

ISSN 2623-6575

UDK 63

GLASILO FUTURE

PUBLIKACIJA FUTURE – STRUČNO-ZNANSTVENA UDRUGA ZA PROMICANJE ODRŽIVOG RAZVOJA, KULTURE I MEĐUNARODNE SUKADNJE, ŠIBENIK

VOLUMEN 7 BROJ 1

SVIBANJ 2024.

Glasilo Future

Stručno-znanstveni časopis

Nakladnik:

FUTURA



Sjedište udruge: Šibenik

Adresa uredništva:

Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska / Croatia

☎ / 📠: +385 (0) 022 218 133

✉: urednistvo@gazette-future.eu / editors@gazette-future.eu

🌐: www.gazette-future.eu

Uredivački odbor / Editorial Board:Nasl. izv. prof. dr. sc. Boris Dorbić, prof. struč. stud. – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., univ. mag. nutr., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*Ančica Sečan, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*

Prof. dr. sc. Željko Španjol – član

Mr. sc. Milivoj Blažević – član

Vesna Štibrić, dipl. ing. preh. teh. – članica

Antonia Dorbić, mag. art. – članica

Gostujuća urednica / *Guest editor* / (2024) 7(1) – Doc. dr. sc. Mladenka Šarolić**Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:**

Dr. sc. Gean Pablo S. Aguiar – Savezna republika Brazil (Universidade Federal de Santa Catarina)

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevdandzjev – Portugalska Republika (Instituto Politécnico de Coimbra)

Prof. dr. sc. Martin Bobinac – Republika Srbija (Šumarski fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Zvezda Bogevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Duška Čurić – Republika Hrvatska (Prehrambeno-biotehnoški fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Margarita Davitkovska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana Skopje)

Prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Josipa Giljanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Prof. dr. sc. Sezai Ercişli – Republika Turska (Atatürk University Agricultural Faculty)

Prof. dr. sc. Semina Hadžiabulić – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Doc. dr. sc. Jasna Hasanbegović – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Prof. dr. sc. Péter Honfi – Mađarska (Faculty of Horticultural Science Budapest)

Prof. dr. sc. Mladen Ivić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Doc. dr. sc. Anna Jakubczak – Republika Poljska (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy)

Dr. sc. Željko Jurjević – Sjedinjene Američke Države (EMSL Analytical, Inc., North Cinnaminson, New Jersey)

Prof. dr. sc. Mariia Kalista – Ukrajina (National Museum of Natural History of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv)

Prof. dr. sc. Tajana Krička – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Dejan Kojić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Slobodan Kulić, mag. iur. – Republika Srbija (Srpska ornitološka federacija i Confederation ornitologique mondiale)

Dr. sc. Jae Hwan Lee, pred. – Republika Koreja (Natural Science Research Institute of Sahmyook University in Seoul, South Korea)

Prof. dr. sc. Branka Ljevnaić-Mašić – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu)

Prof. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Semir Maslo, prof. – Kraljevina Švedska (Primary School, Lundäckerskolan, Gislaved)

Prof. dr. sc. Ana Matin – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Elizabeta Miskoska-Milevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodjelski nauki i hrana)

Prof. dr. sc. Bosiljka Mustać – Republika Hrvatska (Sveučilište u Zadru)

Prof. dr. sc. Ayşe Nilgün Atay – Republika Turska (Mehmet Akif Ersoy University – Burdur, Food Agriculture and Livestock School)

Nibir Pratim Choudhury, MBA – Republika Indija (Ph.D student i suradnik na projektu - University of Science and Technology Meghalaya)

Prof. dr. sc. Tatjana Prebeg – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bojan Simovski – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za šumarski nauki, pejzažna arhitektura i ekoinženering "Hans Em" Skopje)

Prof. dr. sc. Davor Skejić – Republika Hrvatska (Građevinski fakultet Zagreb)

Akademik prof. dr. sc. Mirko Smoljić, prof. struč. stud. – Republika Hrvatska (Sveučilište Sjever, Varaždin/Koprivnica, Odjel ekonomije)

Prof. dr. sc. Nina Šajna – Republika Slovenija (Fakulteta za naravoslovje in matematiko)

Doc. dr. sc. Mladenka Šarolić, prof. struč. stud. – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Prof. dr. sc. Andrej Šušek – Republika Slovenija (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor)

Prof. dr. sc. Elma Temim – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Doc. dr. sc. Merima Toromanović – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihacu)

Prof. dr. sc. Marko Turk – Republika Hrvatska (Visoka poslovna škola PAR)

Prof. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Ana Vujošević – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Sandra Vuković, mag. ing. – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Vesna Židovec – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Denisa Žujo Zekić – Bosna i Hercegovina (Nastavnički fakultet Mostar)

Grafička priprema: Ančica Sečan, mag. act. soc.

Objavljeno: 31. svibnja 2024. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva specijalna izdanja tijekom godine iz biotehničkog područja.

Časopis je besplatan. Rukopisi i recenzije se ne vraćaju i ne honoriraju.

