

Proizvodnja pića na bazi sladovine sa dodatkom soka od aronije

Nišević, Jelena

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:109:390061>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-28**

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**

Jelena Nišević

**PROIZVODNJA PIĆA NA BAZI SLADOVINE SA DODATKOM SOKA OD
ARONIJE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, srpanj, 2022.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za procesno inženjerstvo
Katedra za bioprocesno inženjerstvo
Franje Kuhača 20, 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 III. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2021./2022.) održanoj 21. prosinca 2021.**Mentor:** doc. dr. sc. *Kristina Mastanjević***Komentor:****Pomoć pri izradi:****Proizvodnja pića na bazi sladovine sa dodatkom soka od aronije***Jelena Nišević, 0058205817*

Sažetak: Bezalkoholna pića na bazi sladovine nisu rijetkost u Srednjoj Europi, a i kod nas se polako probijaju na tržište. Cilj ovoga rada bio je proizvesti sladovinu koja se u daljnjem ispitivanju koristila za proizvodnju pića na bazi sladovine sa dodatkom soka od aronije. Također, ispitat će se i senzorska svojstva ovoga pića, te ustanoviti njegova prihvatljivost među širom populacijom. Sladovina je pripremljena standardnim postupkom od slada tipa Munich. U ohlađenu sladovinu dodan je sok od aronije te su tijekom istraživanja pripravljena tri napitka sa različitim koncentracijama soka od aronije (10, 20 i 30%). Senzorska analiza provedena je za sva tri napitka i pokazalo se da 30% soka od aronije ugodno djeluje na okus napitka, ali da ima prostora za poboljšanje. U tu svrhu dodano je 5 kapi eteričnog ulja mente i provedeno je gaziranje sa CO₂. U konačnici, rezultati su pokazali da je dodatak soka od aronije u iznosu od 30% senzorski prihvatljiviji uz dodatak eteričnog ulja mente i CO₂. Osim senzorske analize, analizirani su i ukupni polifenoli te nutritivna vrijednost napitka. Potrebno je provesti daljnja istraživanja u svrhu optimiranja ovog pića koje ima potencijalno pozitivan utjecaj na zdravlje.

Ključne riječi: aronija, sladovina, eterično ulje mente, slad**Rad sadrži:** 35 stranica
25 slika
5 tablica
21 literaturnih referenci**Jezik izvornika:** hrvatski**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

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

Datum obrane: 7. srpanj, 2022.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Process Engineering
Subdepartment of Bioprocess Engineering
Franje Kuhača 20, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food Engineering

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Food technology

Course title: Technology of malt and beer

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. III held on December 21, 2021.

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

Co-mentor:

Technical assistance:

Production of wort based beverage with the addition of chokeberry juice

Jelena Nišević, 0058205817

Summary: In Croatia, production of non-alcoholic wort-based beverages is just getting started. The main goal of this research was to produce wort, which is further used in the production of the wort-based beverage with the addition of chokeberry juice. Sensory characteristics and the consumer acceptance would be analyzed as well. Wort has been prepared by the standard mashing process, using Munich malt. Chokeberry juice was added to the cooled wort. For the purpose of this research, three beverages with different concentrations of chokeberry juice (10, 20, 30%) were formulated, and all of the beverages were subjected to sensory analysis. Sensory analysis showed that wort with the addition of 30% chokeberry juice was the most accepted. This concentration of the chokeberry juice provided a pleasant taste of the beverage, but needed some improvement. To address this, mint essential oil was added (5 drops) to the mixture and carbonation using gaseous CO₂ was conducted. Overall, the results indicated that the wort-based beverage, with a 30% chokeberry juice, received better acceptance when carbonated and mixed with mint essential oil. Besides sensory analysis, polyphenol content was also analyzed, along with the determination of nutritional value. However, in order to optimize the production this wort-based beverage, further research should be conducted.

Key words: Chokeberry, wort, mint essential oil, malt

Thesis contains: 35 pages
25 figures
5 tables
21 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|----------------------------------------------------|--------------|
| 1. <i>Vinko Krstanović</i> , PhD, prof. | chair person |
| 2. <i>Kristina Mastanjević</i> , PhD, asst prof. | supervisor |
| 3. <i>Ante Lončarić</i> , PhD, asst prof. | member |
| 4. <i>Krešimir Mastanjević</i> , PhD, assoc. prof. | stand-in |

Defense date: July, 7, 2022

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

Zahvaljujem svojim roditeljima koji su mi bili psihološka i financijska potpora sve ove godine studiranja, nikad ne odustajući od mene. Baki, koja je uvijek imala vremena i volje da me sasluša. Bratu, koji vjeruje u mene. Šogorici, na svakom pitanju i iskrenom zanimanju za kolegije i natjecanja kojima se bavim. Nećacima Anti i Blažu, na svakom bezbrižnom trenutku i podsjećanju kako je život jedna velika igra. Mentorici Kristini Mastanjević, na bezrezervnoj podršci i pomoći u svakom projektu kojem sam pristupila. Bez njene pristupačnosti i otvorenosti prema studentima, ovaj diplomski rad, i sami završetak studija, ne bi bio isti. Mojim prijateljima, na razumijevanju i konstruktivnim kritikama.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. PROIZVODNJA SLADOVINE	4
2.1.1. Slad	4
2.2. PIĆA NA BAZI SLADOVINE	5
2.2.1. Hrvatska	5
2.2.2. Europa	5
2.3. ARONIJA	6
2.3.1. Sok aronije	7
3. EKSPERIMENTALNI DIO	8
3.1. ZADATAK	9
3.2. MATERIJAL I METODE	9
3.2.1. Proizvodnja sladovine	9
3.2.2. Dodatak soka aronije	18
3.2.3. Dodatak eteričnog ulja mente	18
3.2.4. Gaziranje	19
3.2.5. Pakiranje	19
3.2.6. Određivanje ukupnih polifenola	20
3.2.7. Određivanje antioksidacijske vrijednosti primjenom DPPH testa	21
3.2.8. Određivanje ukupnih flavonoida	22
3.2.9. Određivanje ukupnih antocijana	23
4. REZULTATI I RASPRAVA	24
4.1. USPOREDBA DOBIVENIH ANTIOKSIDATIVNIH VRIJEDNOSTI PIĆA NA BAZI SLADOVINE S DODATKOM SOKA ARONIJE S ANTIOKSIDATIVNOM AKTIVNOŠĆU TAMNIH I CRNIH PIVA	25
4.2. NUTRITIVNA VRIJEDNOST PIĆA NA BAZI SLADOVINE S DODATKOM SOKA ARONIJE I ETERIČNOG ULJA MENTE	27
4.3. PRIHVATLJIVOST MEĐU POTROŠAČIMA	28
5. ZAKLJUČCI	31
6. LITERATURA	33

Popis oznaka, kratica i simbola

PTF	Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)
MPRRR	Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja

1. UVOD

Marić (2009) navodi da se proizvodnja piva odvija već više od 5000 godina, o čemu svjedoče brojne legende, te zapisi na glinenim pločicama stanovnika nekadašnje Mezopotamije, tj. Sumerana. Također, grčka i rimska literatura bavi se pivom, izruguje narode koji su pili pivo umjesto vina, nazivajući pivopije kao niža bića.

Mišljenje o pivu, kao manje vrijednom piću od vina, mijenja se vladavinom Karla Velikog, kada proizvodnja piva započinje čak i u samostanima. U to vrijeme, s prelaskom iz šestog u sedmo stoljeće, započinje hmeljenje piva (Marić, 2009).

