze koji ukazuje na sklonost meda kristalizaciji.

3.2.1.6. Peludna analiza

Peludnom analizom određuju se udio peludnih zrnca pojedine biljne vrste u netopivom sedimentu meda. Priprema uzoraka i analiza provedena je prema DIN normi (10760, 2002). Melisopalnoločka analiza provedena je na Optika B 800 Ph mikroskopu opremljenim s Optika B3 pro kamerom i Optika Vision software-om. Identifikacija peludnih zrnaca u netopivom sedimentu provedena je usporedbom morfoloških karakteristika promatranih peludnih zrnaca s dostupnim literaturnim referencama.



Slika 5 Priprema otopine meda za centrifugiranje (lijevo) i Slika 6 Centrifuga Sigma (desno) na kojoj se provodi centrifugiranje otopine meda i destilirane vode



Slika 7 Satna stakalca premazana sedimentom preostalim nakon centrifugiranja otopine meda

3.2.2. Proizvodnja medovine

3.2.2.1. Vrsta kvasca

U ovom istraživanju koristio se kvasac M05, proizvođača Mangrove Jack's (**Slika 8**). Kvasac M05 visoko je tolerantan za alkohol, a prednost korištenja je i što može provoditi fermentaciju u širokom rasponu temperatura od 15-30 °C. Korištenjem ovog kvasca razvit će se poželjna svježja i cvjetna aroma medovine.



Slika 8 Kvasac korišten u proizvodnji medovine – Mead M05. Proizvođač Mangrove Jack's

3.2.2.2. Parametri fermentacije

Fermentacija je postavljena tako da se 450 g meda otopilo u 3 L vodovodne vode temperature 40 °C (**Slika 9**) i nakon toga se količina šećera podesila na optimalnih 16-18 °P. Nakon otapanja meda, otopine su prebačene u fermentacijske posude gdje su inokulirane kvascem za medovinu (Mead M05) u količini 1,45 g, te zatvorene vrenjačama. Korištenjem vrenjače uspostavljaju se anaerobni uvjeti te ona štiti medovinu od oksidacije i onečišćenja. Fermentacija se odvijala na temperaturi 21 °C u mračnoj komori. Alkoholna fermentacija medovine proizvedene od suncokretovog meda trajala je 1 i pol mjesec, dok je alkoholna fermentacija medovine od kestenovog meda trajala duže – 2 mjeseca.



Slika 9 Proces otapanja meda u vodovodnoj vodi na 40 °C

3.2.2.3. Mjerenje koncentracije šećera i volumnog udjela alkohola

Tijek fermentacije pratio se svaki tjedan mjerenjem preostalog šećera s pomoću EasyDens Anton Paar uređaja. Korištenje EasyDens uređaja vrlo je brz proces, a uređaj je visoke preciznosti. Otopina medovine se s pomoću šprice injektira u otvor na uređaju, otopina prolazi kroz uređaj, a višak otopine izlazi kroz cjevčicu. Prilikom mjerenja važno je pripaziti da unutar uređaja ne postoji mjehurić zraka jer bi on mogao navesti na krivo očitavanje rezultata. Mjerenjem se prati koncentracija šećera i volumni udio alkohola kako bi se mogao označiti kraj procesa alkoholne fermentacije. Rezultat mjerenja se očitava u °P, pri čemu se iz početne i konačne količine šećera odredi i količina etanola u proizvodu.

3.2.3. Senzorska analiza medovine

Senzorska analiza provodi se kako bi se odredila boja, miris i okus proizvoda. U senzorskoj analizi koriste se ljudska osjetila kako bi se ocijenila kvaliteta proizvoda.

Ocjenjivači u dobi 25-60 godina ocjenjivali su medovinu prema nekoliko parametara: boja okus, miris, punoća okusa. Prema njihovim ocjenama, bolje je prihvaćena medovina od suncokretovog meda koja je karakterizirana kao "lakša" i "ugodnija". Prije svega, promatra se boja i zamućenost medovine osjetom vida. Nakon promatranja izgleda slijedi određivanje mirisa. Prilikom određivanja mirisa važno je da prostorija bude prozračena kako bi ispitivač mogao odrediti miris samog proizvoda. Nakon određivanja mirisa slijedi određivanje okusa. Okus obuhvaća slatko, slano, kiselo, gorko i umami. Okusni pupoljci su receptori za okus koji se nalaze na površini jezika te u korijenu, vrhu i na rubovima jezika, kao i na nepcu.