Autori/ce su u potpunosti odgovorni/e za sadržaj, kontakt podatke i točnost engleskog jezika.

Umnožavanje (reproduciranje), stavljanje u promet (distribuiranje), priopćavanje javnosti, stavljanje na raspolaganje javnosti odnosno prerada u bilo kojem obliku nije dopuštena bez pismenog dopuštenja Nakladnika.

Sadržaj objavljen u Glasilu Future može se slobodno koristiti u osobne i obrazovne svrhe uz obvezno navođenje izvora.

Časopis je indeksiran u CAB Abstract (CAB International).

Riječ gostujuće urednice

Poštovani čitatelji Glasila Future,

Iznimno mi je zadovoljstvo predstaviti Vam poseban broj časopisa čija je tematika posvećena ispitivanju kvalitete, funkcionalnosti te specifičnosti uvjeta procesiranja različitih vrsta hrane i pića. Osobita vrijednost ovog broju su radovi vezani uz funkcionalnu hranu. Funkcionalni prehrambeni proizvodi su posljednjih godina u posebnom fokusu kako znanstvenika tako i potrošača prvenstveno zbog njihovog blagotvornog i pozitivnog utjecaja na zdravlje. Rad autora izv. prof. dr. sc. Ante Lončarić i suradnika prikazuje istraživanje učinaka prerade i skladištenja na nutritivna i antioksidativna svojstva batata. Rezultati istraživanja ukazuju kako pojedini uvjeti procesiranja omogućuju proizvodnju batata kao sigurne prerađene funkcionalne hrane. Doc. dr. sc. Mladenka Šarolić i suradnici su ispitivali kako vrijeme skladištenja (čuvanja) utječe na aromatični profil djevičanskih maslinovih ulja analizirajući sastav hlapljivih spojeva svako tri mjeseca kroz period od godine dana. U radu Emilije Friganović, v. pred. i suradnika prikazana je senzorska procjena četiri različite recepture čajnog peciva obogaćenog šipkom (*Rosa canina* L.) kroz ispitivanje prihvatljivosti proizvoda od strane potrošača. Rad Nikole Marića i suradnika prikazuje postupak proizvodnje funkcionalnog napitka na bazi ječmenog slada kao i promjene koje se događaju tijekom pojedinih faza procesa proizvodnje. Klice i mikro zelenje - novi trendovi u prehrani, rad autora Koloper i Gaćina opisuje kemijski sastav i nutritivnu vrijednost ove namirnice koja je posljednjih godina sve popularnija u gastronomiji i prehrambenoj industriji. Aromu kao važan segment kvalitete ispitivali su Svalina i suradnici analizirajući kako primjena različitih vrsta kvasaca utječe na formiranje arome vina Pošip.

Doc. dr. sc. Mladenka Šarolić

Glasilo Future

Stručno-znanstveni časopis

FUTURA – stručno-znanstvena udruga za promicanje održivog razvoja, kulture i međunarodne suradnje, Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska

(2024) 7(1) 01–70

SADRŽAJ:

	Str.
Izvorni znanstveni rad (original scientific paper)	
<i>A. Lončarić, Sanja Zec Zrinušić, T. Kovač, Blanka Bilić Rajs, Melita Lončarić, A. Jozinović, J. Babić</i> Effect of processing and storage on the quality of the purees made from different sweet potato cultivars	01–12
<i>Mladenka Šarolić, Anita Pitarević, Z. Marijanović, Zlatka Knezović</i> Utjecaj vremena skladištenja na aromatični profil djevičanskih maslinovih ulja Influence of storage time on the aroma profile of virgin olive oils	13–27
<i>Emilija Friganović, Ljiljana Nanjara, Anđela Grabovac, Marija Zvijerac, B. Dorbić</i> Senzorska procjena čajnog peciva obogaćenog šipkom (<i>Rosa canina</i> L.) Sensory evaluation of rosehip (<i>Rosa canina</i> L.) enriched tea biscuits	28–37
Stručni rad (professional paper)	
<i>N. Marić, Sanja Radman, Danijela Skroza, Roberta Frleta Matas, Ivana Generalić Mekinić</i> Funkcionalni napitak na bazi ječmenog slada Barley malt-based functional beverage	38–47
<i>Mirna Koloper, Nikolina Gaćina</i> Klice i mikrozelenje – novi trendovi u prehrani Sprouts and microgreens – new trends in nutrition	48–56
<i>T. Svalina, A. Uremović, M. Šuste, Žana Delić</i> Utjecaj različitih vrsta kvasaca na sastav hlapljivih spojeva vina Pošip Influence of different yeast species on the composition of volatile compounds of Pošip wine	57–68
Upute autorima (instructions to authors)	69–70

