

Utjecaj mikotoksina na senzorski profil craft piva korištenjem kvantitativne deskriptivne analize

Dodlek Šarkanj, Ivana

Doctoral thesis / Disertacija

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:244345>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



Prazna stranica



Sveučilište u Zagrebu

PREHRAMBENO – BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

Ivana Dodlek Šarkanj

**UTJECAJ MIKOTOKSINA NA SENZORSKI
PROFIL CRAFT PIVA KORIŠTENJEM
KVANTITATIVNE DESKRIPTIVNE ANALIZE**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

Ivana Dodlek Šarkanj

**THE INFLUENCE OF MYCOTOXINS ON
THE SENSORY PROFILE OF CRAFT BEER
USING QUANTITATIVE DESCRIPTIVE
ANALYSIS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

PREHRAMBENO – BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

Ivana Dodlek Šarkanj

**UTJECAJ MIKOTOKSINA NA SENZORSKI
PROFIL CRAFT PIVA KORIŠTENJEM
KVANTITATIVNE DESKRIPTIVNE ANALIZE**

DOKTORSKI RAD

Mentor(i):

Prof.dr.sc. Nada Vahčić
Prof.dr.sc. Ksenija Markov

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY

Ivana Dodlek Šarkanj

**THE INFLUENCE OF MYCOTOXINS ON
THE SENSORY PROFILE OF CRAFT BEER
USING QUANTITATIVE DESCRIPTIVE
ANALYSIS**

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisor(s):

Nada Vahčić, PhD, Full Professor
Ksenija Markov, PhD, Full Professor

Zagreb, 2024.

Ovaj doktorski rad izrađen je na Sveučilištu Sjever, Odjelu za prehrambenu tehnologiju, Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu, Zavodu za biokemijsko inženjerstvo u Laboratoriju za biokemijsko inženjerstvo industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju piva i slada i u laboratorijima Instituta bioanalitike i agrometabolomike, Odjela za Agrobiotehnologiju (IFA Tulln), Sveučilišta prirodnih resursa i životnih znanosti (BOKU), Beč, Austrija, pod mentorstvom prof.dr.sc. Nade Vahčić i prof.dr.sc. Ksenije Markov.

Informacije o mentorima

Nada Vahčić

Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Telefon: + 385 1 4605 277

Email: nvahcic@pbf.hr

Lokacija: Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji, 4. kat

Vahčić Nada rođena je 1959. godine u Zagrebu gdje je završila osnovnu školu i gimnaziju. Diplomirala je na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu 1985. godine te ostala raditi kao pripravnik postdiplomand. Magistrirala je 1988. godine, a doktorirala 1996. godine. Slijede izbori u docenta, izvanrednog profesora, redovitog profesora, a od 2009. godine je redoviti profesor u trajnom izboru.

Nositelj je predmeta "Kontrola kvalitete u prehrambenoj industriji" koji je uvođenjem bolonjskog procesa promijenio naziv u „Analitika hrane“ i „Analitika prehrambenih proizvoda“ zatim predmeta "Senzorske analize hrane", „Suvremene metode u kontroli kvalitete hrane“ i „Suvremene metode u analitici hrane“. Počevši od 2000. godine bila je Pročelnik Laboratorija za kontrolu kvalitete prehrambenih proizvoda, a periodički i predstojnica Zavoda za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda. Tijekom proteklog perioda rada bila je član nekoliko Odbora na fakultetu od kojih najčešće u Odboru za znanost i Odboru za poslijediplomske studije.

Izvan matične ustanove član je brojnih drugih stručnih i znanstvenih društava. Također je i područni recenzent u časopisu Food Technology and Biotechnology. Periodički sudjeluje u radu brojnih komisija za senzorsko ocjenjivanje meda, mliječnih proizvoda, pršuta i suhomesnatih proizvoda te voća. Nastavna djelatnost vezana joj je za kontrolu kvalitete hrane i senzorske analize te osiguranje kvalitete i sustave upravljanja kvalitetom. Nositelj je 2 predmeta na prijediplomskom i 2 predmeta na diplomskom studiju na PBF-u te suradnik na još nekoliko predmeta, a sve iz područja kvalitete hrane. Na poslijediplomskom studiju na matičnom fakultetu nositelj je 4 predmeta. Bila je voditelj specijalističkog studija "Analitika i mikrobiologija namirnica", a danas poslijediplomskog specijalističkog studija „Kvaliteta i sigurnost hrane“ na PBF-u.

Dosada je kao istraživač ili voditelj aktivno bila uključena u rad 18 znanstvenoistraživačka projekta, a trenutno je istraživač na jednom znanstvenom projektu HAZU-a. U proteklom periodu rada pod njenim vodstvom realizirano je i nekoliko stručnih projekata uglavnom vezanih za područje senzorske procjene hrane od kojih se neki provode periodički na godišnjoj razini i danas. Do ožujka 2024. godine objavila je 88 znanstvenih radova (prema WoS-u; h-indeks 24; br. citata 1571), 45 znanstvenih radova iz kategorije a2, 23 rada iz kategorije a3 te brojne stručne radove. Sudjelovala je na brojnim znanstvenim skupovima (domaći/inozemni) kao autor, koautor ili pozvani predavač s posterima, usmenim priopćenjima ili plenarnim predavanjima. Također je bila voditelj stotinjak diplomskih i/ili završnih radova, više od 30 znanstvenih magistarskih i/ili specijalističkih radova te 10 doktorskih radova. Sudjelovala je kao organizator i izvođač 71 izobrazbe za senzorskog

analitičara namijenjene prehrambenoj industriji kroz koje je prošlo oko 950 polaznika iz 39 domaćih prehrambenih industrija. Usavršavala se u zemlji i inozemstvu kroz brojne seminare i studijske boravke vezano uz područje kvalitete hrane, sigurnosti hrane te senzorske procjene hrane.

Prof.dr.sc. Ksenija Markov

Telefon: + 385 1 4605 284

Email: kmarkov2@pbf.hr

Lokacija: Laboratorij za opću mikrobiologiju i mikrobiologiju namirnica, 4. kat

Prof.dr.sc. Ksenija Markov, rođena je u Zagrebu, gdje je 1982. godine upisala Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirala je 1987. godine i iste godine zaposlila se u Laboratoriju za opću mikrobiologiju i mikrobiologiju namirnica, Zavoda za biokemijsko inženjerstvo, PBF-a kao pripravnik-postdiplomand, gdje radi i danas. Akademski stupanj magistra biotehničkih znanosti, znanstveno polje biotehnologija, stekla je 1991., a akademski stupanj doktora biotehničkih znanosti, znanstveno polje biotehnologija, 2005. godine. Zvanje izvanredne profesorice stječe 2012. godine, redovite profesorice 2017., a redovite profesorice u trajnom izboru 2022. godine.

Od 2013. godine do danas je pročelnica Laboratorija za opću mikrobiologiju i mikrobiologiju namirnica PBF-a, a u razdoblju 2019.-2021. obnašala je dužnost predstojnice Zavoda za biokemijsko inženjerstvo PBF-a. Kao nastavnik sudjeluje u izvođenju nastave na prijediplomskim, diplomskim i poslijediplomskim studijima. Od 2019. godine voditeljica je poslijediplomskog specijalističkog studija „Upravljanje hranom“ na PBF-u. Znanstveno se usavršavala iz područja mikrobiologije i mikotoksikologije, a završila je i programe usavršavanja visokoškolske nastave. Koautorica je pet sveučilišna udžbenika, jedne znanstvene knjige, pet poglavlja u znanstvenim knjigama te tri stručne knjige. Pod njenim mentorstvom izrađeno je oko 60-tak diplomskih i završnih radova te obranjena četiri doktorska rada i 9 specijalističkih radova.

Prof. dr. sc. Ksenija Markov je od 2007. godine članica brojnih odbora i povjerenstava na PBF-u, članica je Povjerenstva u Ministarstvu zdravlja (2014.-2023.) i Ministarstvu poljoprivrede (2019.-2023.), Stručne radne skupine za Codex alimentarius (2018.-), Povjerenstva za utvrđivanje kriterija i potvrdu izbora u zvanja VBT područja (2019.-2021.), članica Stručnog tijela za biološke opasnosti u hrani i hrani za životinje, HAPIH (2023. -). Sudjelovala je kao suradnica ili kao voditeljica u provedbi 19 domaćih i stranih znanstvenih projekata te kao konzultantica na jednom znanstvenom projektu. Rezultati znanstvenih istraživanja zaštićeni su u 3 nacionalna patenta, a objavila je preko stotinjak znanstvenih radova. Članica je Društva sveučilišnih nastavnika i ostalih znanstvenika u Zagrebu, Hrvatskog društva za biotehnologiju, Hrvatskog društva prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista i Hrvatskog mikrobiološkog društva.

Tema doktorskog rada prihvaćena je na 6. izvanredovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta za akademsku godinu 2022./2023. održanoj dana 17. svibnja 2023. godine u Zagrebu, a Senat Sveučilišta u Zagrebu donio je Odluku o odobravanju pokretanja postupka stjecanja doktorata znanosti u okviru doktorskog studija 19. prosinca 2023. godine na 3. redovitoj sjednici u 355. akademskoj godini (ak. god. 2023./2024.)

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno-biotehnološki fakultet

Sveučilišni poslijediplomski studij Biotehnologija i bioproceno inženjerstvo, prehrambena tehnologija i nutricionizam

UDK: 544.3:623.458.2:628.4.062:663.41(043.3)

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

UTJECAJ MIKOTOKSINA NA SENZORSKI PROFIL CRAFT PIVA KORIŠTENJEM
KVANTITATIVNE DESKRIPTIVNE ANALIZE

Ivana Dodlek Šarkanj, dipl.ing.preh.teh i proc.ing.

Rad je izrađen u laboratoriju Sveučilištu Sjever, Koprivnica, Odjelu za prehrambenu tehnologiju, Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu, Zavodu za biokemijsko inženjerstvo u Laboratoriju za biokemijsko inženjerstvo industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju piva i slada i u laboratorijima Instituta bioanalitike i agrometabolomike, Odjela za Agrobiotehnologiju (IFA Tulln), Sveučilišta prirodnih resursa i životnih znanosti (BOKU), Beč, Austrija.

Mentori: prof. dr.sc. Nada Vahčić i prof.dr.sc. Ksenija Markov

Sažetak:

Kontaminacija piva mikotoksinima, sekundarnim metabolitima plijesni, značajno može utjecati na njegovu senzorsku percepciju i konačnu kvalitetu. Stoga su ciljevi ove disertacije bili utvrditi pojavnost plijesni u sirovinama za proizvodnju piva, validiranom multitoksinom metodom odrediti koncentraciju mikotoksina u sirovinama, naročito hmelju, i konačnom proizvodu craft pivu te primjenom kvantitativne deskriptivne analize (QDA) od strane stručnog panela utvrditi senzorski profil intenziteta pojedinih deskriptora piva te njihov utjecaj staviti u korelaciju sa udjelom pojedinih mikotoksina. Dobiveni podaci o udjelu mikotoksina u craft pivu će se moći koristiti za izradu znanstvenog mišljenja kako bi se mogla napraviti procjena rizika za zdravlje potrošača kao i postavljanje zakonske legislative za mikotoksine u pivu. Mikološkom analizom u sirovinama utvrđena je pojavnost plijesni iz rodova *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* i *Penicillium*, a multitoksinom metodom prisutnost širokog spektra mikotoksina, ostalih fungalnih, biljnih, bakterijskih i nespecifičnih metabolita. Prvi puta je potvrđena pojavnost mikotoksina u hmelju dok je slad identificiran kao glavni izvor kontaminacije mikotoksinima. QDA metodom utvrđen je suodnos senzorskih profila piva i korelacija s udjelom mikotoksina gdje su statistički značajne negativne i pozitivne korelacije zabilježene između mikotoksina i senzorskih ocjena.

Broj stranica: 226

Broj slika: 49

Broj tablica: 46

Broj literaturnih navoda: 186

Broj priloga: 9

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: craft pivo, hmelj, slad, mikotoksini, fizikalno-kemijska svojstva piva, kvantitativna deskriptivna analiza

Datum obrane: 16.12.2024.

Stručno povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Božidar Šantek
2. izv.prof.dr. sc. Mario Novak
3. izv.prof. dr. sc. Kristina Mastanjević

Rad je pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta u Zagrebu, Kačićeva 23, Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu, Hrvatske bratske zajednice bb i Sveučilištu u Zagrebu, Trg Republike Hrvatske 14.

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

Postgraduate study in Biotechnology and Bioprocess Engineering, Food Technology and Nutrition

UDK: 544.3:623.458.2:628.4.062:663.41(043.3)

Scientific Area: Biotechnical sciences

Scientific Field: Food Technology

**THE INFLUENCE OF MYCOTOXINS ON THE SENSORY PROFILE OF CRAFT BEER USING
QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS**

Ivana Dodlek Šarkanj, MSc

Thesis performed in the laboratory of University North, Department of Food Technology, Faculty of Food Technology and Biotechnology in Zagreb, Department of Biochemical Engineering in the Laboratory of Biochemical Engineering, Industrial Microbiology and Technology of Beer and Malt, and in the Institute of Bioanalytics and Agro-Metabolomics, Department of Agrobiotechnology (IFA Tulln) University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria.

Supervisors: Nada Vahčić, PhD, Full Professor and Ksenija Markov, PhD, Full Professor

Abstract: Contamination of beer with mycotoxins, secondary metabolites of mold, can significantly affect its sensory perception and final quality. Therefore, the goals of this dissertation were to determine the occurrence of mold in raw materials for beer production, to determine the concentration of mycotoxins in raw materials, especially hops, and the final product of craft beer using a validated multitoksinmethod, and to determine the sensory profile of the intensity of individual descriptors using quantitative descriptive analysis (QDA) by an expert panel and correlate their influence with the concentration of individual mycotoxins. The obtained data of the mycotoxins concentration in craft beer can be used for the preparation of a scientific opinion in order to assess the risk to the health of consumers as well as the adoption of new legal regulations for mycotoxins in beer. Mycological analysis revealed the presence of molds from the genera *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* and *Penicillium* in the raw materials, and the presence of a wide range of mycotoxins, other fungal, plant, bacterial and non-specific metabolites by using a multitoksinmethod. The presence of mycotoxins in hops was confirmed for the first time, while malt was identified as the main source of mycotoksincontamination. The QDA method was used to determine the relationship between beer sensory profiles and the correlation with the mycotoksinconcentration, where statistically significant negative and positive correlations were recorded between mycotoxins and sensory ratings.

Number of pages: 226

Number of figures: 49

Number of tables: 46

Number of references: 186

Number of supplements: 9

Original in: Croatian

Key words: craft beer, hops, malt, mycotoxins, physical-chemical properties of beer, quantitative descriptive analysis

Date of the thesis defense: 16.12.2024.

Reviewers:

1. Božidar Šantek, PhD, Full Professor
2. Mario Novak, PhD, Associate Professor
3. Kristina Mastannjević, PhD, Associate Professor

Thesis deposited in: Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, National and University Library, Hrvatske bratske zajednice bb and University of Zagreb, Trg Republike Hrvatske 14.

SAŽETAK

Mikotoksini su sekundarni metaboliti plijesni te jedni od najraširenijih prirodnih kontaminanata sirovina za proizvodnju piva. Ovi termostabilni spojevi mogu iz sirovina završiti u konačnom proizvodu i utjecati na senzorski profil piva, što može predstavljati značajan problem za pivarsku industriju. Pivarska industrija koristi razne sirovine, uključujući ječam, hmelj, kvasac i vodu od kojih svaki može biti kontaminiran mikotoksini. Budući da je pivo često konzumirani napitak diljem svijeta, razumijevanje prisutnosti mikotoksina u pivarskim sirovinama i njihov transfer u pivo ključan je faktor zbog procjene rizika sigurnosti zdravlju potrošača.

Stoga je cilj ove disertacije bio multitoksinskom metodom dokazati prisutnost mikotoksina u sirovinama i njihov transfer u craft pivo te staviti u korelaciju pojavnost mikotoksina i njihovih metabolita u craft pivu sa senzorskim profilom piva.

Validiranom multitoksinskom metodom određena je koncentracija mikotoksina u sirovinama, a prema dosadašnjim spoznajama i po prvi puta u hmelju. Uz određivanje mikotoksina u sirovinama i konačnom proizvodu određeni su i osnovni fizikalno-kemijski parametri.

Primjenom kvantitativne deskriptivne analize (QDA) od strane stručnog panela utvrđen je senzorski profil intenziteta pojedinih deskriptora piva te je njihov utjecaj stavljen u korelaciju s udjelom pojedinih mikotoksina.

Ovo istraživanje pruža sveobuhvatni pregled prisutnosti mikotoksina u pivarskim sirovinama i njihov utjecaj na senzorski profil piva. Rezultati ukazuju na potrebu za nadzorom i regulacijom mikotoksina kako bi se osigurala sigurnost i kvaliteta piva. Također, rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kao osnova za buduća istraživanja i razvoj zakonskih okvira za kontrolu mikotoksina u pivarskoj industriji.

Ključne riječi: *craft pivo, hmelj, slad, mikotoksini, fizikalno-kemijska svojstva piva, kvantitativna deskriptivna analiza*

ABSTRACT

Mycotoxins are secondary metabolites of molds and one of the most widespread natural contaminants of raw materials for beer production. These thermostable compounds can end up in the final product from the raw materials and affect the sensory profile of the beer, which can be a significant problem for the brewing industry. The brewing industry uses a variety of raw materials, including barley, hops, yeast, and water, all of which can be contaminated with mycotoxins. Since beer is a widely consumed beverage around the world, understanding the occurrence of mycotoxins in raw materials for the brewing industry and their transfer to beer is a key factor for the risk assessment of the safety for consumer health.

Therefore, the goal of this dissertation was to prove the presence of mycotoxins in raw materials and their transfer to craft beer using the multitoxin method, and to correlate the occurrence of mycotoxins and their metabolites in craft beer with the sensory profile of the beer.

Accordingly, the concentration of mycotoxins in hops was determined for the first time using the validated multitoxin method, as there is no data on this so far. In addition to hops, other ingredients such as malt and yeast were also investigated. In addition to determining the transfer of mycotoxins from raw materials to final products, the basic physicochemical parameters were also determined.

The application of quantitative descriptive analysis (QDA) by an expert panel determined the sensory profile of the intensity of individual beer descriptors and their influence was correlated with the proportion of individual mycotoxins.

This research provides a comprehensive overview of the presence of mycotoxins in brewing raw materials and their impact on the sensory profile of beer. The results indicate the need for monitoring and regulation of mycotoxins in order to ensure the safety and quality of beer. Also, the results of this research can serve as a basis for future research and the development of legal frameworks for the control of mycotoxins in the brewing industry.

Key words: *craft beer, hops, malt, mycotoxins, physical-chemical properties of beer, quantitative descriptive analysis*

Sadržaj

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | UVOD..... | 1 |
| 2. | TEORIJSKI DIO | 3 |
| 2.1. | Sirovine za proizvodnju piva..... | 4 |
| 2.2. | Podjela piva | 9 |
| 2.2.1. | <i>Industrijsko i craft pivo</i> | 11 |
| 2.3.1. | <i>Mikotoksini u pivu</i> | 17 |
| 2.3.2. | <i>„Maskirani“ mikotoksini</i> | 20 |
| 2.3.3. | <i>Metode detekcije mikotoksina</i> | 21 |
| 2.3.3.1. | <i>Masena spektometrija</i> | 23 |
| 2.4. | Senzorska analiza | 25 |
| 2.4.1. | <i>Metode u senzorskoj analizi</i> | 26 |
| 2.4.2. | <i>Senzorska procjena piva</i> | 32 |
| 2.4.3. | <i>Kotač arome piva</i> | 35 |
| 3. | MATERIJALI I METODE..... | 37 |
| 3.1. | MATERIJALI..... | 38 |
| 3.1.1. | <i>Sirovine (hmelj, slad, kvasac, voda) i craft pivo</i> | 38 |
| 3.1.2. | <i>Hranjive podloge</i> | 40 |
| 3.1.3. | <i>Kemikalije</i> | 40 |
| 3.1.4. | <i>Laboratorijski pribor</i> | 40 |
| 3.1.5. | <i>Uređaji i ostala oprema</i> | 41 |
| 3.1.6. | <i>Trenirani panelisti iz pivovare Carlsberg Croatia, Koprivnica</i> | 42 |
| 3.2. | METODE..... | 42 |
| 3.2.1. | <i>Uzorkovanje sirovina i uzoraka craft piva</i> | 42 |
| 3.2.2. | <i>Mikološka analiza hmelja i slada</i> | 42 |
| 3.2.3. | <i>Fizikalno- kemijske analize uzoraka craft piva</i> | 43 |
| 3.2.3.1. | <i>Određivanje pH</i> | 43 |
| 3.2.3.2. | <i>Određivanje ukupnog ekstrakta u pivu</i> | 43 |
| 3.2.3.3. | <i>Određivanje boje craft piva</i> | 43 |
| 3.2.3.4. | <i>Određivanje šećera, mliječne kiseline i etanola u uzorcima craft piva tekućinskom kromatografijom ultra visoke djelotvornosti (UHPLC)</i> | 44 |
| 3.2.4. | <i>Određivanje mikotoksina u hmelju, sladu, craft pivu, kvascu i vodi</i> | 45 |
| 3.2.5. | <i>Senzorska analiza craft piva kvantitativnom deskriptivnom metodom (QDA)</i> .. | 45 |
| 3.2.6. | <i>Statistička analiza</i> | 47 |
| 4. | REZULTATI | 48 |
| 4.1. | <i>Uzorkovanje sirovina i piva</i> | 49 |
| 4.2. | <i>Mikološka analiza hmelja i slada</i> | 50 |
| 4.3. | <i>Fizikalno - kemijske analize uzoraka craft piva</i> | 52 |
| 4.4. | <i>Određivanje mikotoksina u hmelju, sladu, craft pivu, kvascu i vodi UHPLC/MS/MS uređajem</i> | 56 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.5. | Senzorska analiza craft piva kvantitativnom deskriptivnom metodom (QDA) | 66 |
| 4.6. | Statistička analiza dobivenih rezultata podataka | 72 |
| 5. | RASPRAVA | 97 |
| 5.1. | Uzorkovanje sirovina (slad, hmelj, kvasac, voda) i craft piva | 98 |
| 5.2. | Mikološka analiza hmelja i slada..... | 98 |
| 5.3. | Fizikalno- kemijska analiza piva | 100 |
| 5.4. | Mikotoksini u hmelju, sladu i kvascu | 103 |
| 5.5. | Mikotoksini u craft pivu | 112 |
| 5.6. | Senzorska analiza craft piva kvantitativnom deskriptivnom metodom (QDA) | 120 |
| 5.7. | Korelacije i statistička analiza rezultata | 122 |
| 6. | ZAKLJUČCI..... | 136 |
| 7. | LITERATURA | 141 |
| 8. | PRILOZI..... | 160 |
| 9. | ŽIVOTOPIS..... | 224 |

1. UVOD

Pivo je stoljećima dio naše kulture još od antičkog vremena pa do danas, ujedno i jedno od najkonzumiranijih i najpopularnijih alkoholnih pića na svijetu (Fangel i sur., 2018). Posljednjih godina u Hrvatskoj primijećen je znatan porast potrošnje craft piva. Potrošači su sve više zainteresirani za nove tipove piva zbog različitih senzorskih karakteristika u odnosu na industrijske proizvode (Aquilani i sur., 2015). Tijekom uzgoja, slađenja i/ili skladištenja slađene ili neslađne sirovine koje se koriste u proizvodnji piva mogu biti kontaminirane plijesnima iz rodova, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* i *Alternaria*. Upravo su kvaliteta i senzorska svojstva piva ključni čimbenici za zadovoljstvo potrošača stoga je važno jamčiti kvalitetu piva i dosljednost između serija. Međutim, kontaminacija piva mikotoksinima koji su nusproizvodi plijesni, značajno mogu utjecati na njegovu senzorsku percepciju i konačnu kvalitetu (Anderson i sur., 2019).

Regulatorna ograničenja uvedena su samo za žitarice ili specifične prerađevine, ne razmatrajući njihovu upotrebu za proizvodnju piva, te trenutno na razini Europske unije ne postoji legislativa o maksimalno dopuštenim koncentracijama mikotoksina u pivu (Kovač i sur., 2018). Ujedno prisutnost mikotoksina u hmelju, a koji je jedan od ključnih sastojaka jer utječe na aromu piva nije dovoljno istražena (Pascari i sur., 2022). U pivu je pronađeno više od 1000 spojeva; alkohola, estera, ketona, aldehida, organskih kiselina, sumpornih spojeva, fenola itd. Glavni alat za procjenu kvalitete i prihvatljivosti piva među potrošačima je provođenje senzorske analize piva od strane educiranih panelista (Parker, 2012). Od senzorskih metoda najčešće se provode deskriptivni testovi i hedonističke ljestvice za procjenu kvalitete, odnosno prihvatljivosti proizvoda (Gonzalez Viejo i sur., 2019).

Deskriptivni senzorski testovi zahtjevni su, jer uključuju opis kvalitativnih i kvantitativnih senzorskih svojstava proizvoda od strane educiranih panelista. Educirani panelisti imaju bitnu ulogu u homogenizaciji „osjetilne“ komunikacije i opisivanja proizvoda kroz razvoj osjetilnog leksikona (da Costa Jardim i sur., 2018).

Prema svemu navedenom u ovom doktorskom radu multitioksinom metodom dokazana je prisutnost mikotoksina u sirovinama i konačnom proizvodu, craft pivu. Na različitim uzorcima craft piva iz Republike Hrvatske (RH) utvrđen je senzorski profil kvantitativnom deskriptivnom analizom (QDA), kako bi se moglo staviti u korelaciju pojavnost mikotoksina i njihovih metabolita u craft pivu sa senzorskim profilom piva.

Također, utvrđen je udio pojavnosti mikotoksina u craft pivu neophodan za izvođenje procjene rizika za potrošače.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Sirovine za proizvodnju piva

Slad se dobiva iz zrna ječma (*Hordeum vulgare*). Za proizvodnju pivarskog slada najčešće se koriste ozime i ozimo-jare sorte dvorednog ječma zbog dobrog prinosa i kvalitete zrna. Postoji nekoliko načina postupka proizvodnje slada, a na Slici 1 prikazana je shema tipičnog postupaka sladovanja (Stewart, 2016).



Slika 1. Tipičan proces proizvodnje slada (Stewart, 2016)

Za proizvodnju piva postupak slađenja zrna ječma sastoji se od tri koraka; namakanja, klijanja i sušenja. Močenjem dolazi do rasta korjenja te se u ječmu aktiviraju određene količine proteolitičkih i amilolitičkih enzima. Enzimi su važni za hidrolizu ugljikohidrata stanične stijenke endosperma i proteinskog matriksa (Šarić, 2020). Enzimatskom razgradnjom škroba oslobađaju se aminokiseline, šećeri, lipidi, i ostali spojevi okusa u pivu (Habschied i sur., 2020). Prema dužini klice i korjenčića određuje se kraj procesa klijanja. Proklijalo zrno naziva se još i “zeleni slad” (Šarić, 2020).

Najvažnija kritična kontrolna točka u proizvodnji je faza sušenja, koja omogućuje proizvodnju različitih vrsta slada ovisno o vremenu potrebnom za sušenje, postignutoj konačnoj temperaturi, vlažnosti, protoku zraka i pH (Howe, 2020). Svrha sušenja je da se smanji sadržaj vlage u sladu ispod 5%, kako bi se na taj način osigurala stabilnost sirovine za skladištenje i transport i da se spriječi denaturacija enzima (Oser, 2015). Sušenjem se potiče stvaranje melanoidina putem neenzimske Maillardove reakcije između aminokiselina i šećera (Howe, 2020). Postupnim podizanjem temperature sa 50 do 85 °C oko 21 sat razvija se intenzivnija

boja slada (Poutanen, 2020; Rani i Bhardwaj, 2021). Može se postići veliki raspon boja slada od 3 jedinice Europske konvencije o pivarstvu (EBC) za lager slad i do 1000 EBC jedinica za čokoladni slad. U Tablici 1, nalaze se neke vrste slada zajedno s ključnim opisima okusa i raspona boja (Parker, 2012).

Tablica 1. Tipične vrste slada s opisima okusa i rasponom boja (Parker, 2012)

| <i>Slad</i> | <i>Okus</i> | <i>Boja SRM</i> |
|-----------------------|---|-----------------|
| <i>Zeleni slad</i> | zeleno, travanto, zeleni grašak | |
| <i>Lager</i> | zeleno, sladno, orašasto, slatko | 2 do 4 |
| <i>Ale</i> | sladno, orašasto, slatko, prepečeno | 4 do 7 |
| <i>Karamelizirani</i> | | |
| <i>Karamalt</i> | slatko, karamelno | 10 do 30 |
| <i>Kristal</i> | slatko, karamelu, pirjano voće, toffee, crnu melasu, spaljeno | 75 do 750 |
| <i>Pečeno (suho)</i> | | |
| <i>Amber</i> | biskvitno, pečeno, sladno, gorko | 40 do 60 |
| <i>Čokoladni slad</i> | tamnu čokoladu, spaljeno, oštro | 800 do 1200 |
| <i>Crni slad</i> | zagorjelu crnu kavu, oštro, pomalo trpko | 1200 do 400 |
| <i>Pečeni ječam</i> | zagorjelo, oštro, suho, crnu kavu | 1200 do 1500 |

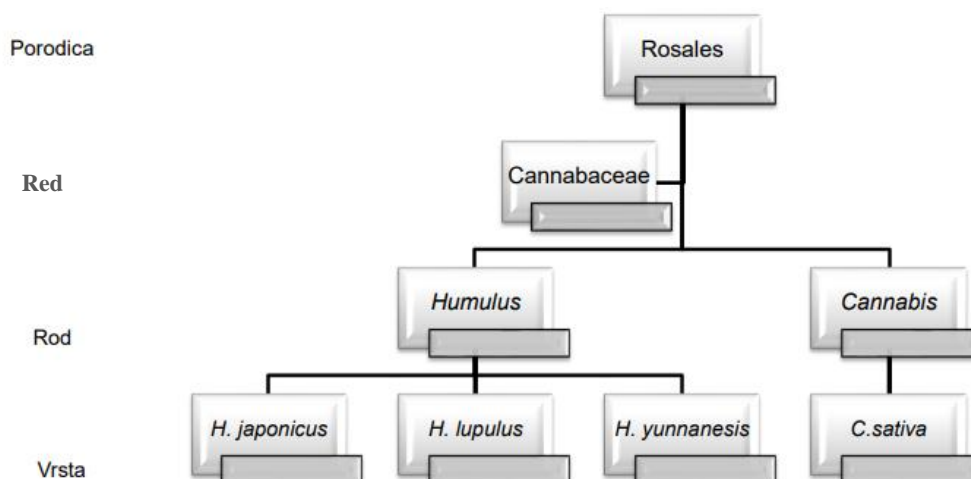
Slad se općenito može podijeliti na osnovne i specijalne sladove. Osnovni slad daje pivo zlatne boje sa slatkim i orašastim okusima. Specijalni slad, proizveden na niskim temperaturama sušenja ima slatku, aromu karamele te narančasto-smeđu boju. Sladovi podvrgnuti intenzivnijim temperaturama sušenja vrlo su tame boje te imaju okus na zagoreno, dim, čokoladu i crni slad (Parker, 2012). U tamnim pivama Maillardovom reakcijom dolazi do ugradnje dušika što omogućuje stvaranje spojeva ključnih nota okusa poput pirola (slatki, orašasti), piridina (riba, kokice) i pirazina (prženi orasi, maslac od kikirikija, karamela, kava). Ugradnja sumpora (metionin, cistein) stvara produkte poput tiofena i tiazola (orašasti, zeleni, klice graha). Tijekom proizvodnje specijalnog slada zrno se suši na temperaturama iznad 129 °C što dovodi do karamelizacije odnosno stvaranja spojeva poput furana, furanona i piranona koji imaju slatkasti, voćni i karamelni okus. Procesom pirolize iznad 250 °C dolazi do stvaranja vrlo zagorjelih, pepeljastih i oporih okusa koji su povezani s tamnim prženim sladom poput čokolade (Parker, 2012). Mogu se proizvesti i fenoli koji imaju okus na ljekove i dim. Tamni slad ima višu koncentraciju aldehida koji su nastali Streckerovom razgradnjom aminokiselina tijekom sušenja i povezani su s ustajalim okusima piva (Parker, 2012).

U pivarskoj industriji tijekom procesa proizvodnje piva koristi se velika količina vode, koja služi za čišćenje, hlađenje i stvaranje pare za grijanje ali isto tako velika količina vode se koristi za proces kuhanja piva. Njenoj kvaliteti doprinose čimbenici poput pH, sadržaj iona i mikroba, kao i potencijalna prisutnost nusproizvoda dezinfekcije. Karakterističan okus kod određenih piva ovisi o sastavu vode tih regija. Primjerice Guinness® se izvorno kuha s tvrdom vodom iz Dublina u Irskoj, a Pilsner Urquell potječe iz regije mekih voda u Plsenu, Češka (Parker, 2012).

Tvrde vode koje imaju visoku razinu kalcija i magnezijevih sulfata, dobre su za proizvodnju bitter pale ale piva. Klor može prouzrokovati nepoželjan miris i okus piva pa se mora ukloniti filtracijom preko aktivnog ugljena. Kalcij ima utjecaj na pH sladovine, utječe na taloženje i nakupljanje pivskog kamenca. Prije proizvodnje piva određuje se omjer klorida i sulfata jer utječu na okus piva, sulfati pojačavaju suhoću piva, a kloridi pridonose punoći okusa (Parker, 2012).

Većinom pivovare za proizvodnju piva koriste vodovodnu mikrobiološki ispravnu vodu, ali moraju prilagoditi ionski sastav vode. U većini slučajeva kiselina se dodaje u malim količinama ili pak se provodi demineralizacija i reverzna osmoza vode. Ako se za proizvodnju piva koristi voda iz rijeke, jezera, bunara ili podzemnog izvora takva voda se mora mikrobiološki testirati i po potrebi obraditi klorom, klor-dioksidom, ozonom, UV zrakama ili sterilnom filtracijom (Parker, 2012).

Hmelj (*Humulus lupulus* L.) je dvodomna biljka, trajna penjačica iz porodice Cannabaceae, rod *Humulus*, vrsta *Lupulus* L. (Slika 2) (Šrédl i sur., 2020). Postoje muške i ženske biljke, dvospolna, višegodišnja biljka podrijetlom iz Azije, Sjeverne Amerike i Europe. Šišarka hmelja koja se koristi u pivarstvu je produktivni ženski cvijet (Almaguer i sur., 2014).



Slika 2 . Klasifikacija biljke hmelja (Almaguer i sur., 2014)

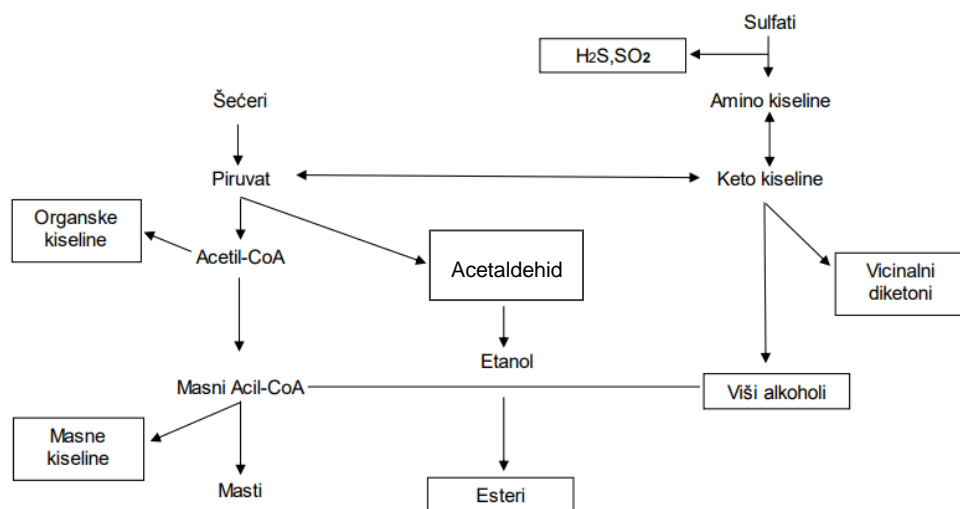
Već 1888. godine utvrđeno je da hmelj doprinosi mikrobnj stabilnosti piva te da ima blaga antifungalna svojstva na odabrane vrste plijesni, pa samim time štiti pivo od infekcija. U pivo se dodaje radi postizanja određene gorčine te za dobivanje karakteristične arome i okusa (npr. voćni, cvjetni i sl.). Spojevi odgovorni za gorak okus su smole i esencijalna ulja. Frakcija smole sastoji se od nekoliko komponenti od kojih su najznačajnije α -kislone ili humuloni. Tijekom vrenja sladovine kislone se izomeriziraju do gorkih i topljivih spojeva zvanih izo- α -kislone što utječe na promjenu organoleptičkog profila okusa piva (Šrédl i sur., 2020).

Na temelju kemijskog sastava sorte hmelja mogu se podjeliti na: "hmelj za gorčinu" i "aromatični hmelj". Uljni ekstrakti hmelja mogu biti pročišćene frakcije arome hmelja, npr. cvjetni, začinski, voćni, biljni ili ekstrakti jedne sorte hmelja, npr. Golding, Saaz i Cascade. Najčešće se dodaju u sladovinu jer ti spojevi mogu ishlapiti ventilacijom ili apsorpcijom (Bamforth, 2002). Gorke sorte hmelja se u sladovinu dodaju na početku kuhanja, a aromatične na kraju da se spriječi isparavanje lako hlapivih eteričnih ulja. Hmeljne kislone doprinose gorčini piva, ali i postizanju stvaranja i stabilnosti pivske pjene tako da se hidrofobni spojevi koncentriraju u pjenu čime se povećava stabilnost pjene. Pjena je važan faktor kvalitete u procesu proizvodnje piva (Almaguer i sur., 2014).

Prirodna ili umjetno proizvedena svjetlost uzrokuje razgradnju izo- α -kislone koje daju gorčinu pivu u 3-metil-2-buten-1-tiol (MBT) što dovodi do stvaranja nepoželjne arome piva na djelovanje svjetla ili „skunky“ okus. Pivo koje se nalazi u ambalaži od smeđeg stakla ima određenu zaštitu od svjetlosti koja uzrokuje navedenu štetu, ali zeleno i prozirno staklo nema svjetlosnu zaštitu (Parker, 2012). Spojevi koji utječu na gorčinu su polifenoli npr. galna

kiselina, vanilinska kiselina, kumarin, flavonoidi i tanin. Koncentracija se izražava kao Međunarodna jedinica za gorčinu (eng. *International bittering unit* IBU) (Oladokun i sur., 2016). Mješanjem dviju ili više sorti hmelja može se stvoriti sinergija s ciljem stvaranja arome ili gorčine u svakom tip piva (González-Salitre i sur., 2023).

Kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*) ima važnu ulogu u proizvodnji svih alkoholnih pića. Okus i aroma piva ovisi o sastavu, sladovini, te u konačnici upotrebljenom soju kvasca. Više od 800 spojeva prisutnih u pivu u različitim koncentracijama utječu na spektar okusa, a potječu od metabolizma kvasca. Aktivni proizvodi iz metabolizma kvasca koji utječu na aromu su: etanol i viši alkoholi, glicerol, CO₂, esteri, acetaldehid, masne kiseline, organske kiseline, fenoli i niz sumpornih spojeva (Slika 3) (Didak Ljubas i sur., 2022; Peces-Pérez i sur., 2022).



Slika 3. Shema dijagrama organskih spojeva koje proizvodi kvasac tijekom fermentacije, a pridonose okusu (Gagula, 2017)

Ovisno o temperaturi fermentacije kvasac se može podijeliti u dvije skupine oni koji fermentiraju na većim i na manjim temperaturama (Parker, 2012). Kvasce koji nisu *Saccharomyces* karakterizira pomak u metabolizmu prema proizvodnji sekundarnih metabolita za razliku od klasičnih *Saccharomyces* spp. koji proizvode biomasu i etanol (Lodolo i sur., 2008). Kao produkti metabolizma kvasca nastaju esteri koji pivu daju voćne note na bananu (izo-amil acetat), ananas, crvenu jabuku-sjemenke anisa (etil heksanoat) i esteri otapala (etil acetat). Najvažniji nusprodukt metabolizma aminokiselina je diacetil koji ima intenzivan okus maslaca (Meilgaard i sur., 1979). Tijekom vrenja kvasac proizvodi i spojeve sa sumporom,

poput sumporovodika, sumpornog dioksida (SO₂), dimetil sulfida (DMS-a) (kukuruz šećerac, kuhano povrće, kupus) sa vrlo niskim pragom okusa (µg L⁻¹) u pivu. Također, još jedan bitan spoj koji nastaje tijekom sušenja slada, mljevanja i kuhanja sladovine je 3-metiltiopropionaldehid (metional) (Parker, 2012).