Sladovina je poluproizvod u proizvodnji piva, dobiven toplinskom i enzimskom razgradnjom osnovnih sirovina, odnosno ječmenog i/ili pšeničnog slada koji se može djelomično nadomjestiti s drugim žitaricama ili proizvodima od žitarica, šećerom i ostalim (di)saharidima te šećernim i škrobnim sirupima (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2011). Sladovina sama po sebi ne sadrži alkohol, tj. u nju nisu dodani kvasci koji bi proveli proces fermentacije do dobivanja određenog udjela alkohola, a ne sadrži ni hmelj (barem ne u izradi ovog diplomskog rada). Što se tiče aronije, proizvodi od bobica aronije prepoznati su kao namirnice koje imaju blagotvorno djelovanje na zdravlje (funkcionalna hrana). Radi svojih antioksidacijskih svojstava, bogatstva polifenola, aronija je korištena kao lijek za slabokrvnost, probavne tegobe, tlak i ublažavanje stresa (Šibalić, 2020).

Cilj ovog rada bio je proizvesti sladovinu kombinacijom svijetlog i tamnog slada, pomiješati je sa sokom aronije u svrhu dobivanja proizvoda s povećanom udjelom polifenola, antocijana i antioksidacijske aktivnosti, tj. u svrhu dobivanja bezalkoholnog pića na bazi sladovine koji mogu konzumirati i djeca. Ujedno, postavljena je hipoteza da će piće na bazi sladovine obogaćeno sokom aronije i eteričnim uljem mente sadržavati viši udio polifenola i imati veću antioksidacijsku aktivnost nego tamna i crna piva.

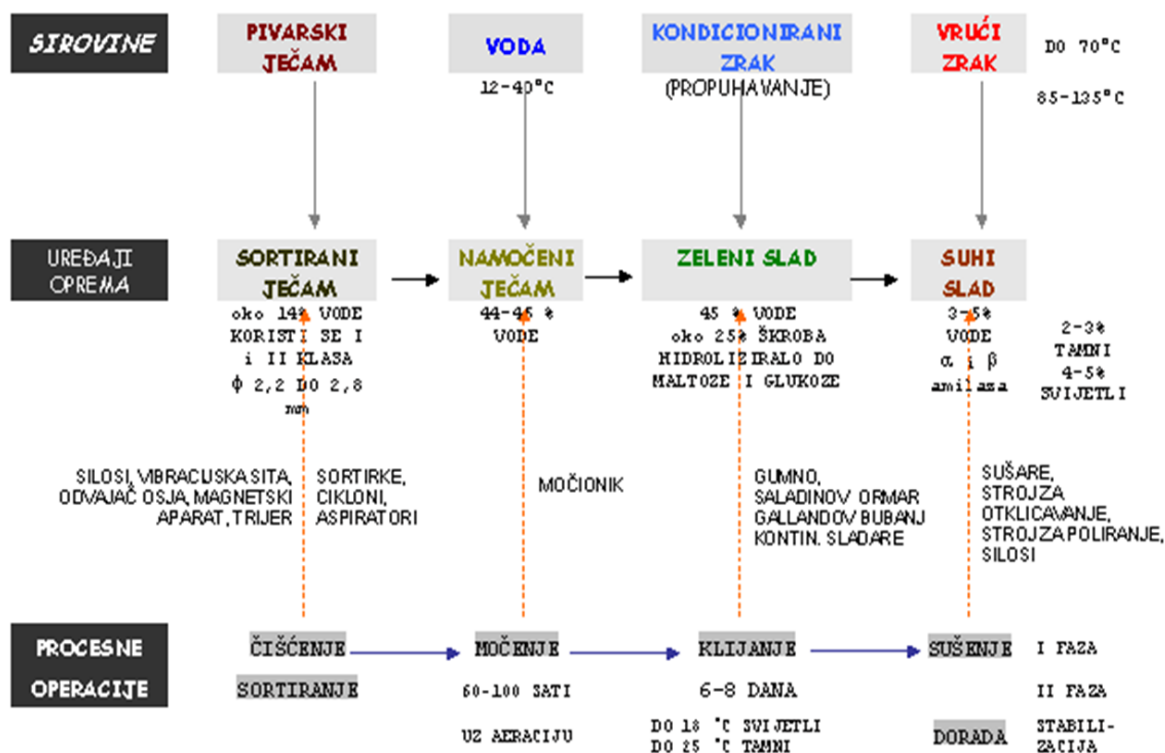
2. TEORIJSKI DIO

2.1. PROIZVODNJA SLADOVINE

Prema Pravilniku o pivu donesenom od strane Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (MPRRR, 2011), pivska sladovina je poluproizvod dobiven toplinskom i enzimskom razgradnjom osnovnih sirovina, odnosno ječmenog i/ili pšeničnog slada koji se može djelomično nadomjestiti s drugim žitaricama ili proizvodima od žitarica, šećerom i ostalim saharidima te šećernim i škrobnim sirupima, pod uvjetom da je jodna reakcija na škrob u pivu negativna, a koje sadrže ekstrakt za fermentaciju. Jednostavnije rečeno, pivska sladovina vodeni je ekstrakt pivskoga slada, neslađenih sirovina i hmelja (Hrvatska enciklopedija, 2022).

2.1.1. Slad

Slad je proklijalo i osušeno zrno pivskoga ječma (*Hordeum distichum*) (Hrvatska enciklopedija, 2022). Proizvodni postupak dobivanja slada podrazumijeva prihvatanje, čišćenje, sortiranje i transport ječma, sušenje i skladištenje ječma, močenje ječma, klijanje ječma, sušenje zelenog slada, te obradu slada nakon sušenja. Kvaliteta pivskog ječma određuje se kemijskim analizama i testom mikrosladenja u mikrosladari, a ponekad pokusnom laboratorijskom proizvodnjom piva na postrojenju mini-pivovare (Narziss, 1988).



Slika 1 Opća shema proizvodnje pivarskog slada (Mastanjević, 2022)

Slađenje je umjetno potaknuto klijanje sjemena koje se prekida nakon postizanja željenog stupnja modifikacije. Cilj slađenja je razviti enzime koji pri ukomljavaanju vrše pretvorbu škroba u šećer (Narziss, 1988.).

Slad se skladišti u silosnim ćelijama, a prije usitnjavanja prolazi kroz liniju za čišćenje. Odvagani slad potrebno je samljati na način da je endosperm usitnjen što bolje, a da pljevica sladnog zrna ostane sačuvana (Marić, 2009). Boja slada uvelike utječe na boju sladovine pa se tako za tamna piva koristi slad sušen na višim temperaturama nakon čega ima karamelnu, čokoladnu ili potpuno crnu boju.

2.2. PIĆA NA BAZI SLADOVINE

Istraživanjem tržišta, nije pronađeno mnogo informacija o bezalkoholnim pićima na bazi sladovine, bilo na području Europe, a posebice na području Hrvatske. Sladovina se, još uvijek, prvenstveno koristi u svrhu dobivanja alkoholnog pića, tj. piva.

2.2.1. Hrvatska

Što se tiče hrvatskih proizvođača bezalkoholnih pića na bazi sladovine, istražena su dva pića, iza kojih stoji Zagrebačka pivovara d.o.o. sa sjedištem u Zagrebu.

Prvo od njih je Hidra ISO deklarirano kao izotonični napitak, tj. „osvježavajuće gazirano bezalkoholno piće s okusom limuna, naranče i grejpa, od pivske sladovine (9,3%) sa šećerom i sladilom“. Hidra ISO nadoknađuje elektrolite (kalcij, magnezij) koji se gube tijekom napora, tj. fizičkih aktivnosti. Prirodna voćna vlakna uzrokuju mutnoću proizvoda, te je moguće pojavljivanje taloga. Kalorijska vrijednost pića je 94 kJ, tj. 22 kcal na 100 mL (Konzum, 2022).