Funkcionalni napitak na bazi ječmenog slada

Barley malt-based functional beverage

**Nikola Marić¹, Sanja Radman, Danijela Skroza, Roberta Frleta Matas²,
Ivana Generalić Mekinić***

stručni rad (professional paper)

doi: 10.32779/gf.7.1.4

Citiranje/Citation³

Sažetak

Funkcionalni napitci spadaju u jednu od najzastupljenijih kategorija funkcionalne hrane, a među njima se posebno ističu napitci na bazi žitarica. Na svojstva konačnog funkcionalnog proizvoda utječu razni parametri kao što su sastav i svojstva sirovine i ostalih sastojaka koji se dodaju tijekom proizvodnje, kao i način procesiranja. U ovom radu opisan je postupak proizvodnje funkcionalnog napitka na bazi ječmenog slada i promjene koje se događaju tijekom pojedinih faza (u fazi proizvodnje sladovine i tijekom fermentacije). U konačnici, prikazan je postupak i rezultati dobiveni provođenjem preliminarnih istraživanja proizvodnje i analize funkcionalnog napitka na bazi ječmenog slada u laboratoriju Zavoda za prehrambenu tehnologiju i biotehnologiju Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu.

Ključne riječi: funkcionalna hrana, funkcionalni napitak, ječam, slad, bakterije mliječne kiseline, fermentacija.

Abstract

Functional beverages are one of the most common categories of functional foods, and cereal-based drinks stand out among them. The properties of the final product are influenced by various parameters, such as the composition and characteristics of the raw materials and other ingredients added during production, as well as the processing method applied. This paper describes the process of producing a functional beverage from barley malt and the changes that occur during certain stages (in the wort production phase and during fermentation). Finally, we have described the production process and the

¹ Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet, Ruđera Boškovića 35, 21000 Split, Republika Hrvatska.

* E-mail: gene@ktf-split.hr (dopisna autorica).

² Centar izvrsnosti za znanost i tehnologiju – Integracija mediteranske regije (STIM), Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Splitu, Ruđera Boškovića 35, 21000 Split, Republika Hrvatska.

³ Marić, N., Radman, S., Skroza, D., Frleta Matas, R., Generalić Mekinić, I. (2024). Funkcionalni napitak na bazi ječmenog slada. *Glasilo Future*, 7(1), 38–47. / Marić, N., Radman, S., Skroza, D., Frleta Matas, R., Generalić Mekinić, I. (2024). Barley malt-based functional beverage. *Glasilo Future*, 7(1), 38–47.

analysis results obtained during the preliminary studies on the processing and analysis of the functional barley malt-based beverage in our laboratory.

Key words: functional food, functional beverage, barley, malt, lactic acid bacteria, fermentation.

Uvod

Otkrićem nutrijenata glavni ciljevi znanosti o prehrani odnosno nutricionizma bili su definiranje i razvoj pojma tzv. *uravnotežene prehrane* koji je podrazumijevao konzumaciju namirnica kojima bi se osigurali zahtjevi organizma za unosom tvari potrebnih za održavanje osnovnih tjelesnih funkcija, rast, kao i sprječavanje razvoja bolesti. Kasnije su se istraživanja usmjerila k pojmu tzv. *optimalne prehrane* čiji cilj je poboljšanje fizioloških funkcija organizma u svrhu očuvanja zdravlja i dugoročnog smanjenja rizika od pojave bolesti (Roberfroid, 2000; Ashwell, 2002). U tom razdoblju se pojavio i pojam funkcionalne hrane koji se prvi puta spomenuo tijekom provođenja projekta Japanske vlade usmjerenog na istraživanje funkcionalnosti hrane s primarnim ciljem smanjenja troškova zdravstvene skrbi (Kwak i Jukes, 2001). Kao rezultat navedenog, 1991. g. uspostavljen je poseban regulatorni okvir koji se odnosio na hranu s posebnim zdravstvenim značajem (engl. *Foods for Specified Health Use, FOSHU*), a koji je dozvolio navođenje znanstveno dokazanih zdravstvenih tvrdnji na pojedinim namirnicama i prehrambenim proizvodima (Verschuren, 2002; Doyon i Labrecque, 2008; Siró et al., 2008). Da bi se određena hrana smatrala funkcionalnom morala je pridonositi održavanju i poboljšanju zdravlja temeljem jasno definiranih zdravstvenih i nutritivnih činjenica, imati dokazane pozitivne učinke na ljudsko zdravlje i biti sigurna za potrošača. Također, njeni sastojci su trebali biti dobro definirani i nije smjelo doći do njihovih značajnijih gubitaka tijekom proizvodnje. Važnim se smatrala mogućnost konzumacije takve hrane na dnevnoj bazi (ne samo povremeno) u normalnom obliku, te isključivanje hrane i sastojaka koji se koriste isključivo kao lijek (Diplock et al., 1999). Po završetku ovog projekta pojam funkcionalne hrane se raširio ostatkom svijeta, međutim, danas postoje značajne razlike u definiranju ovog pojma. Dok se u Japanu pod funkcionalnom hranom podrazumijeva posebna kategorija proizvoda, u Europi i SAD-u se pod ovim pojmom podrazumijeva dodavanje/osiguravanje funkcionalnosti postojećeg proizvoda, te takvi proizvodi ne čine zasebnu skupinu (Kwak i Jukes, 2001).