Tijekom provođenja analize svaki ispitivač treba imati vlastito radno mjesto i uzorak, odvojeno od drugog ispitivača kako međusobno ne bi utjecali jedan na drugog.

Za potrebe ovog istraživanja, odabrali smo 5 ocjenjivača koji su ocjenjivali koliko im se sviđa pojedini uzorak. Svatko je dobio tablicu koju je ispunjavao prema vlastitim preferencijama. Poslužila su se dva uzorka (0,1 L). Svaki uzorak se poslužio u prozirnim čašama, pod šifrom.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. REZULTATI FERMENTACIJA RAZLIČITIH VRSTA MEDA

U ovom istraživanju korišteni su suncokretov i kestenov med, za proizvodnju medovine. Budući da se cvjetni i suncokretov med bitno razlikuje od kestenovog meda po više fizikalno-kemijskih parametara, boji, sastavu i udjelu šećera, očekivano je da i medovine pokazati veliku različitost u senzorskim svojstvima. U **Tablici 2** prikazani su fizikalno-kemijski parametri uzoraka meda.

Tablica 2 Fizikalno-kemijski parametri uzoraka meda prilikom čega je uzorak 1 kestenov med, uzorak 2 cvjetni med i uzorak 3 suncokretov med

Parametar	Mjerna jedinica	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
Udio vode	%	18,3	15,5	18,2
Električna vodljivost	mS/cm	1,13	0,37	0,39
Aktivnost dijastaze (DN)	/	20,2	21,7	21,0
HMF	mg/kg	15,75	20,96	3,59
Boja	mm Pfund	67,0	62,0	50,0
pH	/	4,67	3,66	3,61
Fruktoza	g/100 g	35,89	36,74	34,71
Glukoza	g/100 g	29,64	38,37	38,99
Saharoza	g/100 g	0,06	0,10	0,07
Maltoza	g/100 g	2,52	1,77	1,51
Ksilozna	g/100 g	0,24	n.d.*	n.d.*
Melecitoza	g/100 g	n.d.*	n.d.*	n.d.*
Rafinoza	g/100 g	n.d.*	n.d.*	n.d.*
F + G	g/100 g	65,53	75,11	73,70
F/G	g/100 g	1,21	0,96	0,89

*n.d. nije detektirano

Iz **Tablice 2** se može vidjeti da udio vode u uzorku 1 iznosi 18,2 % isto kao i za uzorak 3, dok u uzorku 2 udio vode iznosi 15,4 %. Svi uzorci u skladu su s kriterijima Pravilnika o medu kojim je naznačeno da je maksimalni udio vode u medu 20 % (MP, 2015).

Za kestenov med (uzorak 1) električna vodljivost iznosi 1,125 ms/cm, što odgovara Pravilniku o medu, prema kojem propisana minimalna vrijednost električne provodnosti za med od kestena iznosi 0,8 ms/cm. Za med od kestena karakteristična je veća vrijednost električne vodljivosti (MP, 2015). Za uzorak 2 električna vodljivost iznosi 0,365 ms/cm te za uzorak 3 iznosi 0,390 ms/cm. Navedene vrijednosti odgovaraju Pravilniku o medu prema kojem električna vodljivost cvjetnog meda može iznositi maksimalno od 0,8 ms/cm.

Mjerenjem boje Lovibondovim komparatorom za uzorak 1 dobivena vrijednost je 67 mm Pfund, za uzorak 2 iznosi 62 mm Pfund te za uzorak 3 iznosi 50 mm Pfund. Uzorak 1 bitno se razlikuje od uzorka 2 i 3 zato što je kestenov med tamnije boje pa je tako vrijednost u mm Pfund-a veća za uzorak kestenovog meda u odnosu na svjetliji cvjetni i suncokretov med.

Za sva tri uzorka aktivnost dijastaze ispunjava kriterije Pravilnika (MP, 2015) te su vrijednosti sljedeće: za uzorak 1 DN= 20,2, zatim za uzorak 2 DN= 21,7 te na posljetku uzorak 3 DN= 21,0.

Također, uzorci ispunjavaju propisane zahtjeve (MP, 2015) za udio hidroskimetilfurfurala. Za uzorak 1 HMF = 15,75 mg/kg, za uzorak 2 HMF = 20,96 mg/kg te uzorak 3 HMF = 3,59 mg/kg.