Drugo piće na bazi sladovine koje se nalazi na hrvatskom tržištu je Hidra up, te spada u energetska pića. Točan naziv proizvod glasi „osvježavajuće gazirano bezalkoholno piće s okusom naranče, limuna i limete od pivske sladovine (10%) sa šećerom i sladilom“. Kalorijska vrijednost pića iznosi 80 kJ, tj. 19 kcal na 100 mL to je nešto niže nego u njene „prethodnice“ (Konzum, 2022).

2.2.2. Europa

Na području Europe postoje znanstveni radovi koji prikazuju razvoj pića na bazi sladovine s probiotičkim svojstvima. U radu Proizvodnja probiotičkih napitaka na bazi sladovine s dodatkom eteričnog ulja grejpa (*Citrus paradisi* L.) ili mandarine (*Citrus reticulata* L.), autori zaključuju da kombinacija eteričnog ulja i probiotičkog soja kvasca rezultira napitcima s višom biološkom vrijednošću od napitaka proizvedenih samo s probiotičkim sojem. Dobiveni rezultati bit će korišteni za optimizaciju

procesnih varijabli u proizvodnji probiotskih napitaka na bazi sladovine s dodatkom eteričnog ulja (Tomova i sur., 2021).

Trendafilova i suradnici (2021) bave se istraživanjem napitaka proizvedenih fermentacijom sladovine bakterijama mliječne kiseline. Zaključuju da dodavanje eteričnog ulja metvice u koncentraciji od 0,025 i 0,05% inhibira fermentaciju mliječne kiseline, ali poboljšava senzorni profil napitka. Također, dodavanje eteričnog ulja mente dovodi do povećanja koncentracije ukupnih fenolnih spojeva, fenolnih kiselina i flavonoidnih fenolnih spojeva.

2.3. ARONIJA

Aronija (*Aronia melanocarpa*) je grmolika listopadna biljka koja ne naraste više od 3 metra u visinu, te do 2 metra u širinu. Pripada porodici ruža (*Rosacea*), a karakteriziraju je tamnoljubičasti bobičasti plodovi (Milić, 2009).

Bobice aronije imaju visok sadržaj polifenola, tj. procijanidina, antocijana i fenolnih kiselina. Udio pojedinih polifenolnih spojeva ovisi o sorti, načinu kultiviranja, vremenu berbe i stupnju zrelosti bobica. Uzimajući navedene uvjete u obzir, udio ukupnih fenolnih spojeva kreće od 3440 do 7849 mg/100 g suhe tvari (Kulling i Rawel, 2008).

Jakobek i suradnici (2008) navode da su antocijanini glavne polifenolne komponente ovog voća s najvećim udjelom u ukupnoj antiradikalnoj aktivnosti, a slijede ih proantocijanidini te fenolne kiseline i flavonoli.



Slika 2 Bobice aronije (Web 1)

Tablica 1 Udio fenolnih spojeva u bobicama aronije (mg/100 g suhe tvari) (Oszmiański i Wojdyło, 2005)

Flavani	mg/100 g suhe tvari
Proantocijanidini	5181,6
Fenolne kiseline	
Klorogenska kiselina	301,85
Neklorogenska kiselina	209,81
Flavonoli	
Kvercetin-3-galaktozid	36,98
Kvercetin-3-glukozid	21,64
Kvercetin-3-rutinozid	15,1
Antocijanini	
Cijanidin-3-galaktozid	1282,41
Cijanidin-3-arabinozid	581,5
Cijanidin-3-ksilozid	52,71
Cijanidin-3-glukozid	42,14

2.3.1. Sok aronije

Kao što je vidljivo u Tablici 1, bobice aronije bogate su fenolnim spojevima. Prema tome, njihovom pravilnom obradom, sok aronije zadržava vrijedna antioksidacijska svojstva. Tolić i suradnici (2015), dokazali su primjenom DPPH i FRAP metode da proizvodi od aronije sadržavaju velik udio fenola (3002,201-6639,741 mg/L soka) i manji udio ukupnih antocijana (150,459-1227.867 mg/L soka).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Cilj ovoga diplomskog rada bio je proizvesti sladovinu koja se u daljnjem ispitivanju koristila za proizvodnju pića na bazi sladovine sa dodatkom soka od aronije. Eksperimentalno je određivano povećanje nutritivne vrijednosti dodatkom soka aronije u pripremljenu, ohlađenu sladovinu. Postavljena je hipoteza da pripremljeno piće ima veći antioksidacijski učinak i veću količinu polifenola nego tamno pivo. Također, ispitana su i senzorska svojstva ovoga pića, te je ustanovljena njegova prihvatljivost među širom populacijom.

3.2. MATERIJAL I METODE

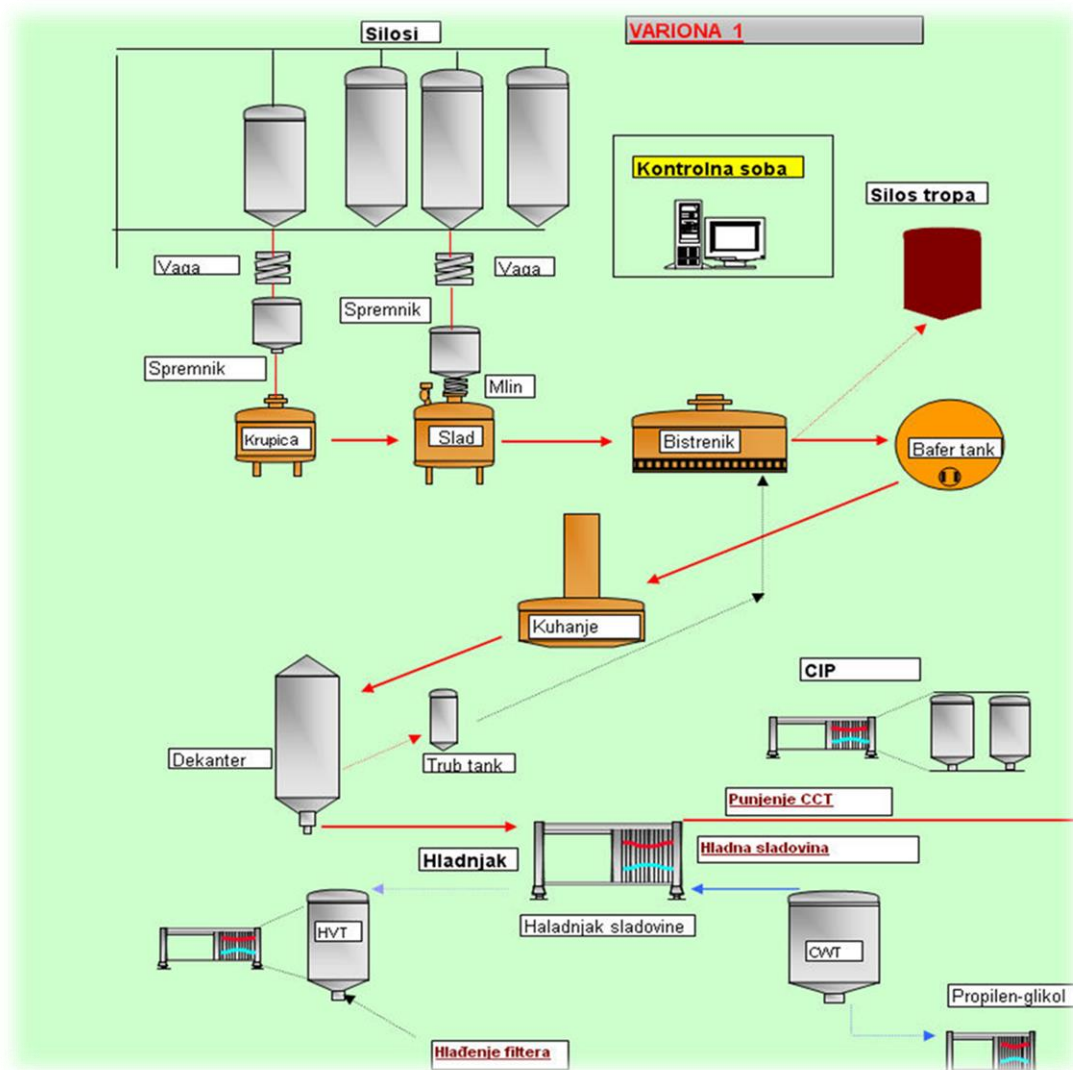
Za pripremu konačnog proizvoda, tj. pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente, korišten je Munich slad (ječmeni slad), te tamni slad (pšenični slad). Sok aronije kupljen je u supermarketu, a eterično ulje mente proizvedeno na Katedri za tehnološko projektiranje i farmaceutsko inženjerstvo na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu u Osijeku.