Funkcionalna hrana

Funkcionalna hrana je definirana kao hrana koja poboljšava ili pozitivno utječe na ciljane funkcije (jednu ili više njih) i patološke procese u organizmu na način da poboljšava zdravstveno stanje i/ili smanjuje rizik od pojave bolesti kod konzumenta što mora biti znanstveno dokazano nizom *in vitro* i *in vivo* istraživanja (Doyon i Labrecque, 2008). Funkcionalna hrana može biti prirodna hrana u svom osnovnom obliku, te hrana kojoj je neki sastojak dodan ili uklonjen određenim tehnološkim i/ili biotehnološkim postupkom (Diplock et al., 1999).

Cilj procesiranja hrane je pretvorba sirovina u jestive, nutritivno vrijedne i sigurne prehrambene proizvode poželjnih fizikalno-kemijskih i organoleptičkih svojstava, te produljenog roka trajanja. Proizvodnja funkcionalne hrane ima dodatan cilj, a to je dodavanje ili optimiziranje jednog ili više funkcionalnih sastojka. Funkcionalna hrana stoga obuhvaća: a) nemodificiranu hranu tj. hranu koja sadrži funkcionalne sastojke u svom prirodnom obliku, b) obogaćene proizvode čija proizvodnja rezultira povećanim sadržajem funkcionalnih sastojaka ili proizvode u koje se funkcionalna komponenta dodaje, c) izmijenjene proizvode kod kojih je udio štetnog sastojka (antinutrijenta) smanjenja ili je isti u potpunosti uklonjen/zamijenjen, d) poboljšane proizvode kod kojih su jedan ili više sastojaka dodani, poboljšani ili je pak urađena modifikacija njihove bioraspoloživosti, te bilo koja kombinacija navedenih kategorija (Kotilainen et al., 2006; Corbo et al., 2014).

Funktionalni napitci

Jedna od najpopularnijih i najraširenijih kategorija funkcionalne hrane su funkcionalni napitci među kojima se razlikuju oni na bazi mlijeka, žitarica, voća, povrća, kave, čaja, te sportski i energetski napitci (Corbo et al., 2014).

Funktionalni napitci na bazi žitarica

Kao sirovina u proizvodnji funkcionalnih napitaka na bazi žitarica koristi se slad, od kojih je najčešći onaj ječmeni. Ječam (lat. *Hordeum vulgare*) je nutritivno vrijedna žitarica iz porodice trava (Poaceae) koja posjeduje brojne funkcionalne sastojke kao što su prehrambena vlakana i različite fitokemikalije (fenolne kiseline, flavonoidi, fitosteroli, lignani, folati, itd.) (Arendt i Zannini, 2013; Idehen et al., 2017). Slad je proklijalo zrno žitarice, a svrha njegove proizvodnje je u zrnju aktivirati i proizvesti enzime koji mogu razgraditi staničnu stjenku endosperma, proteine, osloboditi škrob i hidrolizirati ga kako bi nastali šećeri koje kvasci i bakterije mogu fermentirati. Sušenje zrna proklijanih u posebnim uvjetima zaustavlja se proces klijanja, ali različiti biokemijski procesi u zrnju (Cook, 1962; Briggs, 1998; Kunze, 2004).

Od prehrambenih vlakana u ječmu najvažnijima se smatraju β -glukani koji imaju dokazano djelovanje na smanjenje rizika od nastanka kardiovaskularnih bolesti i razvoj dijabetesa. Osim toga, β -glukani su i prebiotici (Schlörmann i Gleis, 2017; Din et al., 2018; Babade et al., 2022). Od fenolnih spojeva u ječmu značajne su fenolne kiseline, flavonoidi i lignani koji posjeduju jako antioksidativno djelovanje, a od ostalih spojeva ističu se tokoferoli, tokotrienoli, fitosteroli i folati (Andersson et al., 2008; Idehen et al., 2017). Slad sadrži i fitinsku kiselinu koja ima antinutritivna svojstva tj. smanjuje apsorpciju minerala tvoreći s njima kelate, ili dovodi do lošije probavljivosti proteina i/ili inhibicije enzima (Hassani et al., 2016). Udio ovog spoja se tijekom ukomljavaanja i fermentacije također smanjuje čime se također poboljšavaju funkcionalna svojstva proizvoda. Tijekom fermentacije bakterije mliječne kiseline proizvode organske kiseline, antimikrobne peptide i bakteriocine koji sprečavaju rast bakterija

kvarenja, patogenih bakterija, gljivica i plijesni utječući na taj način na sigurnost proizvoda i produljenje njegova vijeka trajanja (Tsafrakidou et al., 2020).

Upravo zbog navedenih bioaktivnih i funkcionalnih spojeva kojima obiluju napitci na bazi žitarica, ali i sve veće globalne popularnosti svih oblika funkcionalnih napitaka, cilj ovog rada bio je proizvesti napitak na bazi ječma, pratiti promjene osnovnih parametara tijekom fermentacije, te odrediti aromatski i mikrobiološki profil konačnog proizvoda.