Određivanje ugljikohidrata provedeno je HPLC metodom. Uzorak 1 imao je 65,53 g fruktoze i glukoze, uzorak 2 imao je 75,11 g fruktoze i glukoze i na posljetku uzorak 3 sadržavao je 73,70 g fruktoze i glukoze te su sva tri uzorka zadovoljila Pravilnik o medu prema kojem je minimalni udio fruktoze i glukoze u medu 60 % (MPP, 2015).

Isto tako, sva tri uzorka ne prelaze graničnu vrijednost od 5 g/100 g saharoze. Najmanju količinu saharoze sadrži uzorak 1 s 0,06 g saharoze, zatim uzorak 3 s 0,07 g saharoze i na posljetku uzorak 2 s 0,1 g saharoze. Omjer fruktoze i glukoze u uzorcima 2 i 3 su manje od 1 što ukazuje na veću količinu glukoze i time veću brzinu kristalizacije meda (Bhandari i sur., 2009).

Od monosaharida još je detektirana ksiloza u uzorku kestenovog meda, dok u ostalim uzorcima nije detektirana (uzorak 1= 0,24 g, uzorak 2= nije detektirano, uzorak 3= nije detektirano). Od disaharida prisutna je maltoza (uzorak 1= 2,52 g, uzorak 2= 1,77 g, uzorak 3=

1,51 g). Prisustvo oligosaharida melecitoze i rafinoze nije detektirano u nijednom uzorku meda.

U **Tablici 3** prikazan je udio peludna zrnca različitih biljnih vrsta pronađena u tri uzorka meda. U sva tri uzorka meda prisutni su elementi medljike. Analizom u uzorku 1, detektirana su peludna zrnca *Castanea sativa* Mill. (95,6 %), *Myosotis* (2,5 %) i *Apiaceae* (1,9 %). S obzirom na to da se u najvećoj mjeri mogu pronaći peludna zrnca *Castanea sativa* Mill., uzorak 1 je kestenov med, što fizikalno-kemijski parametri također potvrđuju. Prema pravilniku o kakvoći, uniflorni med sadržava minimalno 85 % peludnih zrnaca kestena (MPRRR, 2009).

U uzorku 2 detektirana su peludna zrnca *Apiaceae* (6,2 %), *Asteraceae* (4,8 %), *Bellis* sp. (4,1 %), *Brassica* sp. (18,6 %), *Cornus sanguinea* L. (4,8 %), *Helianthus annuus* L. (29,1 %), *Rosaceae* (7,5 %), *Salix* sp. (5,1 %), *Taraxacum officinale* (L.) Weber (7,2 %), *Trifolium* sp. (9,2 %). Neidentificirane biljne vrste iznose 3,4%. Uzorak 2 sadrži značajne količine peludnih zrnaca suncokreta i kupusnjača, a na temelju analize peludnih zrnaca uzorak 2 je cvjetni med.

U uzorku 3 detektirana su peludna zrnca *Apiaceae* (3 %), *Asteraceae* (4,0 %), *Bellis* sp. (2,0 %), *Brassica* sp. (18,5 %), *Cornus sanguinea* L. (3,0 %), *Helianthus annuus* L. (54,5 %), *Salix* sp. (4,0 %), *Taraxacum officinale* (L.) Weber (4,0 %) i *Trifolium* sp. (6,0 %). Neidentificirane biljne vrste iznose 1 %. Nakon provedene analize peludnih zrnaca identificirane su značajne količine peludnih zrnaca kupusnjača, a 54,5 % čine peludna zrnca suncokreta. S obzirom na to da fizikalno kemijske karakteristike uzorka 3 odgovaraju suncokretovom medu kao i rezultati melisopalinološke analize može zaključiti da je uzorak 3 suncokretov med (MPRRR, 2009).

Tablica 3 Peludna analiza uzoraka meda prilikom čega je uzorak 1 kestenov med, uzorak 2 cvjetni med i uzorak 3 suncokretov med

Biljna vrsta	%		
	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3
<i>Apiaceae</i>	1,9	6,2	3,0
<i>Asteraceae (druge)</i>	/	4,8	4,0
<i>Bellis sp.</i>	/	4,1	2,0
<i>Brassica sp.</i>	/	18,6	18,5
<i>Castanea sativa</i> Mill.	95,6	/	/
<i>Cornus sanguinea</i> L.	/	4,8	3,0
<i>Elementi medljike</i>	prisutni	prisutni	prisutni
<i>Helianthus annuus</i> L.	/	29,1	54,5
<i>Myosotis</i>	2,5	/	/
<i>Neidentificirani</i>	/	3,4	1,0
<i>Rosaceae</i>	/	7,5	/
<i>Salix sp.</i>	/	5,1	4,0
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber	/	7,2	4,0
<i>Trifolium sp.</i>	/	9,2	6,0
Zbroj	100,0	100,0	100,0

Početna količina šećera u medovinama pripremljenim za fermentaciju te konačna količina fermentabilnih šećera prikazani su u **Tablici 4**.