2.2. Podjela piva

Mnogo je različitih vrsta i tipova piva koji sadrže više od 1000 okusa i mirisa. Različiti su načini proizvodnje piva i to od same upotrebe različitih vrsta žitarica, načina sušenja nakon slađenja, svojstva vode koja se koristi za kuhanje i sojeva kvasaca što u konačnici pridonosi tradicionalnim razlikama između piva. Najčešća podjela piva je prema kvascu koji provodi proces vrenja, pa tako se dijele na piva „gornjeg“ i „donjeg“ vrenja.

Podjela piva prema vrsti kvasca

Lager piva ili piva donjeg vrenja najviše su konzumirana i dobivaju se vrenjem pivske sladovine pomoću različitih sojeva čiste kulture kvasca vrste *Saccharomyces uvarum*. Vrenje pivske sladovine započinje pri temperaturi od 6-8 °C i zato se naziva hladnim vrenjem, a završava na temperaturi od 9-18 °C. Mlado pivo se ohladi, a kvasac se istaloži na dnu posude te se odvoji i odležava pri 0-1 °C jedan do tri ili više tjedana. *Lager pivo* tako ima izraženu gorčinu i aromu po hmelju, bogatu i trajnu pjenu, punog je okusa zbog relativno velikog udjela neprevrelog ekstrakta. Tamno lager pivo naziva se *Dunkel ili Dunkles*, dok neka iznimno tamna piva tog tipa nose predikat Schwartz (crn). U mnogim se zemljama jako lager pivo naziva *Bock*, a posebno jako *Doppel Bock*. Varijacijom u preradi, formulacijama i sastavu sastojaka dobivaju se različiti tipovi piva kao što su pilsen (standardni američki lager), bock, weizen, pale i brown ales, rauchbier i mnogi drugi (Marić, 2009).

Vrste lager piva se u osnovi razlikuju prema tvrdoći vode te razgrađenosti i boji slada za pripremu sladovine. Tako se plzensko lager pivo (*Pils*) proizvodi od vrlo mekane vode (ukupna tvrdoća do 4 nj°) i vrlo svijetlog slada, a dortmundsko od tamnog slada i vrlo tvrde vode (preko 40 nj°). Upravo zbog tvrdoće vode i boje slada, vrste lager piva međusobno se razlikuju po nijansi boje od svjetložute do crvenosmeđe, punoći okusa i aromi.

Drugi tip piva je pivo „gornjeg“ vrenja ili ale, za alkoholno vrenje koristi se čista kultura pivskog kvasca vrste *Saccharomyces cerevisiae*. Vrenje sladovine započinje pri temperaturi od 10 °C i završava na temperaturi od 25 °C kada kvasac ispliva na površinu

mladog piva. Nakon izdvajanja kvasca mlado pivo odležava i dozrijeva pri temperaturi od 20 °C. U usporedbi s lager pivom praznijeg je okusa više je sličnije vinu nego pivu.

Druga skupina ovih piva su crna britanska piva Porter i Stout, a imaju izuzetnu punoću, sladnu aromu te gustu i stabilnu pjenu. Manje poznato je Afričko pivo koje se proizvodi s posebnom vrstom kvasaca *Shizosaccharomyces pombe* u ekstremnim klimatskim uvjetima na 30-40 °C od prosenog, a ne ječmenog slada.

Četvrti tip piva koji nastaje spontano uz pomoću divljih, neselekcioniranih sojeva kvasaca. Kvasci u sladovinu dopijevaju iz zraka ili sa zidova posuda i prostorija za vrenje. Neki industrijski proizvođači piva u Belgiji (dolina rijeke Zenne) koriste ovaj postupak za proizvodnju čuvenih *Lambic piva*, koja sadrže više neprevrelog ekstrakta i hlapljivih sastojaka što im daje poseban bouquet okus (vinski, voćni, ponekad fenolni) (Marić, 2009).

Podjela piva prema masenom udjelu ekstrakta u sladovini

Obzirom na maseni udio suhe tvari (ekstrakta) u sladovini prije početka vrenja, tipovi piva dijele se na:

Slaba ili laka piva koja imaju malen udio alkohola i neprevrelog ekstrakta.

Standardna se proizvode od sladovine s 10,1-12% ekstrakta, a udio alkohola u njima kreće se od 3,5-5,5 vol.%.

Specijalna piva koja se proizvode iz sladovine s više od 12% ekstrakta nazivaju se puna jer sadrže više neprevrela ekstrakta.

Dvostruko sladna piva proizvode se od sladovine s 18-22% ekstrakta i nazivaju se jakim pivima jer sadrže povećani udio alkohola i neprevrelog ekstrakta.

Ječmena piva sadrže volumni udio alkohola kao i vina od 7,5 do 10 vol.%. Zbog velikog udjela neprevrelog ekstrakta izrazito su punog okusa pa se konzumiraju u malim količinama (Marić, 2009).

Podjela piva prema glavnoj sirovini za proizvodnju sladovine

Ječmeni slad osnovna je sirovina za većinu lager i ale piva, ali u mnogim zemljama može se djelomično zamijeniti “neslađenim“ sirovinama. Zamjenom najmanje 50% ječmenog slada s pšeničnim dobiva se pšenično, *Bijelo pivo* (Weizenbier). U Europi se može naći i raženo pivo proizvedeno od raženog slada koji pivu daje vrlo svojstven okus zbog voćnih, pomalo gorkih, pikantnih, uljastih, ponekad gotovo ljutih obilježja paprene metvice.

Sladni sirak, proso i kukuruz u velikom dijelu Afrike koriste se za proizvodnju lokalnih piva kao što su *bouza*, *burukutu*, *pito* i *tshwala*. Tarahumara iz Meksika uključuje ispijanje piva od neslađenih žitarca (kukuruzne krupice), *tesquina* za vrijeme važnih društvenih događanja (Young, 2021).

Podjela piva prema boji

U osnovi, piva mogu biti: svijetla, crvena, tamna i crna, ali se zapravo radi o različitim nijansama žute, crvene, crvenosmeđe i crne boje. Češko ili plzensko pivo je svjetložute do svjetlozlatne boje. Bečko je zlatnožuto, dortmundsko crvenkasto, a bavarsko smeđe. Tipične vrste vrlo tamnog piva su Porter i Stout. Nekada se Porter pivo dugo čuvalo u drvenim bačvama gdje se razvijala specifična mikroflora (*Brettanomyces* spp. npr.) što mu je davalo karakterističnu aromu na miris deke za pokrivanje konja. Najpoznatije Stout pivo proizvodi tvrtka Guinness. Crna piva praktično su neprozirna s okusom na karamelu, gorku čokoladu ili “suhog karamela” (Marić, 2009).

Podjela piva prema volumnom udjelu alkohola

Ova podjela uglavnom služi za određivanje posebnog poreza na pivo koji u svim zemljama značajno doprinosi državnom proračunu. Porez je veći što je veći volumni udio alkohola u pivu koji može biti od 0,5-10 % (vol.%). Bezalkoholna piva svugdje u svijetu mogu sadržavati do 0,5 vol.% alkohola, iznimka su islamske zemlje gdje bezalkoholno pivo ne smije sadržavati nimalo alkohola. Piva s malim udjelom alkohola sadrže ispod 3,5 vol.% alkohola. Standardna lager piva i piva gornjeg vrenja (ale) sadrže preko 3,5 vol.%. Jaka piva imaju više od 5,5 vol.% alkohola. Ječmena piva pak imaju udio alkohola kao vina od 7,5-10 vol%. U svim europskim zemljama na etiketi piva mora biti naznačen udio alkohola u volumnim % (Marić, 2009).

2.2.1. Industrijsko i craft pivo

Pivo se definira kao „proizvod dobiven alkoholnim vrenjem pivske sladovine upotrebom čistih kultura pivskih kvasaca *Saccharomyces cerevisiae*, a iznimno spontanom vrenjem ili uporabom mješovitih mikrobnih kultura.“ Razvrstavati se može u sljedeće kategorije: „specijalno pivo“; „jako pivo“; „bezalkoholno pivo“; „pšenično pivo“; „pivo proizvedeno s mješovitom mikrobnom kulturom“; „mutno pivo“; „nefiltrirano pivo“; „svijetlo pivo“; „crveno pivo“ ili „tamno pivo“; i „crno pivo“.

Ovisno o vrsti glavnog vrenja pivo se može označiti i kao:

„ale“ ili „alt bier“ za pivo gornjeg vrenja;

„lager“ za pivo donjeg vrenja;

„spontano prevrelo“ za spontano prevrelo pivo (NN 142/2011, 2011).

Najveći porast prodaje piva posljednjih godina dolazi iz kategorije craft piva koja je znatno porasla za 10 % od 2015. do 2016. godine u odnosu na ukupnu kategoriju piva koja je porasla samo za 1,3 %-3,5 %. Craft pivovare imaju manji obim i neovisnost, a njihova glavna karakteristika je stavljanje naglaska na poseban okus i na tehnike kod kuhanja (Sánchez, 2017).

U Hrvatskoj je donesen Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o trošarinama 100/15, čl. 66.a, u kojem su craft pivovare definirane kao „pivovara s godišnjom proizvodnjom piva do 125.000 hL koja je pravno i ekonomski nezavisna od bilo koje druge pivovare, koristi proizvodne i skladišne prostore fizički odvojene od bilo koje druge pivovare i koja ne proizvodi pivo prema licenci“ (NN 144/2021, 2021).

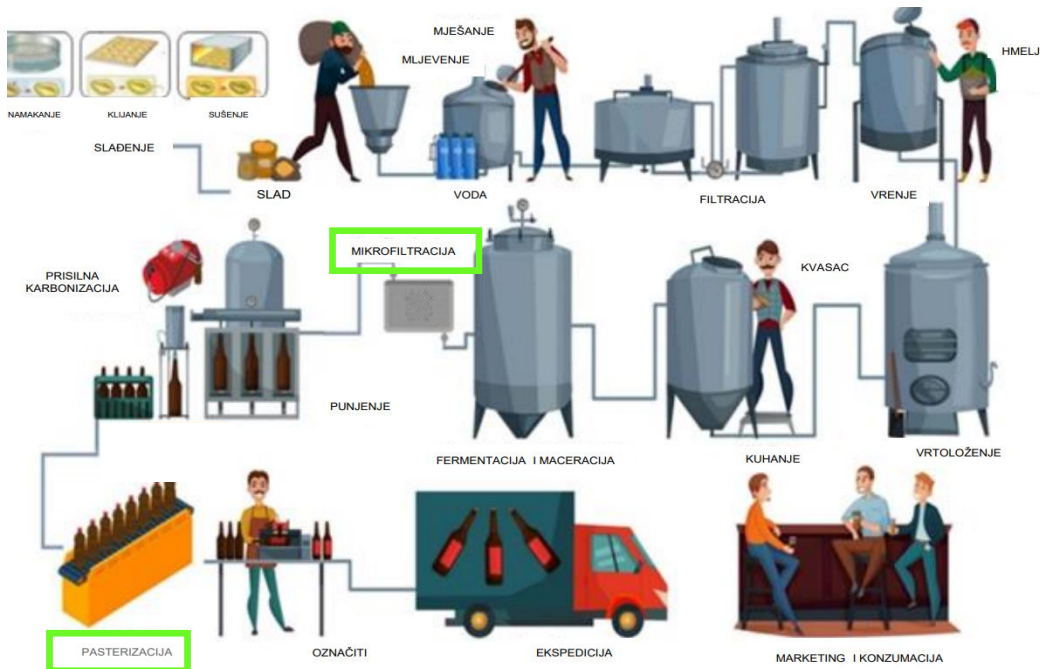
Slad je ujedno i glavni sastojak u samome procesu, a mogu se koristiti ili se koriste neslađene žitarice ili njihovi proizvodi kao dodaci u proizvodnji piva (Jaeger i sur., 2020). Kvaliteta sirovine igra važnu ulogu u senzorskim karakteristikama piva i stoga se mora uzeti u obzir tijekom procesa kuhanja piva (Mastanjević i sur., 2018). Većina craft pivovara proizvodnju piva započinje sa već kupljenim sladom, a ne s ječmom. Proces vlastite proizvodnje slada dovodi do većih kapitalnih ulaganja, a i veća je nesigurnost oko kvalitete konačnog proizvoda. Kvantitativno najvažnija sirovina je voda jer ona također utječe na svojstva i kvalitetu piva u različitim fazama prerade (Pascari i sur., 2018).

Hmelj daje gorak okus i utječe na aromu piva. U craft pivovarama pivari dodaju aromatične peletne sorte hmelja u već gotovo pivo da se maceriraju određeno vrijeme.

U modernoj pivarskoj praksi uopće se ne koriste neprerađene šišarice već se uglavnom koriste različiti hmeljni peleti i ekstrakti hmelja (Sánchez, 2017). Izgled i okus glavne su razlike između craft i industrijskih piva na koje snažno utječe proces proizvodnje piva. U proizvodnji industrijskih piva na kraju procesa odležavanja pivo se obično filtrira preko naplavnog filtera, a potom se prije punjenja u ambalažu pasterizira kako bi se uklonili štetni mikroorganizmi (Pascari i sur., 2018). Craft pivo obično je nefiltriran i nepasteriziran proizvod, a kvasac tada posljedično zaostaje u craft pivu.

Ova dva koraka čine glavne razlike između industrijskih i obrtničkih procesa kuhanja piva. Odsutnost ovih procesa može craft pivo učiniti podložnijim mikrobnjoj kontaminaciji u usporedbi s industrijskim pivom (Slika 4). U konačnici to može rezultirati kvarenjem piva

poput zamućenja, zakiseljavanja i stvaranja nepoželjnih aromatskih spojeva. Spojevi poput šećera, organskih kiselina, gorkih kiselina hmelja, polifenola i karbonilnih spojeva utječu na senzorska svojstva craft piva. Upravo zbog njihovih različitih okusa potrošači biraju craft piva što povećava vjerojatnost percipiranja da su craft piva više kvalitete (Giovenzana i sur., 2014).



Slika 4. Razlika u koracima; komercijalno pivo sa mikrofiltracijom i pasterizacijom (zeleno) od obrtničkog procesa kuhanja koje je bez tih koraka (Schabo i sur., 2021)

Tipovi piva također se mogu razlikovati među regijama u proizvodnji ovisno o kulturnim aspektima i dostupnosti sastojaka (Bamforth, 2003). Ovaj rastući sektor pivarstva pruža raznolikost i održivost, dok podržava lokalne zajednice i proizvođače (Aquilani i sur., 2015). Većina craft pivovara proizvodi male serije različitih tipova (npr. lager, ale, india pale ale, porter, stout, pšenična i kisela piva), u različitim intenzitetima (veći sadržaj hmelja ili slada) i često s većim udjelom alkohola (Jaeger i sur., 2021).

2.3. Mikotoksini

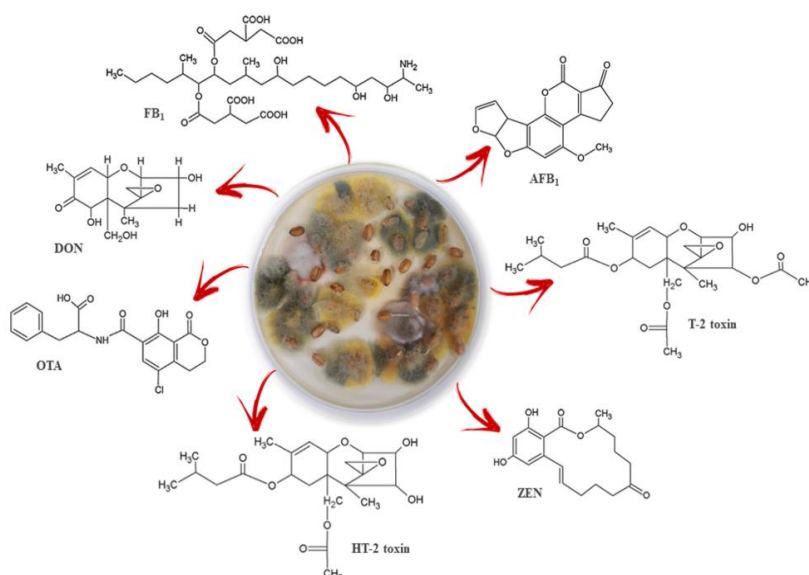
Unutar carstva gljiva velika skupina mikroorganizama su mikroskopske micelijske gljive odnosno plijesni (Markov, 2022). Plijesni proizvode sekundarne metabolite koji djeluju kao metabolički odgovor na stres iz okoliša i mogu pružiti kemijsku obranu protiv svojih antagonista. Ujedno dovode do mikrobiološkog kvarenja što narušava estetski izgled i

prehrambenu vrijednost hrane. Poznato je više od 100 000 vrsta plijesni. Toksičnima se smatra više od 400 vrsta, a za 5% poznato je da proizvode mikotoksine koje imaju neželjen učinak kako na životinje tako i na čovjeka (Habschied i sur., 2011).

Naziv mikotoksini dolazi od grčke riječi *myces* – gljiva, *toxicum* – otrov. Toksični sekundarni metaboliti plijesni i od velike su važnosti za sigurnost hrane kao i hrane za životinje. Stabilni kemijski spojevi koji se ne uništavaju tijekom procesiranja i toplinske obrade. Nalaze se na poljoprivrednim proizvodima uglavnom su povezani sa žitaricama, posebice kukuruzom, pšenicom, ječmom, raži, rižom i zobi (Goyarts i sur., 2007). Na taj način mogu kontaminirati hranu i krmivo uzrokujući širok spektar štetnih učinaka kako na ljude tako i na životinje (Arroyo-Manzanares i sur., 2021).

Osim što su toksični za ljude i životinje, mogu imati i fitotoksične ili antimikrobne učinke na zdravlje ljudi. Primjerice penicilin ili statini kao metaboliti plijesni koriste se u proizvodnji lijekova, a toksični metaboliti plijesni su aflatoksini, trihoteceni i ostali, primjerice ergot alkaloidi su toksični ali i farmaceutski korisni (Kochman i sur., 2021). Plijesni žive kao paraziti na različitim tvarima organskog podrijetla čija boja može biti od crne, zelene, žute, sive ili crvene a potječe od njihovih spora.

Plijesni koje se najčešće mogu pronaći na ječmu i pšenici na polju uključuju vrste rodova *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* i *Cladosporium*, pri čemu najveće probleme u sladarstvu i pivarstvu predstavljaju plijesni roda *Fusarium* (Slika 5) (Papadopoulou-Bouraoui i sur., 2007).



Slika 5. Zrna kontaminirana plijesnima i potencijalnim mikotoksinima koje mogu proizvesti toksigene vrste (Schabo i sur., 2021)

Šarža zrna ječma ili pšenice koja je prihvatljiva po svim drugim pokazateljima kakvoće, a kontaminirana je plijesnima roda *Fusarium* smatra se nepogodnom za slađenje (Schwarzi sur., 2018). Primjerice, jedna vrsta plijesni može proizvoditi više strukturno različitih mikotoksina i obrnuto, jedan mikotoksin može proizvoditi više različitih vrsta i rodova plijesni kao što je prikazano u Tablici 2 (Frisvad, 2018).

Tablica 2. Najznačajniji mikotoksini i plijesni koje ih proizvode (Frisvad, 2018)

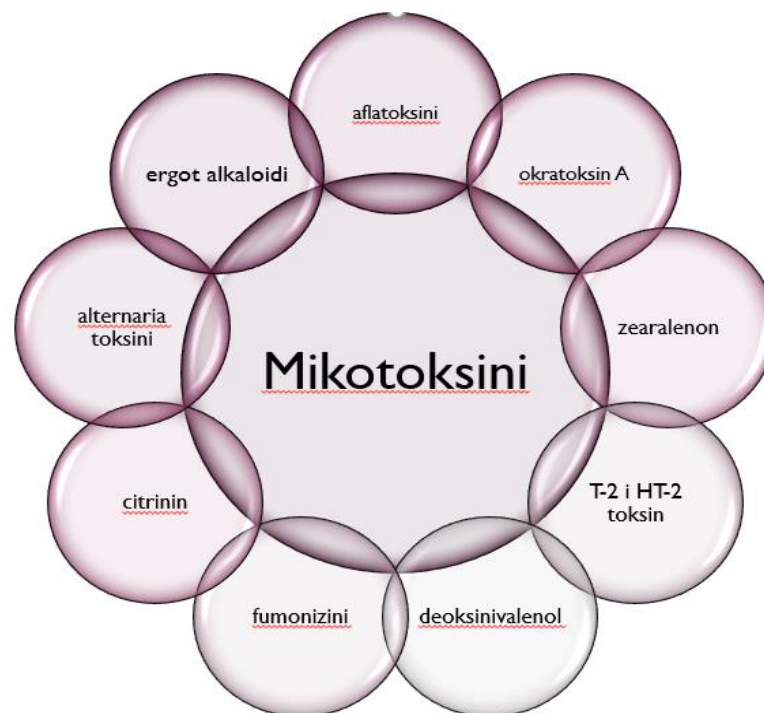
| Mikotoksini | PLIJESNI |
|--------------------------|---|
| Aflatoksini | <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i> |
| Citrinin | <i>Aspergillus terreus</i> , <i>A. carneus</i> , <i>Monascus ruber</i> , <i>M. purpureus</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. odoratum</i> , <i>P. radicola</i> , <i>P. verrucosum</i> |
| Deoksinivalenol | <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. pseudograminearum</i> |
| Fumonizini | <i>Fusarium verticillioides</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. nygamai</i> , <i>F. napiforme</i> , <i>F. thapsinum</i> , <i>F. anthophilum</i> , <i>F. dlamini</i> |
| Okratoksin A | <i>Aspergillus affinis</i> , <i>A. albertensis</i> , <i>A. alliaceus</i> , <i>A. welwitschiae</i> , <i>A. carbonarius</i> , <i>A. cretensis</i> , <i>A. flocculosus</i> , <i>A. lacticoffeatus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. pseudoelegans</i> , <i>A. roseoglobulosus</i> , <i>A. sclerotioniger</i> , <i>A. sclerotiorum</i> , <i>A. steynii</i> , <i>A. sulphureus</i> , <i>A. westerdijkiae</i> , <i>Neopetromyces muricatus</i> , <i>Penicillium nordicum</i> , <i>P. verrucosum</i> |
| Patulin | <i>Aspergillus clavatus</i> , <i>A. giganteus</i> , <i>A. longivesica</i> , <i>Paecilomyces fulvus</i> , <i>P. niveus</i> , <i>P. saturatus</i> , <i>Penicillium antarcticum</i> , <i>P. carneum</i> , <i>P. clavigerum</i> , <i>P. compactum</i> , <i>P. concentricum</i> , <i>P. coprobium</i> , <i>P. dipodomycicola</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. gladioli</i> , <i>P. gli icola</i> , <i>P. griseofulvum</i> , <i>P. marinum</i> , <i>P. novae-zeelae</i> , <i>P. paneum</i> , <i>P. psychrosexualis</i> , <i>P. samsonianum</i> , <i>P. sclerotigenum</i> , <i>P. vulpinum</i> , <i>Xylaria longiana</i> |
| Zearalenon | <i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. crookwellense</i> |
| Ergot alkaloidi | <i>Claviceps purpurea</i> , <i>C. paspali</i> |
| T-2 i HT-2 toksin | <i>Fusarium sporotrichioides</i> , <i>F. langsethiae</i> , <i>F. poae</i> , <i>F. sambucinum</i> |

Primjena kontaminiranog slada u proizvodnji piva može utjecati na promjenu boje i sastav sladovine, prisutnost mikotoksina i pojavu prekomjernog pjenjenja piva što može predstavljati ozbiljan zdravstveni rizik za potrošače (Azam i sur., 2021). Nakon žetve, faktori koji utječu na infekciju plijesnima i naknadnu sintezu mikotoksina su; sadržaj vlage u znu, pravovremena žetva, duljina mokrog čuvanja zrna prije sušenja, količina zrna i stranih materijala, količina prašine, vrsta i kvaliteta skladišnih struktura, temperatura zrna, relativna vlažnost zraka u

međuprostoru, kondenzacija u prostoru, kretanje vlage u rasutom zrnu i zaraza kukcima (Channaiah i Maier, 2014).

Negativni zdravstveni učinci na ljude mogu biti od akutne toksičnosti do kroničnih simptoma kao što su oštećenje bubrega, oštećenje jetre i pojava karcinoma (WHO, 2017). Kontaminacija mikotoksinima svjetski je problem, ozbiljniji u vlažnim i toplim uvjetima okoliša koji pogoduju rastu plijesni i proizvodnji mikotoksina. U nedavnom istraživanju utvrđeno je da je 60% do 80% poljoprivrednih proizvoda kontaminirano mikotoksinima (Eskola i sur., 2020).

Najčešći regulirani mikotoksini koji se mogu naći u žitaricama, a posljedično i u pivu su aflatoksini (AFB₁, B₂, G₁ i G₂), okratoksin A (OTA), trihoteceni (deoksinivalenol (DON), T-2 i HT-2 toksin), fumonizini (FB), zearalenon (ZEN), ergot alkaloidi i *Alternaria* toksini (Slika 6) (Schabo i sur., 2021).



Slika 6. Najčešći regulirani mikotoksini u raznim prehrambenim proizvodima a posljedično se mogu naći u pivu

Prisutnost mikotoksina u hmelju ključnom sastojku piva još nije dovoljno istražena iako je potvrđena prisutnost mikotoksikogenih plijesni kao kontaminanata hmelja (Pascari i sur.,

2022). Regulatorna ograničenja uvedena su samo za žitarice ili specifične prerađevine, ne razmatrajući njihovu upotrebu za proizvodnju piva. Trenutno na razini Europske unije ne postoji legislativa o maksimalno dopuštenim koncentracijama mikotoksina u pivu (Ostry, 2017).

Cilj i potreba svake zemlje je da se primjenom dobre tehnike, strategije obrade i same kontrole mikotoksina koja počinje već tokom žetve pri niskim razinama vlažnosti zrna kako bi se spriječio rast plijesni ili pak sušenjem nakon žetve unaprijedila strategija kontrole kvalitete i sigurnosti hrane (Bullerman i Bianchini, 2014; Channaiah i Maier, 2014). U konačnici sustavni pristup dobroj proizvođačkoj praksi i primjena HACCP-a (eng. *Hazard Analysis and Critical Control Point*) važni su za smanjenje mikotoksina u žitaricama (Neme i Mohammed, 2017).

2.3.1. Mikotoksini u pivu

Kod proizvodnje piva mogu se koristiti zrna ječma odnosno slada koja su kontaminirana mikotoksinima. Među najčešćim *Fusarium* mikotoksinima pronađenim u pivu su: *trihoteceni tipa A*: diacetoksiscirpenol, T-2 i HT-2 toksini, od *trihotecena tipa B*: nivalenol (NIV), deoksinivalenol (DON), 3- i 15-acetil-deoksinivalenol (3-Ac-DON i 15-Ac-DON) te maskirani mikotoksin deoksinivalenol-3-glukozid (DON-3-Glc); zearalenon (ZEN), i fumonizini (Benešová i sur., 2012). Kontaminacija s *Fusarium* ili drugim toksikogenim ili netoksikogenim plijesnima utječe na sigurnost konačnog proizvoda, ali može ometati i metabolizam biljaka te promijeniti sastav žitarica vezanih uz proizvodnju piva (Bertuzzi i sur., 2018; Pascari i sur., 2018). Mikotoksini koje proizvode vrste *Aspergillus* i *Penicillium*, poput aflatoksina (AF) i okratoksina A (OTA) tijekom istraživanja su pronađeni kod proizvodnje slada, u pšenici i u pivu (Schabo i sur., 2021).

Aflatoksini su prirodni toksini koje proizvode plijesni *Aspergillus flavus* i *A. parasiticus*, a glavne vrste aflatoksina su: B1, B2, G1, G2 te M1 i M2. Zbog svoje termostabilnosti ne mogu se eliminirati tijekom obrade hrane i često su otkriveni u pivama koja su proizvedena uz korištenje neslađenih sirovina tj. kukuruzne krupice (Marin i sur., 2013). Aflatoksin B1 (AFB1) najznačajniji i najsnažniji prirodni hepatokarcinogen, Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC; eng. *International Agency for Research on Cancer*) svrstala ga je u karcinogene 1. skupine. Spoj koji je izrazito teratogen, visokotoksičan i karcinogen, u ljudskom i životinjskom organizmu djeluje imunosupresijski, izaziva akutne i

kronične toksične učinke (Eskola i sur., 2020). Akutni simptomi koji se javljaju kod ljudi su bolovi u trbuhu, povraćanje, plućne bolesti, ikterus, cerebralni edem, konvulzije, krvarenje, pa čak i smrt.

Kod kronične aflatoksikoze dolazi do potiskivanja imunološkog sustava samim time izaziva tumore ili druga nepovoljna patološka stanja. Kontinuirana izloženost aflatoksinima je značajno povezana s kognitivnim oštećenjem i inhibicijom rasta u djece (Wan, 2020).

Zearalenon (ZEN), još poznat kao F-2 toksin, fitoestrogenski je mikotoksin kojeg proizvode vrste *Fusarium graminearum* i *F. culmorum*. Često ga se pronalazi u kukuruзу i proizvodima od kukuruza, pšeničnim mekinjama i biljnim uljima, riži, ali i u pivu (Šarkanj i sur., 2013), te u pivarskim proizvodima (Pascari i sur., 2018). Pokazalo se da je hepatotoksičan, hematotoksičan, imunotoksičan i genotoksičan. Najznačajniji među derivatima ZEN-a je α -zearalenol koji je šezdeset puta toksičniji od zearalenona, te β izomer koji je duplo toksičniji od ZEN-a (EFSA, 2017). ZEN se veže na receptore estrogena u citoplazmi stanica spolnih organa, inhibira stvaranje folikularno stimulirajućeg hormona pa ne dolazi do ovulacije. Afinitet pokazuje prema žutom tijelu (luteotropin) posljedica toga je porast koncentracije progesterona u krvi i pojava "lažne" trudnoće. Kod muških osoba smanjuje koncentraciju testosterona u plazmi te uzrokuje ginekomastiju (Zinedine i sur., 2007). Žene koje su tijekom trudnoće konzumirale hranu kontaminiranu ZEN-om kod njihove djece se pojavljuju simptomi preuranjenog puberteta. Prema istraživanjima u Portoriku i Mađarskoj kod djevojčica sa preuranjenim spolnim sazrijevanjem u krvi je pronađen zearalenon (Szuets i sur., 1997). Uzrokuje hiperestrogenizam utječući na reprodukciju, a neka istraživanja povezuju ZEN sa stimulacijom rasta stanica raka dojke kod ljudi (Tola i Kebede, 2016). Zbog dobre topljivosti u vodi i visoke toplinske stabilnosti može se prenijeti iz slada u pivo (Habschied i sur., 2011).

Fumonizini su kancerogeni sekundarni metaboliti koje sintetiziraju plijesni *F. verticillioides*, *F. proliferatum* i *F. moniliforme*. Spadaju među najvažnije toksine u hrani i stočnoj hrani, ovisno o broju i smještaju hidroksilnih skupina razlikujemo fumozin B1, B2, B3, B4 i B6. Fumonizin B1 najzastupljeniji je toksin koji čini približno 75% infekcija. Stabilni su na povišenim temperaturama tijekom procesiranja hrane i nisu fotosenzibilni.

Citotoksični su i kancerogeni za ljude i životinje. U različitim zemljama FB1 povezan je s karcinomom jednjaka. Djelovanje fumonizina dovodi do poremećaja u rastu, diferencijaciji, funkciji te u konačnici i smrti. Zbog drastičnih promjena na živčanom sustavu dolazi do razvoja progresivne neurotoksikoze koja se manifestira kroz depresiju, nemir, ekscitaciju, sljepoću, ataksiju, besciljno lutanje, facijalnu paralizu, prisilne kretnje, komu i smrt. Zbog premalo

epidemioloških istraživanja na ljudima a velikog broja dokaza kancerogenosti na životinjama IARC je FB1 uvrstio u 2B skupinu kao moguće kancerogene tvari za ljude (IARC, 1993).

Trihoteceni (TC) uglavnom proizvode plijesni roda *Fusarium* (Udovicki i sur., 2018). Postoji samo nekoliko istraživanja koja sadrže podatke o prisutnosti HT-2 i T-2 toksina u pivu, a njihova je prisutnost povezana s kontaminiranim ječmom, zobi i pšenicom (Pascari i sur., 2018). T-2 toksin resorbira se kroz kožu, lokalno uzrokuje upalu i koagulacijsku nekrozu kod životinja, a svojim djelovanjem inhibira i sintezu nukleinskih kiselina DNA i RNA. Citotoksičan je, dolazi do nastanka dermatitisa i ulceracije sluznice dok imunosupresijsko djelovanje rezultira atrofijom limfnog tkiva. Uzročnik je akutne intoksikacije i kroničnih bolesti kod ljudi i životinja (Creppy, 2002).

Tijekom Drugog svjetskog rata među stanovništvom pojavila se bolest nazvana alimentarna toksična aleukija (ATA). Glavni klinički simptomi su smetnje u hemopoeznom sustavu s progresivnom leukopenijom, granulopenijom i limfocitozom. Istraživanja na mačkama i majmunima kao pokusnim životinjama pokazala su da davanje T-2 toksina izoliranog iz *F. sporotrichioides* uzrokuje nastanak ATA (Pleadin i sur., 2015).

Deoksinivalenol (DON) pripada tipu B trihotecenskih mikotoksina. Stabilan je tijekom skladištenja, mljevenja, prerade i toplinske obrade hrane. U buragu preživača metabolizira se u deepoksideoksinivalenol koji je znatno manje toksičan od izvornog oblika, a kod ljudi se izlučuje urinom u obliku deoksinivalenol -3 i 15- glukuronida. DON u kombinaciji s drugim mikotoksinima, primjerice u kombinaciji s AFB1 ima izraženo mutageno djelovanje. Akutni gastrointestinalni simptomi koji nastaju zbog konzumacije hrane kontaminirane DON-om uključuju: glavobolju, mučninu, vrtoglavicu, povraćanje, bolove u truhu, hemoragični proljev i groznicu (Sobrova i sur., 2010). Prema rezultatima istraživanja, pivo predstavlja drugi najznačajniji izvor DON-a, stoga u okviru procjene rizika konzumacije piva kod hrvatskih potrošača, DON predstavlja značajnu prijetnju za javno zdravlje (Piacentini, 2017).

Važan problem kod prisutnosti DON-a u pivu je što uzrokuje pretjerano pjenjenje odnosno „šikljanje“ i prelijevanje pri otvaranju boce. Posljednjih godina se često javlja i može ozbiljno narušiti kvalitetu piva i ugled pivovare (Piacentini, 2017).

Glavni *Alternaria* mikotoksini su tenuazonska kiselina (TeA), alternariol (AOH) i alternariol monometil eter (AME), a proizvode ih uglavnom *A. alternata*, *A. tenuissima* i *A. arborescens*. Mikotoksini alternarije su toksični, mutageni i karcinogeni, odgovorni su za deformaciju spirale DNA, poremećaj metabolizma sfingolipida, inhibiciju sinteze proteina i fotofosforilaciju (Ostry, 2008). *Alternaria* vrste su sveprisutne u okolišu mnogi su saprotrofi ili

biljni patogeni koji utječu na usjeve u polju uzrokujući pri tome bolest pjegavosti stabljike i listova, odnosno kvarenje plodova biljke ili zrna u fazi nakon berbe. U stanju su akumulirati toksične metabolite u jestive dijelove biljaka. Izolirana je iz široke palete proizvoda hrane kao što su: žitarice, orašasti plodovi, plodovi rajčice, masline, paprike, jabuke, bobičasto voće, agrumi kao i njihovi derivati (Patriarca, 2016).

Okratoksin A (OTA) je mikotoksin kojeg proizvode uglavnom vrste *Aspergillus* i *Penicillium*, osobito *A. ochraceus* i *P. verrucosum*. Pronađen je u različitim koncentracijama kao kontaminant žitarica: raž, ječam, pšenica, sirak, riža i kukuruz, a također je kontaminant u kavi, zrnu kakaovca, začinima, grožđu i suhom voću (Wang i sur., 2018). Ovaj mikotoksin je nefrotoksičan, imunosupresivan, teratogen i kancerogen za životinje i klasificiran kao mogući karcinogen za ljude, a IARC ga je svrstao u skupinu 2B. Otkriven je u alkoholnim pićima poput vina (Haque i sur., 2020) i piva (Visconti i sur., 2008).

2.3.2. „Maskirani“ mikotoksini

Prilikom određivanja mikotoksina u slakovini i pivu moguće je dobiti prividno manje početne koncentracije mikotoksina. Razlog tome je reakcija mikotoksina s drugim spojevima poput šećera, aminokiselina ili sulfatne grupe koji se mogu naći u žitaricama, pri čemu nastaju „maskirani“ mikotoksini - DON-3-glukozid i ZEA-4-glukozid. Dio mikotoksina može se vezati i za staničnu stijenku kvasaca koja se koristi u procesima detoksifikacije mikotoksina (Šarkanj i sur., 2020).

Pojam "maskirani mikotoksin" pojavio se sredinom 1980-ih, kao posljedica pojave nekih slučajeva mikotoksikoze koji nisu bili u korelaciji s mikotoksinima otkrivenim u analiziranim uzorcima. Visoka toksičnost se prepisuje neotkrivenim oblicima.

Maskirani mikotoksini prolaze kroz promjene u svojoj strukturi, polarnosti, topljivosti i molekularnoj masi. Većina ih je manje toksična od svojih roditeljskih oblika, no enzimi u probavnom sustavu mogli bi transformirati modificirane oblike u roditeljske oblike i imati teško predvidljive posljedice na ljudsko zdravlje (Berthiller i sur., 2013). Za toksine iz roda *Fusarium* kao što su beauvericin, enniatin, fusaproliferin i moniliformin a koji su kontaminanti žitarica, relevantnost i dopuštene granice još nisu definirane, a njihova prisutnost u žitaricama i dokaz *in vitro* toksičnosti mogu promijeniti ovaj scenarij u budućnosti (Gruber-Dorninger i sur., 2017).

Pojavnost ovih mikotoksina varira ovisno o regiji, klimatskim uvjetima, vrsti sirovine i žetvi (Stanciu i sur., 2017). Osim mogućih aditivnih i/ili sinergističkih učinaka neki od ovih derivata mogu se pretvoriti u slobodni mikotoksin tijekom obrade i metabolizma kod životinja i ljudi, čineći ih ponovno bioraspoloživima, a neki se pak mogu dalje transformirati u druge spojeve (Freire i sur., 2020).

Nedostatak podataka o toksičnosti i njihovoj izloženosti u kombinaciji sa slobodnim mikotoksinima ne daje zaključak o toksičnim učincima. Dosadašnji dobiveni rezultati pokazuju da izloženost maskiranim mikotoksinima može predstavljati dodatni rizik za zdravlje ljudi i životinja. Preporuka je da 3-acetil-deoksinivalenol, 15-acetil-deoksinivalenol i deoksinivalenol-3-glukozid induciraju toksične učinke slične DON-u zbog mogućnosti deacetilacije 3 i 5-acetil-deoksinivalenola, te hidrolize deoksinivalenol-3-glukozida tijekom metabolizma životinja i ljudi. Međutim, za druge maskirane mikotoksine preporučena su daljnja istraživanja kako bi se izvršila procjena rizika za životinje (Freire i Sant'Ana, 2018).

Konačnu koncentraciju mikotoksina u craft pivu teško je predvidjeti jer ovisi o početnoj koncentraciji sadržanoj u sirovini i samim uvjetima prerade. Trenutačni nedostatak ograničenja mikotoksina u pivu iz obrtničke proizvodnje podcjenjuje moguće rizike za ljudsko zdravlje (Neme i Mohammed, 2017). Temperature obrtničkog kuhanja piva dosežu najviše 100 °C što nije dovoljno za degradaciju nekih mikotoksina (Pascari i sur., 2018).

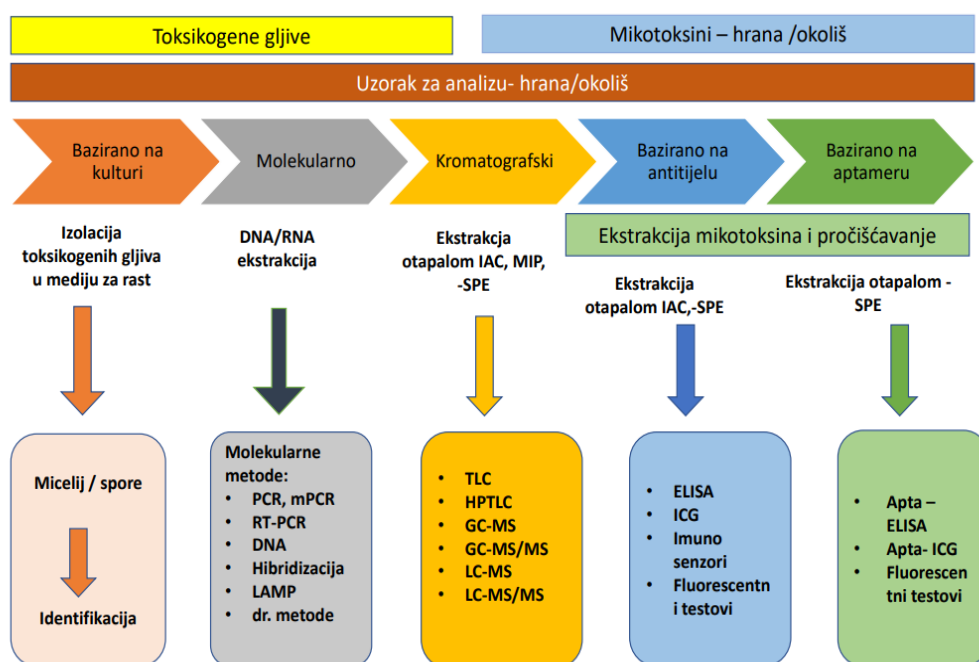
Međutim, kontaminacija mikotoksinima u craft pivu još nije obrađena kao pitanje sigurnosti hrane (Pascari i sur., 2018). Dio mikotoksina prisutnih u žitaricama može se transformirati u modificirane mikotoksine tijekom kuhanja piva, što se također može okarakterizirati kao potencijalna opasnost po zdravlje (Freire i sur., 2018).