Tehnologija proizvodnje funkcionalnog napitka na bazi žitarica

Tehnologija proizvodnje funkcionalnog napitka na bazi žitarica može se podijeliti na dva dijela; prvi koji obuhvaća proizvodnju sladovine te drugi koji uključuje njenu fermentaciju.

Proizvodnja sladovine

Postupak pripreme sladovine obuhvaća postupke mljevenja slada, ukomljavanja i cijedenja (odvajanje sladovine od tropa).

Mljevenje slada: Početak proizvodnje počinje postupkom mljevenja koji ima za svrhu mehanički usitniti slad kako bi se endosperm izložio djelovanju enzima tijekom ukomljavanja. Kod mljevenja važno je da usitnjene čestice slada imaju optimalnu veličinu jer nedovoljno samljevena zrna će rezultirati nepotpunom razgradnjom škroba i niskim prinosom, dok presitno samljevena zrna će otežati postupak odvajanja sladovine od tropa i dovesti do ekstrakcije nepoželjnih tanina (Crescenzi, 1987, Laus, 2022).

Ukomljavanje: Ukomljavanje predstavlja operaciju miješanja usitnjenog slada s vodom određene temperature. Tijekom ovog procesa enzimi iz zrna sudjeluju u pretvorbi netopljivih sastojaka kao što su škrob, celuloza, proteini i drugi spojevi u topljive (šećeri, dekstrini, minerali, itd.) koji u konačnici čine ekstrakt (Kunze, 2004). Ekstrakt sladovine čini 90-92% ugljikohidrata (75% fermentabilnih šećera) i 4-5% dušičnih spojeva, dok ostatak čine različiti drugi organski i anorganski spojevi (vitamin, minerali i dr.) (Boulton i Quain, 2001). Najvažniji enzimi u ovoj fazi su oni koji sudjeluju u razgradnji škroba (α - i β -amilaza), β -glukana (endo- β -1,4-glukanaza, endo- β -1,3-glukanaza i β -glukan-solubilaza) i proteina (endopeptidaza, karboksipeptidaza, aminopeptidaza i dipeptidaza) (Kunze, 2004; Laus et al., 2022).

Odvajanje sladovine od tropa: Nakon ukomljavanja razlikuje se vodena faza koja se naziva sladovinom, te kruti, netopljivi ostatak koji se naziva tropom. Jedna od druge faze se odvaja cijedenjem. Kako bi iskorištenje bilo što bolje, nakon cijedenja sladovine trop se obično dodatno ispiru malom količinom tople vode (Mosher i Trantham, 2017). Izdvojena sladovina se potom kratko prokuha kako bi se eliminirali potencijalno prisutni mikroorganizmi te hladi.

Fermentacija

Bakterije mliječne kiseline se od davnina koriste u pripremi i konzerviranju hrane utječući primarno na poboljšanje organoleptičkih svojstava i produljenje vijeka trajanja proizvoda. Ipak, znanstvenim istraživanjima je dokazano da pojedini rodovi pozitivno utječu i na nutritivna svojstva proizvoda, sprječavaju rast nepoželjnih patogenih mikroorganizama te imaju pozitivne zdravstvene učinke na ljudski organizam (smanjenje antinutritivnih sastojaka, probiotičko djelovanje). Osim navedenog, bakterije mliječne kiseline su i sami probiotici (Peyer, 2017; Angelov et al., 2018; Bintsis et al., 2018).

Sladovina fermentira inokulacijom bakterija mliječne kiseline, odnosno skupinom nesporogenih, anaerobnih (aerotolerantnih) gram-pozitivnih vrsta koje kao glavni produkt fermentacije proizvode mliječnu kiselinu. U ovu skupinu ubrajamo širok raspon rodova od kojih su možda najznačajniji: *Aerococcus*, *Bifidobacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* i *Weissella* (Axelsson, 2004).

Temeljna karakteristika njihova metabolizma je razgradnja šećera te stvaranje mliječne kiseline.

Provedeno preliminarno istraživanje

Postupak proizvodnje

Za proizvodnju funkcionalnog napitka na bazi ječmene sladovine, u laboratoriju Zavoda za prehrambenu tehnologiju i biotehnologiju Kemijsko tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Splitu, korišten je komercijalni pripravak liofiliziranih starter kultura (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* i *Bifidobacterium longum*) (Lactina ltd, Bankya, Bugarska) te tri vrste ječmenog slada: Finest Lager (900 g, Simpsons Malt LTD, Tweed Valley Maltings, UK), Dextrin (900 g, Simpsons Malt LTD) i Pale Ale (2 kg, Weyermann®, Specialty Malting, Njemačka). Za mljevenje slada korišten je ručni mlin (Brewferm, Beverlo, Belgija), a za pripremu sladovine i fermentaciju sustav Grainfather G30 (Grainfather, Bevie Handcraft NZ Ltd, Novi Zeland). Plinski kromatograf s spektrometrom masa (GC-MS, Agilent Technologies, Palo Alto, Santa Clara, CA, SAD) korišten je za razdvajanje, identifikaciju i kvantifikaciju hlapljivih spojeva iz napitka.