Tablica 4 Početna i završna količina šećera u medovini

Medovina	Početna količina	Konačna količina	Količina alkohola
	fermentabilnih šećera (°P)	fermentabilnih šećera (°P)	(%)
Kestenov med	16	1,1	7,2
Suncokretov med	18	1,0	8,9

Iz **Tablice 4** vidljivo je da je količina alkohola bila veća u medovini proizvedenoj od suncokretovog meda (8,9 %), nego u onoj od kestenovog (7,2 %). To se vjerojatno može pripisati omjeru fruktoze i glukoze u samom medu pri čemu su kvasci lakše mogli iskoristiti šećere u suncokretovom medu. Fermentacija je završila kada je kvasac potrošio sav fermentabilni šećer.

Treba naglasiti i da je fermentacija kestenove medovine trajala duže (2 mjeseca) i bila sporija dok je kod medovine od suncokretovog meda fermentacija trajala 1,5 mjesec. Budući da su znanstvene publikacije koje se bave medovinom vrlo oskudne, teško je usporediti ove podatke s drugim istraživanjima. No, nekoliko autora (Qureshi i Tamhane, 1985; Šmogrovicová i sur., 2012; Gomes i sur., 2013) objavilo je znanstvene radove čiji se podaci o trajanju fermentacije podudaraju s podacima dobivenim u ovom istraživanju. Naime, prema provedenim istraživanjima fermentacija može trajati od 15 do više od 90 dana, ovisno o upotrebljenom kvascu i temperaturi na kojoj se provodi fermentacija.

Tijekom fermentacije praćen je i pH medovine koji je prikazan u **Tablici 5**. Tijekom fermentacije pH vrijednost se nije značajno mijenjala, ali je došlo to blagog pada pH vrijednosti, što je u skladu s istraživanjem koje je provedeno na fermentaciji medovine divljim kvascima. U svom istraživanju, Pereira i sur. (2014) zaključili su da je blagi pad pH vrijednosti vjerojatno posljedica aktivnosti kvasca), odnosno proizvodnje CO₂ i SO₂ i drugih spojeva koji snižavaju pH (Benetole i sur., 2021).

Tablica 5 pH vrijednost medovine prije i nakon alkoholne fermentacije

Medovina	Početni pH	Konačni pH
Kestenov med	4,5	4,1
Suncokretov med	3,9	3,6

Nakon fermentacije, provedena je senzorska analiza gotovog proizvoda kako bi se utvrdilo koja je medovina prihvatljivija potrošačima. Srednje vrijednosti svih ocjena su prikazani u **Tablicama 6 i 7**.

Tablica 6 Senzorska analiza medovine od kestenovog meda

KARAKTERISTIKA	OPIS I BODOVANJE		OCJENA
Miris	Svojtven	5	5
	Manje svojstven	4	
	Blage greške mirisa	3	
	Zamjetne greške mirisa	2	
	Jake greške mirisa	1	
Okus	Svojtven	5	3
	Manje svojstven	4	
	Blage greške okusa	3	
	Zamjetne greške okusa (po kvascu)	2	
	Jake greške okusa (metalni okus, kiselkasto)	1	
Punoća okusa	Svojtvena, vrlo punog okusa	5	3
	Manje svojstvena, punog okusa	4	
	Vodenasto	3	
	Nesvojtvena, praznog okusa	2	
	Nepostojana	1	
Boja	Izrazito prihvatljiva	4	4
	Prihvatljiva	3	
	Manje prihvatljiva	2	
	Neprihvatljiva	1	
UKUPNO			15

Medovina od kestenovog meda također je imala zadovoljavajuće ocjene, ali su je ocjenjivači opisali kao "težu". Okus je bio ugodan zbog nešto veće slatkoće koja je posljedica sporije fermentacije i veće količine zaostalog šećera. Međutim, obje medovine su bile ocijenjene kao "nedovoljno slatke" što bi značilo da se u njih nakon fermentacije treba dodati dodatni šećer ili sladilo koje bi okus medovine učinio prihvatljivijim. Mirisne note medovina nisu posebno opisivane, ali miris je bio ugodan i dobio je najveći mogući broj bodova (5) za to svojstvo kod obje medovine.