3.2.1. Proizvodnja sladovine

Kod proizvodnje sladovine, slad je prvo potrebno samljeti, nakon čega slijedi njegovo ukomljavanje. Završetkom procesa ukomljavanja ($T = 68\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 h), kreće se s ispiranjem tropa (T vode za ispiranje je $72\text{ }^{\circ}\text{C}$) nakon čega slijedi kuhanje na $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ kroz sat vremena. U industrijskim uvjetima, proizvodnja sladovine zahtijeva više prostora i više uređaja (Slika 4), te nije uobičajena priprema manjih šarži. Iz tog razloga je za potrebe laboratorijske proizvodnje sladovine korišten je uređaj Braumeister prikazan za slici 3. U navedenom uređaju moguća je proizvodnja 20 L sladovine, koja je bila dovoljna za provođenje ovog eksperimentalnog rada.



Slika 3 Laboratorijska proizvoda sladovine na uređaju Braumeister (izvor: privatna arhiva)



Slika 4 Industrijska shema proizvodnje sladovine (Mastanjević, 2022)

3.2.1.1 Mljevenje slada

Izvagani slad obrađuje se mehanički na način da se endosperm što bolje usitni, a pljevica sladnog zrna sačuva. Granulometrijski sastav sladne prekrupe bitan je radi postupka koji slijedi, ukomljavanja, odnosno ošećerenja komine. Ujedno, bitan je radi trajanja cijedenja sladovine, tj. razdvajanja komine na sladinu i trop. Iskorištenje sladnog ekstrakta i tijekom vrenja sladovine pouzdanije se određuju zahvaljujući poznavanju granulometrijskog sastava sladne prekrupe (Marić, 2009).

Za potrebe izrade diplomskog rada korišteno je 5 kg ječmenog slada Munich (Slika 5), te 50 g tamnog pšeničnog slada. Tamni pšenični slad dodan je radi postizanja boje konačnog pića koja

je prihvatljivija oku krajnjih potrošača. Mehaničko usitnjavanje, tj. proces mljevenja izvršen je na laboratorijskom mlinu na granulaciju 2,6 mm (slika 6).



Slika 5 Ječmeni slad Munich – Freak (izvor: privatna arhiva)



Slika 6 Laboratorijski mlin (izvor: privatna arhiva)



Slika 7 Samljeveni Munich i tamni pšenični slad (izvor: privatna arhiva)



Slika 8 Detaljniji prikaz granulacije Munich i tamnog pšeničnog slada (izvor: privatna arhiva)

3.2.1.2 Ukomljavanje

U uređaj Braumeister (Slika 3) ulije se destilirana voda do oznake, te se zagrije na 68 °C. Ujedno je potrebno odvagati određenu količinu soli za ukomljavanje (eng. *mashing*): 1 g CaSO₄, 2,5 g CaCl₂, te 2 g MgSO₄. Nakon što je voda postigla navedenu temperaturu, u uređaj se stavi cijev za ukomljavanje sa sitima na dno cijevi, doda se mljeveni slad, te se postave čelična sita i mrežice i na gornji dio cijevi za ukomljevanje. Ukomljavanje je postupak miješanja sladne prekrupe s toplom vodom (68 °C). Cilj je prevođenje netopljivih sastojaka slada u njihov topljiv oblik enzimskom hidrolizom pomoću enzima sintetiziranih (α - i β -amilaza) tijekom klijanja, odnosno slađenja ječma. Bitno je održavanje stabilnosti pH i temperature radi postizanja optimalne aktivnosti enzima (Marić, 2009).



Slika 9 Zagrijavanje destilirane vode (izvor: privatna arhiva)



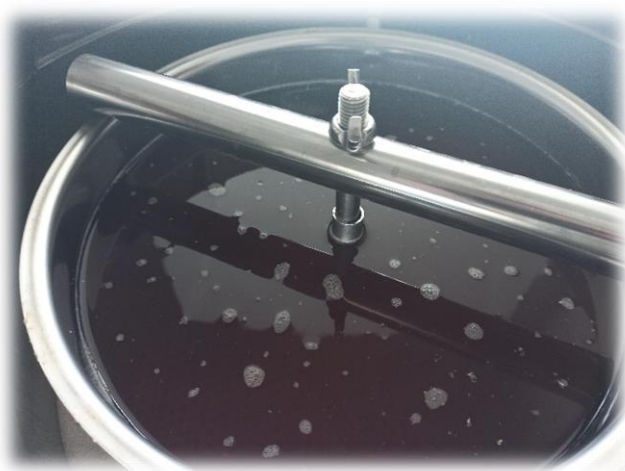
Slika 10 Ubacivanje samljevenog slada u zagrijanu vodu (izvor: privatna arhiva)



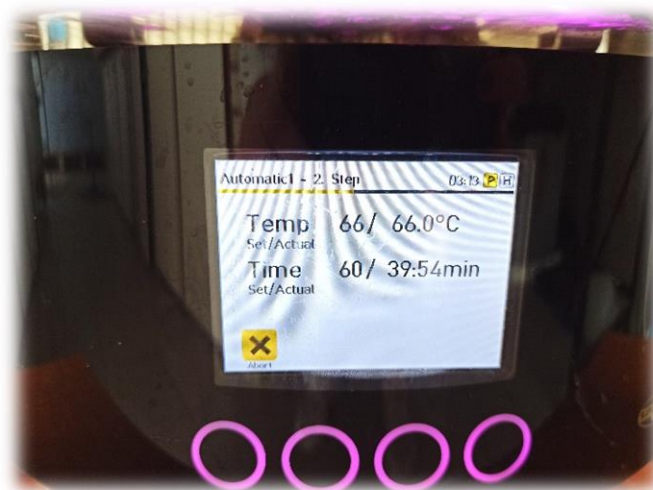
Slika 11 Čelična sita i mrežica (izvor: privatna arhiva)



Slika 12 Postavljanje cijevi za ukomljavanje (izvor: privatna arhiva)



Slika 13 Provedba procesa ukomljavanja (izvor: privatna arhiva)



Slika 11 Prikaz kontrole procesa ukomljavanja na uređaju Braumeister (izvor: privatna arhiva)