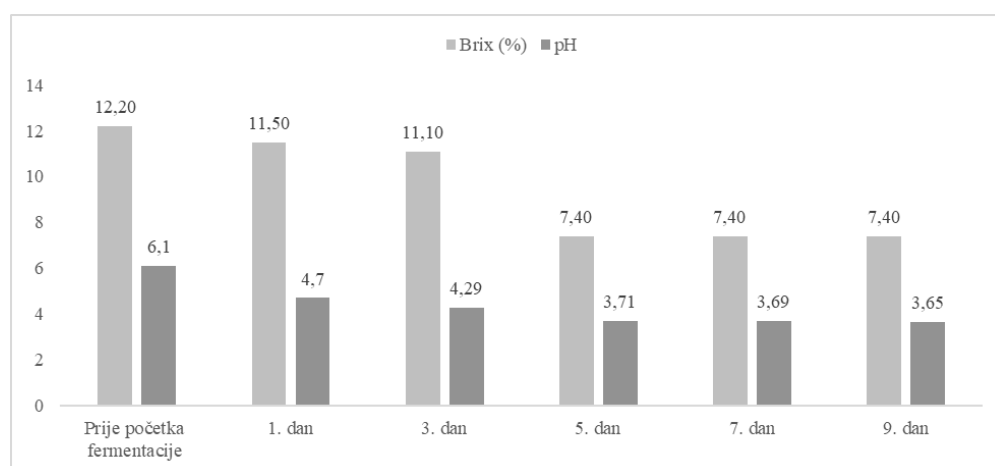
Proces ukomljavanja proveden je izotermno tijekom jednog sata u uređaju Grainfather G30 pri 66 °C korištenjem omjera slada i vode od 1:4. Nakon toga je temperatura podignuta na 78 °C tijekom 10 min kako bi se deaktivirali enzimi te smanjila viskoznost sladovine. Nakon ukomljavanja sladovina je izdvojena od tropa cijedenjem, nakon kojeg je zaostali trop ispiran tom istom sladovinom tijekom 20 min. Ohlađena sladovina je potom inokulirana bakterijama mliječne kiseline (5 g u 5 L). Fermentacija

se provodila u anaerobnim uvjetima pri 37 °C tijekom 9 dana, nakon čega je temperatura snižena na 6 °C. Dobiveni napitak je potom doslađen fruktozom (70 g/L) i preliven u boce.

Analiza funkcionalnog napitka

Od analitičkih parametara tijekom proizvodnje u sladovini su praćene pH vrijednosti (pH metar HI 2211; Hanna Instruments, SAD), specifična gustoća i sadržaj šećera (suhe tvari) (hidrometar; Brewferm, Belgija i refraktometar; Brouwland, Belgija) (slika 1).

Kao što je vidljivo iz dobivenih rezultata (Slika 1) tijekom fermentacije je zabilježen kontinuirani pad sadržaja šećera i pH vrijednosti napitka sa početnih vrijednosti od 12,2 °Brix i pH vrijednosti 6,1 na vrijednosti 7,4 °Brix i 3,65 koje su zabilježene posljednji dan fermentacije, uz osobito značajnu promjenu zabilježenu tijekom prijelaza s trećeg na peti dan fermentacije.



Slika 1. Promjena udjela šećera i pH vrijednosti tijekom fermentacije sladovine.

Figure 1. Changes in sugar and pH values during the fermentation of malt.

Hlapljivi spojevi napitka izolirani su postupkom mikroekstrakcije vršnih para na krutoj fazi (engl. *Solid-Phase Microextraction*, SPME), a identifikacija spojeva provedena je upotrebom GC-MS sustava i kapilarne kolone HP-5MS (30 m × 0,25 mm, 0,25 μm, Agilent Technologies, Palo Alto, Santa Clara, CA, SAD). Uvjeti rada plinskog kromatografa su bili sljedeći: temperaturni program kolone: 2 min izotermno na 70 °C, zatim porast temperature od 70 °C do 250 °C (3 °C/min), vrijeme u kojem izlazi otapalo je bilo 3 minute, temperatura injektora je bila 250 °C, omjer cijepanja 1:5, helij (1 mL/min) je korišten kao plin nositelj, dok kod spektrometra masa energija ionizacije je iznosila 70 eV, temperatura ionskog izvora 230 °C, a interval snimanja masa je bio 30-350 m/z. Spojevi su identificirani usporedbom njihovog retencijskog indeksa (RI) s RI serije *n*-alkana (C8-C30) te usporedbom spektra masa s podacima iz baza Wiley 9 (Wiley, New York, NY, SAD) i NIST 17 (Gaithersburg, MD, SAD).