Tablica 7 Senzorska analiza medovine od suncokretovog meda

KARAKTERISTIKA	OPIS I BODOVANJE		OCJENA
Miris	Svojtven	5	5
	Manje svojtven	4	
	Blage greške mirisa	3	
	Zamjetne greške mirisa	2	
	Jake greške mirisa	1	
Okus	Svojtven	5	4
	Manje svojtven	4	
	Blage greške okusa	3	
	Zamjetne greške okusa (po kvascu)	2	
	Jake greške okusa (metalni okus, kiselkasto)	1	
Punoća okusa	Svojtvena, vrlo punog okusa	5	3
	Manje svojtvena, punog okusa	4	
	Vodenasto	3	
	Nesvojtvena, praznog okusa	2	
	Nepostojana	1	
Boja	Izrazito prihvatljiva	4	2
	Prihvatljiva	3	
	Manje prihvatljiva	2	
	Neprihvatljiva	1	
UKUPNO			14

Boja medovine prvo je svojstvo koje potrošač vidi i kestenova medovina dobila je znatno veći broj bodova (4) od suncokretove (2), bila je privlačnija ocjenjivačima. Medovina od suncokretovog meda je ocjenjivače podsjećala na pivo bez pjene pa je stoga bila lošije ocijenjena (2). Iz rezultata je vidljivo da je velik utjecaj poznatih namirnica (npr. pivo u ovom slučaju) na prihvatljivost novih, još neisprobanih. Kako su ocjenjivači različite dobi to uvelike može utjecati na preferencije, a zaključno medovina od suncokretovog meda bila je bolje prihvaćena što se tiče okusa, dok je medovina od kestenovog meda bila bolje prihvaćena što se tiče boje.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Proizvedena medovina od suncokretovog meda bitno se razlikuje u senzorskim svojstvima od medovine od kestenovog meda. Prednost kestenove medovine je boja koja je bolje prihvaćena.
2. Tijekom fermentacije dolazi do promjene pH vrijednosti, a blagi pad pH vrijednosti vjerojatno je posljedica aktivnosti kvasca.
3. Količina alkohola bila je veća u medovini proizvedenoj od suncokretovog meda, što znači da je sastav šećera tog meda bio pristupačniji kvascima, nego onaj iz kestenovog meda. Omjer fruktoze i glukoze u suncokretovom medu je < 1 , dok je omjer fruktoze i glukoze u medu od kestena > 1 . Početni zbroj fruktoze i glukoze znatno je veći kod suncokretovom meda te je u skladu s tim veća količina alkohola u toj medovini.
4. Proizvodnja medovine zahtjevan je i dug proces koji može završiti neuspjelom fermentacijom pri čemu je kod uspješnih fermentacija faza odležavanja iznimno važna. Istraživanja u području proizvodnje medovine vrlo su oskudna upravo zbog varijabilnog sastava meda čiji fizikalno-kemijski parametri ovise o godini prinosa meda. Glavni sastojci meda – ugljikohidrati i voda, kao i ostali spojevi u medu (više od 180 različitih spojeva) utječu na alkoholnu fermentaciju i senzorske karakteristike krajnjeg proizvoda.

6. LITERATURA

-
- Belčić J, Katalinić J, Loc D, Lončarević S, Peradin L, Sulimanović Đ, Šimić F, Tomašec I: *Medovina. Pčelarstvo*, str. 546-547. Znanje, Zagreb, 1990.
- Benetole BM, Gomes WPC., Generoso EP, Campos SV, Costa Harder LN, Arthur V, Costa Harder MN: *Mead of Natural Fermentation*, 2021.
- Bhandari B, Arey BD, Kelly C: Rheology and crystallization kinetics of honey: Present status. *International Journal of Food Properties*, Vol:2,217-226, 1999.
- Bilić Rajs B: Primjena stabilnih izotopa i mineralnih tvari u određivanju botaničkog i zemljopisnog podrijetla izabranih vrsta hrvatskog meda. *Doktorska disertacija*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2019.
- Bogdanov S: Honey quality and international regulation standards: review by the International Honey Commission. *Bee World*, str. 80:61-69, 1999.
- Casellas, GB: Effect of low temperature fermentation and nitrogen content on wine yeast metabolism. Universitat Rovira i Virgili. *Tese de Doutoramento*, 2005.
- Chojnacka: Fermentation Products, *Encyclopedia of Life Support Systems*, Vol 5., Chemical engineering and chemical process technology, 2010.
- Dashko S, Zhou N, Compagno C, Piškur J: Why, when, and how did yeast evolve alcoholic fermentation?, Vol 14:826-832, 2014.
- Deutsches Institut für Normung: *Determination of relative pollen content of honey*, DIN 10760:2002
- EU, The Council of the European Union: Council Directive 2001/110/EC of Dec 20, 2001, relating to honey. *Official Journal of European Community*, L10:47-52, 2002.
- Fotez A: Projektiranje sustava za kontroliranu fermentaciju vina. *Diplomski rad*, Prehrambeno-tehnološki fakultet, 2017.
- Gobin I, Vučković D i Lušić D: Antibacterial properties of honey. *Pregledni rad*, Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2014.
-