2.3.3. Metode detekcije mikotoksina

Od otkrića mikotoksina do danas validirano je nekoliko metoda za njihovo određivanje. Parametri za provedbu validacije definirani su i u odluci Komisije o provođenju analitičkih metoda i tumačenju rezultata (2002/657/EZ), a najznačajniji parametri su: linearnost, granica detekcije (LOD), granica kvantifikacije (LOQ), preciznost, točnost, selektivnost i mjerno područje. U analizi mikotoksina potrebno je zadovoljiti i uvjete koji su propisani u Uredbi komisije br. 401/2006 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikotoksina u hrani, te u Uredbi Komisije (EU) 2023/915 utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani (EC, 2023).

Svaki od navedenih pravilnika donosi svoje upute o validacijskim parametrima koje je potrebno poštivati kako bi se mogle validirati metode za službeno određivanje mikotoksina u uzorcima hrane (Gilbert i Anklam, 2002).

Za određivanje mikotoksina u hrani koriste se različite analitičke metode koje se grupiraju na orijentacijske i potvrđne metode (Slika 7). Od orijentacijskih metoda za određivanje mikotoksina najčešće se koristi imunoenzimska ELISA metoda. Prednosti takve metode primarno se odnose na brzinu izvedbe, mogućnost analize velikog broja uzoraka u kratkom razdoblju, jednostavnost provedbe, nisku cijenu i upotrebu ne štetnih reagensa. Potvrđne metode koje udovoljavaju zadanim kriterijima i omogućuju selektivno određivanje mikotoksina u hrani je tekućinska kromatografija visoke učinkovitosti (HPLC) (Pleadin i sur., 2018).



Slika 7. Metode koje se koriste u analitici mikotoksina i plijesni kao njihovih producenata (Pleadin i sur. 2018.)

U novijim istraživanjima za analizu mikotoksina koristi se tekućinska kromatografija u kombinaciji s tandemskom masenom spektrometrijom (LC-MS/MS) (Kadota i sur., 2011; Pleadin i sur., 2018). Postoji nekoliko metoda u kojima se pomoću LC-MS/MS-a kvantitativno određuje više od 500 mikotoksina, antibiotika i toksina biljaka (Sulyok i sur., 2020).

Prednosti upotrebe ultravisokotlačne tekućinske kromatografije (U-HPLC) spojene na (tandem-) masenu spektrometriju je u tome što daje veću selektivnost, omogućuje određivanje više analita bez namjenskog pripremanja uzorka (Krska i sur., 2010). Omogućuje brže kromatografsko odvajanje, skraćujući vrijeme rada uz povećanu osjetljivost i poboljšanu razlučivost. U-HPLC spojen s trostrukim kvadrupolnim masenim spektrometrom smatra se jednom od najselektivnijih i najosjetljivijih tehnika za analizu mikotoksina (Malachová i sur., 2014).

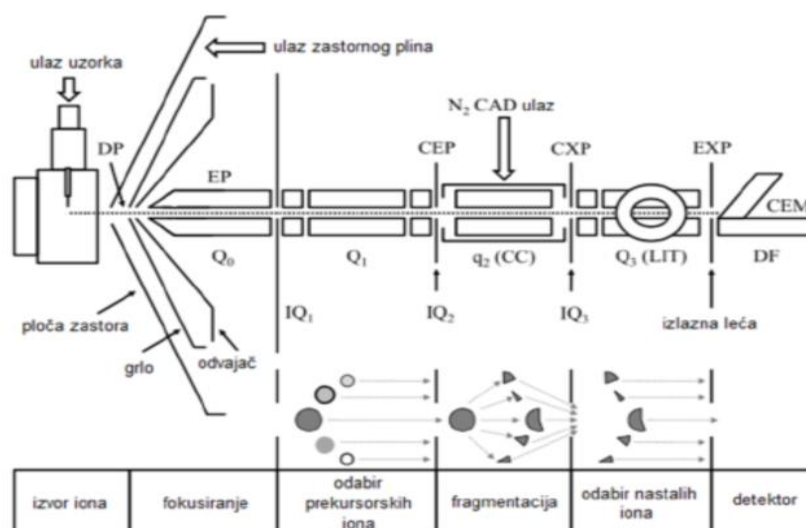
Nedostatak pristupa "razrijedi i mjeri" je taj da je potreban visokoprecizan uređaj koji će moći detektirati mikotoksine i nakon što se ekstrakti razrijede. Kad nema pročišćavanja matrice ekstrakta veća je mogućnost da će doći do supresije ili pojačanja signala te time do odstupanja od stvarnog rezultata uzrokovanog matricom. Zbog toga je kod računanja uvijek potrebno razlikovati prividno iskorištenje od efikasnosti ekstrakcije korištenjem certificiranih odnosno referentnih materijala. Obogaćivanje uzorka mora se provesti bez mikotoksina, te odvojeno obogaćivanje samo ekstrakta da se pripremi kalibracija u matrici ekstrakta kako bi se moglo razlikovati efikasnost ekstrakcije i utjecaj matrice na supresiju ili pojačanje signala pogotovo kod korištenja ESI ionizatora (Frisvad i sur., 2004).

Kod maskiranih mikotoksina zbog promjena u njihovoj strukturi ti spojevi obično ostaju neotkriveni tijekom ispitivanja matičnog mikotoksina, upravo LC-MS/MS pomaže u istraživanju istih (Freire i Sant'Ana, 2018). Spektroskopija nuklearne magnetske rezonancije (NMR) također omogućuje razjašnjenje strukture maskiranih mikotoksina (Beltrán i sur., 2009; Gholobova i sur., 2018).

2.3.3.1. Masena spektrometrija

Tandem masena spektrometrija je analitička metoda koja podrazumijeva spajanje dva ili više kvadrupola sa svrhom povećanja sposobnosti analiziranja određenih molekula. Najčešće se u tandem masenoj spektrometriji koristi trostruki kvadrupol (eng. triple quadrupol, QQQ) (Slika 8), to su tri serijski povezana kvadrupola. U prvom kvadrupolu (Q_1) dolazi do probiranja prekursorskih iona koji imaju točno definiranu masu i naboj. Nakon toga ioni iz prvog kvadrupola (Q_1) odlaze prema drugom kvadrupolu (Q_2) odnosno prema kolizijskoj ćeliji u kojoj dolazi do fragmentacije iona u produktne ione. U trećem kvadrupolu (Q_3) se provodi selekcija određenih iona obzirom na njihov omjer mase i naboja. Na samom kraju analize ioni dolaze do

detektora gdje se kvantificiraju i identificiraju te se ispisuje maseni spektar (de Hoffmann, 2007).



Slika 8: Shematski prikaz trostrukog kvadrupola (Faktor i sur., 2012)

U LC-MS/MS sustavu ionizacija elektrosprejom (ESI) predstavlja najzastupljeniji način ionizacije u kojem se analit ionizira u obliku otopine, a kao otapalo koriste se tvari koje su hlapljivije od analita kako bi se one mogle odstraniti. Otopina analita se propušta kroz kapilaru u vakuumu i kada otopina uđe u komoru ona se raspršuje u obliku sitnih kapljica gdje otopina isparava, a ioni analita ostaju u komori. Koncentracija toksina i vidljiva infekcija ne moraju nužno biti u korelaciji i mikotoksini mogu biti prisutni u namirnicama bez mogućnosti da se otkriju plijesni koje su povezane s toksinima i obrnuto (Andersen i sur., 2004). Upotrebom masenih spektrometara najnovije generacije omogućuje se kvantitativno određivanje mikotoksina u sirovim ekstraktima hrane, pod uvjetom da su ekstrakcija učinkovitosti kao i učinci matrice dovoljno karakterizirani za sve ispitivane kombinacije analita (Sulyok i sur., 2007).

Sulyok i suradnici (2007) razvili su metodu koja je temeljena na HPLC-MS/MS za kvantitativno određivanje 39 mikotoksina u pšenici i kukuruzu. Priprema uzorka svedena je na jedan korak ekstrakcije nakon čega slijedi analiza razrjeđivanja sirovih ekstrakata i to zbog kemijske raznolikosti analita. Svi gubici uzrokovani nepotpunom ekstrakcijom i potiskivanjem signala izazvanim matriksom bili su ponovljivi na svim razinama koncentracije za dati uzorak, pokazujući da je takav pristup "razrijedi i mjeri" primjenjiv u analizi više mikotoksina pomoću LC-MS/MS. Metoda je proširena za još 48 analita, uključujući većinu mikotoksina s ciljem da

se dokaže izvedivost takve metode na temelju modela uzoraka s više toksina koji je obogaćen na više razina kako bi se odredili parametri izvedbe metode i istražili učinci matrice i povrati koraka ekstrakcije. Metoda je primijenjena na mali skup prirodno pljesnivih uzoraka kako bi se pokazala njezina pogodnost za buduća istraživanja o pojavi toksičnih gljivičnih metabolita koji do sada nisu dovoljno obrađeni kvantitativnom analizom (Sulyok i sur., 2007).

Nakon toga metoda je nadograđena na 295 analita (uglavnom mikotoksina) (Malachová i sur., 2014), te na >500 analita (Sulyok i sur., 2020). Trenuta metoda mjeri više od 1000 analita (miktotoksina, pesticida preko ostataka veterinarskih lijekova, toksina bilja i sličnih kontaminanata hrane) (Steiner i sur., 2021).

2.4. Senzorska analiza

Pivarima je u interesu da oduševi kupce svojim "tajnim sastavom" pozitivnih okusa u pivu. Osim kvalitetnih sirovina, provjerenih receptura, dobro projektirane opreme, dobre pivarske prakse i instinkta, jedna od ključnih vještina je upravo kušanje piva. Glavni alat za procjenu kvalitete i prihvatljivosti piva među potrošačima je provođenje senzorske procjene piva od strane treniranih panelista (O' Sullivan, 2011).

Senzorska procjena je znanstvena disciplina koja se koristi za mjerenje, analizu, interpretaciju i tumačenje odgovora na prehrambene proizvode koji su dobiveni pomoću ljudskih osjetila (Vahčić, i sur., 2000). Senzorske analize provodi voditelj panela koji odabire metodu, skale, kontrolira rad panelista, provodi statističku obradu i prezentiranje rezultata.

Objekti u kojima se provodi senzorska procjena definirani su prema standardu (ISO 8589:2007). Idealna prostorija trebala bi imati odjeljenja za degustaciju za svakog panelista, sa dobrom prirodnom ili umjetnom rasvjetom. Prostorija mora biti bez jakih mirisa, buke, čista i svijetlije boje. Kuhinja u kojoj se pripremaju uzorci mora imati dobru ventilaciju. Dodatni zahtjevi vezani za prostor su stabilna temperatura zraka od 20-22°C i relativna vlažnost zraka oko 50-55%. Prikupljeni uzorci piva moraju biti pravilno skladišteni stoga se čuvaju na temperaturi oko 4 °C ali se panelistima poslužuju pri sobnoj temperaturi.

Uzorci su anonimni odnosno označavaju se troznamenkastim brojevima da se izbjegne subjektivana reakcija panelista prilikom posluživanja. Identifikacija uzorka može se privesti nakon testiranja. Prije svakog sljedećeg kušanja uzorka panelist mora neutralizirati nepce sa vodom ili kruhom (Parker, 2012).

Mjerni instrument je senzorski panel koji čini odabran skup ljudi treniranih za provođenje senzorske analize na prehrambenim proizvodima određenim standardom (ISO 8586:2023). Odabrani su na temelju njihove oštine prepoznavanja osnovnih okusa i drugih specifičnih svojstava ovisno o ciljanoj kategoriji proizvoda. Trening panelista može trajati između 10 i 120 sati ovisno o senzorskim svojstvima proizvoda (Pineau i sur., 2022).

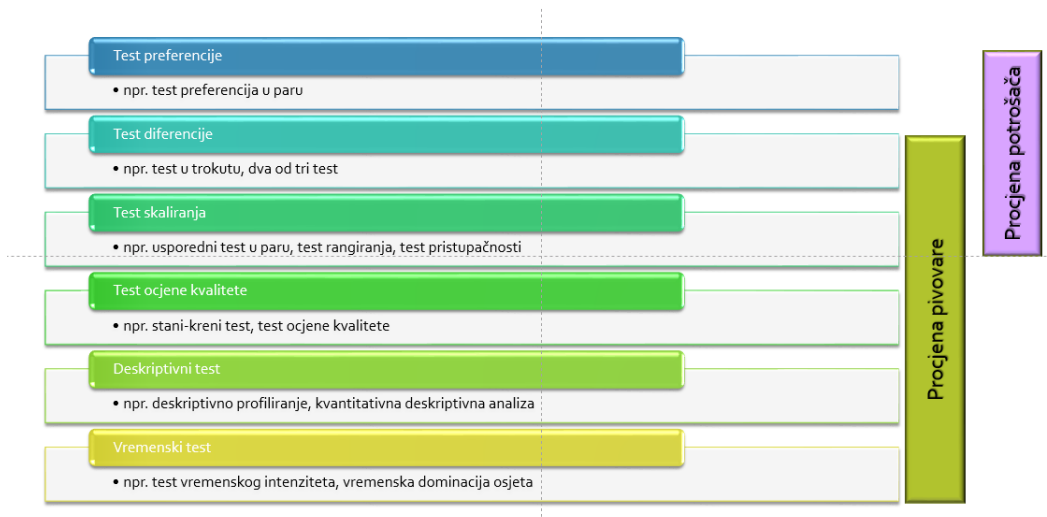
Važno je da se minimalizira mogućnost subjektivnog utjecaja pojedinog panelista na rezultate same analize. Ovisno o metodi i vrsti uzorka broj panelista varira od 5 do 10. Panelist je osoba koja prisustvuje u senzorskoj procjeni uzoraka nekog proizvoda, a može biti trenirani sa prethodnim iskustvom ili osoba koja se po prvi puta susreće sa senzorskom analizom. Trening mora biti kratak ali učinkovit, kako ne bi izazvao otpor panelista. Cilj svake obuke je prepoznati mogućnosti svakog pivoskog senzorskog panelista i pomoći mu da postigne svoj maksimum u razlikovanju što je moguće više okusa i mirisa (Parker, 2012).

2.4.1. Metode u senzorskoj analizi

Senzorske metode počele su se intenzivnije razvijati 1940-ih i 1950-ih godina nakon što je za vrijeme Drugog svjetskog rata otkrivena važnost prehrane i razvoj novih proizvoda (Su i sur., 2022). U analitičke metode spadaju analize diskriminacije odnosno razlike i deskriptivni testovi, dok metode sklonosti uključuju hedonističke i preferencijske testove. Izbor metode ovisi o cilju ispitivanja (Stone, 2018).

Za provođenje senzorske analize pića najčešće se koristi QDA (kvantitativna deskriptivna analiza) čiji je pristup prepoznat i proučavan od Stonea i Sidela 2008. godine (Stone i sur., 2008; Puri i sur., 2016; Marques i sur., 2022). Metoda uključuje obuku sudionika senzorskog panela za kvantificiranje specifičnih senzorskih svojstava proizvoda te se kvantitativni deskriptori proizvoda dalje mogu statistički analizirati i prikazati grafički „paukovom“ mrežom.

Metode ispitivanja preferencija pripadaju domeni potrošačkog testiranja i one bi se trebale provoditi izvan pivovara. Sve ostale metode mogu se koristiti u pivovari za rješavanje specifičnih problema testiranja (Slika 9).



Slika 9. Senzorski testovi koji se koriste u industriji pića (Simpson, 2016)

Testovi razlika mogu se podijeliti na: *opće testove razlika* i *testove razlike obzirom na neko obilježje*. Cilj je da se prepoznaju razlike između uzoraka i da se prepoznaju razlike u intenzitetu ili pak jačini nekog obilježja. Testovi iz skupine *općih testova* razlika su: *test uspoređenja u paru*, *duo-trio test*, *test u trokutu (Triangle test)*, *test dva od pet*, *jednostavni test razlika* i *test „A“-„nije A“*.

U industriji pića najčešće korišten senzorni test razlike je *Triangle test*, odnosno test u trokutu koji je 1943. godine prvi puta proveden u Danskoj „Carlsberg“ pivovari (Stone i sur., 2008). Poželjan je što veći broj ispitanika od 20 do 40, no može biti i 12 ukoliko su razlike lako uočljive i velike među uzorcima. Na kraju se broji broj ispitanika koji su točno odabrali uzorak (Sinkinson, 2017).

Tetrad test relativno novi test koji je uveden s ciljem da se minimiziraju problemi testa u trokutu. Pokušava se utvrditi postoji li uočljiva razlika između dva proizvoda, ali s 4 uzorka, dva piva A i dva piva B. Broji se broj ispitanika koji su ispravno grupirali uzorke, a donosi se zaključak ovisno o broju kušača i razini pouzdanosti za proveden test (Lawless i Heymann, 2010). Glavni nedostatak je što zahtijeva 4 uzorka umjesto 3, što komplicira postupak i može izazvati zabunu za ispitanike naročito kod početnika (Habschied i sur., 2022).

Testovi razlika u obilježjima koriste se za određivanje ima li ili nema razlike u intenzitetu karakteristike po kojem se dva ili više uzoraka međusobno razlikuju. Vrste testova koji se koriste iz skupine testova razlike s obzirom na obilježje su: *test nizanja parova*, *jednostavni test nizanja*, *test uspoređenja u paru*, *test višestrukog uspoređenja u paru* i *testovi razlika na više uzoraka* (Stone i Sidel, 2004).

Testovi sklonosti (afektivni testovi) za cilj imaju prikupiti mišljenja potrošača u svrhu razvoja novih proizvoda, ispitivanja tržišta, poboljšanja arome, teksture, okusa i optimizacije proizvoda. Lokacija na kojoj se provode testovi sklonosti može biti različita kao što je laboratorij, sajmovi, robna kuća, iznajmljeni prostori. Testovi sklonosti dijele se na kvalitativne i kvantitativne.

Kvalitativni testovi mjere subjektivan odgovor potrošača na senzorska obilježja uzorka putem intervjua ili u manjim skupinama. Tipovi kvalitativnih testova su:

-*fokus grupe* u kojoj je 10 do 12 potrošača koji su odabrani po nekom kriteriju, te imaju tri puta jedan do dva sata zasjedanje.

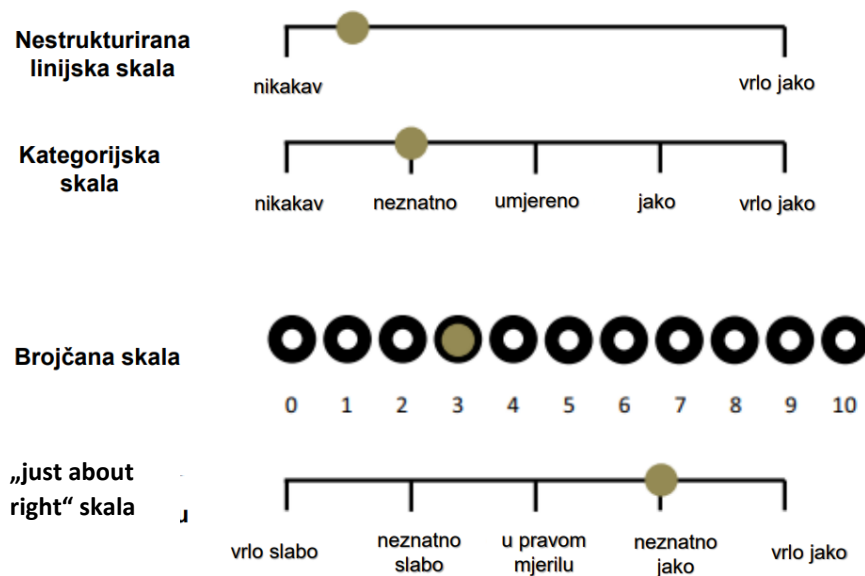
-*fokus paneli*, slična varijanta kao kod fokus grupe samo se ima puno više vremena.

-*intervju* gdje se radi razgovor sa potrošačima jedan na jedan.

Kvantitativni testovi prikupljaju pojedinačne odgovore velike grupe potrošača (50-400) na pitanja preferencije, dopadanja, senzorskih obilježja itd. Koriste se zbog određivanja sveukupne preferencije ili dopadanja proizvoda potrošača, određivanja potrošačke preferencije ili dopadanja pojedinog senzorskog obilježja ili skupine obilježja, te mjerenju odgovora potrošača za određeno senzorsko obilježje. Tipovi kvantitativnih testova sklonosti su: *testovi preferencije* i *testovi prihvaćanja*.

Testovi preferencije koriste se u situacijama kada se jedan proizvod suprotstavlja drugom kao poboljšani proizvod ili kao konkurencija. Potrošač odabire uzorak koji više preferira ili koji mu se više sviđa. Neki od testova koji se koriste su: preferencija u paru, nizanje preferencije, višestruka preferencija u paru (3 ili više uzoraka) ili višestruka preferencija uparu sa odabranim uzorcima.

Testovi prihvaćanja slični su testovima razlika u obilježjima, a ovdje je obilježje dopadanje ili prihvaćanje. Za testove prihvaćanja koriste se razne *hedonističke ljestvice*, njima se najbolje izražava ne prihvatljivost do prihvatljivosti, tj. ne sviđanje do sviđanja (Lawless i Heymann, 2010). Osim hedonističkih ljestvica koriste se i *linijske ljestvice* za procjenu jačine (veliçine) sviđanja i *kategorijske* (Slika 10) (Vilela i sur., 2019).



Slika 10. Različiti tipovi skala koji se koriste u senzorskim istraživanjima (Simpson, 2016)

Opisne senzorske analize uključuju prepoznavanje i opis svih kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika hrane (ili pića) od strane treniranih panelista. Deskriptivne metode omogućuju karakterizaciju različitih osjetilnih podražaja opaženih tijekom doživljaja hrane putem vida, mirisa (ortonazalna percepcija arome), percepcije arome u ustima (retronazalna percepcija arome), okusa, teksture i percepcije zvuka (Pineau i sur., 2022). Kvalitativni elementi deskriptivne analize opisuju vanjski izgled proizvoda, karakteristiku arome i okusa, teksturu u ustima dok kvantitativni elementi mjere intenzitet kvalitativnih elemenata raznim ljestvicama. Ljestvice mogu biti kategorijske (0-9), linijske (cm) i ljestvice procjene jačine odnosno volumena (Lawless i Heymann, 2010; da Costa Jardim i sur., 2018).

QDA koriste se za usporedbu prototipova proizvoda da se dobije informacija potrošača u odnosu na senzorska svojstva proizvoda, te za senzorsko mapiranje i usklađivanje proizvoda (Murray i sur. 2001). Koristi se i za praćenje promjena na proizvodu tijekom vremena s obzirom na rok trajanja i učinak pakiranja, za istraživanje učinaka parametara proizvodnje na konačnu senzorsku kvalitetu proizvoda te za istraživanje percepcije potrošača o proizvodima. Za procjenu kvalitete odnosno prihvatljivosti proizvoda provode se deskriptivni testovi i hedonističke ljestvice (Gonzalez Viejo i sur., 2019).

Postoji nekoliko različitih metoda deskriptivne analize: metoda profila okusa, metoda profila teksture, kvantitativna deskriptivna analiza™, Spectrum™ metoda, kvantitativno profiliranje okusa, profiliranje slobodnog izbora i generička deskriptivna analiza. Deskriptivni testovi oslanjaju se na: profiliranje slobodnog izbora (FCR eng. *Free-choice profiling*) i kvantitativnu deskriptivnu analizu, QDA® (eng. *Quality descriptive analysis*) (da Costa Jardim i sur., 2018).

Kvantitativna deskriptivna analiza (QDA) je postupak kojim se opisuju osjetilna svojstva proizvoda, po redoslijedu pojavljivanja (Vahčić i sur., 2000). Cilj analize nije samo identificirati prisutne okuse u pivu, nego i kvantificirati njihov intenzitet. Prilikom ocjenjivanja nije lako dati broj osjetilnoj percepciji, zato neki voditelji panela koriste riječi (gotovo neprimjetno, jasno uočljivo, preintenzivno) ali najčešće se koriste *numeričke ljestvice* (npr. ljestvica 1 do 5, ljestvica 0 do 9, 1 do 10 mjerilo). QDA postupak uveliko se koristio za opisivanje piva, ali izvorno je bio dizajniran za testiranje uzorka s jednostavnim i manjim brojem senzorskih deskriptora. Ova metoda zahtijeva intenzivnu i kontinuiranu obuku najmanje 8-10 panelista koja bi mogla identificirati 20-50 deskriptora piva, a za sve to je potrebno uložiti puno vremena, truda i novaca. Dobiveni podaci se prikazuju pomoću „paukovog“ dijagrama (Slika 11). Najkorisniji grafikon kod određivanja statistike koji omogućuje usporediti uzorke je analiza glavnih komponentata (PCA eng. *principal component analysis*) (Habschied i sur. 2022).



Slika 11. Grafički prikaz deskriptora piva „paukovom“ mrežom (Habschied i sur., 2022)

Profiliranje po slobodnom izboru (eng. *Free Choice Profiling*), **FCP** može se provesti bez prethodne obuke panelista. Prilikom kušanja piva potrošači daju vlastiti opis dojma, s vrlo detaljnim profilom okusa piva koji ponekad može biti primjenjiv samo za tu pivovaru (Habschied i sur., 2022).

Test pitkosti sastoji se od prezentiranja nekoliko vrsta piva sa različitim omjerom slada i dodataka samim potrošačima. Pivo s najvećim popijenim volumenom označava se kao vrlo pitko, mogu se pratiti i drugi faktori, poput punoće želuca ili okusa. Cilj senzorske procjene je dobiti pojedinosti o organoleptičkim svojstvima piva putem treniranih panelista, dok se pitkost može provesti s needuciranim potrošačima (Habschied i sur., 2022). Jedna od njih je **temporalna dominacija osjeta** (eng. *Temporal Dominance of Sensations*) **TDS**. Usmjerena je na deskriptore okusa i odnosi se na interakcije atributa. Omogućuje dopunske vremenske informacije, percipirane tijekom procesa pijenja i povezuje ih s kvalitativnim promjenama koje nisu mjerljive uobičajenim metodama analize senzorskog profila (Habschied i sur., 2022).

Projektivno mapiranje (eng. *projectiv mapping*) **PM** je metoda procjene i opisivanja razlika među uzorcima. Slični uzorci stave se bliže jedan drugome, a oni različiti se smjeste dalje. Često se koristi s ultra-flash profiliranjem (eng. *ultra-flash profiling*), **UFP** koje traži od sudionika da identificiraju vlastiti skup deskriptora (Hayward i sur., 2020). Pokazala se kao učinkovita metoda za istraživanje uparivanja hrane i pića (Marques i sur., 2022).

Metodologija provjeri ih sve (check-all-that-apply) (CATA) i ocijeni ih sve (Rate-all-that-apply) (RATA) temelji se na principima već unaprijed odabranih pojmova, a mogu sudjelovati ispitivači bez prethodne obuke. Brza i jednostavna metoda koju je lako spojiti s afektivnim mjerenjima, kao što su primjerice hedonistički testovi (Alexi i sur., 2018). CATA pitanja su primijenjena na senzorsku procjenu širokog spektra proizvoda različite složenosti. Upotrebljava se za analizu soka od jabuke, ledeni čaj, vino, pivo i mliječnu čokoladu (Jaeger i sur., 2020). RATA je još jedna alternativa CATA metodi gdje potrošači ne samo da provjeravaju već i ocjenjuju intenzitet svih svojstava proizvoda koje pronađu u ocjenjivanom proizvodu (Jaeger i sur., 2018).

U metodi preferiranih atributa (eng. *preferred attribute*) **PAE**, ispitivači određuju nekoliko opisnih pojmova za proizvode, nakon dogovora o tim svojstvima proizvoda oni rangiraju svoj intenzitet sviđanja istih. Definiranje najrelevantnijih deskriptora proizvoda za potrošače omogućuje industrijama da dizajniraju nove prehrambene proizvode koji zadovoljavaju preferencije potrošača (Himmler i sur., 2021).

2.4.2. *Senzorska procjena piva*

Najčešća svojstva piva koja zahtijevaju stalnu procjenu su svježina, uravnoteženost, usklađenost sa stilom ili markom i pitkost. Okus i miris piva procjenjuje se radi dobivanja informacija o tome kako različiti ljudi reagiraju na različite proizvode te da bi se utvrdilo koja skupina ljudi voli određenu vrstu piva. Unatoč postignutoj senzorskoj stabilnosti piva sva su piva podložna promjenama svojih senzorskih svojstava tijekom nekog vremena. Nepravilno skladištenje, transport i posluživanje piva utječe ili pak može narušiti njegova karakteristična senzorska svojstva. Da bi se osigurala kvaliteta piva na tržištu u pivovari se uobičajno provodi kontrola kvalitete prije i poslije punjenja piva, prije puštanja na tržište i kod ocjenjivanja uzoraka s tržišta.

Senzorska procjena koristi pet osnovnih osjetila miris, okus, dodir, vid i sluh. Osnovni okusi su: slatko, kiselo, slano, gorko, umami. Pojam "osjećaj u ustima" podrazumijeva percepciju prehrambenog proizvoda na površini usne šupljine, primjerice učinak zagrijavanja alkohola, pjenušavost ugljičnog dioksida, masnoću i trpkost. Okus se može detektirati kada se uzorak stavi u usta te kad je pokrivena cijela unutrašnjost usne šupljine jer se okusni pupoljci za različite okuse nalaze na različitim dijelovima jezika. Gorčina se može osjetiti prema stražnjoj strani jezika i tek nakon gutanja. Naknadni okus se može prepoznati nakon gutanja (Habschied i sur., 2022).

Početni proces identificiranja mirisa počinje u stražnjem dijelu nosa, kada hlapljive molekule uđu u nosnu šupljinu povezujući se izravno ili preko proteina koji vežu mirise, na receptore na vanjskoj površini resica i aktiviraju receptore na mirisnom epitelu (Mori i Sakano, 2011). Aroma je organoleptička karakteristika koja se percipira organom njuha preko hipofarinksa. Dinamika i mehanizam otpuštanja arome iz modelnih otopina pokazuju da je otpuštanje arome u alkoholnim pićima mnogo složenije nego u drugim pićima (Schmelzle, 2009).

Olfaktorni, okusni i taktilni osjeti međusobno su povezani i percipirani "okus" a rezultat su vrlo složenih interakcija između osjetila. Povećana koncentracija ugljičnog dioksida u pivu povećava kiselost i smanjuju trpkost, dok veća koncentracija etanola i veći pH piva povećavaju percepciju gorčine. Prisutnost jedne tvari može pojačati ili umanjiti intenzitet percepcije druge tvari. Na taj način, intenzitet mješavine komponenata može biti veći ili manji od zbroja pojedinačnih intenziteta, koji se nazivaju "sinergija" (Meilgaard i sur., 2012).

Dodatak okusnim i mirisnim osjetima na kemijske doživljaje u nosu i ustima posredovan je trigeminalnim živcima. Velik raspon svakodnevnih okusa proizlazi iz trigeminalnih podražaja kao što su „štibanje“ mjehurića ugljikovog dioksida u gaziranim napitcima, „pečenje“ ljutih papričica, jetkost papra. Trigeminalni osjeti izazivaju oštrinu i suhoću u ustima, uzrokuju doživljaj stezanja obraza ili mišića na licu. Mehanizimi kojima nastaju ti podražaji nisu u potpunosti razjašnjeni, ali postoji teorija da se tanini vežu na proteine sline i mukopolisaharide koji su sastojci sline. Zbog toga se govori o jednom „paradoksu“ jer dolazi do nakupljanja i taloženja sline, a ujedno se smanjuje sposobnost sline da obavlja i vlaži oralna tkiva. U konačnici to rezultira doživljajima oštrine i suhoće u ustima čak i onda kada se u ustima nalazi tekućina (Lawless i Heymann, 2010).

Važne komponente koje utječu na ocjenu kvalitete piva su vizualna svojstva proizvoda boja, bistrina, volumen pjene i postojanost pjene. U korelaciji su sa prvim dojmom potrošača što ujedno dovodi do reakcije sviđanja ili nesviđanja proizvoda. Sadržaj alkohola u korelaciji je sa slatkoćom, sadržaj ugljičnog dioksida povezan je sa vizualnim svojstvima proizvoda, osjećajem u ustima, otpuštanjem aroma. Odsutnost neugodnih okusa uvelike utječe na prihvaćanje proizvoda među potrošačima.

Obilježja kvalitete piva ovise o tipu piva, ali neka osnovna svojstva proizvoda uključuju: ugodan, karakterističan miris; visok osjećaj u ustima; dobru punoću (tijela); gorčinu dobre kvalitete (nije opora) i bez neugodnih okusa. Kod procjene izgleda treba procijeniti dubinu pivske pjene, veličinu i boju mjehurića pjene koja se lijepi za čašu tijekom konzumiranja, boju i bistrinu piva.

Neke metode senzorske procjene ne uzimaju u obzir izgled jer se on može odrediti upotrebom fizikalno-kemijskih metoda u laboratoriju. Danas postoje dvije glavne metode za mjerenje boje piva, EBC i SRM. EBC (European Brewery Convention) je jedna od najraširenijih u Europi, a SRM (Standard Reference Method) se češće koristi u Sjedinjenim Američkim Državama. Numeričke vrijednosti za boju piva ne podudaraju se uvijek s vizualnom percepcijom boje za svjetle i tamne nijanse piva. U Tablici 3 prikazane su različite nijase boje piva od najsvjetlijeg prema najtamnijem deskriptoru prema SRM vrijednosti.

Tablica 3. Prikaz deskriptora piva od najsvjetlijeg prema najtamnijem (Parker, 2012)

| BOJA DESKRIPTORA | SRM |
|--|------------|
| <i>Jako svjetlo</i> | 1-1,5 |
| <i>Slama</i> | 2-3 |
| <i>Pale</i> | 4 |
| <i>Zlatno</i> | 5-6 |
| <i>Svijetlo amber</i> | 7 |
| <i>Amber</i> | 8 |
| <i>Srednje amber</i> | 9 |
| <i>Bakar</i> | 10-12 |
| <i>Svijetlo smeđe</i> | 13-15 |
| <i>Smeđe/crveno smeđe/kesten smeđa</i> | 16-17 |
| <i>Tamno smeđe</i> | 18-24 |
| <i>Jako crno</i> | 25-39 |
| <i>Crno</i> | 40+ |

Kvaliteta okusa i njegova stabilnost vrlo je važna za potrošača jer to utječe na naviku kupnje istog proizvoda i samim time se preferira pojedina marka piva. Kontaminacija sirovina mikotoksinima u konačnici može utjecati na proces fermentacije i konačne karakteristike piva. Neki od glavnih učinaka mikotoksina na senzorska svojstva piva mogu imati gorak ili metalni okus koji narušava uobičajeni okus piva. Mogu utjecati na aromu piva, dajući mu nepoželjne mirise koji nisu karakteristični za određeni tip piva. Određeni mikotoksini (aurofuzarin i rubrofuzarin kao fuzarijski pigmenti i mikotoksini) mogu izazvati promjene u boji piva i smanjenje bistrine što može negativno utjecati na njegovu vizualnu privlačnost. Mikotoksini mogu utjecati na stabilnost pjene piva što je važan faktor u senzorskoj procjeni.

Jedan od parametara koji utječe na proizvodnju hlapljivih spojeva poput estera je kontaminacija mikotoksinima, koja se može pojaviti u različitim fazama proizvodnje piva. Polarni mikotoksini se zbog svoje bolje topljivosti u vodi i termostabilnosti mogu prenijeti iz zrna žitarica u slad, a zatim u pivo (Humia i sur., 2019). Istraživanja o učinku kontaminacije sladovine mikotoksinima na hlapljive spojeve alkoholne fermentacije otkrile su da neki mikotoksini (uglavnom AFB1 i DON) mogu inhibirati alkohol dehidrogenazu. Rezultat toga je povećanje koncentracije acetaldehida i drugih nepoželjnih hlapljivih spojeva sintetiziranih tijekom alkoholne fermentacije ali to nema utjecaja na ukupni sadržaj estera (Gómez-López, 2020). Mnogi prehrambeni proizvodi uključujući i pivo, mogu se ocjenjivati putem elektronskog nosa ili jezika.

Senzorsko ocjenjivanje gdje je mjerni instrument čovjek bolji je izbor jer panelisti mogu uzeti u obzir i pružiti holistički doživljaj kušanog piva.

Određivanje kvalitete u prehrambenoj industriji posebice u pivarstvu vrlo je zahtjevno jer potrošači imaju različito stajalište o tome što za njih znači kvalitetan proizvod. Kvaliteta je za neke povezana s ekskluzivnošću i visokom cijenom. Drugi pak vide kvalitetu kao pristupačnu, a ne skupu ili proizvode koje tradicionalno kupuju godinama. Važno je isporučiti proizvod bez grešaka, konzistentan sa svim prethodnim serijama s odgovarajućim senzorskim profilom da bi se imao zadovoljni potrošač (Schabo i sur., 2021).

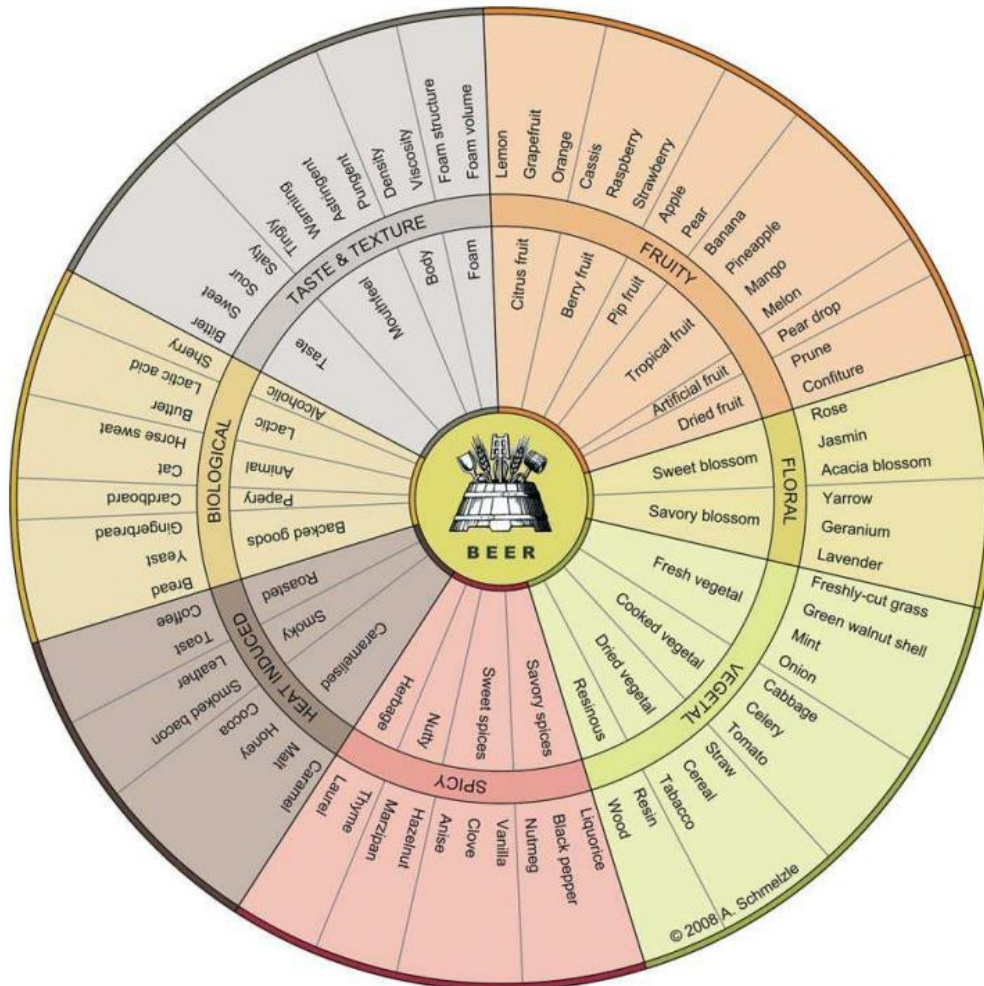
2.4.3. Kotač arome piva

Za provođenje senzorske analize i dobivanje pouzdanih podataka potrebno je formirati i dobro trenirani degustacijski panel. Najvažniji dio obuke za senzorsko ocjenjivanje piva je korištenje standardizirane, međunarodno priznate terminologije. Zajedničkim naporima Europske konvencije o pivarstvu, Američke udruge kemičara pivara i Master Brewers of America rezultirali su standardiziranom terminologijom grafički izraženim kotačem okusa piva (Slika 12) (Simpson, 2016). Kotač okusa može se vidjeti u različitoj literaturi uz dopuštenje Američkog društva kemičara piva, St. Paul, MN, SAD (Langstaff i sur., 2018). Kotač arome sastoji se od 14 različitih osnovnih pojmova okusa koji su uobičajeni u tehnologiji proizvodnje piva kao aromatični, žitarice, osjećaj u ustima itd.. Kako bi se usko opisao okus, pojmovi su podijeljeni na izraze 1. razine (alkoholno, slično otapalu, itd.) i pojmove 2. razine (ljuto, drvenasto, orah, itd.). Postoje 44 objektivna pojma prve razine i 78 pojma druge razine. (Habschied i sur., 2022).