Profil glavnih spojeva arome detektiranih u uzorku je prikazan u tablici 1.

Prema dobivenim rezultatima najviši udio izoliranih i identificiranih hlapljivih spojeva arome u pripremljenom funkcionalnom napitku čine alkoholi sa 77,41%. Među njima dominira etanol sa 39,06%, a slijede ga 3-metil-butan-1-ol (27,54%) i 2-feniletanol (9,85%). Drugi po zastupljenosti su esteri (18,13%) od koji se udjelom ističu etil oktanoat (6,57%), etil heksanoat (3,11%) i etil dekanat (3,04%). Terpeni, među njima dominira limonen (1,82%), čine treću skupinu spojeva. Od organskih kiselina najzastupljenija je kaprilna kiselina (1,23%), dok su u niskom udjelu još identificirani ketoni, alkani i alkenoni.

Tablica 1. Profil najzastupljenijih hlapljivih spojeva arome funkcionalnog napitka (%).
Table 1. Profile of functional beverage major volatiles (%).

Broj	RI*	Spoj	Udio (%)
1	<800	etanol	39,06
2	<800	3-metilbutan-1-ol	27,54
3	876	3-metilbutil acetat	1,59
4	1003	etil heksanoat	3,11
5	1037	limonen	1,82
6	1117	2-feniletanol	9,85
7	1181	kaprilna kiselina	1,23
8	1199	etil oktanoat	6,57
9	1596	etil dodekanoat	1,9

*RI- retencijski indeksi

U uzorcima funkcionalnog napitka određen je udio bakterija pripremom decimalnih razrjeđenja. Za određivanje broja bakterija mliječne kiseline pripremljena su decimalna razrjeđenja u rasponu od 10^{-1} do 10^{-5} , a za broj ukupnih aerobnih mezofila u rasponu od 10^{-1} do 10^{-6} . Metodom razmaza 100 μ L uzorka je nasijano na hranjive podloge za ukupne mezofile (*Plate Count agar*, PCA) i za bakterije mliječne kiseline (*De Man, Rogosa and Sharpe agar*, MRSA). Podloge su inkubirane 48 sati pri 30 °C, a po završetku inkubacije izbrojane su porasle bakterijske kolonije.

Da bi se neki napitak kategorizirao probiotičkim mora sadržavati 10^6 - 10^7 CFU/mL bakterijskih kolonija (engl. *colony forming units*, CFU), čime se povećava njegova funkcionalna vrijednost (Matouskova i sur., 2021). Rezultati mikrobiološke analize potvrdili su porast broj bakterija u napitku nakon provedene fermentacije (>300). Broj kolonija aerobnih mezofila iznosio je $2,7 \times 10^6$ CFU/mL, od čega su bakterije mliječne kiseline činile $2,2 \times 10^6$ CFU/mL. Dobiveni rezultati ukazuju na dominaciju bakterija mliječne kiseline i moguću kategorizaciju napitka kao probiotičkog pripravka.

Zaključak

U ovom radu je pobliže objašnjen pojam funkcionalne hrane i funkcionalnog napitka na bazi žitarica, točnije ječmenog slada pri čemu su opisani svi jedinični procesi koji se koriste u proizvodnji te svrha njihova provođenja. Funkcionalnost pripremljenog napitka proizlazi iz kemijskog sastava sirovine (ječmenog slada) koja obiluje fitokemikalijama koje pozitivno djeluju na ljudsko zdravlje te biotehnološkog postupka fermentacije. Korištene bakterije mliječne kiseline osim što pozitivno utječu na senzorska svojstva i produljuju vijek trajanja pripremljenog napitka, imaju i probiotičko djelovanje, te ga dodatno svrstavaju u kategoriju probiotičkih pripravaka.

Zahvala

Ovaj rad je dio istraživanja diplomskog rada Nikole Marića, studenta Prehrambene tehnologije na Kemijsko-tehnološkom fakultetu u Splitu (vidi Literaturu).

Literatura

Andersson, A.A.M., Lampi, A.M., Nyström, L., Piironen, V., Li, L., Ward, J.L., Gebruers, K., Courtin, C.M., Delcour, J.A., Boros, D., Fraš, A., Dynkowska, W., Rakszegi, M., Bedo, Z., Shewry, P.R., Aman, P. (2008). Phytochemical and dietary fiber components in barley varieties in the HEALTHGRAIN diversity screen, *J. Agric. Food Chem.*, 56, 9767-9776, <https://doi.org/10.1021/jf802037f>

Angelov, T.T., Hristova, I., Pavlov, A., Beshkova, D. (2018). *Lactic acid bacteria – From nature through food to health*, Advances in biotechnology for food industry, Vol. 14. Cambridge: Academic Press, 91-133.

Arendt, E.K., Zannini, E. (2013). *Cereal grain for the food and beverage industries*, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd., 155-191.