Tijekom procesa ukomljavanja dolazi do enzimske razgradnje škroba, β -glukana i proteina. Proces enzimske hidrolize škroba odvija se u tri faze koje se međusobno preklapaju. Prevođenje škroba u škrobni lijepak, odnosno klajsterizacija, u sladnoj komini je vrlo brz proces. Škrobne molekule vežu vodu, čime se uzrokuje bubrenje škrobnih zrnaca. Bubrenjem dolazi do pucanja ovojnice škrobnih zrnaca (razgrađena djelovanjem citoilitičkih i proteolitičkih enzima), čime škrob prelazi u škrobni lijepak. Djelovanjem enzima α -amilaze, započinje otapanje škrobnog lijepka, tj. razgradnja sastavnih dijelova škroba (amiloze i amilopektina) do dekstrina koji se sastoje od 7 do 12 glukozičnih jedinica. Prisutno je i nastajanje graničnih dekstrina. Optimalno djelovanje enzima α -amilaze je pri temperaturi od 72 °C do 75 °C, pri pH: 5,6-5,8. Što se tiče optimuma djelovanja β -amilaze, vrijednosti temperature iznose od 60 °C do 65 °C, pri pH:5,4-5,5 (Marić, 2009).

β -glukan građevni je sastojak stanične stjenke endosperma žitarica, zajedno s manjim udjelom hemiceluloze. Glukozične jedinice β -glukana povezane su β -1,4 i β -1,3 vezama. Enzimi koji djeluju na navedene veze u β -glukanu su β -glukanaza, koja razgrađuje β -glukan do β -glukanskog dekstrina pri temperaturnom intervalu 45°C – 50 °C, te β -glukan-solubinaza razgradnjom do otopljenog beta-glukana pri temperaturnom intervalu 60°C – 65 °C. Upravo nerazgrađeni β -glukan, tj. β -glukanski gel, izaziva probleme prilikom cijedenja sladovine (Marić, 2009).

Kao što je vidljivo na Slici 11, proces ukomljavanja provodi se 60 min.

3.2.1.3 Ispiranje tropa

Nakon faze ukomljavanja, tj. završene hidrolize, slijedi faza ispiranja tropa zagrijanom otopinom vode pomiješanom sa solima $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCl_2 , MgSO_4 , u količini od: 0,6 g CaSO_4 , 1,6 g CaCl_2 i 1,3 g MgSO_4 . (Slika 14). Tekući dio komine s otopljenim sastojcima naziva se prvijenac ili osnovna sladovina, a suspendirani dio naziva se trop (Slika 13) (Marić, 2009).

Isprani trop nekada je prvenstveno korišten kao hrana za životinje, no u današnje vrijeme sve češće je korišten kao dodatak pekarskim proizvodima radi poboljšanja njihovog nutritivnog profila (Slika 15).



Slika 13 Trop (izvor: privatna arhiva)



Slika 14 Ispiranje tropa otopinom soli (izvor: privatna arhiva)



Slika 15 Murssini – grisini obogaćeni pivskim tropom (izvor: privatna arhiva)

3.2.1.4 Hlađenje sladovine

Trop je prebačen u posudu, a proces kuhanja sladovine nastavlja se još 60 min na 100 °C radi sterilizacije. Petnaest minuta prije kraja kuhanja u Braumeister uređaj se postavlja hladilo (Slika 16), pri čemu se ono sterilizira. Po isteku 60 min, pokrene se proces hlađenja do postizanja temperature od 24°C. Sladovina se hladi do navedene temperature kako bi prilikom dodavanja soka aronije u pripremljenu sladovinu gubitak nutritivnih sastojaka soka aronije bio što manji, a samim time pripremljeno piće nutritivno vrijednije, te da bi postupak gaziranja pića bio što kvalitetniji, uzimajući u obzir Henryjev zakon otapanja plinova.



Slika 16 Sterilizacija hladila (izvor: privatna arhiva)

3.2.2. Dodatak soka aronije

Nakon procesa proizvodnje sladovine, njenog hlađenja, provodi se miješanje pripremljene sladovine sa sokom aronije.

Ispitivanje dodavanja najoptimalnije količine soka aronije provedeno je u tri šarže, tj. sok je dodan u količini od 10, 20 i 30% na određenu količinu sladovine. Dodatkom soka aronije u količini od 30%, tj. u konačnici 4,2 L soka aronije na 13,8 L sladovine, receptura je usavršena te je proizvod pripremljen za iduću fazu obrade.



Slika 17 Sok aronije (Web 2)

3.2.3. Dodatak eteričnog ulja mente

Radi poboljšanja senzoričkih svojstava pripremljenog pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije, tj. radi ublažavanja okusa same sladovine, dodano je 5 kapi eteričnog ulja mente na 18 L pripremljenog napitka.



Slika 18 Eterično ulje mente pripremljeno na PTF-u (izvor: privatna arhiva)

3.2.4. Gaziranje

Pripremljeno piće na bazi sladovine premješteno je u keg zapremnine 18 litara, te gazirano pomoću CO₂ pod tlakom od 2,5 bara (Slika 19). Temperatura tekućine bila je niska, oko 2n °C, zbog što boljeg otapanja plina (Henryjev zakon).



Slika 19 Gaziranje pripremljenog pića u kegu (izvor: privatna arhiva)

3.2.5. Pakiranje

Nakon provedbe gaziranja, i odležavanja pića na temperaturi hladnjaka (4 °C) kroz tjedan dana, piće (Slika 20) je pretočeno u staklenu ambalažu (Slika 21).



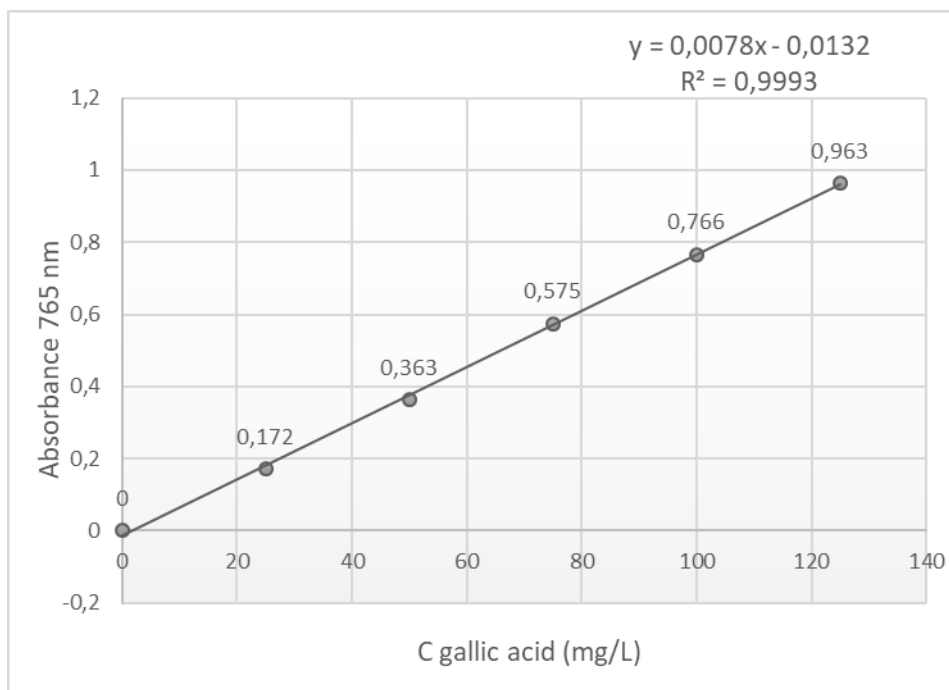
Slika 20 Gazirano piće na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente (izvor: privatna arhiva)



Slika 21 Piće upakirano u staklenu ambalažu (izvor: privatna arhiva)

3.2.6. Određivanje ukupnih polifenola

Ukupni polifenoli određeni su spektrofotometrijski Folin-Ciocalteovom (F.C.) metodom. Ekstrakt je u količini od 0,5 mL otpipetiran u staklenu epruvetu, zatim je u istu epruvetu otpipetirano 2,5 mL F.C. reagensa i 2 mL 7,5%-tnog natrijevog karbonata. Sve je dobro promiješano i ostavljeno 2 sata na tamnom mjestu. Apsorbancija pri valnoj duljini od 765 nm, mjerena je nakon 2 sata stajanja. Na isti način pripremljena je i slijepa proba, samo što je umjesto ekstrakta dodano otapalo za ekstrakciju. Rezultati su preračunati iz kalibracijske krivulje galne kiseline (Slika 22) (Lončarić, 2014). Ukupni polifenoli su određeni u piću na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente.