Kotači arome daju terminologiju za lakši senzorski opis proizvoda. Razvijeni su kako bi pomogli ljudima koji su odgovorni za kontrolu kvalitete i razvoj proizvoda, te za lakšu međusobnu komunikaciju upravo korištenjem nedvosmislene terminologije iz kotača okusa. Meilgaard je prije 30 godina razvio kotač okusa piva (Meilgaard i sur., 1979). Njegov razvoj bio je važna prekretnica u uspostavljanju prihvaćene terminologije za senzorsko ocjenjivanje piva. On i dalje služi kao osnova za izbor opisnih pojmova testova profiliranja. Kako bi se zajamčila dosljedna uporaba jezika, potrebno je revidirati postojeću terminologiju piva.

U Meilgaardovom kotaču, mirisna,okusna i haptička osjetilna percepcija se preklapaju i nekoliko pojmova nije jasno usklađeno s osjetilnim opažajima. Za komunikaciju s panelistima

važno je da i oni razumiju terminologiju. Kotač arome piva predstavlja kotač koji je strukturiran prema senzorskim standardima. Čak i ljudi koji nemaju spoznaje na koji se način razvijaju okusi u pivu mogu ga koristiti za opisivanje osjetilnih percepcija. Kotač pomaže ocjenjivačima u opisu pozitivnih i poželjnih karakteristika piva (Schmelzle, 2009).



Slika 12. Kotač arome piva za komunikaciju s potrošačima (Schmelzle, 2009)

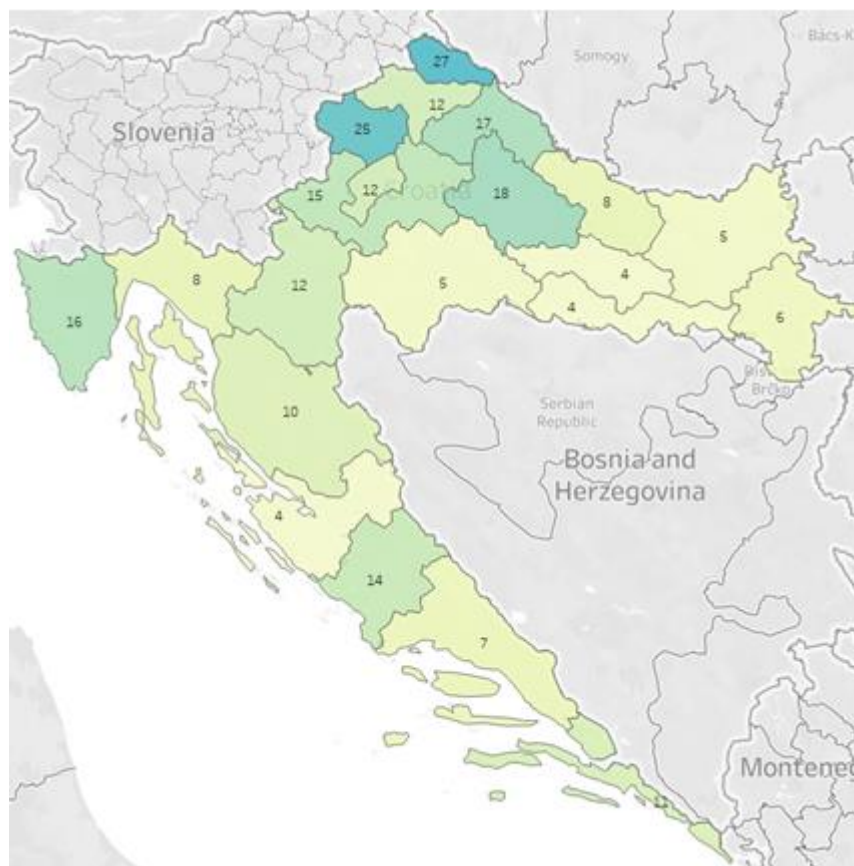
3. MATERIJALI I METODE

3.1. **MATERIJALI**

3.1.1. **Sirovine (hmelj, slad, kvasac, voda) i craft pivo**

U istraživanju je obuhvaćeno 20 županija Republike Hrvatske zajedno sa Gradom Zagrebom. Iz svake županije sudjelovalo je od jedne do tri craft pivovare održavajući reprezentativnost unutar županije.

Prikupljeno je 60 uzoraka craft piva kao i sirovina koje se koriste za proizvodnju piva od toga: 86 uzoraka slada u zrnju, 62 uzorka hmelja (paleti), 31 uzorak kvasca (suhog) i 30 uzoraka vode za ukomljavanje, te šest komercijalno dostupnih industrijskih piva koja su poslužila kao referentni uzorak za usporedbu sa craft pivama (Slika 13).



Slika 13. Ukupna distribucija prikupljenih sirovina i craft piva po županijama

Tipovi craft piva koji su uzorkovani: *lager, pilsner, pale ale, ale, amber ale, indijski pale ale (IPA), američki blond ale, blond ale porter i stout* (Tablica 4). Odabrani tipovi piva za svako specifično pivo pokazuju različite razine boje, ekstrakta i sadržaja etanola. Uzorci piva prikupljeni su direktno od craft proizvođača i kuhani na istim ili pak različitim mjestima.

Tablica 4. Popis tipova i broj uzoraka craft i industrijskih piva

| <i>Tipovi piva</i> | <i>Broj uzoraka</i> | <i>Oznake uzoraka</i> |
|----------------------------|---------------------|---|
| Lager | 19 | B01, B13, B14, B16, B17, B32-B38, B40, B42, B43, B45, B46, B48, B54 |
| Pilsner | 3 | B41, B44, B47 |
| Pale ale | 9 | B39, B50 – B53, B56 - B59 |
| Ale | 8 | B03, B15, B19, B20 - B23, B55 |
| IPA | 7 | B07 - B12, B24 |
| Amber ale | 2 | B49, B60 |
| American blonde ale | 3 | B02, B29, B30 |
| Blonde ale | 5 | B25 - B28, B31 |
| Porter | 2 | B04, B05 |
| Stout | 2 | B06, B18 |
| Industrijska piva | 6 | BI05-BI10 |

3.1.2. Hranjive podloge

Selektivne hranjive podloge za mikrobiološku analizu hmelja i slada:

- PDA (Potato Dextrose Agar), Liofilchem i DG 18 agar, Liofilchem

3.1.3. Kemikalije

| <i>Kemikalija</i> | <i>Stupanj čistoće</i> | <i>Proizvođač</i> |
|--|------------------------|---------------------------------------|
| acetonitril | ≥ 99% | <i>Sigma-Aldrich, SAD</i> |
| bakrov sulfat pentahidrat | 99% | <i>Honeywell, SAD</i> |
| cinkov sulfat heptahidrat | 99% | <i>Merck KgaA, Njemačka</i> |
| octena kiselina | 99,50% | <i>Avantor, SAD</i> |
| sumporna kiselina | 96% | <i>Merck KgaA, Njemačka</i> |
| HiPerSolv Chromanorm HPLC | ≥ 99% | <i>VWR Chemicals (Beč, Austrija)</i> |
| gradijent acetonitrila | | |
| Metanol LC-MS Chromasolv | ≥ 99% | <i>Honeywella (Seelze, Njemačka)</i> |
| amonijev acetat | ≥ 97 % | <i>Sigma-Aldricha (Beč, Austrija)</i> |
| glacijalna octena kiselina (p.a.) | 99,80% | <i>Sigma-Aldricha (Beč, Austrija)</i> |
| Referentni sti ardi mikotoksina i gljivičnih metabolita | / | <i>(Sulyok i sur.2020)</i> |
| Kloramfenikol | | <i>Carl Roth (Njemačka)</i> |

3.1.4. Laboratorijski pribor

- Automatske pipete
- Nastavci za automatske pipete (0,1-1000 µL)
- Staklena čaša (50 mL, 250 mL, 1000 mL)
- Štapić po Drigalskom
- Sterline staklene boce s navojem od 250 mL
- Plastične sterilne Petrijeve zdjelice
- Plastične epruvete, sterilne (50 mL, Falcon)
- Plastične tubice (2 mL, Eppendorf)
- Stalak za plastične tubice
- Kivete za spektrofotometar

3.1.5. Uređaji i ostala oprema

- a. Uređaj za određivanje mikotoksina; *Agilent 1290 UHPLC-u* s binarnom pumpom, 1290 infinity
 - autosampler spojeni sa Sciex® QTRAP 5500 MS/MS detektorom s elektrosprejnim izvorom ionizacije
 - kolona Gemini C18, 150 × 4,6 mm Phenomenex, Torrance, CA, SAD
- b. Uređaj za tekućinsku kromatografiju ultra visoke djelotvornosti (UHPLC): *Agilent Technologies 1290 Infinity II, Santa Clara, SAD*; i pripadajućim djelovima:
 - crpka (G7104A 1290 Flexible Pump);
 - injektor (G7129B 1290 Vialsampler) i pećnica,
 - analitička kolona (Rezex ROA-Organic Acid H+, Phenomenex) dimenzija 150×7,8 mm s odgovarajućim pretkolonama,
 - detektor indeksa loma (G7162A 1260 RID) i
 - računalni program za kromatografiju (OpenLAB CDS)
- c. Ostala oprema

| | |
|---|--|
| <i>Uređaj za četvrtanje žitarica</i> | RETSCH Riffelteiler 12.5 |
| <i>Laboratorisjki mlin</i> | <i>Perten 3610</i> |
| <i>spektofotometar</i> | <i>ONDA TOUCH UV-21, Prag</i> |
| <i>Vortex, Witeg VM -10,</i> | <i>Witeg, Wertheim, Njemačka</i> |
| <i>Centifuga, Witeg CF-10</i> | <i>Witeg, Wertheim, Njemačka</i> |
| <i>Refraktometar</i> | <i>ORA 3AA, KERN</i> |
| <i>pH metar</i> | <i>EC-30-pH, Phoenix</i> |
| <i>Tresilica GFL 3017</i> | <i>Gemini, NL</i> |
| <i>Tehnička vaga, Kern T572</i> | <i>Kern and Sohn GmbH, Belingen</i> |
| <i>Analitička vaga, SOLIS ADAM SAAB 225i</i> | <i>Adam Equipment , UK</i> |
| <i>Oprema za filtraciju otopina</i> | <i>(0,20 μm, 0,47 μm); Magna, GE</i> |
| <i>Najlonski filteri</i> | <i>Water i Process Technologies, Michigan, SAD</i> |
| <i>Autoklav</i> | <i>BIOBASE, Kina</i> |
| <i>Hadnjak, 1A60404B1VN</i> | <i>Končar</i> |
| <i>Zamrzivač, RFNE312E43WN</i> | <i>Beko</i> |
| <i>Utlazvučna kupelj, DU-100</i> | <i>Agro Lab</i> |
| <i>Laboratorijski mikroskop, TENSION B1-252</i> | <i>Labena</i> |
| <i>Kabinet s laminarnim strujanjem zraka, BSC-2000II A2-X</i> | <i>Kina</i> |
| <i>Inkubator, POL-EKO-SP.J. ST 2B SMART</i> | <i>POL-EKO, Poljska</i> |

3.1.6. *Trenirani panelisti iz pivovare Carlsberg Croatia, Koprivnica*

Za kvalitetno i pouzdano provođenje kvantitativne deskriptivne analize na uzorcima craft piva, potrebno je imati pouzdane i dobro trenirane paneliste. Za ovaj doktorski rad da bi se dobili što pouzdaniji i relevantniji rezultati senzorsko ocjenjivanje craft piva QDA metodom proveli su trenirani panelisti iz pivovare Carlsberg Croatia, Koprivnica (Lawless i Heymann, 2010).

Cilj je bio imati panel koji je u mogućnosti identificirati uobičajene okuse piva od neugodnih okusa i kontaminanata niske koncentracije i samim time osigurati dosljedno ocjenjivanje intenziteta u širokom rasponu okusa prema dobivenim uputama.

3.2. *METODE*

3.2.1. *Uzorkovanje sirovina i uzoraka craft piva*

Uzorci slada, hmelja, kvasaca, vode i piva uzorkovani su sukladno uputama Europske komisije (EZ) br. 401/2006 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikotoksina u hrani (EC, 2006). Kod uzoraka hmelja i slada odvojio se poduzorak za mikološku analizu. Uzorci slada i hmelja reducirali su se do laboratorijskog poduzorka četvrtnjem pomoću uređaja *RETSCH Riffelteiler 12.5*, a ostatak slada se usitnito pomoću mlina *Perten 3610*. Samljeveni uzorci slada, paletirani hmelj, suhi kvasac, voda i degazirano pivo čuvali su se na -22 °C do provođenja analize mikotoksina i fizikalno-kemijske analize.

3.2.2. *Mikološka analiza hmelja i slada*

Mikološka analiza hmelja i slada provodila se u mikrobiološkom laboratoriju uzgojem plijesni na komercijalnim selektivnim hranjivim podlogama PDA i DG 18 agar, Liofilchem uz dodatak kloramfenikola kako bi se spriječio rast bakterija kroz 7 dana na 25 °C. Podloge su prethodno sterilizirane na 121°C, kroz 15 minuta u autoklavu. Nakon tjedan dana makroskopskim i mikroskopskim pretraživanjem izvršena je gruba identifikacija roda plijesni. Rezultati su poslužili u koreliranju između pojavnosti rodova plijesni i mikotoksina u navedenim uzorcima te radi usporedbe s rezultatima ostalih istraživanja (Taniwaki i sur., 2001).

3.2.3. Fizikalno- kemijske analize uzoraka craft piva

Za određivanje parametara fizikalno-kemijske analize svi uzorci craft piva prethodno su bili degazirani ultrazvučnoj kupelji 30 min do nestanka pjene što je pokazatelj da pivo ne sadrži CO₂. Iz degaziranih uzoraka craft piva izravno se radilo:

3.2.3.1. Određivanje pH

pH vrijednosti uzoraka izmjerene su na prethodno degazirani uzorcima pomoću pH-metra (da Costa Jardim i sur., 2018).

3.2.3.2. Određivanje ukupnog ekstrakta u pivu

Ukupni ekstrakt čija je vrijednost izražena kao °Brix izmjeren je uz pomoć digitalnog ručnog uređaja (*ORA 3AA, KERN*) uz prethodno kalibriranje destilaranom vodom (Humia i sur., 2020).











3.2.3.3. Određivanje boje craft piva

Boja piva određena je spektrofotometrijskim mjerenjem apsorbancije craft piva u kvarcnim kivetama na 430 nm pomoću spektrofotometra ONDA TOUCH UV-21 kako bi se dobila EBC boja prema Analytica EBC metodi (EBC,2011). Uzorci piva prethodno su bili degazirani na ultrazvučnoj kupelji i filtrirani zatim se očitavala vrijednost apsorbance. Ukoliko vrijednost apsorbance nije bila u linearnom području spektrofotometra uzorak je bilo potrebno razrijediti (deLange, 2008; da Costa Jardim i sur., 2018). Ovom metodom očitana apsorbancija množena je s faktorom 12,7 za SRM ili 25 (1) za određivanje boje u EBC jedinicama (2), pri čemu D predstavlja razrijeđenje uzorka:

$$A_{430 \text{ nm}} \cdot D \cdot 12,7 = \text{SRM} \quad [1]$$

$$A_{430 \text{ nm}} \cdot D \cdot 25 = \text{EBC} \quad [2]$$

Na Slici 14 je prikazan raspon EBC vrijednosti za određene vrste piva

| SRM/Lovibond | Primjer | Boja piva | EBC |
|--------------|----------------|---|-----|
| 2 | Svijetli lager |  | 4 |
| 3 | Pilsner |  | 6 |
| 4 | Pilsner Uguell |  | 8 |
| 6 | |  | 12 |
| 8 | Pšenično |  | 16 |
| 10 | Svijetli ale |  | 20 |
| 13 | |  | 26 |
| 17 | Tamni lager |  | 33 |
| 20 | |  | 39 |
| 24 | |  | 47 |
| 29 | Porter |  | 57 |
| 35 | Stout |  | 69 |
| 40 | |  | 79 |
| 70 | Vrhunski Stout |  | 138 |

Slika 14. Prikazuje pripadajuće boje za različite vrste piva odnosno vrijednost boje u EBC jedinicama (prilagođeno iz deLange, 2008)

3.2.3.4. *Određivanje šećera, mliječne kiseline i etanola u uzorcima craft piva tekućinskom kromatografijom ultra visoke djelotvornosti (UHPLC)*

Prije same analize, degazirani uzorci craft piva centrifugirani su kako bi se izdvojio supernatant. Supernatant je dobro pomiješan u omjeru 1:1 (vol/vol) s 10% vodenom otopinom $ZnSO_4 \times 7 H_2O$ kako bi se istaložili proteini. Taloženje proteina provodilo se 20 min, zatim su se istaloženi proteini uklonili ponovnim centrifugiranjem 10 minuta na $4000 \text{ okr min}^{-1}$. Nakon centrifugiranja u obilježene epice otpipetira se 1 mL razrijeđenog uzorka te se doda 1 mL demineralizirane vode. Naposljetku, uzorak se profiltrira u vijale kroz najlonski filter za šprice promjera pora $0,2 \mu\text{m}$. Pripremljeni uzorci analizirali su se tekućinskom kromatografijom ultra visoke djelotvornosti (UHPLC).

Za kvantificiranje koncentracije šećera (glukoze, fruktoze, maltoze, maltotrioze), mliječne kiseline, glicerola i etanola korištena je analitička kolona Rezex ROA-Organic Acid H⁺ (15 cm x 7,2 mm, Phenomenex, SAD), a kao mobilna faza tijekom analize korištena je otopina sumporne kiseline u vodi 0,0025 M, temperatura pećnice iznosila je 60 °C, temperatura

RID detektora 40 °C, a volumen injektiranog uzorka je 10 µL uz brzinu protoka mobilne faze od 0,6 mL min⁻¹ s vremenom rada od 15 minuta. Rezultati su izraženi g L⁻¹. Obrada rezultata dobivenih kromatografskom analizom napravljena je pomoću računalnog programa za kromatografiju (OpenLAB CDS). Pripadajuće vrijednosti očitane su iz baždarnih pravaca (Marđetko, 2022).

3.2.4. *Određivanje mikotoksina u hmelju, sladu, craft pivu, kvascu i vodi*

Na uzorcima mljevenog slada, paletiranog hmelja, suhog kvasca, vode za ukomljavanje i degaziranog piva provodila se kvantifikacija više 500 sekundarnih mikrobnih, biljnih i ostalih metabolita prema validiranoj metodi koju su objavili Sulyok i sur. (2020). QTrap 5500 MS/MS sustav (Sciex, Foster City, CA, SAD) opremljen je s TurboV izvorom ionizacije elektrospreja (ESI) te spojen na UHPLC sustav serije 1290 (Agilent Technologies, Waldbronn, Njemačka). Kromatografsko odvajanje provedeno je na 25 °C na Gemini kolonama C18, 150 × 4,6 mm i.d., veličine čestica od 5 µm, opremljene zaštitnim uloškom C18, 4 × 3 mm i.d. (oba Phenomenex, Torrance, CA, SAD). Elucija je provedena u binarnom gradijentnom načinu rada s protokom od 1000 µLmin⁻¹. Obje mobilne faze sadržavale su amonijev acetat od 5 mM i sastojale su se od metanola/vode/octene kiseline 10:89:1 (v/v/v; eluent A) odnosno 97:2:1 (v/v/v; eluent B). Nakon početnog vremena od 2 min na 100% A, udio B linearno je povećan na 50 % u roku od 3 minute. Nakon daljnjeg linearnog povećanja od B do 100% unutar 9 min slijedilo je vrijeme zadržavanja od 4 min pri 100 % B i ponovna ravnoteža stupca od 2,5 min na 100% A. Volumen ubrizgavanja bio je 5 µL. ESI-MS/MS izveden je u planiranom načinu višestrukog praćenja reakcija (sMRM) u pozitivnom i negativnom polaritetu u dva odvojena kromatografska ciklusa. Vrijeme ciljanog ciklusa bilo je 1000 ms, vrijeme pauze MS-a 3 ms, a širina prozora za otkrivanje 40, odnosno 52 s u pozitivnom i negativnom ESI načinu rada (Sulyok i sur., 2020).

3.2.5. *Senzorska analiza craft piva kvantitativnom deskriptivnom metodom (QDA)*

Kvantitativnom deskriptivnom analizom odredio se senzorski profil 60 uzoraka craft piva i šest komercijalnih dostupnih industrijskih piva u trgovinama kroz cijelu godinu na području Republike Hrvatske. QDA analiza na uzorcima craft piva provedena je na Sveučilištu Sjever od strane stručnog panela iz pivovare „Carlsberg Croatia“ u Koprivnici.

Panel je činilo sedam treniranih osoba, tri muškaraca i četiri žene između 25 i 50 godina starosti. Panelisti unutar svoje kompanije provode redovite treninge upotrebom testova za prepoznavanje i skaliranje intenziteta pojedinačnih nota okusa piva uz pomoć Aroxa certificiranih standarda okusa. Raspon certificiranih standarda okusa sadrži preciznu količinu praškastog senzorski čistog materijala okusa i nano-inkapsuliranog za stabilnost proizvedenog u njihovom laboratoriju Pharma-GMP (Aroxa, 2024).

Prije same provedbe deksriptivnog testa panelisti su dobili sve upute za ocjenjivanje. Upoznati su sa kotačem arome piva (Schmelzle, 2009) i pripadajućim deskriptorima „flavoure“ i „offlavoure“ piva koji se mogu pronaći u pivu a nalaze se na obrascu A (Prilog 6) (Simpson, 2016). Panelisti su morali označiti intenzitet prepoznatog deskriptora piva na skali od 0 do 9. Obzirom na prepoznati deskriptor na skali od 0 do 100 ocjenili su intenzitet ukupnog dojma senzorskog profila okusa piva (Tablica 5).

Tablica 5. Prikaz raspona skale intenziteta okusa općeg dojma piva

| <i>Senzorski profil okusa</i> | <i>Opis osobine piva</i> | <i>Skala intenziteta</i> |
|-----------------------------------|---|--------------------------|
| <i>loše</i> | Nepitko piće /i sa nekoliko intenzivnijih neugodnih okusa i mirisa | 0-25 |
| <i>Ni loše ni dobro</i> | Piće s neugodnim mirisom/okusom na niskoj razini i/ili nejednakim osobinama okusa | 25-50 |
| <i>dobro</i> | Svježe piće koje ima karakterističnu osobinu okusa/mirisa na blago povišenoj razini | 50-75 |
| <i>vrlo dobro</i> | Savršen primjer pića | 75-100 |

Ocjenjivanje uzorka obavljeno je u odgovarajućoj osvijetljenoj prostoriji bez neugodnih mirisa i buke, temperatura prostorije bila je 22 °C. Uzorci piva prije provođenja testa čuvani su u hladnjaku na 4 °C te su prije degustiranja držani na sobnoj temperaturi 10 minuta. Svakom kandidatu u plastičnim čašama koje su bile kodirane troznamenkastim brojem poslužilo se oko 30 mL svakog piva bez prethodnog znanja ocjenjivača o proizvođaču piva koje se ocjenjuje. Tijekom provedbe senzorske procjene panelisti su između svakog uzoraka dobili vodu i suhe neslane grisine za neutraliziranje nepca.

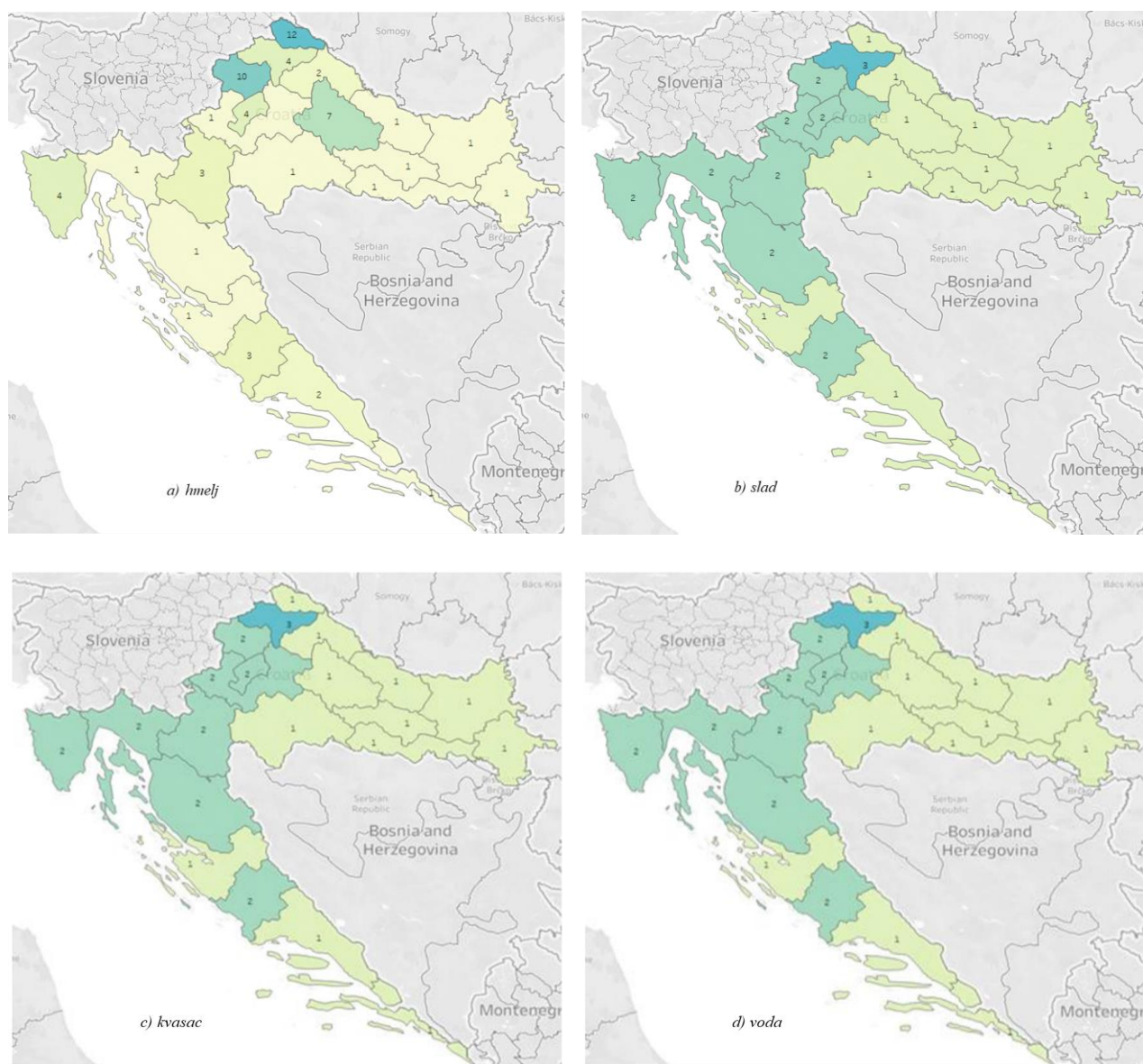
3.2.6. Statistička analiza

Statistička analiza podataka provedena je upotrebom Microsoft Excel 2016, Statistica 13.3, Tableau 2023.1.1. te Minitab 20.4. softverskog paketa. Rezultati dobiveni QDA metodom grafički su prikazani „paukovim“ mrežama. Osnovna deskriptivna statistika pripremljena je korištenjem Statistica 13.3. paketa. Normalnost distribucije podataka ispitana je pomoću Shapiro-Wilksovog W testa, homogenost varijance pomoću Levenovog testa. Temeljem tih rezultata odabrani su daljnji testovi koji se smiju koristiti za usporedbu između pojedinih skupina podataka (ANOVA ili Kruskal-Wallis ANOVA), odnosno kod usporedbe između dvije varijable (T-test ili Mann Whitney U test). Korelacija je provjerena korištenjem Pearsonovog i/ili Spearmanovog koeficijenta. U Tableau 2023.1.1. napravljene su toplinske mape prosjeka pojavnosti mikotoksina u pivima s obzirom na županije iz koje dolaze. Za provjeru povezanosti varijabli korišten je Minitab 20.4. softver gdje su sve varijable uspoređene pomoću PCA testa te su prema potrebi grupirane u pojedine skupine kako bi se lakše utvrdila povezanost. Razlika u distribuciji podataka smatrat će se statistički značajnom ukoliko je $p < 0,05$.

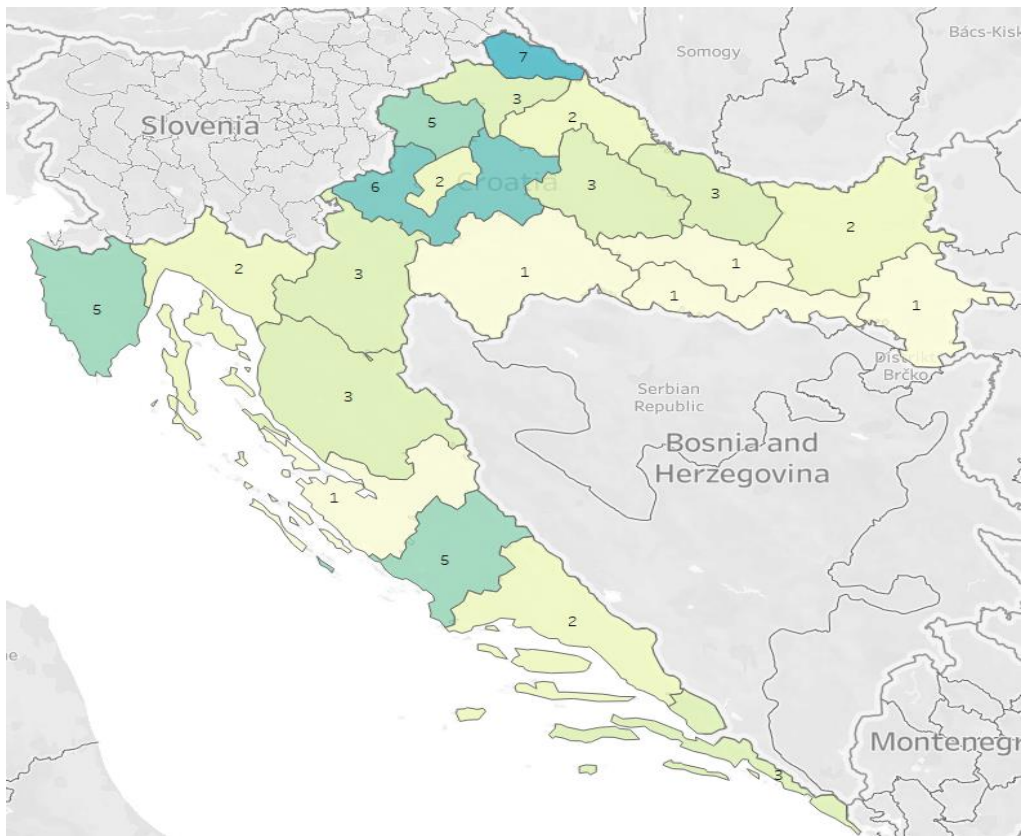
4. REZULTATI

4.1. Uzorkovanje sirovina i piva

Uzorci slada, hmelja, kvasaca, vode i piva uzrokovani su sukladno uputama Europske komisije (EZ) br. 401/2006 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikotoksina u hrani (EC, 2006). Distribucija za sve sirovine i craft piva po županijama prikazana je na Slici 15.



Slika 15. Distribucija uzorkovanja sirovina po županijama: a) hmelj, b) slad, c) kvasac i d) voda. Veći broj uzoraka je tamno zelene boje, a manji broj uzoraka je svjetlije zelene boje



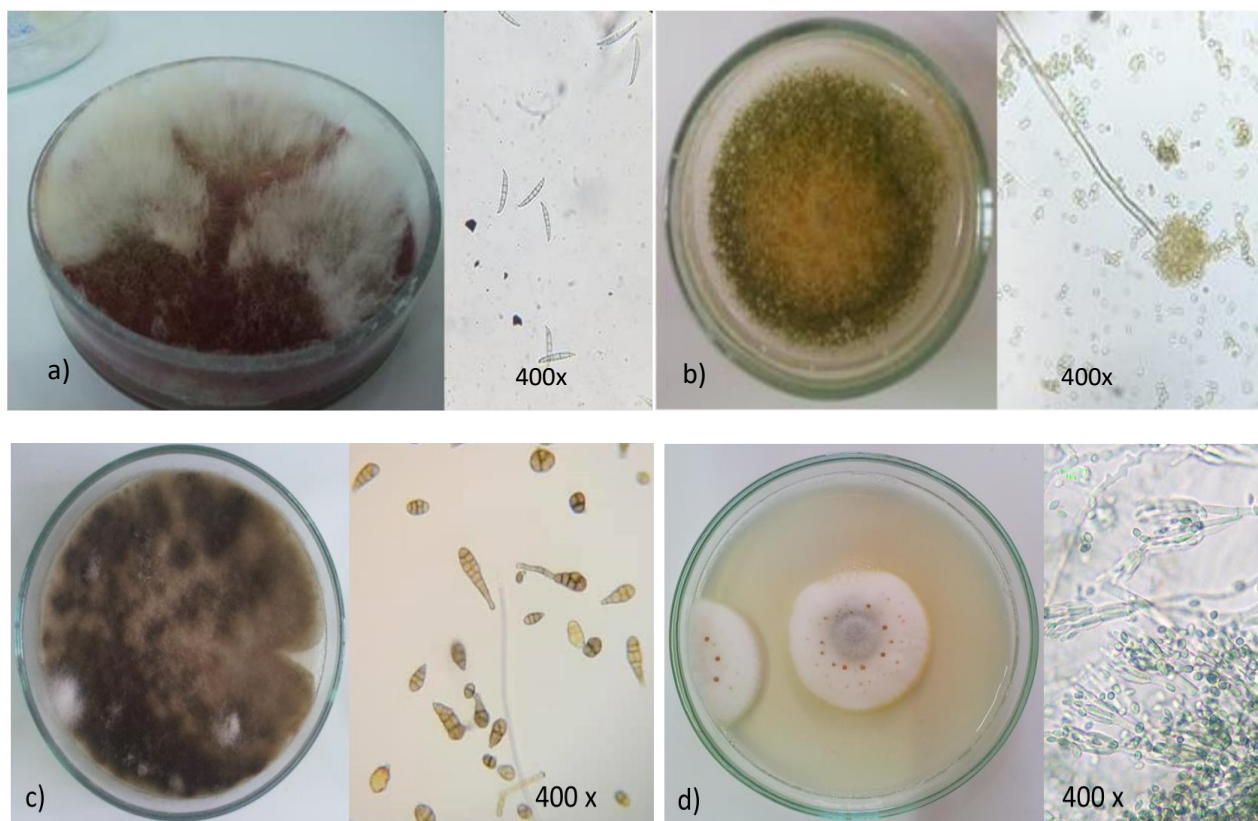
Slika 16. Distribucija uzorkovanja craft piva po županijama. Veći broj uzoraka je tamno zelene boje, a manji broj uzoraka je svjetlije zelene boje

4.2. Mikološka analiza hmelja i slada

Mikološka analiza uzoraka slada i hmelja provedena je na komercijalno dostupnim selektivnim hranjivim podlogama PDA i DG 18 uz dodatak kloramfenikola kroz 7 dana na 25 °C. Rezultati stupnja kontaminacije slada i hmelja plijesnima prikazani su u Tablici 6 i na Slici 17.

Tablica 6. Stupanj onečišćenja slada i hmelja plijesnima

| <i>Plijesni</i> | Broj pozitivnih uzoraka | | | |
|------------------------|-------------------------|-----|-------|-----|
| | Slad | | Hmelj | |
| | n/86 | % | n/62 | % |
| <i>Aspergillus</i> sp. | 86/86 | 100 | n/d | 0 |
| <i>Penicillium</i> sp. | 75/86 | 87 | n/d | 0 |
| <i>Alternaria</i> sp. | 86/86 | 100 | 62/62 | 100 |
| <i>Fusarium</i> sp. | 86/86 | 100 | 61/62 | 98 |



Slika 17. Kolonije plijesni na PDA podlozi nakon 7 dana pri 25 °C i mikroskopska slika plijesni pri povećanju 400x

a) *Fusarium*; b) *Aspergillus*; c) *Alternaria*; d) *Penicillium*

4.3. Fizikalno - kemijske analize uzoraka craft piva

Svi uzorci craft piva prije same analize prethodno su bili degazirani, a u Tablicama 7 do 17 prikazane su vrijednosti fizikalno-kemijskih analiza uzoraka prema tipu craft i komercijalno dostupnih industrijskih piva.