-
- Iglesias A, Pascoal A, Choupina AB, Carvalho CA, Feas X, Estevinho M.: Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production, *Molecules*, 19:12577-12590; doi:10.3390/molecules190812577, 2014.
- International Honey Commission: Harmonised methods of the International (European) Honey Commission., 2009.
- Jakson SR: Mead Production: Tradition Versus Modernity. *Advances in Food and Nutrition Research*, 63:111-118, Elsevier, 2011.
- Kime RW, McLellan MR, Lee CY: An Improved Method of Mead Production, *Am. Bee J.*, 131:394-395, 1991.
- McGovern PE: Science in Archeology: A Review. *American Journal of Archeology*, 99:79-142, 1995.
- Ministarstvo poljoprivrede: *Pravilnik o medu*. Narodne novine, 53/15, 2015.
- Ministarstvo poljoprivrede: *Pravilnik o kakvoći uniflornog meda*. Narodne novine. 122/09, 2009.
- Pereira AP, Mendes-Ferreira A, Estevinho LM, Mendes-Faia A: Mead production: fermentative performance of yeasts entrapped in different concentrations of alginate, *Journal of The Institute of Brewing*, 120:575-580, 2014.
- Pereira AP, Mendes-Ferreira A, Estevinho LM, Mendes-Faia A: Improvement of mead fermentation by honey-must supplementation, *Journal of The Institute of Brewing*, 121:405-410, 2015.
- Pereira AP, Mendes-Ferreira A, Oliveira JM, Estevinho LM, Mandes-Faia A: Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cells immobilization on mead production, *Food Science and Technology*, 56:21-30, 2013.
- Simao L, Monteiro Wanderley BRS, Tavares Vieira MP, Haas ICS, Castanho Amboni RDM, Fritzen-Freire CB: How Do Different Ingredients and Additives Affect the Production

-
- Steps and the Bioactive Potential of Mead?, *Food Technology and Biotechnology*, 61(2):179-190, 2021.
- Sousa-Dias M., Paula V.B., Dias L.G., Estevinho L.M.: Mead Production Using Immobilized Cells of *Saccharomyces cerevisiae*: Reuse of Sodium Alginate Beads, *Processes*, 9(4):724, 2021.
- Starowicz M i Granvogl M: Effect of Wort Boiling on Volatiles Formation and Sensory Properties of Mead, *Molecules*, 27(3):710, 2022.
- Vidrih R, Hribar J: Mead: The Oldest Alcoholic Beverage, *Traditional foods*, str. 325-338, Springer, Ljubljana, 2016.
- Zimmerman J: Make Mead Like a Viking: Traditional Techniques for Brewing Natural, Wild-Fermented, Honey-Based Wines and Beers, Chelsea Green Publishing, 2015.
- Qureshi N, Tamhane DV: Production of mead by immobilized whole cells of *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 21:280-281., 1985.
- Gomes T, Barradas C, Dias T, Verdial J, Morais JS, Ramalhosa E, Estevinho LM: Optimization of mead production using response surface methodology. *Food Chem. Toxicol*, 59,:680-686., 2013.
- Persano Oddo L, Piro R: Main European unifloral honey:descriptive sheet. *Apidologie*, 35:38-81, 2004.
- Šmogrovicová D, Nádaský P, Tandlich R, Wilhelmi BS, Cambray G: Analytical and aroma profiles of slovak and south african meads. *Czech J. Food Sci.*, Vol:30, 241–24, 2012.
- Web 1. Herbert J, Herbert J: *Mead is the fastest growing segment of the US alcohol industry*, American Mead Makers Association, 2014. <https://meadist.com/mead-articles/mead-fastest-growing-segment-us-alcohol-industry/> [30.11.2023]
-