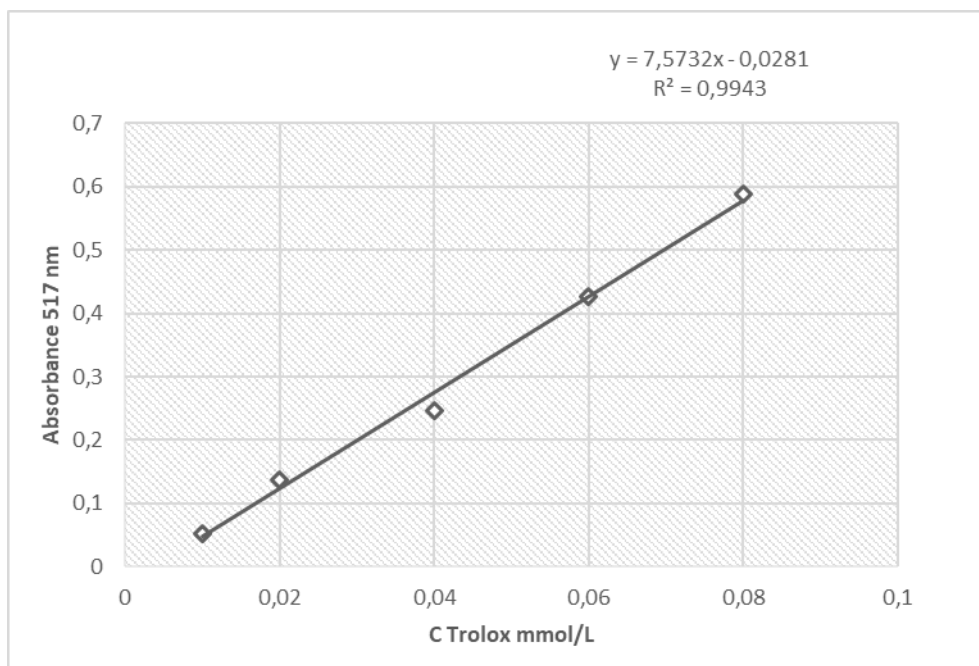
Slika 22 Kalibracijska krivulja galne kiseline

3.2.7. Određivanje antioksidacijske vrijednosti primjenom DPPH testa

Određivanje antioksidacijske aktivnosti DPPH metodom temeljeno je na redukciji slobodnih DPPH radikala antioksidansom koji služi kao donor vodika ili elektrona. Redukcija DPPH• radikala u molekulu DPPH dovodi do promjene boje otopine od izrazito ljubičaste do žute, što je detektirano spektrofotometrijski smanjenjem apsorbanca pri valnoj duljini $\lambda = 517$ nm. Do smanjenja apsorbanca tijekom vremena reakcije, dolazi radi smanjenja količine DPPH• radikala uslijed reakcije s antioksidansima (Lončarić, 2014).

Otpipetirano je 0,2 mL ekstrahiranog uzorka te dodano 3 mL otopine DPPH. Dobro je promiješano i ostavljeno stajati 15 minuta. Nakon 15 minuta, izmjerena je vrijednost apsorbanca pri 517 nm. Za slijepu probu, umjesto uzorka, dodan je etanol. Rezultat je preračunat iz kalibracijske krivulje troloxa (Slika 23) (Lončarić, 2014).

DPPH testom određena je antioksidacijska aktivnost pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente.

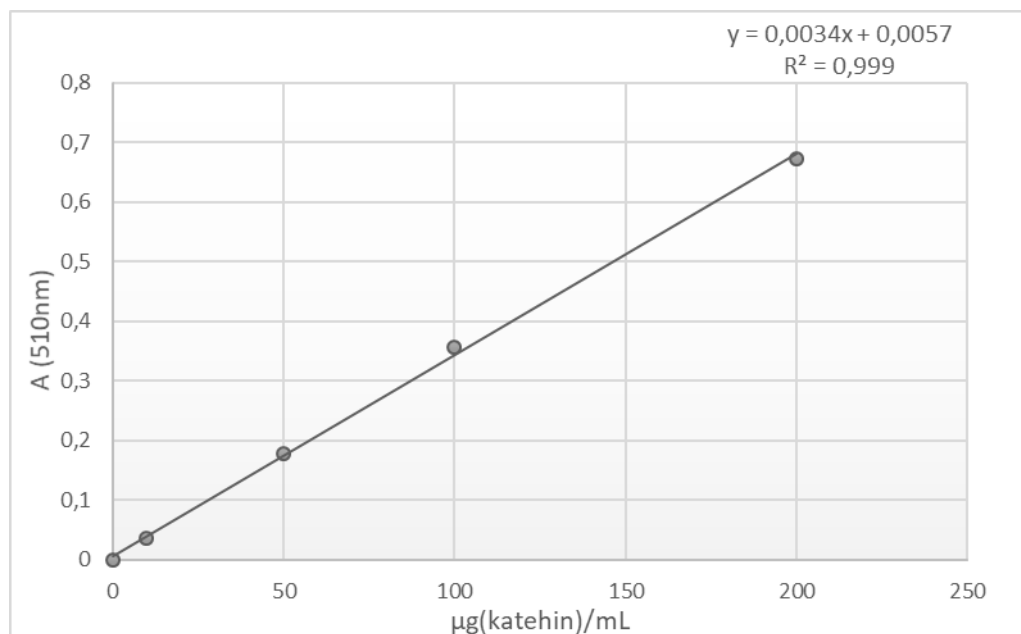


Slika 23 Kalibracijska krivulja trolox-a

3.2.8. Određivanje ukupnih flavonoida

Ukupni flavonoidi određeni su metodom utemeljenoj na reakciji flavona i flavonola s aluminijevim ionima iz reakcijske smjese. Pri navedenoj reakciji dolazi do formiranja kelata i obojenja reakcijske smjese u žuto. Otopina je pripremljena miješanjem 0,5 mL uzorka, 4 mL deionizirane vode i 0,3 mL 5% NaNO₂. Nakon 5 min dodano je 0,3 mL 10% AlCl₃, nakon 5 min još 2 mL 1 mol/L NaOH i 2,4 mL deionizirane vode. ApSORBANCA je mjerena na $\lambda=510$ nm, u odnosu na deioniziranu vodu kao slijepu probu (Lončarić, 2014). Rezultati su preračunati iz kalibracijske krivulje katehina (Slika 24).

Ukupni flavonoidi izračunati su u piću na bazi slatkovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente.