Tablica 7. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipa *lager* craft piva

| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrijoza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kiselina [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|----------------------------------|------|-------|-------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------------|---------------|
| srednja vrijednost | 4,86 | 14,52 | 29,00 | 5,96 | 1,03 | 3,01 | 2,83 | 0,57 | 0,36 | 1,19 | 1,97 | 4,87 |
| standardna devijacija | 0,31 | 18,18 | 36,35 | 0,78 | 0,04 | 1,60 | 1,23 | 0,80 | 0,17 | 1,12 | 0,92 | 0,98 |
| min. vrijednost | 4,10 | 3,49 | 6,87 | 5,00 | 1,02 | 1,30 | 0,89 | 0,01 | 0,04 | 0,11 | 0,42 | 3,61 |
| maks. vrijednost | 5,30 | 66,86 | 133,7 | 8 | 1,03 | 4,45 | 6,35 | 2,24 | 0,75 | 4,55 | 4,03 | 7,22 |

Tablica 8. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *pilsner* craft piva

| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrijoza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kiselina [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|----------------------------------|------|------|-------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|---------------|
| srednja vrijednost | 5,07 | 4,95 | 9,90 | 5,60 | 1,02 | 0 | 2,82 | 0,04 | 0,39 | 0,92 | 1,96 | 4,82 |
| standardna devijacija | 0,12 | 1,05 | 2,09 | 0,60 | 0,00 | 0 | 0,76 | 0,03 | 0,03 | 0,50 | 0,10 | 0,14 |
| min. vrijednost | 5,00 | 4,28 | 8,55 | 5,00 | 1,02 | 0 | 2,03 | 0,00 | 0,36 | 0,37 | 1,86 | 4,67 |
| maks. vrijednost | 5,2 | 6,15 | 12,31 | 6,2 | 1,03 | 0 | 3,53 | 0,06 | 0,41 | 1,33 | 2,06 | 4,94 |

Tablica 9. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *pale ale* craft piva

| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrijoza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kiselina [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|------------------------------|------|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|----------------|
| srednja vrijednost | 4,87 | 8,27 | 16,54 | 5,36 | 1,02 | 2,75 | 3,71 | 0,23 | 0,43 | 1,21 | 1,89 | 4,69 |
| standardna devijacija | 0,20 | 3,24 | 6,47 | 0,67 | 0,00 | 4,68 | 2,97 | 0,41 | 0,19 | 0,62 | 0,22 | 0,52 |
| min. vrijednost | 4,50 | 2,76 | 5,53 | 4,20 | 1,02 | 0,37 | 1,27 | 0,00 | 0,06 | 0,76 | 1,58 | 3,91 |
| maks. vrijednost | 5,1 | 13,64 | 27,28 | 6,2 | 1,02 | 9,76 | 8,52 | 1,31 | 0,62 | 2,77 | 2,26 | 5,59 |

Tablica 10. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *ale* craft piva

| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrijoza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|------------------------------|------|-------|-------|---------------------|-------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| srednja vrijednost | 4,85 | 15,50 | 31,00 | 6,13 | 1,05 | 5,18 | 2,24 | 0,10 | 0,41 | 0,92 | 2,38 | 4,94 |
| standardna devijacija | 0,30 | 14,82 | 29,65 | 1,10 | 0,06 | 0,94 | 2,11 | 0,15 | 0,15 | 0,66 | 0,53 | 1,13 |
| min. vrijednost | 4,50 | 3,25 | 6,50 | 5,00 | 1,02 | 4,51 | 0,40 | 0,01 | 0,27 | 0,11 | 1,51 | 3,26 |
| maks. vrijednost | 5,3 | 48,48 | 96,98 | 8,2 | 1,20 | 5,84 | 6,53 | 0,43 | 0,61 | 2,10 | 3,30 | 7,11 |

Tablica 11. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *amber ale* craft piva

| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrijoza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|------------------------------|------|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| srednja vrijednost | 4,95 | 15,30 | 30,59 | 6,40 | 1,03 | 0 | 3,60 | 0,02 | 0,38 | 0,71 | 2,20 | 5,71 |
| standardna devijacija | 0,07 | 2,60 | 5,21 | 0,57 | 0 | 0 | 2,85 | 0,02 | 0,24 | 0,77 | 0,32 | 0,42 |
| min. vrijednost | 4,90 | 13,46 | 26,91 | 6,00 | 1,02 | 0 | 1,58 | 0,00 | 0,21 | 0,17 | 1,98 | 5,42 |
| maks. vrijednost | 5,0 | 17,13 | 34,27 | 6,8 | 1,02 | 0 | 5,60 | 0,03 | 0,54 | 1,25 | 2,43 | 6,01 |

Tablica 12. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *american blonde ale* craft piva

| parametri | FK parametri | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|-------|-------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
| srednja vrijednost | 4,97 | 8,17 | 16,33 | 5,20 | 1,02 | 0,87 | 2,47 | 0,84 | 0,26 | 0,80 | 1,99 | 4,43 |
| standardna devijacija | 0,15 | 2,61 | 5,21 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 1,41 | 1,45 | 0,15 | 0,32 | 0,31 | 1,24 |
| min. vrijednost | 4,80 | 5,53 | 11,05 | 5,00 | 1,02 | 0,87 | 1,53 | 0,00 | 0,09 | 0,57 | 1,73 | 3,11 |
| maks. vrijednost | 5,1 | 10,74 | 21,48 | 5,6 | 1,02 | 0,86 | 4,09 | 2,52 | 0,39 | 1,18 | 2,33 | 5,56 |

Tablica 13. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *blonde ale* craft piva

| parametri | FK parametri | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|------|-------|---------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | Fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
| srednja vrijednost | 4,90 | 5,23 | 10,47 | 6,00 | 1,02 | 0 | 1,26 | 0,06 | 0,35 | 1,02 | 1,61 | 4,82 |
| standardna devijacija | 0,14 | 2,58 | 5,17 | 0,49 | 0,00 | 0 | 0,24 | 0,07 | 0,13 | 0,24 | 0,65 | 0,55 |
| min. vrijednost | 4,80 | 2,49 | 4,99 | 5,20 | 1,02 | 0 | 1,02 | 0,00 | 0,13 | 0,74 | 0,46 | 4,31 |
| maks. vrijednost | 5,1 | 9,2 | 18,4 | 6,4 | 1,02 | 0 | 1,59 | 0,11 | 0,48 | 1,39 | 1,96 | 5,73 |

Tablica 14. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *IPA* craft piva

| parametri | FK parametri | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|-------|-------|---------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | Fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
| srednja vrijednost | 5,14 | 12,12 | 24,08 | 7,31 | 1,03 | 10,07 | 5,00 | 0,10 | 0,59 | 1,71 | 2,13 | 6,06 |
| standardna devijacija | 0,25 | 5,12 | 10,12 | 1,02 | 0,00 | 5,51 | 4,23 | 0,09 | 0,19 | 1,58 | 0,86 | 0,93 |
| min. vrijednost | 4,60 | 3,77 | 7,42 | 5,60 | 1,02 | 2,84 | 1,18 | 0,00 | 0,30 | 0,54 | 0,48 | 4,56 |
| maks. vrijednost | 5,3 | 18,31 | 36,08 | 8,8 | 1,03 | 15,61 | 13,37 | 0,24 | 0,85 | 4,89 | 2,99 | 7,35 |

Tablica 15. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *porter craft* piva

| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|---------------------------|------|-------|--------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| srednja vrijednost | 4,70 | 73,44 | 145,69 | 7,50 | 1,03 | 0 | 1,63 | 0,07 | 0,54 | 0,84 | 0,35 | 5,98 |
| standardna devijacija | 0,00 | 8,80 | 15,92 | 1,56 | 0,00 | 0 | 1,16 | 0,09 | 0,03 | 1,03 | 0,21 | 0,21 |
| min. vrijednost | 4,70 | 67,22 | 134,44 | 6,40 | 1,03 | 0 | 0,81 | 0,00 | 0,53 | 0,11 | 0,20 | 5,83 |
| maks. vrijednost | 4,70 | 79,66 | 156,94 | 8,6 | 1,02 | 0 | 2,45 | 0,12 | 0,56 | 1,57 | 0,49 | 6,12 |

Tablica 16. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u tipu *stout craft* piva

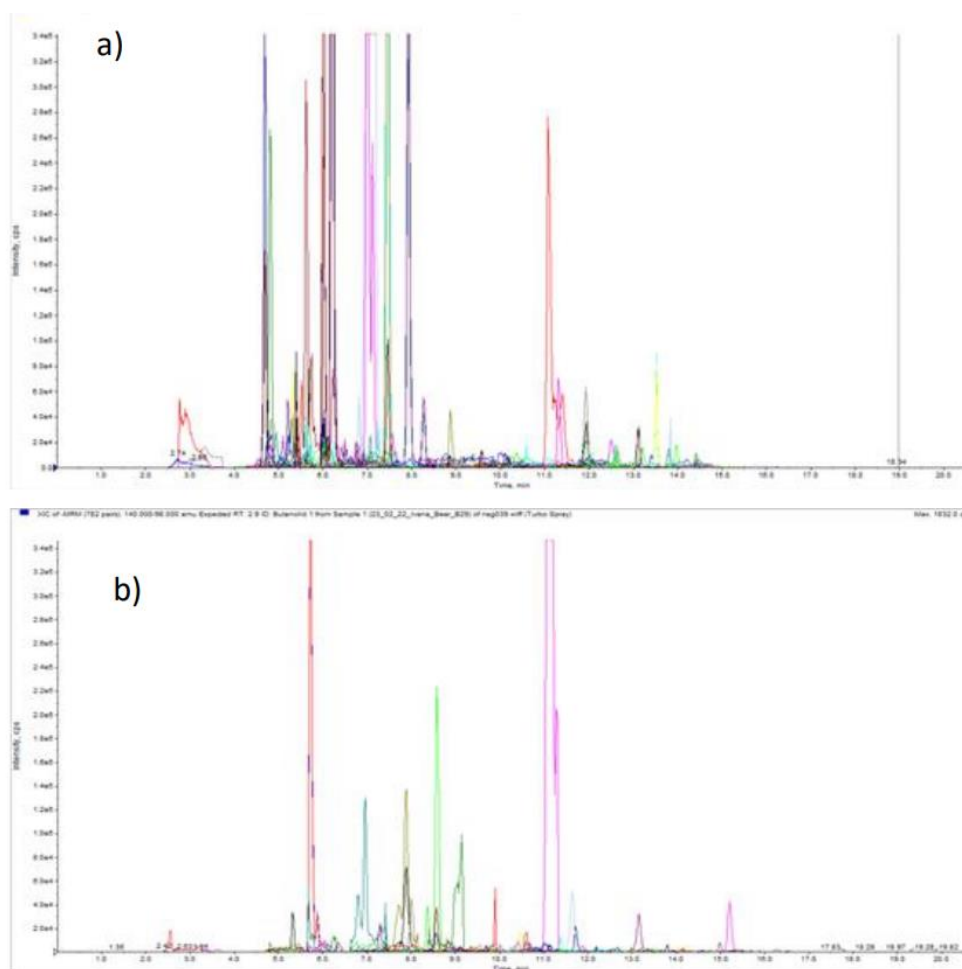
| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|---------------------------|------|--------|--------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| srednja vrijednost | 4,90 | 141,32 | 279,46 | 12,70 | 1,05 | 16,85 | 4,89 | 0,66 | 0,90 | 0,11 | 3,84 | 7,17 |
| stand. devijacija | 0,14 | 99,52 | 194,54 | 9,48 | 0,04 | 14,57 | 6,47 | 0,79 | 0,55 | 0,00 | 1,69 | 4,14 |
| min. vrijednost | 4,80 | 70,95 | 141,90 | 6,00 | 1,02 | 6,55 | 0,32 | 0,10 | 0,51 | 0,11 | 2,64 | 4,24 |
| maks. vrijednost | 5 | 211,68 | 417,02 | 19,4 | 1,08 | 27,15 | 9,46 | 1,21 | 1,29 | 0,11 | 5,03 | 10,09 |

Tablica 17. Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u industrijskim pivama

| FK parametri parametri | pH | SRM | EBC | ekstrakt [°Brix] | gustoća [20°/20°] | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kis. [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|---------------------------|------|-------|--------|---------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| srednja vrijednost | 4,77 | 25,12 | 49,49 | 7,73 | 1,03 | 1,89 | 3,58 | 0,44 | 0,65 | 0,80 | 1,79 | 4,76 |
| stand. devijacija | 1,91 | 33,70 | 33,81 | 3,09 | 1,65 | 1,73 | 1,59 | 0,70 | 2,02 | 2,13 | 2,17 | 2,21 |
| min. vrijednost | 4,30 | 3,93 | 7,73 | 5,00 | 1,02 | 1,89 | 0,66 | 0,00 | 0,30 | 0,11 | 1,29 | 0,66 |
| maks. vrijednost | 5,1 | 57,49 | 113,25 | 9,8 | 1,04 | 1,89 | 5,62 | 1,43 | 1,77 | 1,55 | 2,28 | 6,68 |

4.4. *Određivanje mikotoksina u hmelju, sladu, craft pivu, kvascu i vodi UHPLC/MS/MS uređajem*

U ovome poglavlju prikazane su vrijednosti za pojavnost mikotoksina u uzorcima hmelja, slada, kvasca i craft piva koji su analizirani UHPLC/MS/MS uređajem, metodom prema Suylok i sur. (2020) prema gore spomenutom poglavlju 3.2.3. Na Slici 18 prikazani su primjeri ukupnog kromatograma iona pozitivnog i negativnog moda za uzorak piva.



Slika 18. Prikaz ukupnog kromatograma iona a) pozitivnog moda i b) negativnog moda za uzorak piva

Rezultati za određivanje mikotoksina provednih na *uzorcima vode* nisu prikazani jer vrijednosti za navedeno bile su ispod limita detekcije.

Pojavnost dokazanih mikotoksina i njihovih koncentracija u sladu, hmelju, kvascu i uzorcima craft piva te za komercijalno dostupna industrijska piva prikazne su u priložima. Zbirni podaci za navedeno prikazani su Tablicama od 18 do 30 srednjom vrijednosti, standardnom devijacijom, rasponom kvantificiranih podataka, brojem uzoraka iznad limita detekcije te udjelom pojavnosti. Slijedi prikaz zbirnih podataka o pojavaoti mikotoksina te biljnih, bakterijskih i ostalih fungálnih metabolita u sirovinama: hmelj, slad i kvasac (Tablice 18 – 20) te podaci koncentracija mikotoksina i njihovih metabolita za craft piva i komercijalno dostupna industrijska piva u Tablicama od 21 do 32. .

Tablica 18. Prikaz zbirnih vrijednosti o pojavnosti mikotoksina i ostalih metabolita u *hmelju*

| parametri | summa <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | summa <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | summa biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | summa nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] |
|-----------------------|---|---|--|---|
| srednja vrijednost | 196,78 | 203,72 | 3037,17 | 28,08 |
| standardna devijacija | 270,79 | 258,28 | 779,05 | 18,12 |
| min. vrijednost | 5,28 | 0,0003 | 2,65 | 0,48 |
| maks. vrijednost | 1173,97 | 1495,24 | 4888 | 88,09 |
| >LOD | 62 | 62 | 62 | 62 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

>LOD - broj izmjerenih podataka iznad limita detekcije

Tablica 19. Prikaz zbirnih vrijednosti o pojavnosti mikotoksina i ostalih metabolita u **sladu**

| mikotoksini i metaboliti | parametri | | | | | | | | |
|--------------------------|--|---|--|---|--|-----------------------------------|---|---|---|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma bakterijskih metabolita [ng mL ⁻¹] | suma ergot alkalida [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma ostalih fungalnih metabolita | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] | suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 365,92 | 1356,42 | 0,57 | 1364,19 | 2407,44 | 6753,16 | 120,68 | 5,17 | 8580,63 |
| standardna devijacija | 365,92 | 1356,42 | 0,57 | 1364,19 | 2407,44 | 6753,16 | 120,68 | 5,17 | 8580,63 |
| min. vrijednost | 2,55 | 5,59 | 0,04 | 5,59 | 33,52 | 0,096 | 0,068 | 6,64 | 44,40 |
| maks. vrijednost | 2407,61 | 4671,22 | 1,53 | 4671,22 | 18619,74 | 31088 | 634,80 | 13,96 | 45924,8 |
| >LOD | 86 | 86 | 10 | 85 | 86 | 77 | 75 | 2 | 86 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 12 | 99 | 100 | 90 | 87 | 2 | 100 |

>LOD - broj izmjerenih podataka iznad limita detekcije

Tablica 20. Prikaz zbirnih vrijednosti o pojavnosti mikotoksina i ostalih metabolita za **kvasac**

| mikotoksini i metaboliti | parametri | | | | | | |
|--------------------------|--|---|--|-----------------------------------|---|---|---|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma ostalih fungalnih metabolita | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] | suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 8,39 | 11,79 | 293,89 | 0,26 | 10,23 | 19,31 | 5,39 |
| standardna devijacija | 1,12 | 7,78 | 25,04 | 0,02 | 0,48 | 4,63 | 0,48 |
| min. vrijednost | 7,23 | 4,61 | 256 | 0,23 | 9,8 | 2,64 | 4,61 |
| maks. vrijednost | 11,7 | 23,7 | 329 | 0,29 | 10,82 | 23,7 | 6,15 |
| >LOD | 15 | 31 | 18 | 18 | 4 | 31 | 31 |
| postotak (%) | 48 | 100 | 58 | 58 | 13 | 100 | 100 |

Tablica 21. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *lager craft* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 51,68 | 45,83 | 25,80 | 10,99 |
| standardna devijacija | 33,75 | 32,77 | 17,21 | 4,69 |
| min. vrijednost | 6,44 | 18,74 | 9,15 | 4,89 |
| maks. vrijednost | 123,25 | 128,04 | 58,75 | 19,89 |
| >LOD | 19 | 19 | 19 | 19 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tablica 22. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *pilsner* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 67,35 | 21,30 | 23,00 | 10,64 |
| standardna devijacija | 50,02 | 7,65 | 7,23 | 5,28 |
| min. vrijednost | 22,72 | 14,46 | 16,68 | 5,40 |
| maks. vrijednost | 121,42 | 29,56 | 30,87 | 15,96 |
| >LOD | 3 | 3 | 3 | 3 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

>LOD - broj izmjerenih podataka iznad limita detekcije

Tablica 23. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *pale ale* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|--|---|--|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 86,54 | 100,95 | 45,43 | 9,37 |
| standardna devijacija | 30,18 | 173,56 | 25,19 | 2,50 |
| min. vrijednost | 47,80 | 25,48 | 18,55 | 5,90 |
| maks. vrijednost | 128,88 | 559,64 | 103,58 | 13,17 |
| >LOD | 9 | 9 | 9 | 9 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tablica 24. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *ale* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 59,74 | 32,36 | 40,28 | 9,02 |
| standardna devijacija | 23,42 | 16,91 | 12,45 | 3,08 |
| min. vrijednost | 40,20 | 15,01 | 24,07 | 4,01 |
| maks. vrijednost | 114,80 | 68,52 | 53,78 | 12,74 |
| >LOD | 8 | 8 | 8 | 8 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tablica 25. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *amber ale* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 65,91 | 31,82 | 36,93 | 6,49 |
| standardna devijacija | 40,94 | 7,49 | 41,00 | 2,23 |
| min. vrijednost | 36,97 | 26,52 | 7,94 | 4,91 |
| maks. vrijednost | 94,86 | 37,12 | 65,92 | 8,06 |
| >LOD | 2 | 2 | 2 | 2 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

>LOD - broj izmjerenih podataka iznad limita detekcije

Tablica 26. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *american blonde ale* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 56,34 | 25,77 | 26,95 | 7,40 |
| standardna devijacija | 19,21 | 3,51 | 9,56 | 2,40 |
| min. vrijednost | 35,89 | 22,55 | 15,94 | 5,75 |
| maks. vrijednost | 73,98 | 29,50 | 33,14 | 10,149 |
| >LOD | 3 | 3 | 3 | 3 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tablica 27. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *blonde ale* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 59,93 | 32,77 | 39,39 | 8,90 |
| standardna devijacija | 26,34 | 10,51 | 33,60 | 4,50 |
| min. vrijednost | 17,75 | 20,45 | 13,19 | 4,20 |
| maks. vrijednost | 89,81 | 45,80 | 97,83 | 15,85 |
| >LOD | 5 | 5 | 5 | 5 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tablica 28. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *IPA* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 74,16 | 40,90 | 40,57 | 6,18 |
| standardna devijacija | 53,55 | 12,92 | 10,33 | 1,92 |
| min. vrijednost | 36,67 | 29,46 | 22,89 | 4,16 |
| maks. vrijednost | 190,8478 | 66,71 | 52,39 | 9,59 |
| >LOD | 7 | 7 | 7 | 7 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

>LOD - broj izmjerenih podataka iznad limita detekcije

Tablica 29. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *porter* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 63,58 | 61,24 | 15,51 | 10,30 |
| standardna devijacija | 3,89 | 23,08 | 0,60 | 5,95 |
| min. vrijednost | 60,83 | 44,92 | 15,09 | 6,09 |
| maks. vrijednost | 66,32 | 77,56 | 15,94 | 14,50 |
| >LOD | 2 | 2 | 2 | 2 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tablica 30. Zbirne vrijednosti pojavnosti mikotoksina u uzorcima *stout* piva

| parametri | mikotoksini | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| | suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] |
| srednja vrijednost | 52,55 | 53,25 | 30,58 | 18,25 |
| standardna devijacija | 11,28 | 29,80 | 29,36 | 5,36 |
| min. vrijednost | 44,57 | 32,18 | 9,82 | 14,46 |
| maks. vrijednost | 60,53 | 74,32 | 51,34 | 22,03 |
| >LOD | 2 | 2 | 2 | 2 |
| postotak (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |

Tablica 31. Prikaz vrijednosti za pojavnosti *ostalih metabolita* u craft pivama

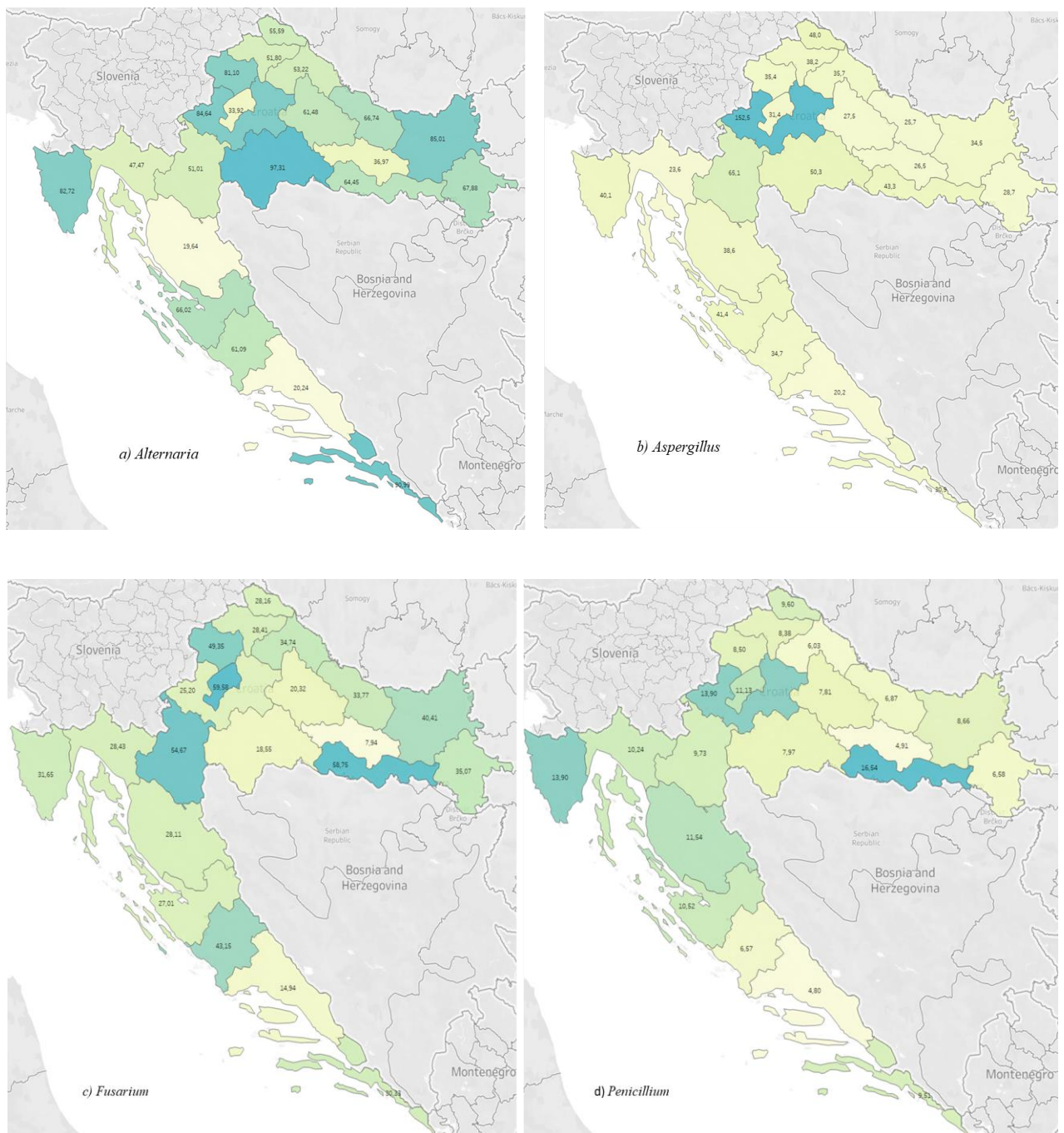
| metaboliti parametri | suma bakterijskih metabolita [ng mL ⁻¹] | | suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | | suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | | suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | | suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | |
|--------------------------------|--|------|--|------|--|------|---|---------|---|---------|
| | SV | SD | SV | SD | SV | SD | SV | SD | SV | SD |
| | LAGER | 2,34 | 0,00 | 0,24 | 0,17 | 0,63 | 0,84 | 2520,64 | 2348,36 | 2288,47 |
| PILSNER | 0,61 | 0,00 | 0,67 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 2141,04 | 1012,41 | 1208,32 | 235,74 |
| AMBER ALE | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3238,26 | 1624,84 | 2781,34 | 2420,07 |
| AMERICAN BLONDE ALE | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,03 | 0,18 | 0,15 | 1376,03 | 1093,67 | 3082,70 | 1816,60 |
| BLONDE ALE | 0,00 | 0,00 | 0,35 | 0,23 | 0,23 | 0,16 | 3278,73 | 2055,58 | 1248,67 | 418,63 |
| IPA | 0,00 | 0,00 | 0,26 | 0,42 | 0,28 | 0,32 | 1744,30 | 1105,39 | 1601,78 | 998,90 |
| PALE ALE | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,09 | 0,78 | 1,03 | 3531,07 | 2372,46 | 2387,65 | 2075,74 |
| ALE | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,13 | 0,60 | 3,08 | 4199,87 | 2667,65 | 3354,58 | 1392,55 |
| PORTER | 0,00 | 0,00 | 0,31 | 0,21 | 0,11 | 0,00 | 3010,83 | 279,39 | 3863,08 | 1430,42 |
| STOUT | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,66 | 0,00 | 1964,29 | 2064,17 | 4176,43 | 1256,86 |

Tablica 32. Prikaz vrijednosti za pojavnosti mikotoksina i ostalih metabolita u komercijalno dostupnim industrijskim pivama

| parametri | summa <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | summa <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | summa <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | summa <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] | summa ergot alkalida [ng mL ⁻¹] | summa ostalih fungalnih metabolita | summa biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | summa nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | summa bakterijskih metabolita [ng mL ⁻¹] |
|-------------------|---|--|---|--|--|---------------------------------------|---|---|--|
| LAGER | 66,24 | 39,11 | 41,26 | 8,05 | <LOD | <LOD | 1435,68 | 3093,23 | <LOD |
| STOUT | 28,99 | 20,72 | 10,46 | 6,23 | <LOD | 43,35 | 281,96 | 2243,10 | <LOD |
| IPA | 80,29 | 48,56 | 34,37 | 8,13 | 2,17 | 0,49 | 3423,69 | 990,93 | <LOD |
| STOUT | 39,72 | 20,79 | 24,18 | 5,06 | 0,31 | <LOD | 1298,28 | 1158,75 | <LOD |
| BLONDE ALE | 67,68 | 26,52 | 27,31 | 7,26 | 0,06 | 0,21 | 3644,57 | 1760,46 | <LOD |
| PALE ALE | 59,12 | 12,30 | 17,76 | 9,24 | 1,07 | 549,6 | 7153,72 | 1179,19 | <LOD |

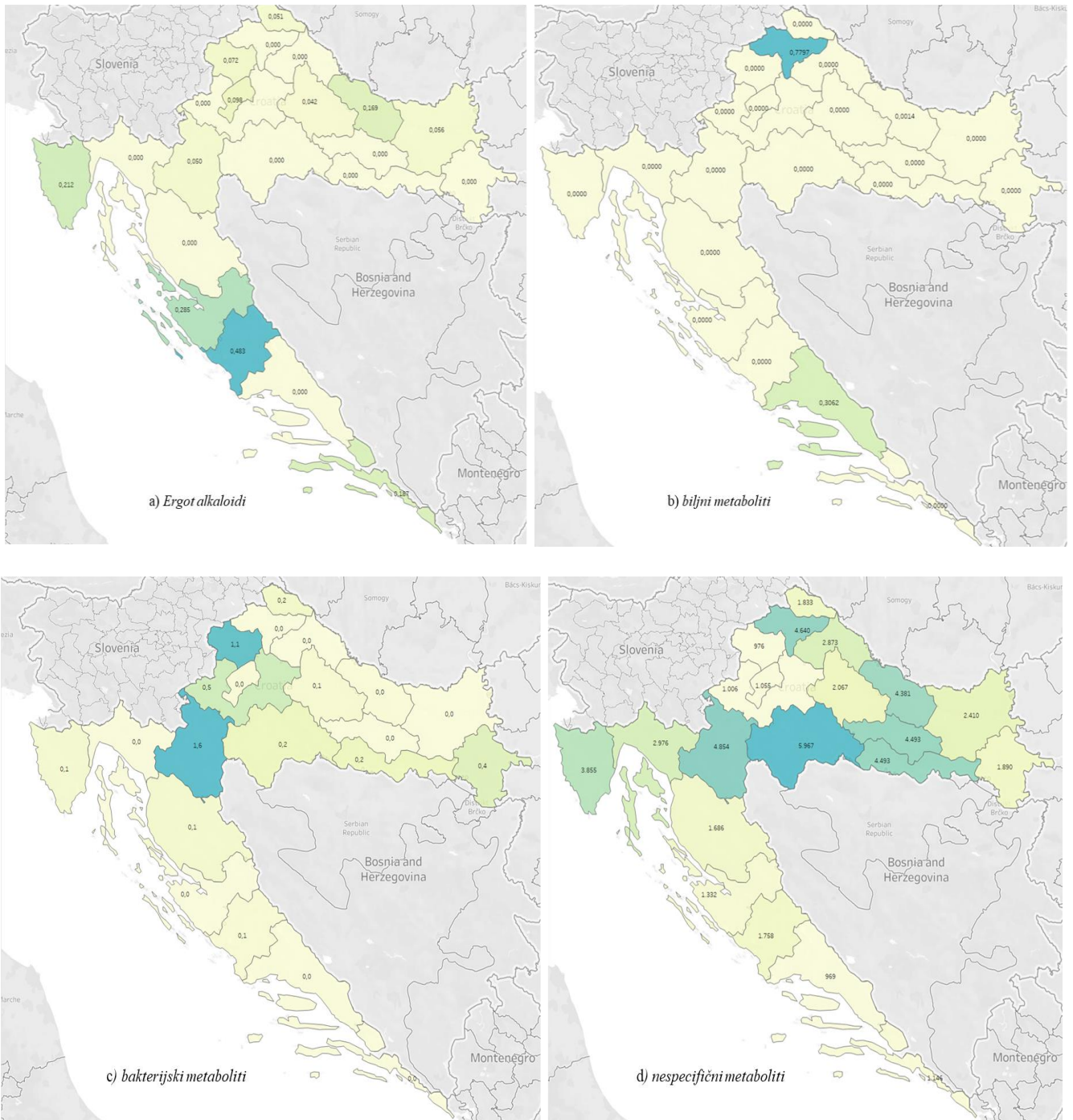
>LOD - broj izmjerenih podataka iznad limita detekcije

U nastavku slijedi prikaz toplinskih mapa presjeka pojavnosti mikotoksina u pojedinim županijama (slike 19 –20).



Slika 19. Toplinska mapa presjeka pojavnosti mikotoksina po županijama iz kojih su prikupljeni analizirani uzorci piva gdje je tamnom bojom označena najveća koncentracija:

a) Alternaria, b) Aspergillus, c) Fusarium, d) Penicillium



Slika 20. Toplinska mapa presjeka pojavnosti mikotoksina po županijama iz kojih su prikupljeni analizirani uzorci piva gdje je tamnom bojom označena najveća koncentracija:

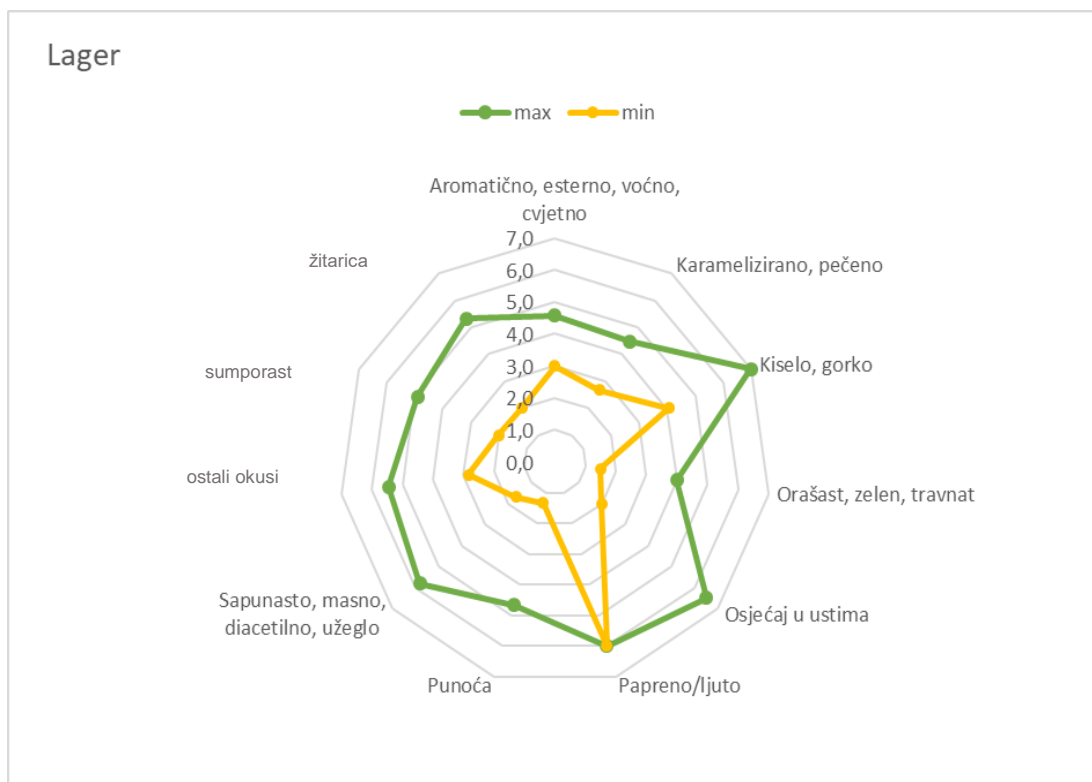
- a) ergot alkaloidi, b) biljni metaboliti, c) bakterijski metaboliti i ostali fungalni metaboliti
- d) nespecifični metaboliti

Iz slike 19 i 20 može se uočiti da je najveća pojavaost *Alternaria* mikotoksina u Sisačko-moslavačkoj županiji čija prosječna koncentracija svih analiziranih uzoraka piva iz te županije iznosi 97,31 ng mL⁻¹. U Zagrebačkoj županiji najveća je pojavaost *Aspergillus* mikotoksina s prosječnom koncentracijom od 152,5 ng mL⁻¹. Najveća pojavaost *Fusarium* mikotoksina je u gradu Zagrebu s prosječnom koncentracijom svih analiziranih uzoraka piva od 59,58 ng mL⁻¹, dok je prosječna koncentracija pojavnosti *Penicillium* mikotoksina od 16,54 ng mL⁻¹ zabilježena u Brodsko-posavskoj županiji. Pojavnosti *ergot alkaloida* u Šibensko-kninskoj županiji iznosi 0,483 ng mL⁻¹, biljnih i bakterijskih metabolita u Varaždinskoj županiji 0,7797 ng mL⁻¹, a ostalih fungalnih metabolita u Karlovačkoj županiji 1,6 ng mL⁻¹. U Sisačko-moslavačkoj županiji zabilježena je najveća pojavaost ostalih nespecifičnih metabolita u pivu od 5,967 ng mL⁻¹.

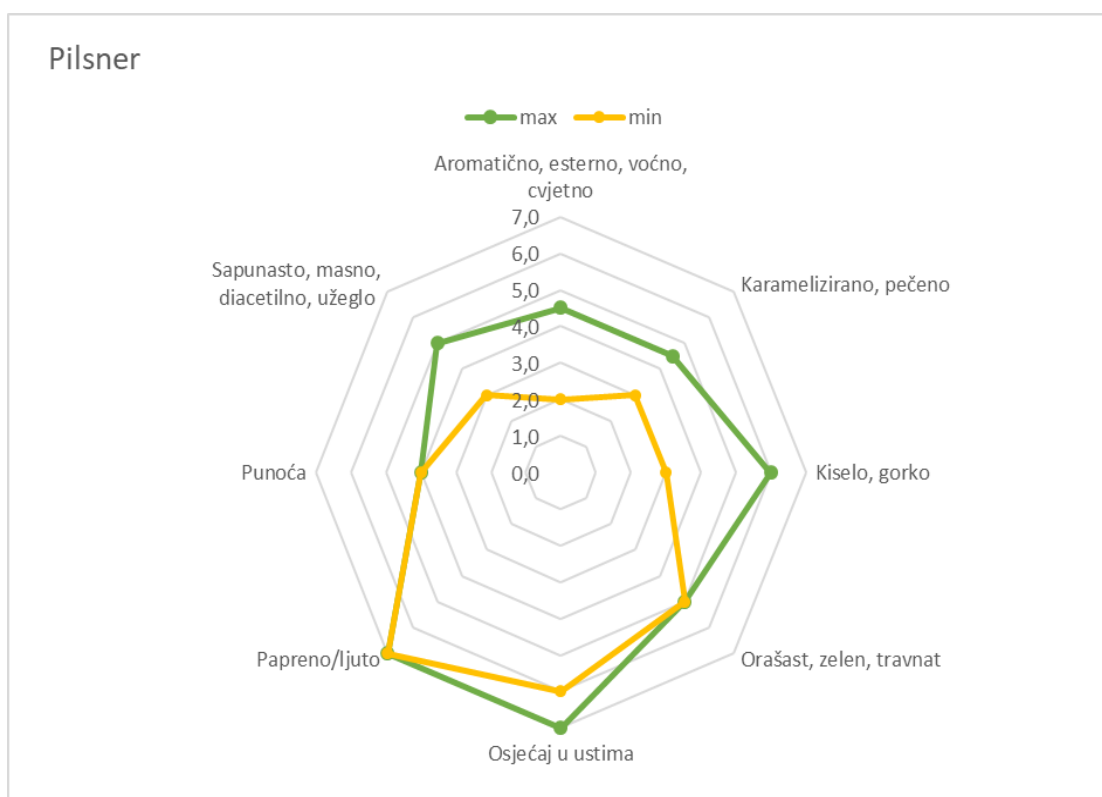
Rezultati istoga se ne mogu usporediti sa rezultatima drugih istraživanja jer nema nikakvih podataka o pojavnosti mikotoksina po županijama u Republici Hrvatskoj.

4.5. Senzorska analiza craft piva kvantitativnom deskriptivnom metodom (QDA)

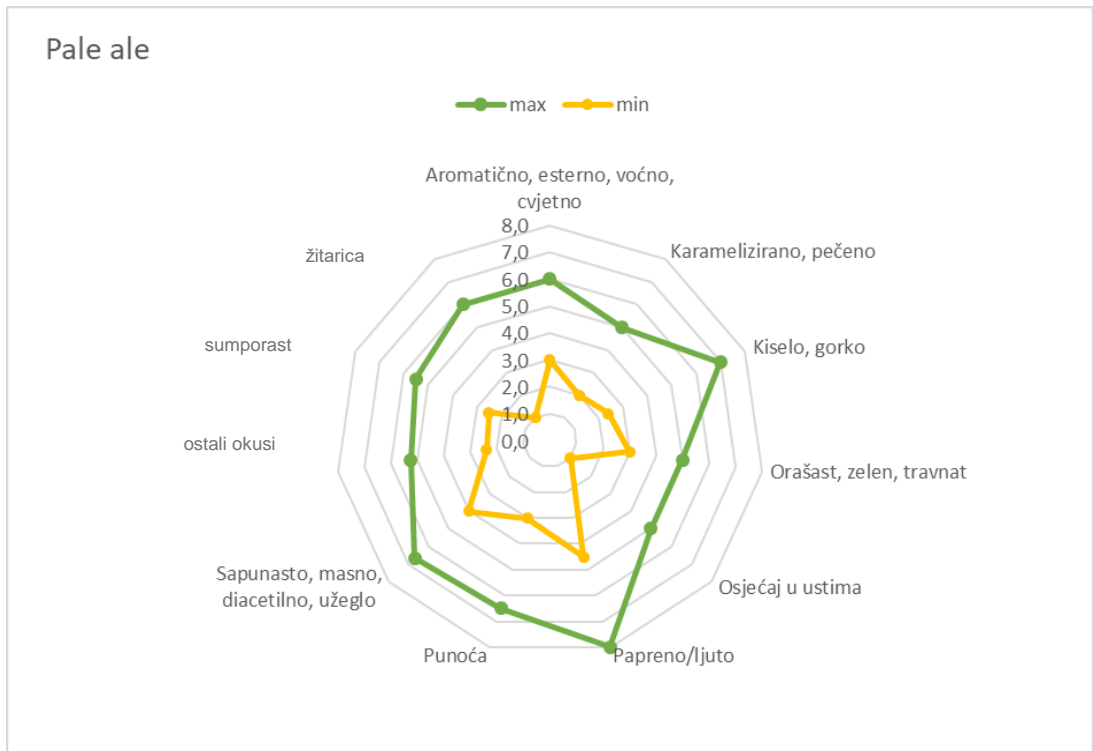
Prema cilju istraživanja za provođenje senzorske analize na svim prikupljenim uzorcima craft piva korištena je QDA metoda. Metoda uključuje educirane paneliste kako bi se utvrdilo senzorski profil craft piva. Dobiveni rezultati QDA metode ocjenjeni od strane panelista grafički i su prikazani „paukovim“ mrežama (Slika 21– 30).