Ashwell, M. (2002). *Concepts of functional foods*, Bruxelles: ILSI Europe. <https://ilsi.eu/publication/concepts-of-functional-foods/>

Axelsson, L. (2004). *Lactic acid bacteria: Classification and physiology*, Lactic acid bacteria, microbiological and functional aspects, 3rd Edition. New York: Marcel Dekker Inc.

Babade, H., Gupta, A., Sharma, S. (2022). *Beta-glucan*, Nutraceuticals and health care, Cambridge: Academic Press, 343-358.

Bintsis, T. (2018). Lactic acid bacteria: their application in foods, *Int. J. Bacteriol. Mycol.*, 6 (2018), 89-94, <https://doi.org/10.15406/jbmoa.2018.06.00182>

- Boulton, C., Quain, D. (2001). *Wort composition, Brewing, yeast and fermentation*, Oxford: Blackwell Science Ltd., 46-60.
- Briggs, D.E. (1998). *Malts and Malting*, 1st Edition. London: Blackie Academic & Professional.
- Cook, A.H. (1962). *Barley and Malt: Biology, Biochemistry, Technology*, New York: Academic Press Inc.
- Corbo, M.R., Bevilacqua, A., Petruzzi, L., Casanova, F.P., Sinigaglia M. (2014). Functional beverages: The emerging side of functional foods, *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 13, 1192-1206, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12109>
- Crescenzi, A.M. (1987). Factors governing the milling of malt, *J. Inst. Brew.*, 93, 193-201, <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1987.tb04498.x>
- Din, A., Chughtai, M.F.J., Khan, M.R.K., Shahzad, A., Khaliq, A., Nasir, M.A. (2018). Nutritional and functional perspectives of barley β -glucan, *Int. Food Res. J.*, 25, 1773-1784
- Diplock, A.T., Aggett, P.J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E.B., Roberfroid, M.B. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: consensus document, *Brit. J. Nutr.*, 81, 1-27, <https://doi.org/10.1017/s0007114599000471>
- Doyon, M., Labrecque, J. (2008). Functional foods: a conceptual definition, *Brit. Food J.*, 110, 1133-1149, <https://doi.org/10.1108/0070700810918036>
- Hassani, A., Procopia, S., Becker, T. (2016). Influence of malting and lactic acid bacteria fermentation on functional bioactive components in cereal-based raw materials: A review paper, *Int. J. Food Sci. Tech.*, 51, 14-22, <https://doi.org/10.1111/ijfs.12965>
- Henry, C.J. (2010). Functional foods, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 64, 657-659, <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.101>
- Idehen, E., Tang, Y., Sang, S. (2017). Bioactive phytochemicals in barley, *J. Food Drug Anal.*, 25, 148-161, <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.08.002>
- Kotilainen, L., Rajalahti, R., Ragasa, C., Pehu E. (2006). *Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries*, Washington: The World Bank.
- Kunze, W. (2004). *Technology brewing and malting*, 3rd International Edition, Berlin: VLB.
- Kwak, N.S., Jukes, D.J. (2001). Functional foods, Part 1: the development of a regulatory concept, *Food Control*, 12, 99-107, [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(00\)00028-1](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(00)00028-1)

Laus, A., Endres, F., Hutzler, M., Zarknow, M., Jacob, F. (2022). Isothermal mashing of barley malt: New insights into wort composition and enzyme temperature ranges, *Food Bioproc. Tech.*, 15, 2294-2312, <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02885-2>

Marić, N. (2023). *Tehnologija proizvodnje funkcionalnog napitka na bazi sladovine*, Diplomski rad, Kemijsko-tehnološki fakultet Sveučilišta u Splitu.

Matouskova, P., Hoova, J., Rysavka, R., Marova, I. (2021). Stress effect of food matrices on viability of probiotic cells during model digestion, *Microorganisms*, 9, 1625, <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081625>

Mosher, M., Trantham, K. (2017). *Brewing science: A multidisciplinary approach*, Cham: Springer International Publishing AG.

Peyer, L. (2017). Lactic acid bacteria fermentation of wort as tool to add functionality in malting, brewing and novel beverages, PhD Thesis, Cork: University College.

Roberfroid, M. B. (2000). *Defining functional foods*, Functional foods, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd., 9-25.

Schlörmann, W., Gleis, M. (2017). Potential health benefits of β -glucan from barley and oat, *Ernährungs Umschau*, 64, 145-149, <https://doi.org/10.4455/eu.2017.039>

Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance- A review, *Appetite*, 51, 456-467, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.05.060>

Tsarakidou, P., Michaelidou, A.M., Biliaderis, C.G. (2020). Fermented cereal-based products: Nutritional aspects, possible impact on gut microbiota and health implications, *Foods*, 9(6), 734, <https://doi.org/10.3390/foods9060734>

Verschuren, P.M. (2002). Functional foods: Scientific and global perspectives, *Brit. J. Nutr.*, 88, 125-130, <https://doi.org/10.1079/BJN2002675>

Primljeno: 29. siječnja 2024. godine.

Received: January 29, 2024.

Prihvaćeno: 22. travnja 2024. godine.

Accepted: April 22, 2024.