Slika 24 Kalibracijska krivulja katehina

3.2.9. Određivanje ukupnih antocijana

Za svaki uzorak pripremaju se dvije epruvete. U svaku se otpipetira po 0,5 mL pripremljenog uzorka. Potom se u jednu epruvetu doda 2 mL pufera kalijevog klorida pH 1,0, a u drugu 2 mL pufera natrijevog acetata, pH 4,5. Nakon 20 minuta, pripremljenim reakcijskim otopinama, mjeri se apsorbanca pri 520 nm i 700 nm. Kao slijepa proba korišteni su pufer pH 1 i pufer pH 4,5. Koncentracija monomernih antocijana u uzorku izračunava se kao ekvivalent cijanidin-3-glukozida (mg/L) prema formuli: $A \times MW \times DF \times 103 / \epsilon \times l$ (Lončarić, 2014). Ukupni antocijani određeni su u piću na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. USPOREDBA DOBIVENIH ANTIOKSIDATIVNIH VRIJEDNOSTI PIĆA NA BAZI SLADOVINE S DODATKOM SOKA ARONIJE S ANTIOKSIDATIVNOM AKTIVNOŠĆU TAMNIH I CRNIH PIVA

Tablica 2 Vrijednosti analiza pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente

Parametar	Srednja vrijednost 4 paralele
Polifenoli	2621,47 mg/L
Antocijani	87,67 mg/L
Antioksidacijska aktivnost	2,28 mmol trolox/L
Flavonoidi	1110,00 g/kg

Tablica 3 Karakteristike tamnih i crnih stilova piva porijeklom iz različitih država (Habschied K, Lončarić A; Mastanjević K, 2020)

Uzorak	Zemlja	Stil piva	Izvorni ekstrakt (°Plato)	Udio alkohola (v/v)	pH
7TP	Hrvatska	Tamno	11,86	5,30	4,2
8TK	Češka	Tamno	9,75	3,67	4,5
9TB	Njemačka	Tamno	11,75	4,72	4,5
10CO	Hrvatska	Crno	11,90	4,77	4,4
11CCK	Hrvatska	Crno	12,97	4,80	4,4
12CK	Hrvatska	Crno	14,36	6,03	4,3

Tablica 4 Vrijednost polifenola i antioksidacijska aktivnost analiziranih uzoraka (Habschied K, Lončarić A, Mastanjević K, 2020)

Uzorak	Polifenoli Folin – Ciocalteu (mg/L)	Antioksidacijska aktivnost (mmol trolox/1000 mL)
7TP	563,54 ± 0,18	0,54 ± 0,01
8TK	708,38 ± 0,07	0,59 ± 0,00
9TB	776,46 ± 0,21	0,60 ± 0,01
10CO	723,33 ± 0,09	0,58 ± 0,00
11CCK	855,45 ± 0,06	0,60 ± 0,00
12CK	849,50 ± 0,13	0,61 ± 0,00

Vrijednosti antioksidacijske aktivnosti i polifenola dobivene analizom pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente iz Tablice 2, uspoređene su s antioksidacijskom aktivnošću i vrijednošću polifenola industrijski proizvedenog tamnog i crnog piva (Tablica 4). Postavljena hipoteza bila je da će pripremljeno piće imati veću antioksidacijsku aktivnost, tj. viši udio polifenola, nego li što ima pivo iz Tablice 3. Rezultatima prikazanim u Tablici 2 i Tablici 4, navedena hipoteza je potvrđena, tj. antioksidacijska aktivnost tamnih, odnosno crnih piva, manja je za prosječno 4 puta. Što se tiče udjela polifenola, njihov udio u tamnim pivima u prosjeku iznosi 682,79 mg/L, što je 4 puta niža vrijednost od one koja se nalazi u pripremljenom piću na bazi sladovine s dodatkom soka aronije. U crnim pivima je udio polifenola nešto veći nego li u tamnim pivima, tj. prosječna vrijednost polifenola u analiziranim uzorcima crnog piva iznosi 809,43 mg/L, što pokazuje da je udio polifenola u pripremljenom piću za 3 puta veći nego u crnom pivu.

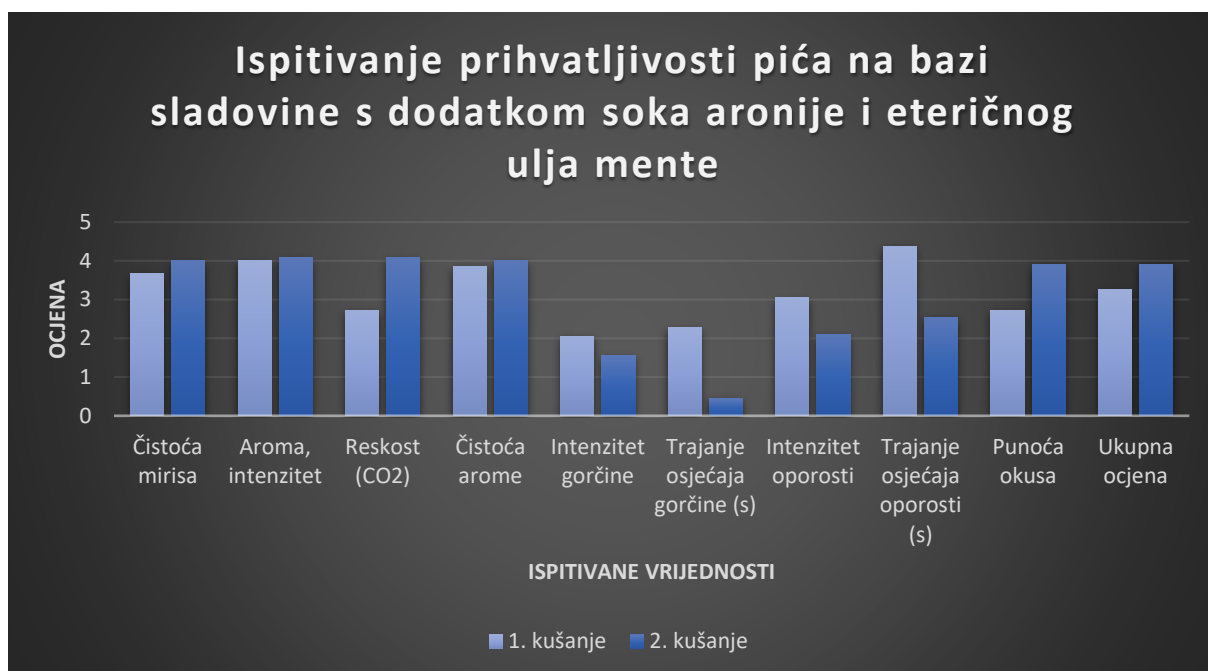
4.2. NUTRITIVNA VRIJEDNOST PIĆA NA BAZI SLADOVINE S DODATKOM SOKA ARONIJE I ETERIČNOG ULJA MENTE

Tablica 5 Određeni kemijski parametri proizvedenog pića

Energetska vrijednost pića u 100 g uzorka	239 kJ/57 kcal
Suha tvar	14,5%
Pepeo	0,25%
Sirova vlakna	0%
Masti	0%
Proteini	0,28%
Sol	0,09%
Ukupni šećeri	6,65%
Ugljikohidrati	13,97%

Provedbom analize određenih kemijskih parametara prikazanih u Tablici 5, dobivena je i kalorijska, odnosno energetska vrijednost proizvedenog pića koja iznosi 239 kJ odnosno 57 kcal. U navedeno piće nisu dodavane umjetne arome i sladila. Sav okus i energetska vrijednost proizvedenog pića proizlaze iz polaznih sirovina, a to su Munich i tamni pšenični slad, sok aronije te eterično ulje mente. Tamni pšenični slad dodan je radi povećanja udjela polifenola u piću, ali i radi poboljšanja boje samog pića. Naime, pri proizvodnji pića, koristeći samo svijetli, tj. pale ale slad, piće vizualno nije bilo privlačno konzumentima. Sok aronije dodan je radi udjela spojeva prikazanih u Tablici 1, a eterično ulje i CO₂ radi poboljšanja okusa. Također reskost koju daje CO₂ pridonosi osjećaju osvježanja tijekom konzumacije.