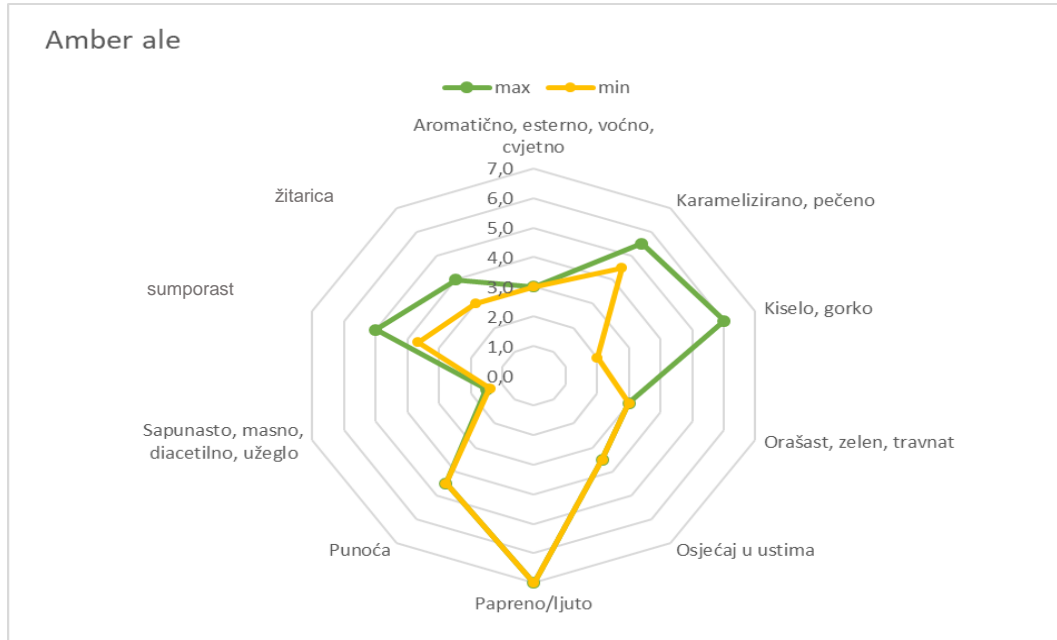
Slika 21. Senzorski profil za *lager* craft piva



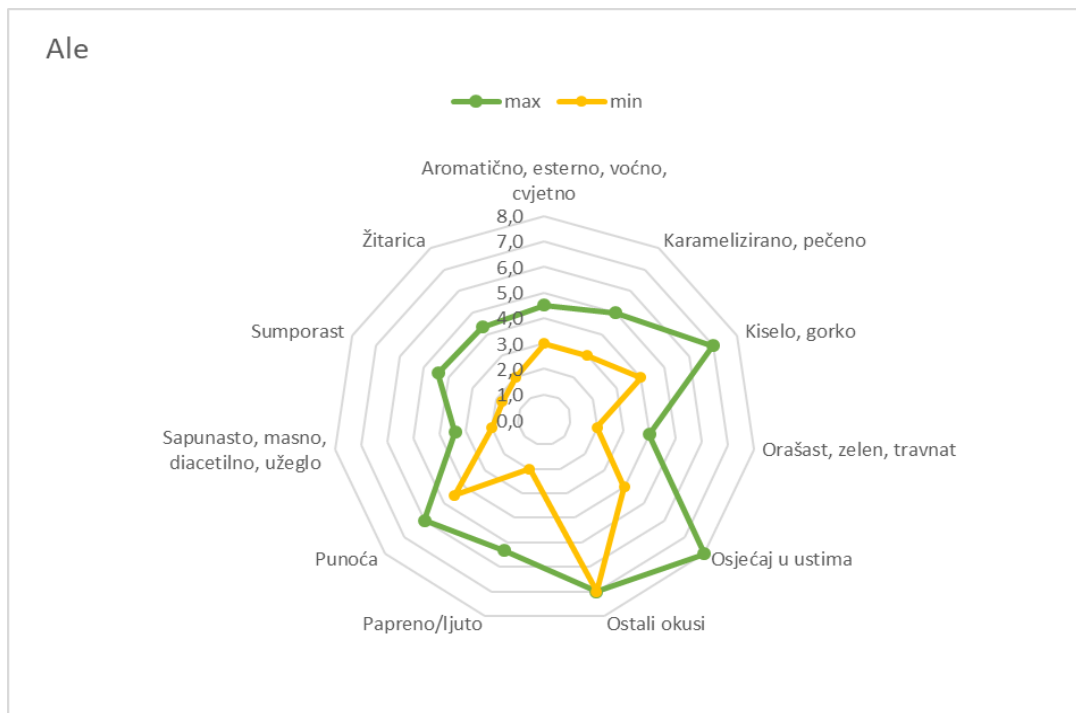
Slika 22. Senzorski profil za *pilsner* craft piva



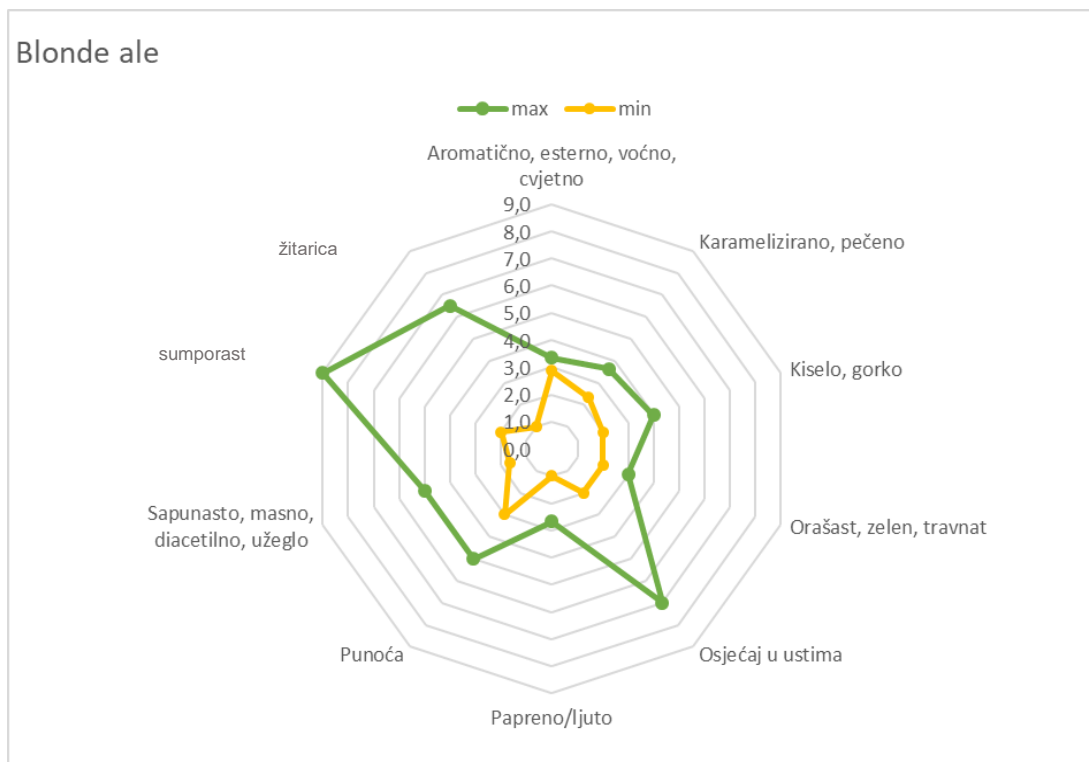
Slika 23. Senzorski profil za *pale ale* craft piva



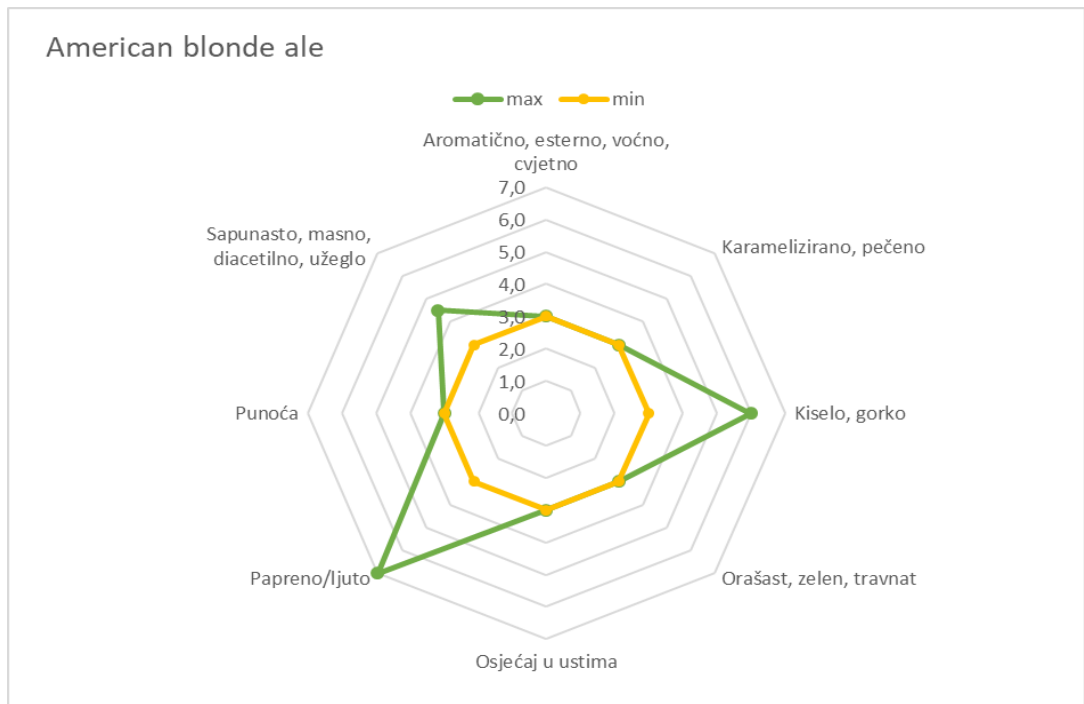
Slika 24. Senzorski profil za *amber ale* craft piva



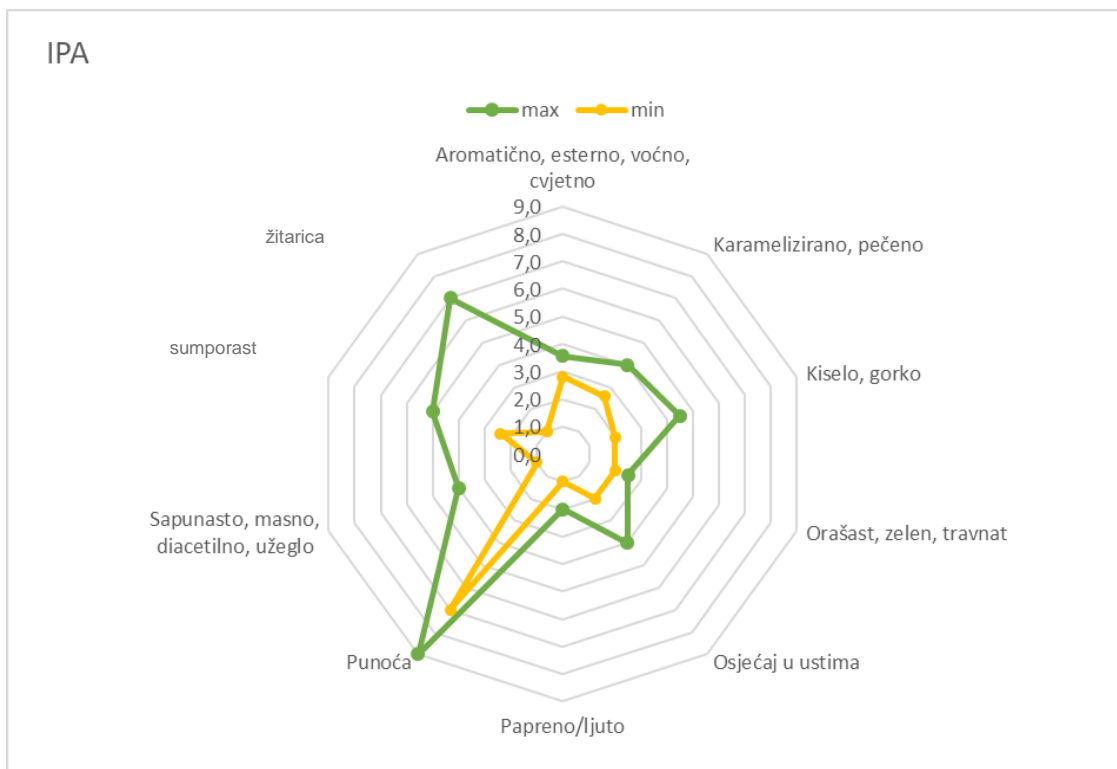
Slika 25. Senzorski profil za *ale* craft piva



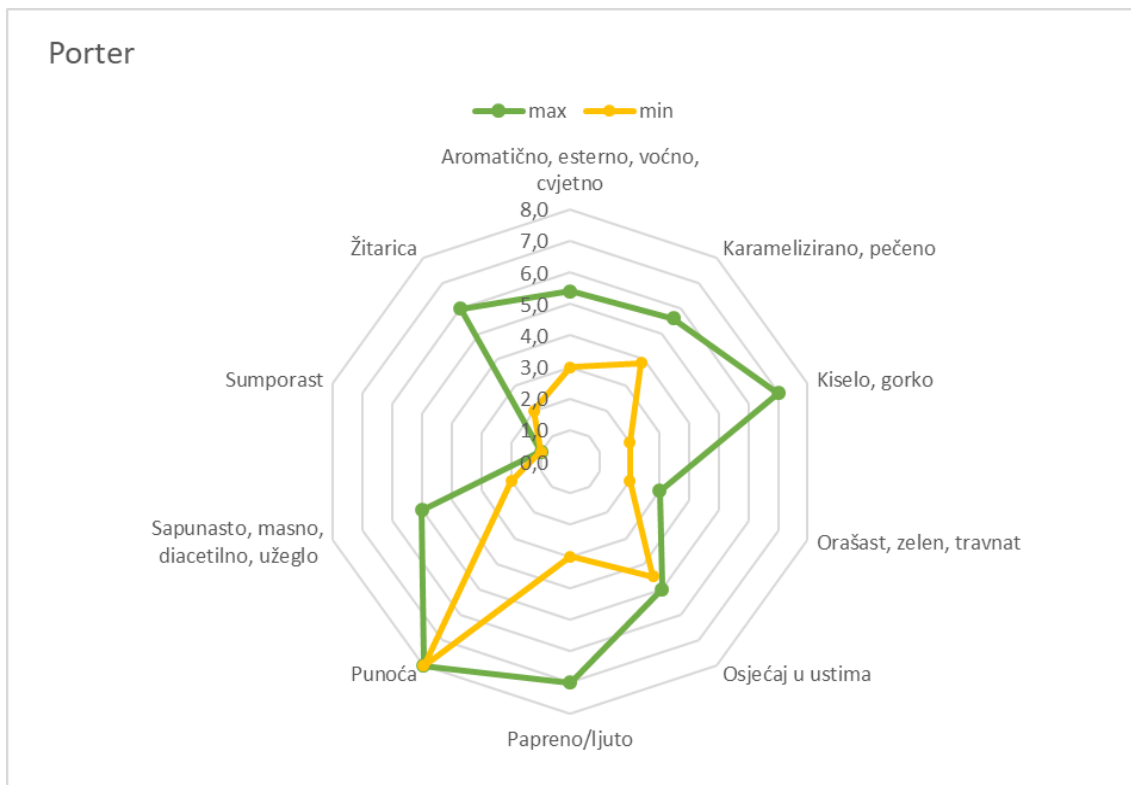
Slika 26. Senzorski profil za *blonde ale* craft piva



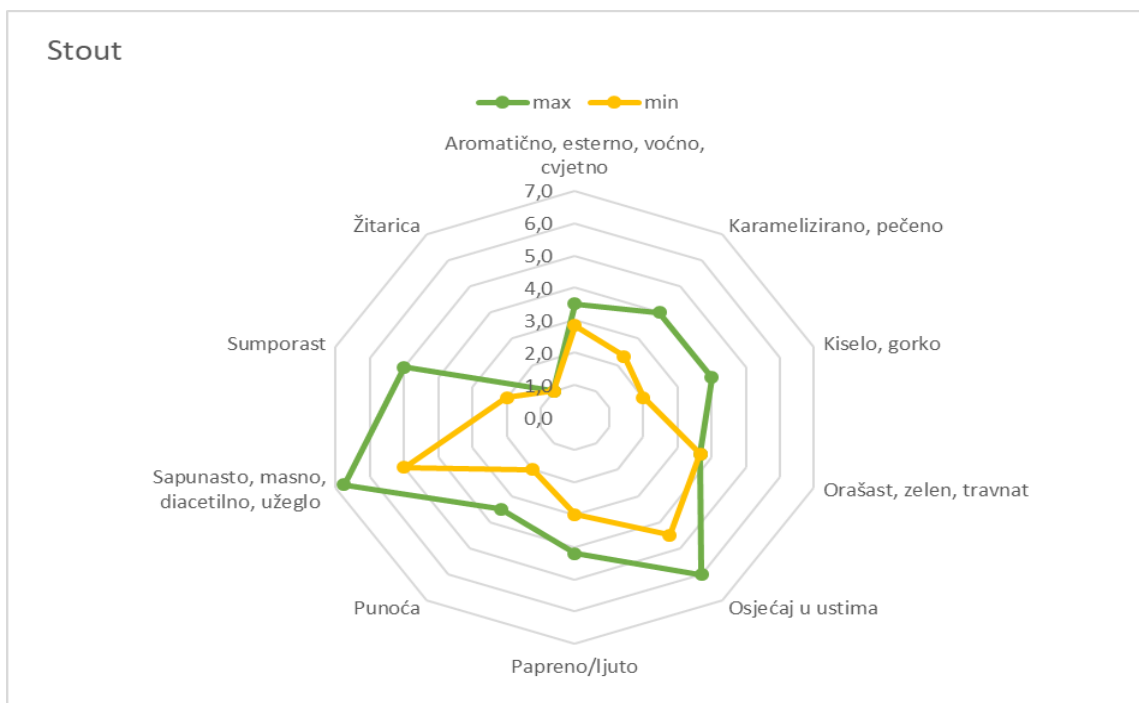
Slika 27. Senzorski profil za *american blonde ale* craft piva



Slika 28. Senzorski profil za *indian pale ale* craft piva



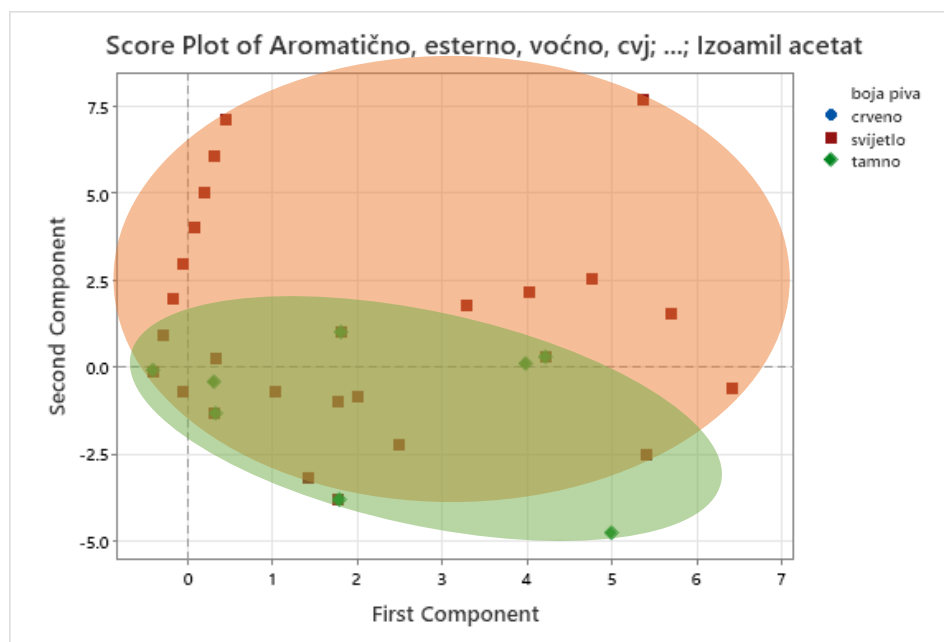
Slika 29. Senzorski profil za *porter* craft piva



Slika 30. Senzorski profil za *stout* craft piva

4.6. Statistička analiza dobivenih rezultata podataka

U Tablicama 33 i 34 prikazani su rezultati testa normalnosti distribucije podataka pomoću Mann Whitney-og U testa te prikaz koeficijenta korelacije sa statistički značajnim koeficijentima. Provjera povezanosti varijabli provedena je PCA analizom (Slika 31)



Slika 31. PCA analiza aromatskog profila okusa ispitivanog piva grupirana prema boji piva

U Tablicama (33 – 36) prikazani su statistički značajni koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i ostalih metabolita koji su opisani u Sulyok i sur. (2020) sa srednjom ocjenom profila za svaki tip piva, svih craft piva i komercijalno dostupnih industrijskih piva. U tablicama osim mikotokisna također su spomenuti i ostali metaboliti koji nisu navedeni u legislativi, a statistički su značajni (crveno).

Tablica 33. Prikaz koeficijenta korelacije fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i ostalih metabolita sa srednjom ocjenom profila okusa *lager*, *pilsner*, *pale ale* i *ale craft piva*

| <i>Tip piva</i> | <i>Lager</i> | <i>Pilsner</i> | <i>Pale ale</i> | <i>Ale/Amber ale</i> |
|---|--|----------------|-----------------|----------------------|
| <i>Varijable</i> | <i>srednja ocjena profila okusa craft piva</i> | | | |
| <i>pH</i> | -0,18 | -0,98 | 0,21 | 0,64 |
| <i>SRM</i> | -0,09 | -0,99 | -0,34 | -0,25 |
| <i>EBC</i> | -0,09 | -0,99 | -0,34 | -0,25 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | -0,08 | 0,94 | | 0,02 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,10 | 0,90 | | 0,02 |
| <i>maltotrioza [g L⁻¹]</i> | | | 0,14 | |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | -0,43 | 0,09 | 0,01 | -0,12 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,40 | -0,37 | 0,66 | -0,76 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 0,26 | -0,22 | 0,70 | 0,11 |
| <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | 0,11 | 0,99 | -0,92 | -0,55 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | -0,00 | -0,98 | -0,81 | 0,03 |
| <i>etanol [%]</i> | -0,04 | 0,00 | -0,60 | 0,27 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,12 | -0,85 | 0,25 | 0,068 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | 0,44 | -0,98 | 0,02 | -0,11 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,41 | 0,37 | 0,52 | -0,09 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,50 | 0,20 | | -0,84 |
| <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | | | 0,09 | -0,24 |
| <i>suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,04 | 0 | -0,87 | 0,66 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,48 | 0,88 | -1,00 | 0,40 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,44 | -1,00 | 0,77 | 0,17 |
| <i>epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | | | -1,00 | |
| <i>asperfenamate [ng mL⁻¹]</i> | | | | 0,82 |
| <i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | | | | -0,80 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | | | | -0,85 |
| <i>ciklo (L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | | | | -0,79 |
| <i>lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | | | | -0,84 |
| <i>rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | | | | -0,88 |
| <i>felutanin A [ng mL⁻¹]</i> | | | | -0,92 |
| <i>lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | | | | -0,84 |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 34. Prikaz koeficijenta korelacije fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i ostalih metabolita sa srednjom ocjenom profila okusa *blonde ale*, *american blonde ale*, *IPA*, *Porter i Stout* craft piva

| <i>Tip piva</i> | <i>Blonde ale</i> | <i>American blonde ale</i> | <i>IPA</i> | <i>Porter/Stout</i> |
|---|--|----------------------------|------------|---------------------|
| Varijable | srednja ocjena profila okusa craft piva | | | |
| <i>pH</i> | -0,92 | -0,84 | -0,36 | 0,53 |
| <i>SRM</i> | 0,19 | 0,94 | -0,32 | 0,26 |
| <i>EBC</i> | 0,19 | 0,94 | -0,33 | 0,26 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,81 | -0,99 | -0,02 | 0,087 |
| <i>maltotrioza [g L⁻¹]</i> | | | 0,79 | |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,85 | -0,99 | | |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | -0,02 | 0,45 | 0,47 | 0,05 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | | 0,62 | 0,27 | 0,30 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 0,17 | -0,29 | -0,16 | 0,22 |
| <i>mlječna kiselina [g L⁻¹]</i> | -0,57 | -0,99 | -0,92 | -0,82 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | -0,87 | -0,91 | 0,02 | 0,62 |
| <i>etanol [%]</i> | -0,12 | 0,86 | 0,16 | -0,08 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,51 | -0,27 | -0,98 | -0,71 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | 0,46 | -0,02 | -0,70 | -0,65 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,05 | -0,57 | -0,65 | 0,13 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,63 | 0,47 | | 0,26 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,76 | 0,83 | -0,92 | -0,07 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | | -0,59 | | 0,05 |
| <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | 0,23 | | 0,52 | 0,75 |
| <i>fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | 1,00 | | | |
| <i>lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | -0,96 | | | |
| <i>ciklo (L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,96 | | | |
| <i>infektopiron [ng mL⁻¹]</i> | | | -0,98 | |
| <i>dihidroksikalonektrin [ng mL⁻¹]</i> | | | -1,00 | |
| <i>moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | | | 0,98 | |
| <i>absicinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | | | -0,97 | |
| <i>linamarin [ng mL⁻¹]</i> | | | -0,98 | |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 35. Prikaz koeficijenta korelacije fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i ostalih metabolita sa srednjom ocjenom profila svih craft piva

| <i>Varijabla</i> | <i>srednja ocjena profila okusa svih craft piva</i> |
|---|---|
| <i>pH</i> | -0,05 |
| <i>SRM</i> | 0,29 |
| <i>EBC</i> | 0,29 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | -0,11 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | -0,11 |
| <i>maltotrioza [g L⁻¹]</i> | -0,13 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | -0,25 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,12 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | -0,01 |
| <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | -0,80 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | -0,22 |
| <i>etanol [%]</i> | -0,43 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | -0,05 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | -0,19 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,08 |
| <i>suma Ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | -0,05 |
| <i>suma ostalih fungalnih [ng mL⁻¹]</i> | -0,05 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,05 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,57 |
| <i>Bovericin [ng mL⁻¹]</i> | -0,66 |
| <i>Bikaverin [ng mL⁻¹]</i> | -0,70 |
| <i>Kotantin A [ng mL⁻¹]</i> | -0,70 |
| <i>Eniatin B1 [ng mL⁻¹]</i> | -0,74 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,71 |
| <i>Zearalenon-4-sulfat [ng mL⁻¹]</i> | 0,68 |
| <i>Felutantin A [ng mL⁻¹]</i> | -0,63 |
| <i>Kvestomicin [ng mL⁻¹]</i> | -0,69 |
| <i>Asperfenamat [ng mL⁻¹]</i> | -0,71 |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | -0,79 |
| <i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,64 |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 36. Prikaz koeficijenta korelacije fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i ostalih metabolita sa srednjom ocjenom profila industrijskih piva

| <i>Varijabla</i> | <i>Srednja ocjena profila okusa industrijskih piva</i> |
|---|--|
| <i>pH</i> | 0,42 |
| <i>SRM</i> | -0,34 |
| <i>EBC</i> | -0,34 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,67 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,63 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | 0,57 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,00 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | -0,04 |
| <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | 0,21 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | 0,22 |
| <i>etanol [%]</i> | 0,38 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | 0,77 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | 0,82 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,61 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | 0,35 |
| <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | -0,37 |
| <i>suma ostalih fungalnih metabolite [ng mL⁻¹]</i> | -0,27 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,18 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,39 |
| <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,82 |
| <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 0,97 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 0,85 |

U nastavku sljedi prikaz samo statistički značajnih rezultata koeficijenta korelacije između fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa za svaki tip piva (Tablica 37 – 45.), dok će ostali podaci biti prikazani u Prilogu 8.

Tablica 37. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima za *lager* craft piva

| deskriptori parametri | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|-------------|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------|----------------------------|----------------|---------------------|
| | <i>Aromatično;esterno; Cvijetno;voćno</i> | <i>Ijuto</i> | <i>Etil acetat</i> | <i>Hmelj tijekom kuhanja</i> | <i>Ulje hmelja</i> | <i>Svijže pokošena trava</i> | <i>Poput slada</i> | <i>Biskvit</i> | <i>Karamelizirano, pečeno</i> | <i>Karamela</i> | <i>Crna čokolada</i> | <i>Kava</i> | <i>Klorofenol</i> | <i>Masna kiselina</i> | <i>Kuhano povrće</i> | <i>Kvasac</i> | <i>Ustajao /oksidirano</i> | <i>Po koži</i> | <i>Punoća okusa</i> |
| <i>pH</i> | 0,33 | 0,50 | 0,09 | 0,25 | 0,16 | 0,12 | 0,38 | -0,01 | 0,33 | 0,16 | 0,39 | 0,48 | -0,22 | 0,32 | -0,14 | 0,03 | 0,67 | 0,22 | -0,07 |
| <i>EBC</i> | -0,30 | -0,03 | -0,28 | 0,47 | -0,05 | 0,23 | 0,09 | -0,16 | 0,75 | 0,51 | 0,64 | 0,60 | -0,16 | 0,38 | -0,17 | 0,15 | 0,27 | -0,07 | -0,23 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | -0,26 | 0,29 | -0,13 | 0,35 | 0,03 | 0,45 | 0,44 | -0,53 | 0,53 | 0,07 | -0,14 | 0,55 | 0,32 | -0,14 | 0,07 | 0,24 | 0,12 | -0,04 | -0,18 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | -0,08 | 0,31 | 0,03 | 0,25 | 0,06 | 0,30 | 0,26 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | -0,04 | 0,60 | -0,01 | 0,08 | -0,40 | 0,29 | 0,01 | -0,07 | -0,20 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | -0,19 | 0,05 | 0,10 | -0,17 | -0,14 | 0,47 | -0,05 | -0,33 | 0,10 | 0,17 | -0,27 | 0,44 | 0,53 | 0,01 | 0,20 | -0,02 | -0,18 | -0,14 | -0,28 |
| <i>Tentoksin [ng mL⁻¹]</i> | 0,43 | 0,23 | 0,47 | 0,16 | 0,84 | -0,13 | 0,18 | 0,00 | 0,12 | 0,22 | 0,16 | -0,32 | -0,38 | -0,16 | 0,05 | 0,25 | 0,04 | 0,55 | 0,61 |
| <i>Tenuzonskaa kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,01 | 0,02 | -0,30 | 0,33 | -0,10 | -0,31 | -0,21 | 0,25 | -0,18 | 0,39 | 0,23 | 0,37 | -0,07 | 0,61 | 0,02 | 0,20 | 0,08 | -0,37 | 0,00 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,21 | -0,10 | -0,27 | 0,19 | -0,31 | -0,12 | -0,27 | 0,04 | -0,24 | 0,26 | 0,10 | 0,36 | 0,25 | 0,48 | 0,00 | 0,05 | -0,14 | -0,40 | -0,25 |
| <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,38 | -0,09 | -0,29 | 0,56 | 0,06 | 0,61 | 0,12 | -0,24 | 0,12 | 0,35 | -0,07 | 0,52 | 0,28 | -0,15 | -0,38 | 0,55 | 0,02 | -0,30 | 0,01 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | -0,38 | -0,10 | -0,29 | 0,56 | 0,05 | 0,61 | 0,11 | -0,25 | 0,13 | 0,36 | -0,06 | 0,52 | 0,28 | -0,15 | -0,38 | 0,55 | 0,03 | -0,30 | 0,01 |
| <i>kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 0,60 | 0,25 | -0,21 | -0,27 | 0,10 | -0,17 | 0,52 | 0,34 | 0,16 | 0,09 | -0,18 | -0,28 | -0,06 | -0,20 | 0,24 | 0,17 | 0,24 | 0,31 | 0,75 |
| <i>Eniatin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,21 | 0,09 | -0,15 | 0,23 | 0,06 | 0,12 | 0,26 | 0,37 | 0,21 | 0,10 | -0,15 | 0,26 | -0,18 | -0,17 | -0,10 | 0,69 | 0,12 | -0,18 | 0,32 |
| <i>Eniatin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,66 | 0,57 | -0,23 | 0,00 | 0,03 | -0,11 | 0,63 | 0,57 | 0,32 | 0,28 | 0,12 | 0,40 | -0,28 | 0,29 | -0,07 | 0,38 | 0,34 | 0,14 | 0,43 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | -0,17 | -0,16 | -0,10 | -0,13 | -0,21 | 0,57 | -0,09 | -0,14 | -0,14 | 0,10 | -0,09 | 0,32 | 0,65 | -0,12 | -0,24 | -0,12 | 0,20 | -0,12 | -0,15 |
| <i>Zearalenon-sulfat</i> | 0,43 | 0,20 | 0,27 | -0,58 | -0,15 | -0,68 | -0,03 | 0,34 | -0,21 | -0,51 | -0,22 | -0,35 | -0,08 | 0,10 | 0,44 | -0,43 | -0,05 | 0,19 | -0,02 |

| deskriptori | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|----------------|-------------------------------|-----------------|----------------------|-------------|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|----------------|---------------------|--|
| parametri | <i>Aromatično; esterno; Cvjetno; voćno</i> | <i>Ljuto</i> | <i>Etil acetat</i> | <i>Hmelj tijekom kuhanja</i> | <i>Ulje hmelja</i> | <i>Svježe pokošena trava</i> | <i>Poput slada</i> | <i>Biskvit</i> | <i>Karamelizirano, pečeno</i> | <i>Karamela</i> | <i>Crna čokolada</i> | <i>Kava</i> | <i>Klorofenol</i> | <i>Masna kiselina</i> | <i>Kuhano povrće</i> | <i>Kvasac</i> | <i>Ustajao / oksidirano</i> | <i>Po koži</i> | <i>Punoća okusa</i> | |
| <i>suma Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | -0,31 | -0,34 | -0,26 | 0,07 | -0,14 | 0,47 | -0,30 | -0,14 | -0,29 | 0,41 | 0,03 | 0,16 | 0,50 | 0,05 | -0,20 | 0,10 | -0,18 | -0,31 | -0,04 | |
| <i>Kurvulin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,44 | 0,51 | 0,58 | -0,16 | 0,56 | 0,33 | -0,10 | -0,13 | -0,17 | -0,33 | -0,10 | -0,19 | -0,13 | -0,12 | 0,14 | -0,14 | -0,26 | -0,10 | -0,14 | |
| <i>suma Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] | -0,25 | -0,19 | -0,09 | -0,36 | -0,34 | -0,10 | 0,03 | -0,31 | 0,28 | -0,05 | -0,21 | -0,17 | 0,24 | -0,11 | 0,60 | -0,22 | -0,12 | 0,11 | -0,11 | |
| <i>Epiheterodendrin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,08 | -0,08 | 0,61 | -0,12 | 0,12 | 0,26 | 0,06 | -0,12 | -0,02 | 0,09 | 0,06 | 0,17 | -0,01 | -0,12 | -0,55 | -0,16 | 0,02 | 0,69 | -0,16 | |
| <i>suma biljnih metabolita</i> [ng mL ⁻¹] | -0,09 | -0,08 | 0,60 | -0,12 | 0,12 | 0,26 | 0,07 | -0,12 | -0,02 | 0,08 | 0,06 | 0,18 | 0,01 | -0,13 | -0,56 | -0,16 | 0,01 | 0,68 | -0,16 | |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 38. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa za *pilsner* craft piva

| parametri | deskriptori | | | | | | | | |
|---|----------------------------|-------|--------|-------|-----------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| | voćno, aromatično, esterno | dim | kiselo | gorko | diacetil/užeglo | papreno/ ljuto | orašasto | punoća okusa | karmelizirano |
| <i>pH</i> | -0,58 | 0,50 | -0,92 | -0,65 | -0,89 | -0,86 | -0,76 | 0,28 | -0,59 |
| <i>EBC</i> | -0,52 | 0,56 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,09 | -0,87 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | -0,02 | -0,92 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | -0,86 | -0,82 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,69 | 0,94 | -0,35 | 0,82 | -0,27 | 0,82 | -0,96 | 0,99 | 0,84 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 0,80 | 0,88 | -0,83 | -0,79 | -0,83 | 0,62 | -0,27 | 0,18 | -0,20 |
| <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | 0,31 | -0,73 | -0,76 | -0,87 | 0,66 | -0,33 | 0,12 | -0,27 | -0,21 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | -0,21 | 0,80 | -0,68 | -0,92 | 0,74 | -0,43 | 0,01 | -0,37 | -0,32 |
| <i>etanol [%]</i> | -0,91 | -0,76 | -0,21 | -0,32 | 0,89 | -0,10 | 0,27 | 0,08 | -0,86 |
| <i>suma Alternaria [g L⁻¹]</i> | -0,83 | 0,16 | -0,87 | -0,60 | -0,48 | 0,35 | -0,69 | -0,49 | -0,73 |
| <i>suma Aspergillus [g L⁻¹]</i> | -0,25 | 0,77 | -0,31 | -0,30 | -0,52 | 0,25 | 0,10 | -0,46 | -0,30 |
| <i>suma Fusarium [g L⁻¹]</i> | -0,69 | -0,94 | 0,60 | -0,76 | 0,58 | -0,71 | 0,51 | -0,77 | 0,38 |
| <i>suma Penicillium [g L⁻¹]</i> | -0,81 | -0,87 | 0,66 | -0,96 | 0,82 | -0,42 | -0,21 | 0,20 | 0,87 |
| <i>suma biljnih metabolita [g L⁻¹]</i> | 0,80 | -0,22 | -0,39 | 0,16 | 0,37 | -0,33 | 0,00 | -0,31 | 0,02 |
| <i>Tentoksin [g L⁻¹]</i> | -0,82 | 0,18 | 0,34 | -0,06 | 0,11 | 0,31 | 0,34 | -0,01 | -0,68 |
| <i>Tenuazonska kiselina [g L⁻¹]</i> | -1,00 | -0,36 | -0,99 | -0,71 | -0,80 | -0,70 | 0,08 | -0,86 | -0,24 |
| <i>Kojična kiselina [g L⁻¹]</i> | -0,22 | 0,79 | 0,74 | 0,22 | -0,36 | 0,59 | -0,15 | 0,41 | 0,26 |
| <i>kulmorin [g L⁻¹]</i> | -0,96 | -0,64 | 0,37 | 1,00 | -0,97 | 0,99 | 0,92 | 1,00 | 0,60 |
| <i>Eniatin B1 [g L⁻¹]</i> | -1,00 | -0,38 | 0,42 | 0,33 | -0,40 | -0,27 | -0,42 | 0,57 | 0,00 |
| <i>suma biljnih metabolita [g L⁻¹]</i> | 0,80 | -0,22 | -0,39 | 0,16 | 0,37 | -0,33 | 0,00 | -0,31 | 0,02 |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 39. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa za *pale ale* craft piva

| deskriptori parametri | parametri | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|-------------------------|----------------|-------|-------------|--------|-----------|------|------|---------------|--------------------|----------|-------|--------|-------|-----------|--------------|
| | Aromatično, esterno | Ljuto | Plastika/ acetoni/ boja | Izoamil acetat | Voćno | Ulje hmelja | Zrnato | Karamelno | Kava | Med | Kuhano povrće | Ustajao/oksidirano | Po mački | Kiseo | Slatko | Oporo | Vodenasto | Ostali okusi |
| <i>pH</i> | 0,95 | 0,06 | 0,06 | - | 0,17 | - | - | - | - | - | - | - | 0,59 | 0,55 | - | 0,76 | - | 0,35 |
| <i>Maltoza</i> [g L ⁻¹] | - | - | - | 0,61 | 0,07 | 0,38 | 1,00 | 1,00 | 0,38 | 0,53 | 1,00 | 1,00 | 0,61 | 0,61 | 0,56 | 0,53 | 0,55 | 0,12 |
| <i>fruktoza</i> [g L ⁻¹] | 0,60 | 0,95 | 0,95 | 0,62 | 0,52 | 0,97 | 0,60 | 0,60 | 0,66 | 0,18 | 0,60 | 0,60 | 0,50 | 0,62 | 0,29 | 0,31 | 0,72 | 0,40 |
| <i>mlječna kiselina</i> [g L ⁻¹] | 0,23 | 0,99 | 0,99 | 0,59 | 0,43 | 0,98 | 0,23 | 0,23 | 0,47 | 0,19 | 0,23 | 0,23 | 0,46 | 0,59 | 0,08 | 0,56 | 0,47 | 0,39 |
| <i>Tentoksin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,33 | - | - | 0,58 | 0,90 | 0,37 | - | - | 0,73 | 0,32 | - | - | 0,70 | 0,58 | 0,38 | 0,87 | 0,58 | 0,97 |
| <i>Tenuazonska kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | 0,62 | 0,61 | 0,61 | 0,07 | 0,84 | 0,67 | 0,62 | 0,62 | 0,97 | 0,75 | 0,62 | 0,62 | 0,04 | 0,07 | 0,82 | 0,27 | 1,00 | 0,73 |
| <i>suma Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | 0,71 | 0,70 | 0,70 | 0,25 | 0,75 | 0,76 | 0,71 | 0,71 | 0,91 | 0,66 | 0,71 | 0,71 | 0,15 | 0,25 | 0,74 | 0,21 | 0,97 | 0,62 |
| <i>suma Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | 0,99 | 0,41 | 0,41 | 0,54 | 0,22 | 0,45 | 0,99 | 0,99 | 0,51 | 0,62 | 0,99 | 0,99 | 0,52 | 0,54 | 0,65 | 0,41 | 0,67 | 0,04 |
| <i>Ergometrin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,00 | 0,87 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,77 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | 0,00 | 0,84 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| <i>suma ergot alkaloida</i> [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,00 | 0,87 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,77 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | 0,00 | 0,84 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| <i>DON-3-glukozid</i> [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 1,00 | 0,35 | 0,54 | 0,58 | 0,58 | 0,14 | 0,33 | 0,58 | 0,58 | 0,99 | 1,00 | 0,28 | 0,30 | 0,00 | 0,46 |
| <i>Entatin B</i> [ng mL ⁻¹] | 1,00 | 0,33 | 0,33 | 0,58 | 0,10 | 0,37 | 1,00 | 1,00 | 0,40 | 0,57 | 1,00 | 1,00 | 0,57 | 0,58 | 0,59 | 0,52 | 0,58 | 0,09 |
| <i>HT-2 glukozid</i> [ng mL ⁻¹] | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,58 | 0,50 | 0,26 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,95 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,58 | 0,92 | 0,17 | 0,58 | 0,44 |
| <i>HT-2 toksin</i> [ng mL ⁻¹] | 1,00 | 0,34 | 0,34 | 0,59 | 0,09 | 0,37 | 1,00 | 1,00 | 0,39 | 0,56 | 1,00 | 1,00 | 0,59 | 0,59 | 0,58 | 0,52 | 0,57 | 0,10 |
| <i>Moniliformin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,63 | 0,11 | 0,11 | 0,22 | 0,67 | 0,19 | 0,63 | 0,63 | 0,81 | 0,98 | 0,63 | 0,63 | 0,26 | 0,22 | 1,00 | 0,08 | 0,86 | 0,55 |
| <i>Nivalenol</i> [ng mL ⁻¹] | 0,15 | 0,42 | 0,42 | 0,40 | 0,99 | 0,48 | 0,15 | 0,15 | 0,96 | 0,69 | 0,15 | 0,15 | 0,52 | 0,40 | 0,75 | 0,60 | 0,89 | 0,97 |
| <i>T-2 toksin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,00 | 0,87 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,77 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | 0,00 | 0,84 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| <i>suma Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | 0,59 | 0,47 | 0,47 | 0,32 | 0,62 | 0,46 | 0,59 | 0,59 | 0,39 | 0,23 | 0,59 | 0,59 | 0,44 | 0,32 | 0,16 | 1,00 | 0,22 | 0,74 |
| <i>Citrinin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,34 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,50 | 0,26 | 0,34 | 0,34 | 0,56 | 0,95 | 0,34 | 0,34 | 0,56 | 0,57 | 0,92 | 0,18 | 0,58 | 0,43 |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 40. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa/arome za *ale/amber ale* craft piva

| parametri | deskriptori | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|
| | Aromatično, esterno | Voćno | Hmeļ tijekom kuhanja | Ulje hmeļja | Sladovina | Karamelno | Kava | Butirično | Diacetil | Ustajao, oksidirani | Kiseo | Octena kiselina / ocat | Slatko | Gorko | Vodenasto |
| pH | 0,18 | 0,10 | 0,10 | 0,27 | 0,03 | 0,69 | -0,17 | 0,83 | -0,02 | 0,47 | -0,56 | -0,70 | 0,95 | 0,84 | 0,33 |
| ekstrakt [°Brix] | 0,02 | -0,50 | -0,19 | -0,59 | 0,66 | 0,39 | -0,10 | 0,19 | -0,39 | 0,80 | 0,10 | -0,62 | 0,33 | 0,32 | 0,41 |
| gustoća [20°/20°] | 0,01 | -0,47 | -0,19 | -0,58 | 0,64 | 0,39 | -0,13 | 0,19 | -0,41 | 0,79 | 0,09 | -0,62 | 0,34 | 0,34 | 0,40 |
| maltoza [g L ⁻¹] | -0,31 | 0,76 | -0,37 | 0,21 | -0,68 | -0,22 | -0,40 | 0,08 | -0,60 | -0,05 | 0,09 | -0,24 | 0,41 | 0,82 | 0,09 |
| glukoza [g L ⁻¹] | -0,62 | 0,55 | -0,41 | -0,22 | -0,54 | -0,79 | -0,37 | -0,48 | -0,38 | -0,13 | 0,45 | 0,59 | -0,10 | 0,12 | -0,70 |
| Alternariol [ng mL ⁻¹] | 0,09 | 0,78 | -0,02 | 0,65 | -0,81 | -0,27 | -0,31 | 0,25 | 0,10 | -0,48 | -0,38 | 0,20 | 0,20 | 0,38 | -0,37 |
| Alternariolmetileter [ng mL ⁻¹] | 1,00 | -0,42 | 0,15 | 0,49 | 0,28 | 0,45 | 0,20 | 0,65 | 0,70 | 0,09 | -0,82 | -0,36 | -0,03 | -0,10 | 0,08 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,17 | 0,36 | -0,50 | 0,83 | -0,68 | 0,06 | 0,43 | 0,29 | 0,05 | -0,09 | -0,18 | -0,47 | 0,16 | 0,64 | 0,36 |
| Tenuzoična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,53 | 0,31 | -0,16 | -0,06 | -0,20 | 0,26 | -0,16 | 0,26 | -0,46 | 0,42 | 0,10 | -0,39 | 0,81 | 0,83 | 0,21 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,24 | 0,43 | -0,51 | 0,28 | -0,48 | 0,10 | 0,02 | 0,20 | -0,53 | 0,23 | 0,11 | -0,62 | 0,48 | 0,92 | 0,48 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,34 | -0,14 | 0,25 | -0,44 | 0,32 | 0,17 | 0,07 | -0,40 | -0,50 | -0,09 | 0,54 | -0,18 | -0,17 | -0,20 | 0,70 |
| Ergometrin [ng mL ⁻¹] | 0,09 | 0,41 | 0,36 | 0,21 | -0,37 | -0,49 | -0,18 | -0,44 | 0,10 | -0,94 | 0,08 | 0,63 | -0,67 | -0,63 | -0,21 |
| suma Ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | -0,17 | 0,14 | 0,50 | -0,03 | -0,11 | -0,38 | -0,05 | -0,45 | 0,32 | -0,69 | 0,13 | 0,87 | -0,49 | -0,79 | -0,51 |
| Fumonizin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,09 | 0,38 | 0,53 | -0,26 | -0,06 | -0,34 | -0,79 | -0,08 | 0,04 | -0,38 | -0,18 | 0,72 | 0,02 | -0,32 | -0,76 |
| Fumonizin B2 [ng mL ⁻¹] | 0,35 | 0,09 | 0,91 | 0,09 | 0,24 | 0,43 | -0,51 | 0,51 | 0,38 | -0,24 | -0,68 | 0,15 | 0,39 | -0,17 | -0,18 |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,38 | 0,01 | 0,93 | 0,04 | 0,33 | 0,48 | -0,49 | 0,51 | 0,38 | -0,20 | -0,66 | 0,12 | 0,37 | -0,21 | -0,13 |
| Nivalenol [ng mL ⁻¹] | -0,55 | -0,14 | 0,36 | -0,79 | 0,50 | 0,13 | -0,45 | -0,10 | -0,31 | 0,38 | 0,25 | 0,20 | 0,41 | -0,05 | -0,21 |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | -0,02 | -0,20 | -0,71 | 0,10 | -0,07 | 0,02 | 0,57 | -0,17 | -0,33 | 0,29 | 0,39 | -0,61 | -0,20 | 0,33 | 0,67 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | 1,00 | -0,41 | 0,15 | 0,49 | 0,28 | 0,45 | 0,20 | 0,66 | 0,70 | 0,10 | -0,82 | -0,37 | -0,02 | -0,09 | 0,09 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | -0,89 | 0,18 | -0,37 | -0,66 | -0,09 | -0,50 | -0,11 | -0,77 | -0,81 | 0,08 | 0,95 | 0,22 | -0,18 | 0,03 | 0,05 |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 41 . Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa/arome za *blonde ale* craft piva

| parametri | deskriptori | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|--------------|-------------|-----------------------|--------|-----------|-------------|------------------|---------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | Aromatično, esterno cvjetno | Voćno | Ulje hmelja | Svježe pokošena trava | Zrnato | Karamelno | Dim | Sulfini/sulfidni | Djelovanjem svjetla | Papreno/ljuto | Kiseo | Gorko | Vodenasto | |
| <i>pH</i> | -0,94 | 0,47 | -0,66 | 0,26 | -0,33 | 0,23 | -0,94 | 0,76 | -0,50 | 0,98 | 0,05 | -0,41 | 1,00 | |
| <i>EBC</i> | 0,52 | 0,48 | 0,27 | 0,60 | 0,09 | -0,04 | 0,52 | -0,61 | 1,00 | -0,50 | -0,56 | 0,49 | -0,52 | |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,93 | -0,13 | 0,98 | -0,44 | -0,37 | 0,47 | 0,93 | -0,98 | 0,37 | -0,62 | -0,59 | 0,89 | -0,80 | |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,96 | -0,19 | 0,96 | -0,42 | -0,27 | 0,37 | 0,96 | -0,98 | 0,41 | -0,70 | -0,52 | 0,85 | -0,86 | |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 0,49 | 0,61 | 0,65 | 0,15 | -0,66 | 0,71 | 0,49 | -0,78 | 0,61 | -0,10 | -0,98 | 0,93 | -0,31 | |
| <i>etanol [%]</i> | 0,19 | 0,59 | -0,11 | 0,84 | 0,26 | -0,24 | 0,19 | -0,27 | 0,95 | -0,30 | -0,38 | 0,18 | -0,25 | |
| <i>Tentoksin [ng mL⁻¹]</i> | 0,34 | -1,00 | 0,20 | -0,73 | 0,47 | -0,44 | 0,34 | 0,00 | -0,47 | -0,52 | 0,71 | -0,29 | -0,44 | |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,65 | -0,12 | -0,92 | 0,46 | 0,76 | -0,83 | -0,65 | 0,84 | -0,16 | 0,19 | 0,78 | -0,96 | 0,44 | |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | 0,16 | -0,91 | -0,14 | -0,39 | 0,79 | -0,77 | 0,16 | 0,22 | -0,31 | -0,53 | 0,88 | -0,58 | -0,35 | |
| <i>suma Ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,32 | -0,41 | 0,47 | 0,58 | -0,80 | 0,82 | -0,30 | -0,89 | 0,85 | -0,46 | |
| <i>Fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | 0,94 | -0,63 | 0,77 | -0,54 | 0,19 | -0,10 | 0,94 | -0,76 | 0,24 | -0,91 | 0,00 | 0,44 | -0,96 | |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,07 | -0,16 | -0,44 | 0,54 | 0,93 | -0,92 | 0,07 | 0,17 | 0,50 | -0,52 | 0,49 | -0,51 | -0,30 | |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,86 | -0,16 | -0,88 | 0,14 | 0,40 | -0,49 | -0,86 | 0,99 | -0,61 | 0,55 | 0,76 | -0,94 | 0,73 | |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,57 | 0,69 | -0,75 | 0,97 | 0,28 | -0,34 | -0,57 | 0,47 | 0,45 | 0,36 | -0,03 | -0,40 | 0,48 | |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 42. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa/arome za *american blonde ale* craft piva

| parametri | deskriptori | | | | |
|---|--------------|----------------|---------------|--------------|------------------|
| | <i>Voćno</i> | <i>Cvjetno</i> | <i>Zrnato</i> | <i>Dim</i> | <i>Vodenasto</i> |
| <i>EBC</i> | 0,22 | -0,88 | 0,74 | 0,64 | -1,00 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,28 | 1,00 | -0,97 | -0,19 | 0,84 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,28 | 1,00 | -0,97 | -0,19 | 0,84 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | -0,91 | 0,14 | 0,10 | -1,00 | 0,66 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | 0,53 | 0,96 | -1,00 | 0,08 | 0,66 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,92 | 0,13 | 0,12 | -1,00 | 0,65 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | -0,99 | -0,13 | 0,36 | -0,95 | 0,43 |
| <i>Beauvericin [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 | -0,32 | 0,54 | -0,87 | 0,25 |
| <i>kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | -0,88 | 0,22 | 0,03 | -1,00 | 0,71 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,31 | -0,83 | 0,67 | 0,71 | -1,00 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | -0,74 | 0,44 | -0,21 | -0,97 | 0,86 |
| <i>kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | -0,35 | -1,00 | 0,99 | 0,11 | -0,80 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,94 | -0,59 | 0,77 | -0,68 | -0,06 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,66 | -0,90 | 0,98 | -0,25 | -0,52 |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | 0,23 | -0,87 | 0,73 | 0,65 | -1,00 |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 43. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa/arome za IPA craft piva

| deskriptori parametri | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|---------|----------------|--------|-----------|-------|------------|-----------|---------------------|--------|-------|---------|---------|--|
| | Aromatično;esterno; Cvjetno;voćno | Ljuto | Vodenasto | Cvjetno | Ulje od hmelja | Zrnato | Sladovina | Kava | Klorofenol | Butirično | Djelovanjem svjetla | Slatko | Gorko | Alkalno | Metalno | |
| pH | 0,95 | -0,12 | 0,91 | 0,84 | 0,90 | 0,13 | -0,14 | 0,35 | -0,57 | -0,28 | -0,58 | 0,73 | 0,91 | -0,01 | 0,47 | |
| ekstrakt [°Brix] | 0,74 | 0,00 | 0,60 | 0,59 | 0,74 | -0,12 | 0,24 | 0,39 | -0,58 | -0,17 | -0,46 | 0,82 | 0,66 | -0,04 | 0,69 | |
| gustoća [20°/20°] | 0,72 | -0,03 | 0,55 | 0,54 | 0,70 | -0,17 | 0,28 | 0,39 | -0,59 | -0,12 | -0,50 | 0,79 | 0,64 | -0,01 | 0,72 | |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,89 | 0,27 | -0,91 | -0,90 | -0,82 | -0,28 | 0,59 | 0,03 | 0,61 | 0,76 | 0,34 | -0,36 | -0,81 | 0,54 | 0,10 | |
| glicerol [g L ⁻¹] | 0,84 | 0,32 | 0,87 | 0,83 | 0,79 | 0,26 | 0,03 | 0,50 | -0,38 | -0,48 | -0,26 | 0,84 | 0,63 | -0,08 | 0,28 | |
| etanol [%] | 0,38 | 0,56 | 0,54 | 0,54 | 0,60 | 0,56 | -0,04 | 0,35 | 0,02 | -0,09 | 0,16 | 0,76 | 0,30 | 0,19 | 0,18 | |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,14 | -0,80 | -0,24 | -0,22 | -0,02 | -0,13 | -0,41 | -0,56 | -0,21 | 0,47 | -0,34 | -0,47 | 0,21 | 0,04 | 0,15 | |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | 0,24 | 0,24 | 0,16 | -0,13 | -0,04 | -0,58 | 0,77 | 0,89 | 0,22 | 0,44 | -0,38 | 0,51 | 0,19 | 0,81 | 0,75 | |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | 0,34 | -0,61 | 0,16 | 0,14 | 0,39 | -0,19 | -0,01 | -0,06 | -0,48 | 0,56 | -0,76 | 0,16 | 0,59 | 0,32 | 0,73 | |
| suma Ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | 0,25 | -0,21 | 0,27 | 0,51 | 0,62 | 0,68 | -0,50 | -0,49 | -0,51 | 0,09 | -0,22 | 0,18 | 0,38 | -0,19 | 0,08 | |
| Funonizin B1 [ng mL ⁻¹] | 0,21 | -0,75 | -0,04 | 0,15 | 0,12 | -0,19 | -0,13 | -0,48 | -0,76 | -0,02 | -0,72 | -0,34 | 0,28 | -0,41 | 0,15 | |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,20 | -0,84 | 0,07 | 0,08 | 0,29 | -0,09 | -0,44 | -0,45 | -0,44 | 0,35 | -0,56 | -0,22 | 0,51 | 0,00 | 0,31 | |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | -0,21 | -0,78 | -0,31 | -0,54 | -0,43 | -0,66 | -0,15 | -0,16 | 0,17 | 0,44 | -0,33 | -0,65 | 0,09 | 0,29 | 0,11 | |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | 0,46 | 0,24 | 0,58 | 0,33 | 0,39 | -0,07 | -0,16 | 0,48 | 0,20 | -0,48 | 0,28 | 0,51 | 0,40 | -0,02 | 0,01 | |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,31 | -0,19 | 0,12 | -0,18 | -0,08 | -0,84 | 0,66 | 0,72 | 0,01 | 0,42 | -0,65 | 0,26 | 0,33 | 0,67 | 0,78 | |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Talica 44. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa/arome za *porter/stout* craft piva

| parametri | deskriptori | | | | | | |
|---|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|--------------|----------------|
| | <i>Voćno</i> | <i>Karamelno</i> | <i>Kava</i> | <i>Pijesnivo</i> | <i>Kiseo</i> | <i>Gorko</i> | <i>Alkalno</i> |
| <i>pH</i> | 0,85 | 0,59 | 0,50 | -0,96 | -0,78 | -0,94 | -0,87 |
| <i>EBC</i> | 0,83 | 0,56 | 0,37 | -0,87 | 0,79 | -1,00 | -0,84 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,91 | 0,35 | 0,52 | -0,88 | -0,63 | -0,98 | -0,70 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,87 | 0,49 | 0,44 | -0,89 | -0,74 | -1,00 | -0,80 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | 0,91 | 0,32 | 0,52 | -0,87 | -0,61 | -0,98 | -0,68 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,82 | 0,59 | 0,36 | -0,88 | -0,81 | -1,00 | -0,86 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 0,84 | 0,53 | 0,39 | -0,87 | -0,77 | -1,00 | -0,82 |
| <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | 0,07 | -0,97 | 0,43 | 0,25 | 0,86 | 0,33 | 0,82 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,06 | -0,03 | -0,39 | 0,25 | -0,08 | -0,18 | 0,01 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | 0,68 | -0,42 | 0,57 | -0,40 | 0,11 | -0,51 | 0,06 |
| <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | -0,20 | 0,14 | 0,11 | -0,03 | 0,05 | 0,34 | 0,00 |
| <i>Eniatin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,87 | 0,43 | 0,43 | -0,85 | -0,69 | -0,99 | -0,75 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | -0,72 | 0,34 | -0,97 | 0,66 | -0,17 | 0,31 | -0,02 |
| <i>Fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | 0,07 | -0,97 | 0,43 | 0,25 | 0,86 | 0,33 | 0,82 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,84 | 0,47 | 0,37 | -0,83 | -0,73 | -0,99 | -0,78 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | 0,98 | 0,08 | 0,88 | 0,96 | -0,34 | -0,79 | -0,47 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,90 | -0,36 | -0,49 | 0,86 | 0,64 | 0,98 | 0,70 |

- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 45. Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa/arome za komercijalno dostupna *industrijska* craft piva

| deskriptori parametri | deskriptori | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-------|---------|-------------|------------------------|-----------|-------|-------|-----------|--------|-------|------------------|
| | Alkoholno | Vóčno | Cyjetno | Ulje hmelja | Karamelizirano, pečeno | Karamelno | Dim | Med | Butirično | Kiselo | Gorko | Premalo gazirano |
| pH | 0,81 | 0,87 | 0,90 | 0,80 | 0,49 | 0,34 | 0,51 | 0,49 | 0,23 | 0,36 | 0,76 | 0,37 |
| EBC | -0,63 | -0,52 | -0,61 | -0,79 | 0,20 | 0,28 | 0,18 | -0,03 | 0,49 | 0,48 | -0,12 | 0,33 |
| gustoća [20°/20°] | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,56 | 0,73 | 0,67 | 0,61 | 0,48 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,32 |
| maltoza [g L ⁻¹] | 0,65 | 0,14 | 0,25 | 0,02 | 0,80 | 0,71 | 0,83 | 0,45 | 0,38 | 0,56 | 0,25 | -0,32 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,90 | 0,85 | 0,92 | 0,55 | 0,74 | 0,70 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,62 | 0,57 | 0,23 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,90 | 0,86 | 0,95 | 0,60 | 0,71 | 0,67 | 0,59 | 0,57 | 0,44 | 0,56 | 0,56 | 0,22 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | 0,81 | 0,73 | 0,82 | 0,47 | 0,84 | 0,75 | 0,75 | 0,56 | 0,64 | 0,75 | 0,74 | 0,39 |
| glicerol [g L ⁻¹] | 0,93 | 0,83 | 0,92 | 0,56 | 0,66 | 0,61 | 0,54 | 0,37 | 0,50 | 0,55 | 0,62 | 0,19 |
| Alternariolmetileter [ng mL ⁻¹] | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,56 | 0,73 | 0,67 | 0,61 | 0,48 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,32 |
| Tenuzonska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,23 | -0,04 | -0,08 | 0,31 | -0,84 | -0,87 | -0,79 | -0,61 | -0,56 | -0,77 | -0,04 | -0,01 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,40 | -0,53 | -0,57 | 0,00 | -0,72 | -0,81 | -0,47 | -0,33 | -0,91 | -0,89 | -0,48 | -0,61 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,18 | -0,71 | -0,63 | -0,25 | -0,35 | -0,43 | -0,17 | -0,39 | -0,52 | -0,56 | -0,38 | -0,80 |
| Deoksinivalenol [ng mL ⁻¹] | 0,01 | -0,15 | -0,14 | -0,05 | -0,64 | -0,49 | -0,70 | -0,60 | -0,54 | -0,72 | -0,68 | -0,79 |
| Eniatin B [ng mL ⁻¹] | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,56 | 0,74 | 0,68 | 0,61 | 0,48 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,32 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,55 | 0,73 | 0,68 | 0,60 | 0,46 | 0,57 | 0,63 | 0,68 | 0,31 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | -0,15 | -0,15 | -0,08 | 0,51 | -0,71 | -0,83 | -0,57 | -0,20 | -0,85 | -0,90 | -0,06 | -0,20 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,39 | -0,04 | -0,12 | 0,45 | -0,65 | -0,78 | -0,42 | 0,07 | -0,83 | -0,72 | -0,06 | 0,14 |

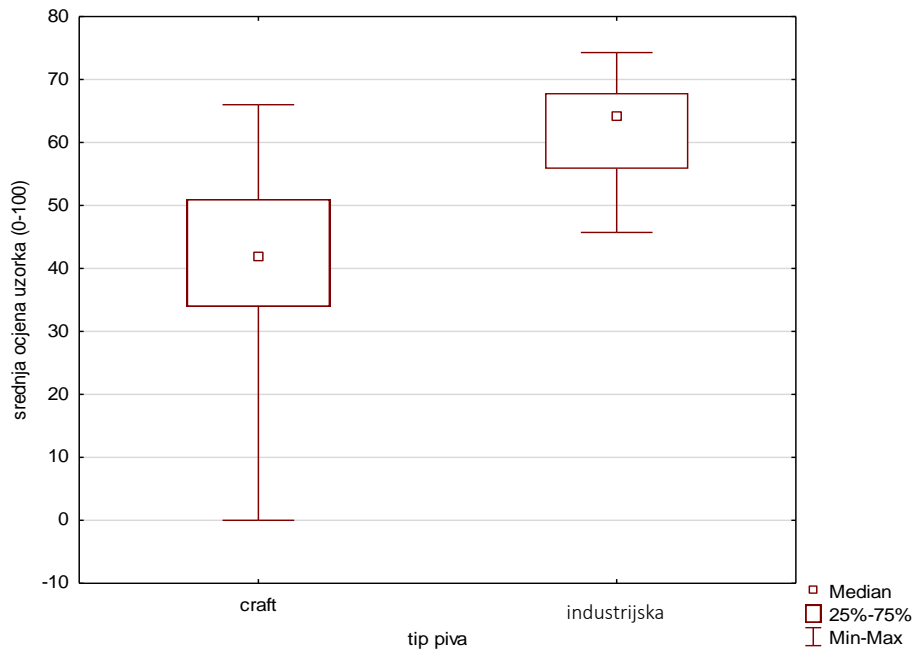
- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

Tablica 46. Usporedba varijabli Mann Whitney –im U testom između craft i industrijskih piva

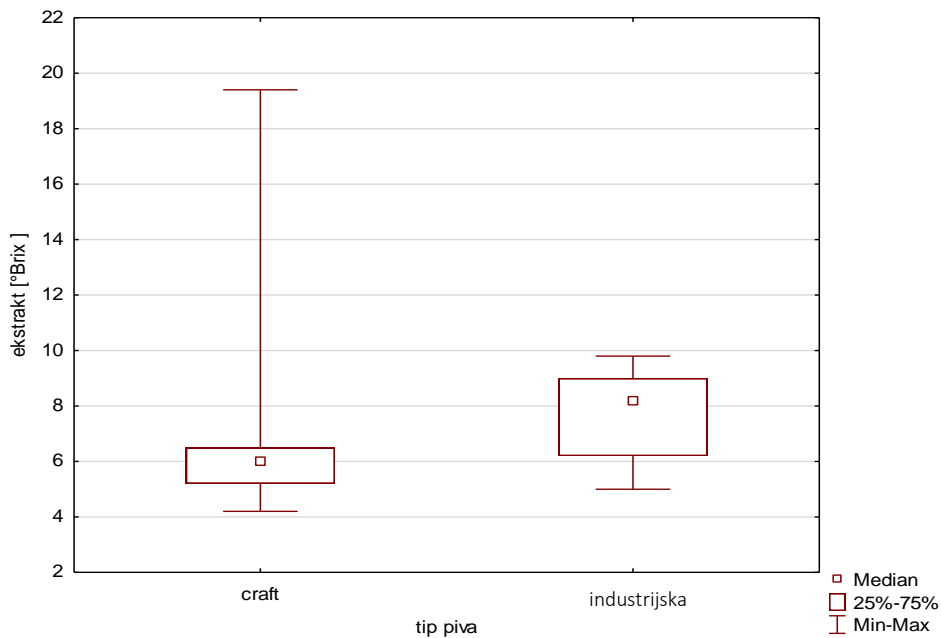
| <i>Varijabla</i> | <i>Rank suma (craft)</i> | <i>Rank suma (industrijska)</i> | <i>p- vrijednost</i> |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| <i>srednja ocjena piva (0-100)</i> | 18626 | 1075 | 0,00 |
| <i>pH</i> | 2003 | 143 | 0,21 |
| <i>SRM</i> | 1962 | 249 | 0,29 |
| <i>EBC</i> | 1963 | 248 | 0,30 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 1914 | 297 | 0,03 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 1919 | 293 | 0,04 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | 1954 | 257 | 0,22 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 1490 | 221 | 0,27 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 1792 | 224 | 0,46 |
| <i>mlječna kiselina [g L⁻¹]</i> | 2044 | 168 | 0,46 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | 1995 | 150 | 0,28 |
| <i>etanol [%]</i> | 1906 | 239 | 0,36 |
| <i>suma Alternaria toksina [ng mL⁻¹]</i> | 28491 | 1644 | 0,76 |
| <i>suma Aspergillus metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28513 | 1622 | 0,70 |
| <i>suma Fusarium metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28628 | 1507 | 0,40 |
| <i>suma Penicillium metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28377 | 1758 | 0,89 |
| <i>suma Ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | 28236 | 1899 | 0,49 |
| <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 28942 | 1193 | 0,04 |
| <i>Apscizinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28927 | 1208 | 0,05 |
| <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | 27740 | 2395 | 0,01 |
| <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | 27651 | 2484 | 0,00 |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | 27559 | 2576 | 0,00 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 27306 | 2829 | 0,00 |
| <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 27604 | 2532 | 0,00 |
| <i>suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28062 | 2073 | 0,17 |
| <i>suma bakterijskih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28504 | 1631 | 0,73 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28239 | 1896 | 0,50 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28045 | 2090 | 0,15 |

- crveno označene p- vrijednosti su statistički značajni

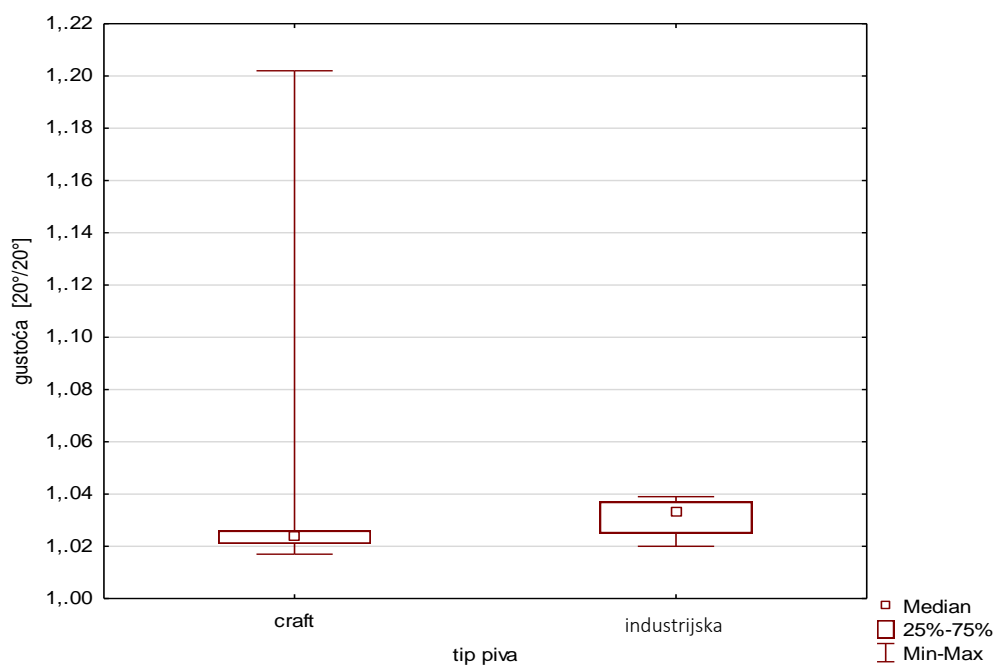
Slijede prikazi kutijastih dijagrama relevantnih statistički značajno različito distribuiranih podataka (slike 32 – 41).



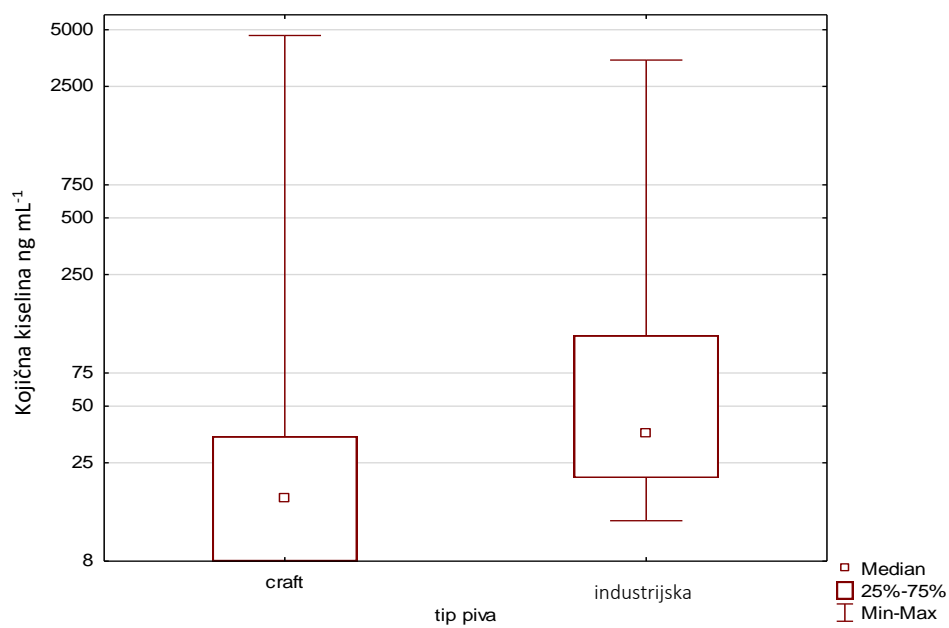
Slika 32. Kutijasti dijagram prosječne ocjene senzorskog profila craft i industrijskog piva



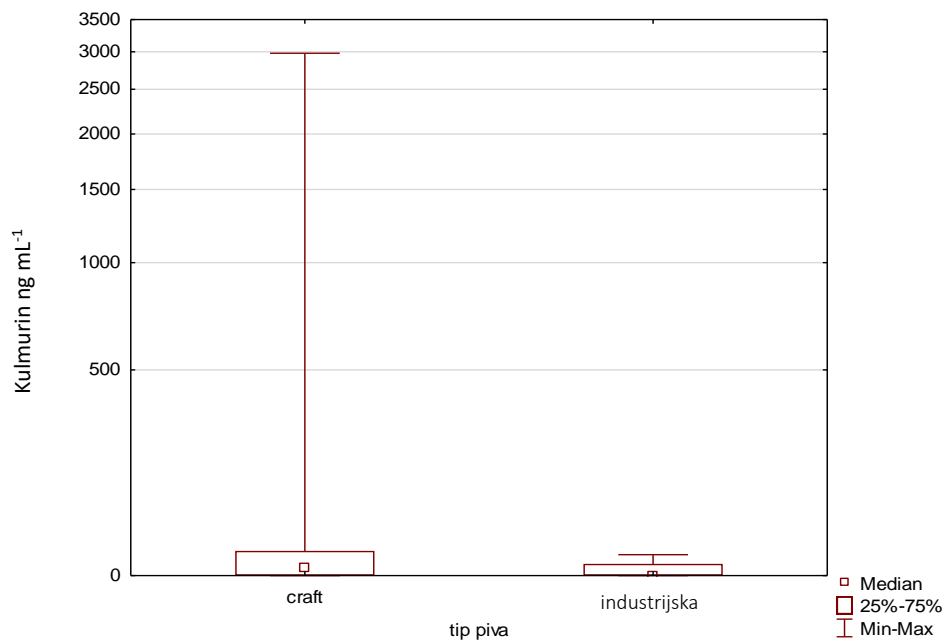
Slika 33. Kutijasti dijagram udjela ekstrakta u craft i industrijskom pivu



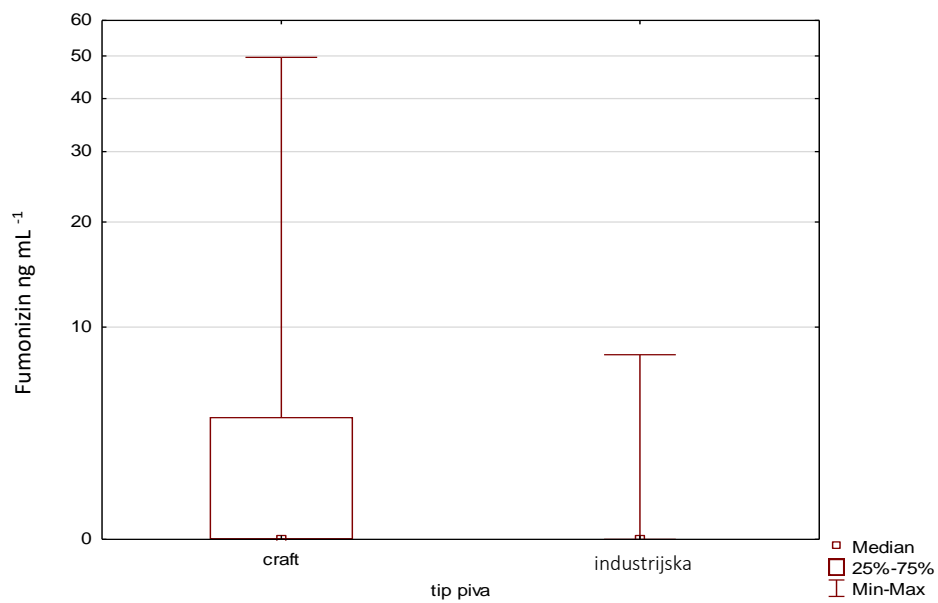
Slika 34. Kutijasti dijagram specifične gustoće, craft i industrijskog piva



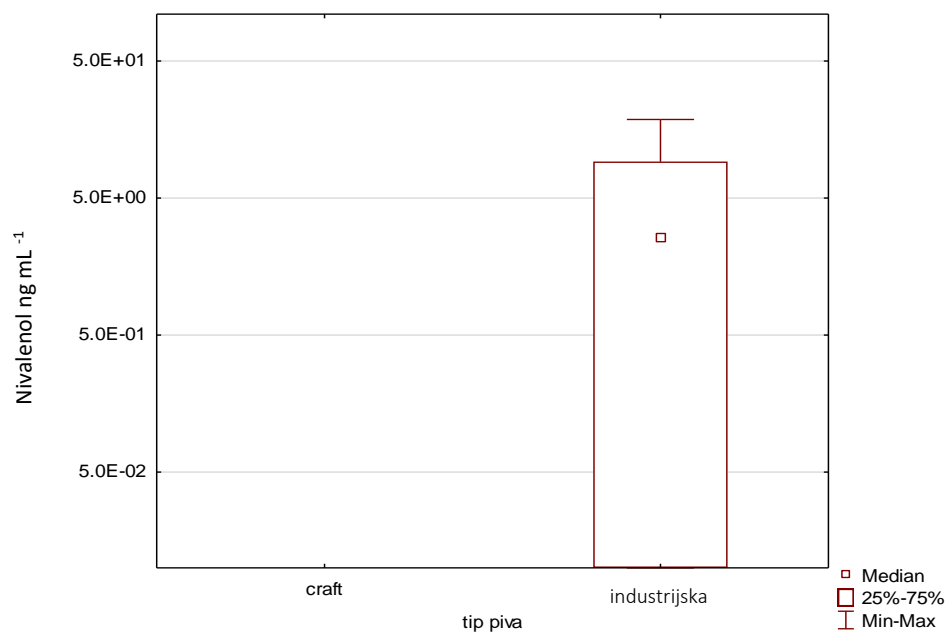
Slika 35. Kutijasti dijagram udjela kojične kiseline u craft i industrijskom pivu



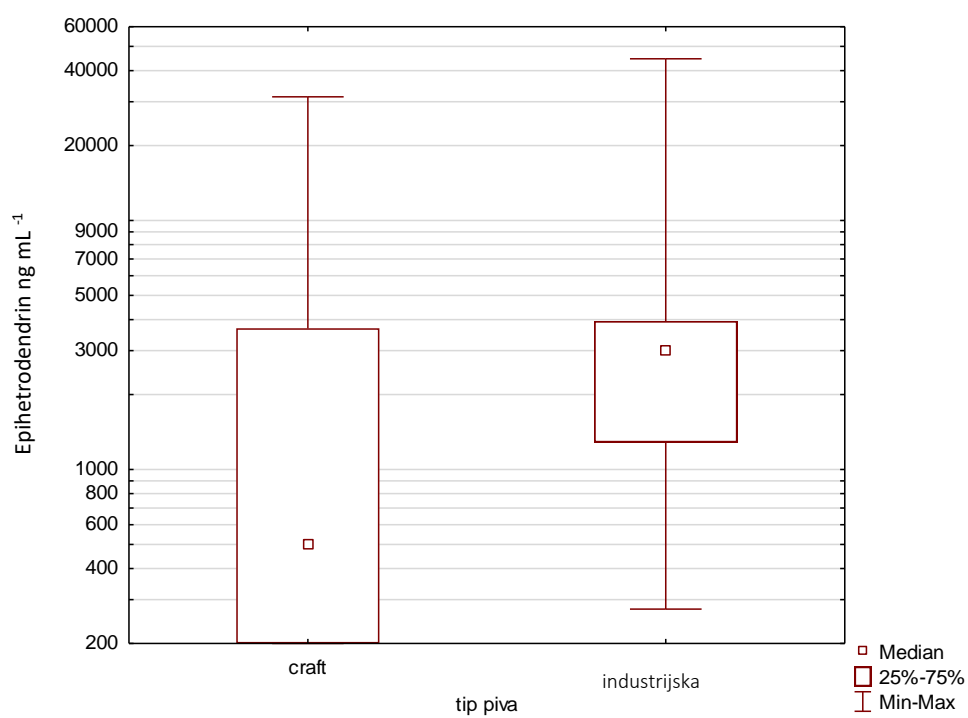
Slika 36. Kutijasti dijagram udjela kulmorina u craft i industrijskom pivu



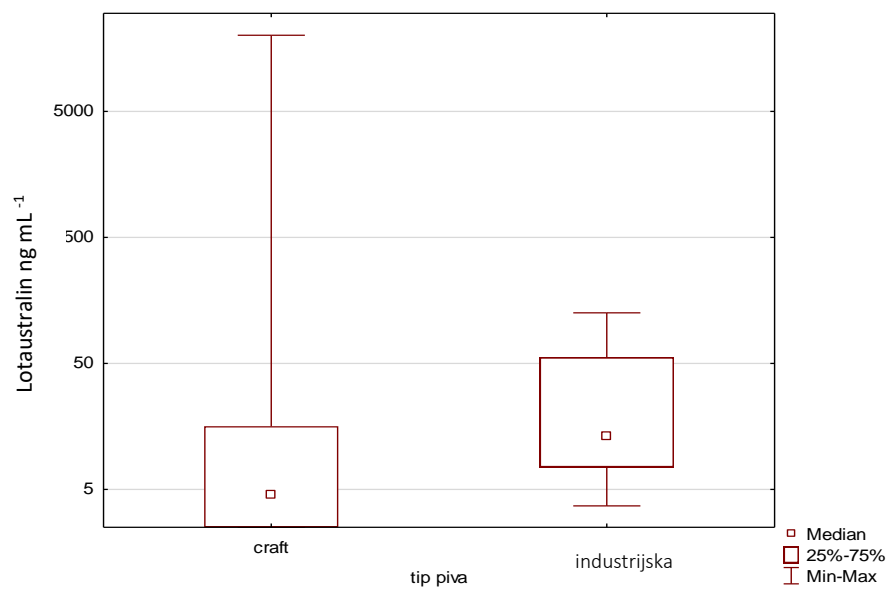
Slika 37. Kutijasti dijagram udjela fumonizina B1 u craft i industrijskom



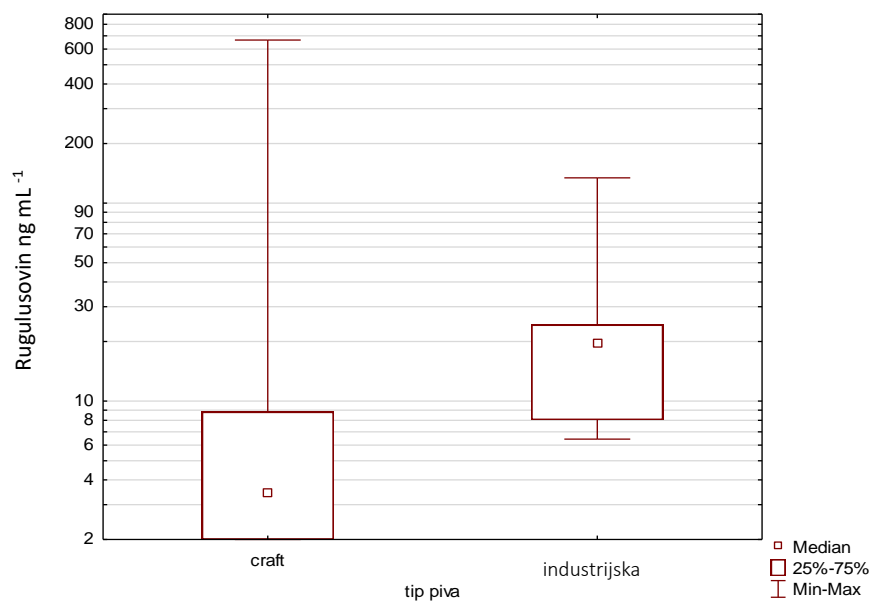
Slika 38. Kutijasti dijagram udjela nivalenola u craft i industrijskom pivu