4.3. PRIHVATLJIVOST MEĐU POTROŠAČIMA



Slika 25 Ispitivanje prihvatljivosti pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente

Za potrebe ovog diplomskog rada provedene su dvije analize/ankete među potencijalnim potrošačima, tj. studentima i zaposlenicima Prehrambeno-tehnološkog fakulteta u Osijeku. Prvo „kušanje“ provedeno je koristeći uzorak pića skladištenog na sobnoj temperaturi, a drugo koristeći uzorak skladišten na temperaturi hladnjaka. Prvo kušanje zaokruženo je ukupnom srednjom ocjenom od 3,26. Drugo je polučilo bolje rezultate, sa ukupnom srednjom ocjenom koja iznosi 3,91. Razlika nije previše značajna, ali pokazuje da potrošači preferiraju piće skladišteno pri nižim temperaturama (4 °C). Ujedno, preferiraju manje gorko, gaziranije piće. Prilikom skladištenja pri nižoj temperaturi, smanjio se osjećaj oporosti i osjećaj gorčine. Također, bilo je kušača koji su komentirali da im odgovara slatkoća, odnosno da im piće nije previše slatko za razliku od komercijalno dostupnih bezalkoholnih pića.

Okus sladovine je dominantan u ovom piću, a većina kušača ga nisu nikada okusila. Međutim, ovo istraživanje je pokazalo da potencijalni potrošači, koji su slično piće na bazi sladovine imali priliku probati već ranije (ranije isprobano piće bilo je Hidra), piće na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente bolje prihvaćaju/ocjenjuju. To upućuje na činjenicu da je okus sladovine, odnosno pića na bazi sladovine navikavajući okus u smislu da konzumenti tijekom vremena, učestalijom konzumacijom proizvoda, mogu razviti naklonost ovom piću.

Obzirom da u ovom napitku nema alkohola, a bogato je antioksidansima te nema dodanih šećera ili sladila, može se preporučiti i konzumacija djeci.

5. ZAKLJUČCI

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

1. Antioksidacijska aktivnost pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnim uljem mente je 4 puta veća nego antioksidacijska aktivnost u analiziranim crnim i tamnim pivima.
2. Vrijednost ukupnih polifenola u piću na bazi sladovine s dodatkom soka aronije je 4 puta viša nego vrijednost ukupnih polifenola u analiziranim tamnim pivima, tj. vrijednost u piću na bazi sladovine iznosi 2621,47 mg/L, a u tamnom pivu 682,79 mg/L.
3. Vrijednost ukupnih polifenola u piću na bazi sladovine s dodatkom soka aronije je 3 puta viša nego vrijednost ukupnih polifenola u analiziranim crnim pivima, tj. vrijednost u piću na bazi sladovine iznosi 2621,47 mg/L, a u crnom pivu 809,43 mg/L.
4. Energetska vrijednost pića na bazi sladovine s dodatkom soka aronije i eteričnog ulja mente iznosi 239 kJ, tj. 57 kcal što je prihvatljivo sa nutritivnog stajališta.
5. Istraživanjem prihvaćenosti pića među potencijalnim potrošačima, utvrđeno je da preferiraju piće ohlađeno na temperaturi hladnjaka (4 °C), čime se postiže osjećaj manje gorčine i većeg udjela CO₂. Također, učestalija konzumacija rezultira većom naklonošću ovoj vrsta napitka.

6. LITERATURA

- Habschied K, Lončarić A, Mastanjević K: Screening of Polyphenols and Antioxidative Activity in Industrial Beers. *Foods* 2020, 9, 238.
- Hrvatska enciklopedija: *Pivo*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=48509> [13.6.2022].
- Hrvatska enciklopedija: *Slad*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=56542> [13.6.2022].
- Jakobek L, Šeruga M, Novak I, Medvidović-Kosanović M, Šeruga B: *Kinetika inhibicije DPPH radikala i antiradikalna aktivnost polifenola iz plodova aronije i bazge*. *Pomologia Croatica*, 2008. <https://hrcak.srce.hr/clanak/51979> [13.6.2022].
- Kunze W: *Tehnologija sladarstva i pivarstva*. Jugoslovensko udruženje pivara, Beograd, 1998.
- Leskošek-Čukalović I: *Tehnologija piva (1. deo) – Slad i nesladovane sirovine*. Poljoprivredni fakultet, Beograd, 2002.
- Lončarić A: Utjecaj dodatka šećera i praha kore jabuka na udio polifenola i antioksidacijsku aktivnost kaša od jabuka. *Doktorska disertacija*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2014.
- Marić V: *Tehnologija piva*. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2009.
- Mastanjević K: *Tehnologija slada i piva*. Presentacija. Osijek, 2022.
- MPRRR, Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja RH: *Pravilnik o pivu*. Narodne novine 142/11, 2011.
- Shopska V, Denkova R, Kostov G, Denkova Z: Production of probiotic wort-based beverages with grapefruit (*Citrus paradisi* L.) or tangerine (*Citrus reticulata* L.) zest essential oil addition. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 20(2) 2021, 237–245. https://www.researchgate.net/publication/352849174_Production_of_probiotic_wort-based_beverages_with_grapefruit_Citrus_paradisi_L_or_tangerine_Citrus_reticulata_L_zest_essential_oil_addition_pdf [13.6.2022].
- Narziss L: *Tehnologija proizvodnje slakovine*. Poslovna zajednica industrije piva i slada Jugoslavije, Beograd, 1988.
- Šibalić M: Celuloza kao nosač polifenola aronije i višnje. *Završni rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2020.
- Tolić MT, Landeka Jurčević I, Panjkota Krbavčić I, Marković K, Vahčić N: *Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (Aronia melanocarpa) Products*. *Food Technol. Biotechnol.*, 2015. <http://www.ftb.com.hr/images/pdfarticles/2015/April-June/ftb-53-171.pdf> [13.6.2022].
- Trendafilova M, Goranov B, Shopska V, Denkova-Kostova R, Lyubenova V, Kostov G: *Production of lactic acid wort-based beverages with mint essential oil addition*. *Ecological Engineering and Environment Protection*, 2021.

https://www.researchgate.net/publication/357596344_production_of_lactic_acid_wort-based_beverages_with_mint_essential_oil_addition [13.6.2022.]

Vidas K: Adsorpcija fenola aronije na kompleks citrus vlakna/guar. *Završni rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2020.

Hoću pivo: *Slad*. <https://hocupivo.com/slاد/> [13.6.2022].

Konzum: *Hidra Iso napitak 0,5 L*. <https://www.konzum.hr/web/products/hidra-iso-napitak-0-5-l> [13.6.2022].

Konzum: *Hidra up napitak 0,5 L*. <https://www.konzum.hr/web/products/hidra-up-napitak-0-5-l> [13.6.2022].

Web 1: <https://hipokrat.com.hr/aronija/> [15.6.2022].

Web 2: <https://net.hr/magazin/hrana-i-pice/kada-dozrijeva-aronija-vrijeme-dozrijevanja-i-berbe-aronije-c3b57834-cada-11ec-b5a8-3a1aa988d17b> [15.6.2022].