Slika 39. Kutijasti dijagram udjela epiheterodendrina u craft i industrijskom pivu

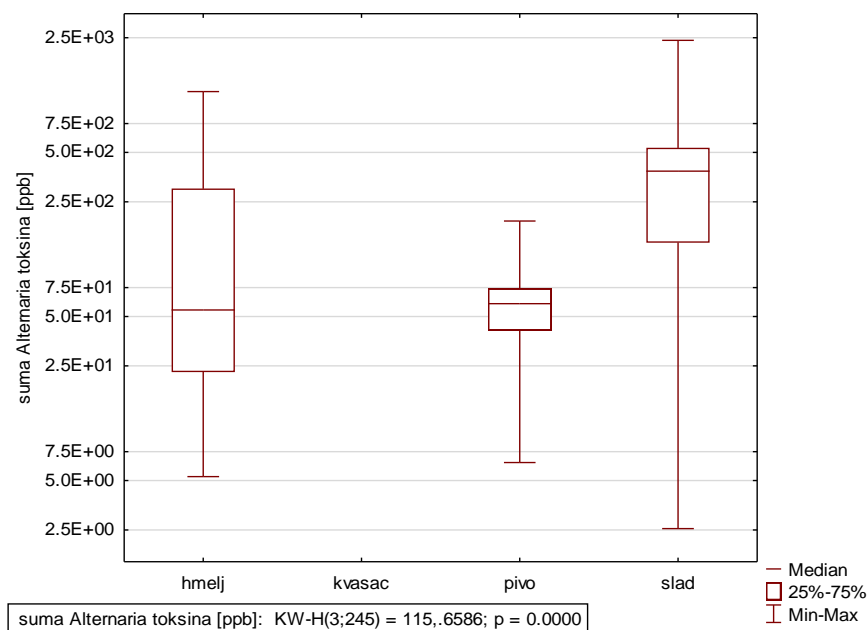


Slika 40. Kutijasti dijagram udjela lotaustralina u craft i industrijskom pivu

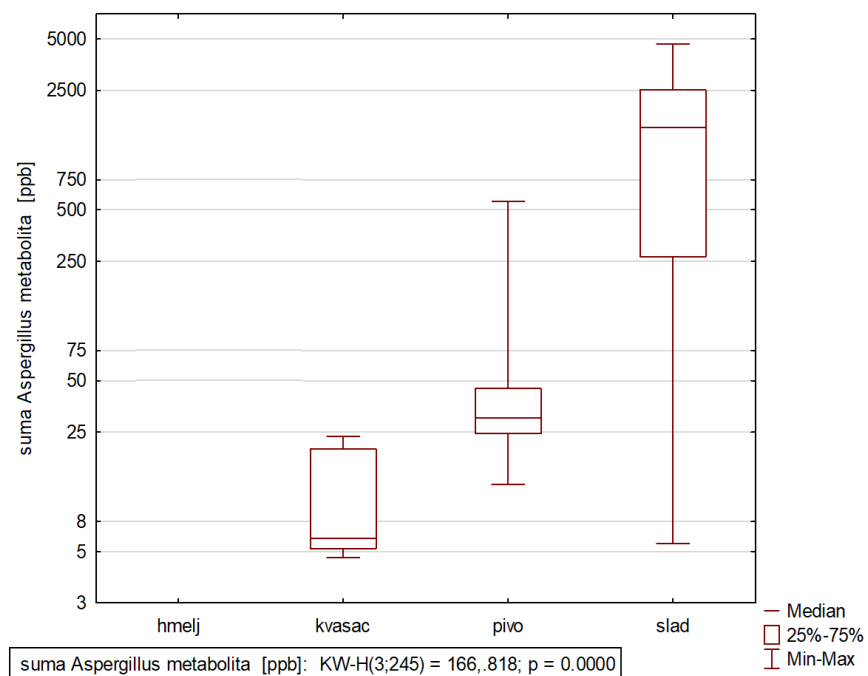


Slika 41. Kutijasti dijagram udjela rugulusovina u craft i industrijskom pivu

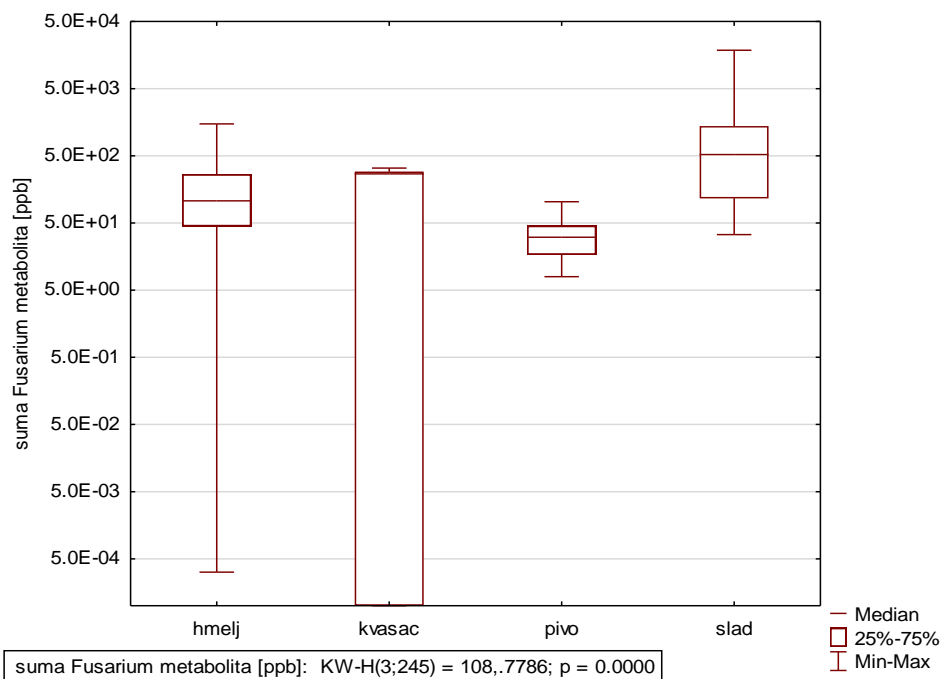
U nastavku su prikazani odabrani statistički značajno rezultati dobiveni **Kruskal- Wallis ANOVOM** (slike 42-49).



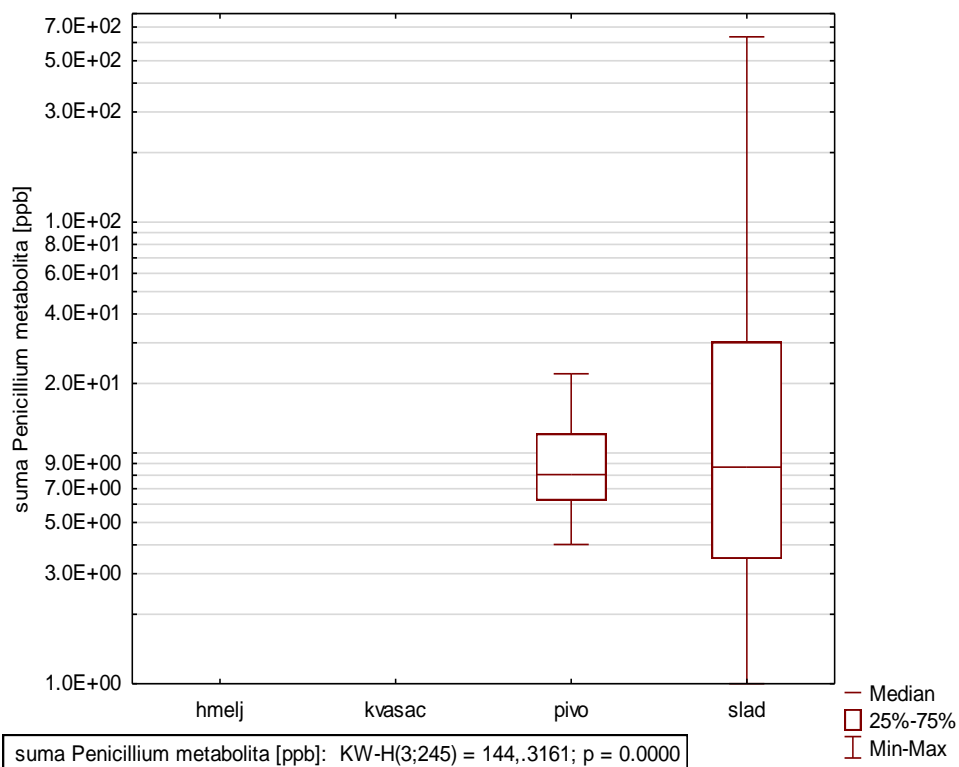
Slika 42. Kutijasti dijagram usporedbe ukupnih *Alternaria* mikotoksina u analiziranim sirovinama hemlja, kvasca, piva i slada



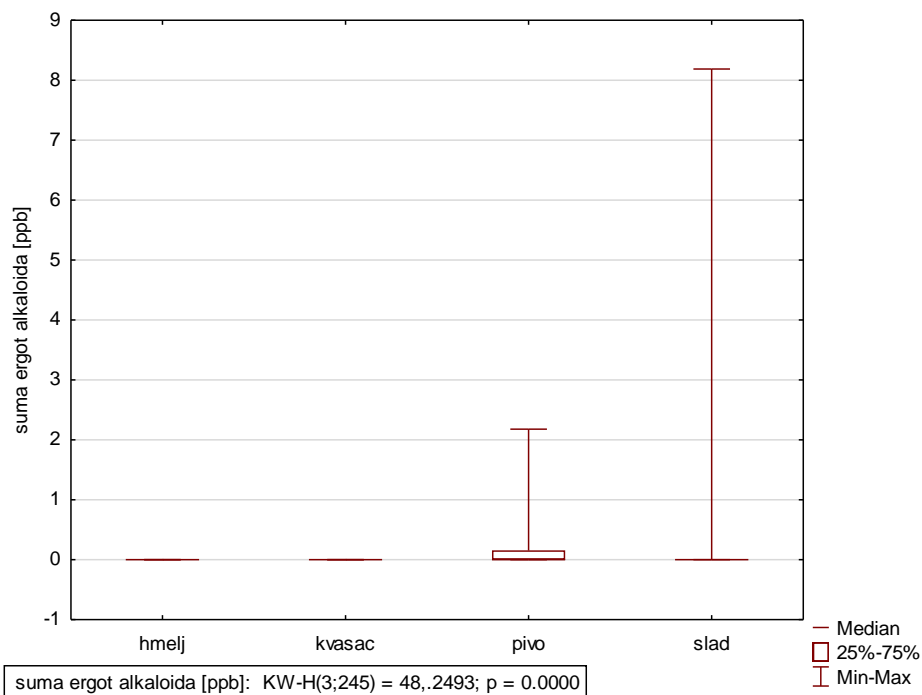
Slika 43. Kutijasti dijagram ukupnih *Aspergillus* mikotoksina u analiziranim sirovinama hemlja, kvasca, piva i slada



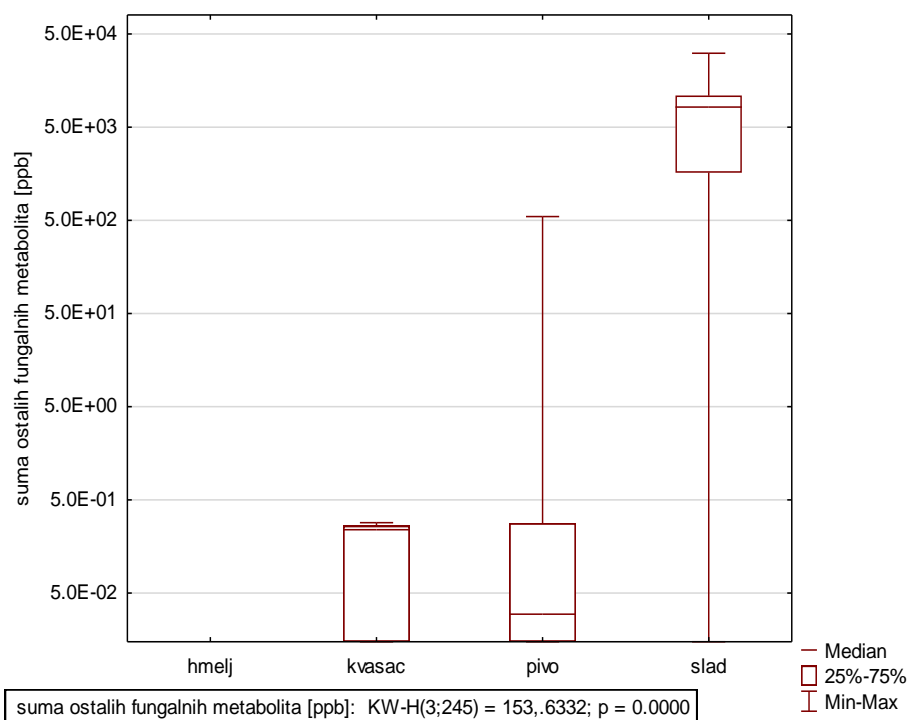
Slika 44. Kutijasti dijagram ukupnih *Fusarium* mikotoksina u analiziranim sirovinama hmelja, kvasca, piva i slada



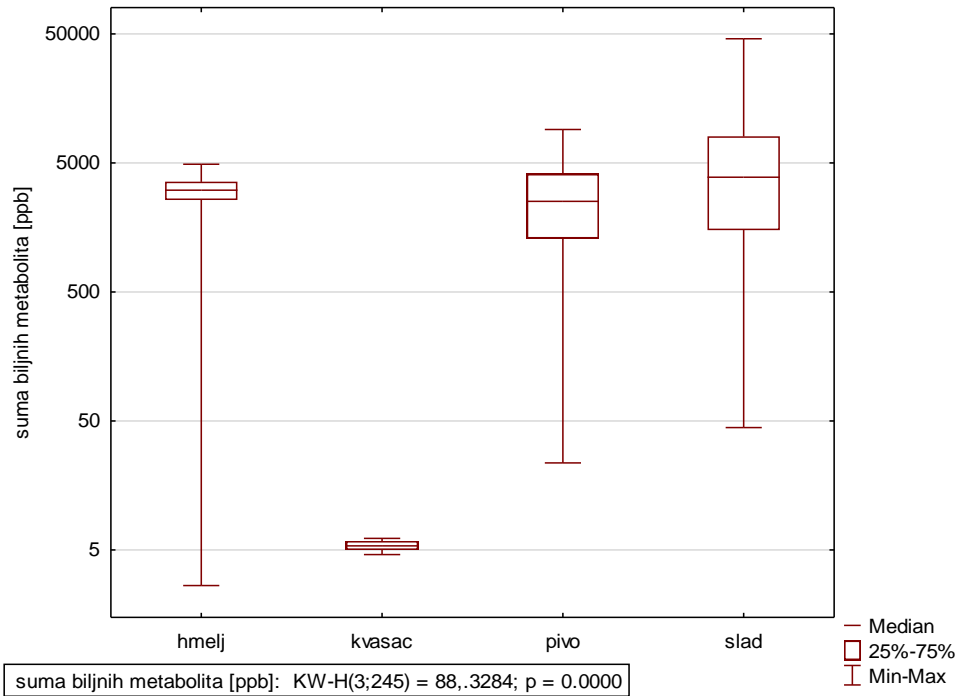
Slika 45. Kutijasti dijagram ukupnih *Penicillium* mikotoksina u analiziranim sirovinama hmelja, kvasca, piva i slada



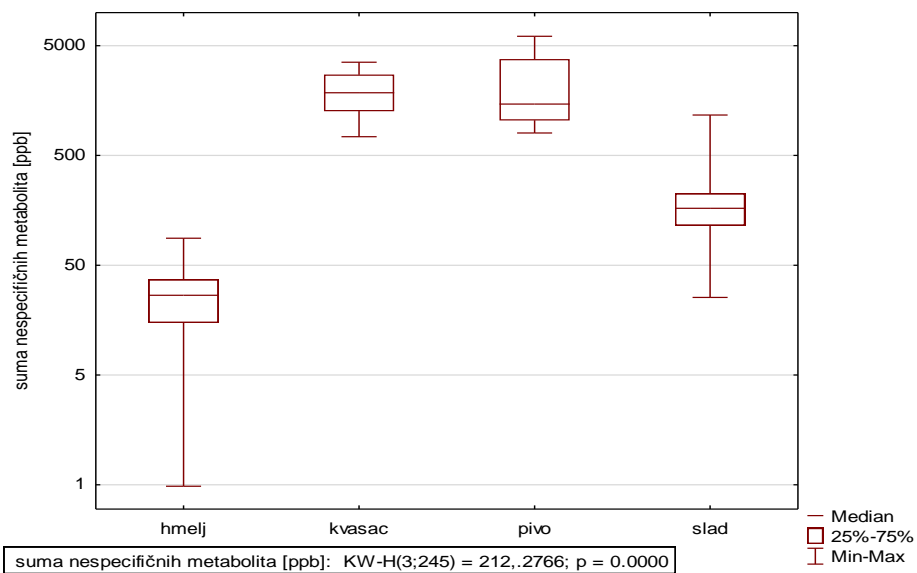
Slika 46. Kutijasti dijagram ukupnih *ergot alkaloida* u analiziranim sirovinama hemlja, kvasca, piva i slada



Slika 47. Kutijasti dijagram ukupnih ostalih fungalnih metabolita u analiziranim sirovinama hemlja, kvasca, piva i slada



Slika 48. Kutijasti dijagram ukupnih *biljnih metabolita* u analiziranim sirovinama hmelja, kvasca, piva i slada



Slika 49. Kutijasti dijagram ukupnih *nespecifičnih metabolita* u analiziranim sirovinama hmelja, kvasca, piva i slada

5. RASPRAVA

U pivarskoj industriji koriste se sirovine poput ječma, hmelja, kvasca i vode, pri čemu je većina njih izložena kontaminaciji plijesnima te njihovim mikotoksinima. Obzirom na globalnu popularnost piva kao napitka važno je razumijevanje prisutnosti mikotoksina i njihovih derivata u sirovinama te u gotovom proizvodu zbog njihovog potencijalnog utjecaja na sigurnost potrošača. Ovo istraživanje dalo je uvid u prisutnost plijesni i mikotoksina u sirovinama kao i mikotoksina u konačnom proizvodu. Na temelju toga utvrđena je povezanost između senzorskih svojstava piva i prisutnosti mikotoksina u craft pivu te kako prisutnost ključnih mikotoksina može utjecati na percepciju piva.

5.1. Uzorkovanje sirovina (slad, hmelj, kvasac, voda) i craft piva

Za potrebe istraživanja uzorkovanje je provedeno od prosinca 2022. do početka veljače 2023. godine kada je na tržištu bilo najviše žitarica i hmelja iz žetve 2022. godine. Među prikupljenim uzorcima nalazi se 86 uzoraka slada u zrnju, 62 uzorka hmelja (paleti), 31 uzorak suhoga kvasca, 30 uzoraka vode, te šest komercijalno dostupnih industrijskih piva. Tijekom uzorkovanja osigurana je zastupljenost iz svake županije s minimalno jednom craft pivovarom, a iz nekih pivovara je bilo prikupljeno i više uzoraka. Uzorkovanje slada i hmelja provedeno je sukladno uputama Europske komisije (EZ) br. 401/2006 o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razine mikotoksina u hrani. Uzorci kvasca uzorkovani su direktnim preuzimanjem paketića od pivovare, dok su uzorci vode za ukomljavaње prikupljeni u sterline plastične epruvete od 50 mL. Uzorci piva su prikupljeni u minimalnoj količini od 2 L (4-6 boca) ovisno o ambalažnom pakiranju (metalna, staklena ili plastična) u kojima su piva dostupna na tržištu.

5.2. Mikološka analiza hmelja i slada

Sirovine koje se koriste u proizvodnji piva mogu biti kontaminirane plijesnima tijekom uzgoja, slađenja i/ili skladištenja. Jedan od ciljeva ovog istraživanja je izolacija i identifikacija plijesni u sirovinama, sladu i hmelju te ih dovesti u vezu s kontaminacijom mikotoksina u navedenim uzorcima.

U ispitivanim uzorcima **slada** (Tablica 6 i Slika 19) identificirani su rodovi plijesni *Aspergillus*, *Alternaria*, *Fusarium* i *Penicillium*, najznačajniji producenti mikotoksina. Dobiveni rezultati u suglasju su s rezultatima drugih autora. Krstanović i sur. (2005) potvrdili su kontaminaciju ječmenog i pšeničnog slada s *F. graminearum* i *F. culmorum* na području

istočne Hrvatske (Krstanović i sur., 2005). Felšöciová i sur. (2021) nakon devet mjeseci skladištenja uzorke slada dokazali su prisutnost plijesni iz rodova *Alternaria*, *Arthrinium*, *Cladosporium*, *Epicoccum* i *Penicillium*. U drugim istraživanjima slad je također bio kontaminiran plijesnima roda *Aspergillus*, *Penicillium* i *Rhizopus* te je uzrokovao pojavu prekomjernog pjenjenja piva (Gyllang i sur., 1976; Felšöciová i sur., 2021). Na provedenim istraživanjima u razdoblju od 2012. do 2014. godine utvrđena je kontaminacija uzoraka zrna pivarskog ječma rodovima plijesni *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*. Uzorci su uzeti izravno s polja prije žetve i iz skladišnog silosa. Plijesni su izolirane i identificirane u zrnu ječma prije proizvodnje slada te nakon namakanja i klijanja tijekom procesa proizvodnje slada. (Krasauskas, 2017).

Alternaria, *Fusarium*, *Cladosporium* ili *Helminthosporium* (*Bipolaris/Deschlera*) vrlo su česte plijesni na usjevima. Štete od plijesni obično nastaju prije žetve i ne povećavaju se tijekom skladištenja. Utječu na promijenu boje zrna, mogu uzrokovati slabljenje ili smrt klice i stvarati spojeve toksične za ljude i životinje. Plijesni napadaju sjeme tijekom skladištenja i obično nisu prisutne u većoj mjeri prije žetve. Najčešće plijesni koje se javljaju tijekom skladištenja pripadaju rodovima *Aspergillus* i *Penicillium* i rastu pri vlažnosti sjemena u ravnoteži s relativnom vlagom od 65 do 90% zraka. Druge vrste koje mogu napasti uskladištene žitarice, a ne proizvode toksikološki relevantne mikotoksine, su *Rhizopus*, *Mucor* ili *Chaetomium* (Martín i sur., 2022).

Iz navedenog, može se zaključiti da prisutnost rodova *Penicillium* i *Aspergillus* u uzorcima slada pokazuju najvjerojatnije kontaminaciju plijesnima prije i/ili tijekom skladištenja žitarica i/ili slada. Plijesni rodova *Fusarium* i *Alternaria* dospjele su u žitarice na polju a njihov rast se potencira tijekom postupka slađenja.

Analiza mikotoksikogenih plijesni na uzorcima **hmelja** dokazala je prisutnost plijesni iz rodova *Alternaria* i *Fusarium* (Tablica 6 i Slika 19) koji su producenti mikotoksina. Postoji nekoliko izvješća o infekcijama hmelja s plijesni *Alternaria alternata* poznatom proizvođaču *Alternaria* toksina koji je nedavno reguliran u Uredbi (EC 553/2022).

Aspergillus je jedan od rodova plijesni koji još uvijek nije izoliran u prirodno zaraženom hmelju (Phalip i sur., 2006). Ekstrakti hmelja pokazali su izvrsna antifungalna svojstva protiv *Aspergillus* spp. (Ignacio Alonso-Esteban i sur., 2019). U ovom istraživanju također nisu dokazane vrste iz roda *Aspergillus* u hmelju. Najvjerojatnije iz razloga jer je *Aspergillus* skladišna vrsta plijesni, a hmelj se drži u hladnjaku ili zamrzivaču zbog čega nije tipičan kontaminat istog.

Ovim istraživanjem potvrđena je prisutnost mikotoksikogenih vrsta plijesni na uzorcima hmelja kao i kod istraživanja Ignacio Alonso-Esteban i sur. (2019).

5.3. *Fizikalno- kemijska analiza piva*

Podjela piva u različite tipove temelji se na svojstvima poput sadržaja alkohola, boje, gorčine, bistrine, okusa i dr. Prema literaturi za industrijska lager piva proizvedena od ječmenog slada pH se kreće u rasponu 4,00-4,60 dok se za ale piva pH obično kreće u rasponu od 3,00-6,00. (Spedding, 2024). U sličnom rasponu kreću se vrijednosti dobivene ovim istraživanjem za *lager craft* piva i industrijskog lagera (Tablica 7-17), a u rasponu od 4,7 do 5,14 pH vrijednosti za sve tipove *ale craft* piva (Tablica 9-16). Tipovi kiselog piva kao što su belgijski lambic, Berliner Weisse i nova generacija kuhanog kiselog craft piva mogu imati pH čak 3,30 (Spedding, 2024). Prema Prilogu 1 prosječna pH vrijednost svih analiziranih uzoraka piva iznosi 4,9. Dobiveni rezultati slični su pH vrijednostima koje su prijavili Granato i sur. (2010) čija se pH vrijednost za uzorke craft piva kretala od 4,13 do 4,97. Prema istraživanjima piva iz Tanzanije imaju pH u rasponu od 3,9–5,5 (Tüsekwa i sur., 2000). U pivarskoj industriji se pH vrijednost smatra jednim od važnih kriterija, jer utječe na higijenske uvjete i druge fiziološke parametre poput boje, mirisa, okusa, biološku kao i kemijsku stabilnost piva. Za svijetla lager piva obično se pH vrijednosti kreću u rasponu od 3,90 - 4,20. Tijekom procesa proizvodnje piva pH ima važnu ulogu jer utječe na enzimsku učinkovitost, iskoristivost hmelja, koagulaciju proteina i praćenje aktivnosti kvasca tijekom fermentacije piva (Pai i sur., 2015).

Iz prikazanih rezultata (Tablice 7-17) dobivenih refraktometrijskom metodom vidljivo je da se u analiziranim uzorcima craft piva srednja vrijednost neprevrelog ekstrakta kreće od 5,2 - 12,7° Brix. U Prilogu 1 najveća vrijednost u jednom uzorku piva iznosila je 19,4 °Brix što proporcionalno dovodi do povećanja parametara etanola, EBC i ugljikohidrata. Prosječna vrijednost ukupnog ekstrakta u svim analiziranim uzorcima iznosila je 6,4° Brix što je u suglasju s podacima istraživanja Castro i sur. (2021).

Provedenim istraživanjem na Tanzanijskim pivama dobivene su slične vrijednosti za ukupni ekstrakt čija se vrijednost kretala između 7,0 i 12,8° Brix (Tüsekwa i sur., 2000). U istraživanju da Costa Jardim i sur. (2018) koncentracija za lager piva iznosila je 5,75 °Brix. Slična vrijednost dobivena je u analiziranim uzorcima lager craft piva te je iznosila 5,96 °Brix dok je u industrijskom iznosila 6,2 °Brix (Tablica 17, Prilog1).

EBC metoda uključuje spektrofotometrijsko mjerenje boje piva na valnoj duljini od 430 nm (EBC, 2011). Ovisno o korištenju sladne ili nesladne žitarice za proizvodnju piva u konačnici to utječe na boju piva. Prema dobivenim rezultatima istraživanjima za pilsner craft piva srednja vrijednost za boju iznosi 9,9 EBC jedinica. Najveća detektirana vrijednost za boju piva je kod stouta, a iznosila je 279 EBC jedinica. Prema ovom istraživanju prosječna vrijednost za EBC boju piva iznosila je 37,2, a najveća vrijednost utvrđena je kod Stout piva od 417 EBC jedinica. Prema Baxter i Hughes (2001) EBC ljestvica kreće se od 4,5 do 1550 jedinica. U njihovom istraživanju za piva stout i jedno oatmeal stout koje predstavljaju tamna piva utvrđene vrijednosti za boju su 122, 130 i 123 EBC jedinica. U istraživanjima Polshin i sur. (2010) prijavljene vrijednosti EBC jedinica bile su očekivano manje za svijetlo pivo u odnosu na tamno pivo. Za svijetla piva vrijednost je iznosila je 8,58 -27,3 EBC jedinica, a za tamno pivo između 40,6 i 113,5 EBC jedinica.

Uloga glicerola je da daje slatkoću i punoću okusa te utječe na viskoznost piva. Većina glicerola koji se nalazi u pivu nastaje iz metabolizma kvasca, a manji dio potječe iz same žitarice. Pai i sur. (2015) predstavili su reducirajući sadržaj šećera u ispitivanim uzorcima piva u rasponu od 0,469 mg mL⁻¹ do 2,682 mg mL⁻¹. U ovom istraživanju srednja vrijednost za glicerol u analiziranim uzorcima piva kretala se od 0,35 mg mL⁻¹ do 3,84 mg mL⁻¹ (Tablica 7-17, Prilog1). Prema istraživanju Mastanjević i sur. (2018) vrijednost za glicerol u pšeničnom pivu iznosila je 2,0 g L⁻¹.

Pivo je veoma složen matriks koji je sastavljen od ugljikohidrata, etanola, estera, vitamina, minerala, anorganskih iona i polifenola. Mikoropivovarama koncentracija reducirajućeg šećera u pivu vrlo je važan parametar. Kako bi se bolje optimizirao i regulirao proces fermentacije i na taj način poboljšala sama kvaliteta konačnog proizvoda. Kvasac može koristiti samo određene šećere manje molekularne mase, kao što su fruktoza, glukoza, maltoza, saharoza i maltotrioza (Silva i sur., 2020).

Glavninu šećera sladovine čine fermentabilni šećeri: maltoza, maltotrioza, glukoza, fruktoza i saharoza koji imaju važnu ulogu u proizvodnji pivskog "tijela" (Stewart, 2016). Prema rezultatima u analiziranim uzorcima za *porter*, *blond ale*, *pilsner* te *amber ale* pivu nema prisutnosti maltotrioze (Tablica 8,11,13,15, Prilog1). Dobiveni podaci najvjerojatnije su rezultat sojeva kvasca koji bolje iskorištavaju maltotriozu kao primarni izvor energije (Catallo i sur., 2020).

Najveća srednja vrijednost za koncentraciju glukoze iznosi $0,84 \text{ g L}^{-1}$ kod american blonde ale, a najveća srednja vrijednost za koncentraciju fruktozu je $0,90 \text{ g L}^{-1}$ u stout analiziranim uzorcima piva. U IPA uzorcima piva najveća je srednja koncentracija maltoze, a iznosi $5,00 \text{ g L}^{-1}$. Najveća utvrđena srednja vrijednost koncentracije mliječne kiseline iznosila je $1,71 \text{ g L}^{-1}$. U istraživanju Ciosek i sur. (2019) u različitim pivima koncentracija mliječne kiseline kretala se od $2\text{-}6 \text{ g L}^{-1}$. Piva u kojima je kvasac bio prisutan od početka fermentacije ili je dodan nakon 24 sata, sadržaj mliječne kiseline je dosegao oko 2 g L^{-1} . Kada je fermentacija mliječne kiseline provedena u odsutnosti kvasca najmanje 48 sati piva su sadržavala čak 6 g L^{-1} mliječne kiseline i postigla najmanji pH (3,4) (Ciosek i sur. 2020).

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem za srednju specifičnu gustoću u analiziranim uzorcima craft piva kreću se od $1,02$ do $1,05 \text{ g cm}^{-3}$ (Tablica 7-16, Prilog1). Prema istraživanjima drugih autora rezultati specifične mase craft piva iz različitih tipova varirali su od $1,004$ za lager do $1,020 \text{ g cm}^{-3}$ Oatmeal Stout (Meza-Márquez i sur., 2024). Vrijednosti specifične mase bile su i unutar prihvatljivog raspona od $1,001\text{-}1,050 \text{ g cm}^{-3}$ prema Beer Judge Certification programu.

Pivo je izvor alkohola, a njegov sadržaj varira ovisno o vrsti piva, sastojcima naročito šećera i fermentaciji. Kod većine piva udio alkohola kreće se u rasponu od $3\text{-}6\%$ v/v (Bamforth, 2002).

U ovom istraživanju rezultati udjela alkohola različitih tipova craft piva variraju od $4,43$ do $7,17\%$ v/v (Tablica 7-16, Prilog1) i unutar su onih navedenih u literaturi za craft pivo (Gordon i sur., 2018).

Prema nekim istraživanjima udio alkohola u industrijskim pivama kreće se od $4,41\text{-}6,68\%$ v/v, a za craft piva sadržaj alkohola kreće se od $4,4$ do $9,1\%$ v/v što ukazuje na veću tendenciju udjela alkohola u craft pivu (Bamfortih 2002; Silva i sur. 2022). U ovom istraživanju sadržaj alkohola u uzorcima industrijskog piva iznosi od $4,5$ do $5,3\%$ v/v pa su rezultati ovog istraživanja u skladu sa Bortoleto i sur. (2022.). Udio alkohola za rumunjsko svijetlo pivo kretao se od $3,4$ do $3,9\%$ v/v za tamno pivo od $3,7$ do $4,6\%$ v/v Za belgijska i nizozemska piva vrijednosti alkohola kreću se od $5,02$ do $11,21\%$ v/v i za tamna piva od $5,98$ do $11,9\%$ v/v. U pivu iz Belgije, Italije, Njemačke, Japana, Nizozemske, Češke, Kube, Meksika, Danske i Engleske, vrijednosti alkohola kreću se između $0,5$ i $9,5\%$ v/v. Kod španjolskog piva vrijednosti alkohola kreću se od $1,31$ do $5,55\%$ v/v koje su pak vrijednosti usporedive s rumunjskim pivama (Popescu i sur., 2013).

5.4. Mikotoksini u hmelju, sladu i kvascu

Mikotoksini kao toksični sekundarni metaboliti plijesni obično nastaju u fazi intenzivnog rasta plijesni na različitim supstratima, ali nisu nužni za rast plijesni, a plijesan ih sintetizira kao reakciju na okolinu. Budući da su kemijski i toplinski vrlo stabilni spojevi često se nalaze i u gotovom proizvodu, ali je potrebno istaknuti da tijekom konzumacije hrane koja sadrži mikotoksine nema nikakvog senzorskog upozorenja prema do sada dostupnim informacijama iz literature. Posebno su opasni i zbog toga što odsutnost vidljivih plijesni u sirovini odnosno hrani ne isključuje pojavnost mikotoksina. S obzirom na navedeno, jedan od ciljeva ove disertacije bio je dokazati prisutnost mikotoksina u sirovinama za proizvodnju craft piva (hmelj, slad, kvasac) i njihov mogući transfer u konačan proizvod.

U analiziranim uzorcima *hmelja* u prosjeku ima više *Fusarium* mikotoksina nego *Alternaria* mikotoksina. Najveća detektirana koncentracija je za ukupne biljne metabolite, a najniža za ukupne nespecifične metabolite.

Rezultati ukupnih mikotoksina kao i ostalih biljnih, fungalnih i nespecifičnih metabolita prisutnih u hmelju prikazani su u Tablici 18, dok su svi podaci za isto prikazani u Prilogu 2.

Ovim istraživanjem prvi puta je potvrđeno da postoje mikotoksini koji dolaze iz rodova *Fusarium* i *Alternaria* dok ostalih mikotoksina u analiziranim uzorcima nema. Primjerice Ignacio Alonso-Esteban i sur. (2019) utvrdili su prisutnost mikotoksikogenih vrsta plijesni na uzorcima hmelja, no nema dokumentiranih rezultata za pojavnost mikotoksina.

U radu Dodlek Šarkanj i sur. (2024) u uzorcima hmelja prvi puta je potvrđena pojavnost mikotoksina koje sintetiziraju plijesni iz rodova *Fusarium* i *Alternaria*.

Rod *Fusarium* jedan je od najčešće dokazanih u hmelju, poznato je da uzrokuje fuzariozu hmelja (HF) (Kuzdraliński i sur., 2013), pjegavost, folijarnu nekrozu i uginuće zaraženih biljaka i uvenuće hmelja (HW) (Sabo i sur., 2002). Zbog relativno učestale visoke infekcije razvijeni su kvalitativni i kvantitativni PCR testovi za detekciju roda *Fusarium* u hmelju (Thomas i sur., 2022).

Rezultati ukupnih mikotoksina dobiveni ovim istraživanjem potvrđuju kontaminaciju hmelja sa *Alternaria* toksinima. *Alternaria alternata* poznati je proizvođač *Alternaria* toksina (Kovač i sur., 2018; Šarkanj i sur., 2020) i jedna je od plijesni koja inficira biljku hmelja. U svim testiranim uzorcima potvrđena je prisutnost najmanje jednog *Alternaria* toksina, pri čemu je najveća zastupljenost tenuazonske kiseline (TeA) u 100% uzoraka, zatim altersetina (ALT) 98% uzoraka, te alternariolmonometil etera (AME) u 82% uzoraka (Prilog 2). Pojava TTX-a

bila je niska u usporedbi s drugim matricama izmjerenih koncentracija AOH, AME ili TeA. TeA je uvijek veća u koncentraciji i pojavi u usporedbi s drugim toksinima *Alternaria* vrsta.

Ukupni podaci o njihovoj pojavnosti dobro su sažeti u EFSA-inoj procjeni izloženosti prehrane *Alternaria* toksinima. Detaljno je dokumentirano da *Alternaria* spp. proizvodi mikotoksine specifične za vrstu biljke (Meena i Samal, 2019), tako da će svaka matrica imati svoju specifičnu distribuciju različitih *Alternaria* toksina. Budući da su ovo prvi objavljeni rezultati, nije ih moguće usporediti s drugim objavljenim rezultatima.

Tri *Alternaria* mikotoksina (alternariol (AOH), alternariol monometil eter (AME) i tenuazonska kiselina (TeA) preporučuju se za praćenje prema (EC 553/2022), ali ne u uzorcima poput hmelja, vjerojatno zbog nedostatka podataka o njegovoj pojavnosti. Ovim novim podacima hmelj bi mogao biti uključen u plan praćenja, procjenu rizika od strane EFSA-e ili zakonodavstva zbog relativno visoke maksimalne koncentracije TeA ($1174 \mu\text{g kg}^{-1}$), koja premašuje većinu predloženih ograničenja prema preporukama (EC 553/2022) o praćenju prisutnosti toksina *Alternaria* vrsta u ostaloj hrani. Koncentracije druga dva spomenuta *Alternaria* toksina u zakonodavstvu ne prelaze predložene granice, ali zbog njihove toksičnosti ne treba ih isključiti iz praćenja (Louro i sur., 2024).

Rast plijesni roda *Penicillium* rijetko je zabilježen na **hmelju**. Rezultati ovog istraživanja to i potvrđuju jer nije dokazana prisutnost *Penicillium* vrsta (Tablica 6). Dokazano je da ekstrakti hmelja inhibiraju rast nekoliko *Penicillium* vrsta (Nionelli i sur., 2018; Ignacio Alonso-Esteban i sur., 2019). Prisutnost enzima dijastaze iz *Penicillium* spp. koja uzrokuje takozvani "Hop Creep" dokazana je u suho hmeljenom pivu (Cottrell, 2022; Young, i sur., 2023). Nakon identifikacije prisutnosti *Penicillium* spp. nije bilo podataka o prisutnosti njihovih mikotoksina u hmelju.

U ovom istraživanju potvrđena je prisutnost 15 različitih *Fusarium* toksina, a u prosjeku 100% uzoraka bilo je kontaminirano barem jednim od *Fusarium* mikotoksina (Tablica 29, Prilog 2). Od kvantificiranih mikotoksina neki su regulirani *Uredbom Komisije (EC 915/2023)*; primjerice kao što su DON i FB1. Prisutnost T-2 i HT-2 toksina u žitaricama i proizvodima od žitarica regulirani su prema preporukama *Komisije (EC 165/2013)*. Iz *poziva EFSA-e za kontinuirano prikupljanje podataka o pojavi kemijskih kontaminanata u hrani i hrani za životinje* detektirani su BEA, ENNB, ENNB1, ENNB2, ENNB3, MON, NIV i drugi koji se ne spominju u legislativi (Prilog 2).

U uzorcima *hmelja* nisu pronađeni modificirani ili maskirani oblici mikotoksina, vjerojatno zbog relativno niske kontaminacije plijesnima i specifičnih metaboličkih putova u hmelju koji ne uključuju glukuronidaciju i sulfataciju. Uridifosfaglukoziltransferaza (UGT) u biljkama koristi se za maskiranje mikotoksina, ali u hmelju može modificirati aromu hmelja stvaranjem glukozid terpenoida bez okusa (Holt i sur., 2019). Sorte hmelja koje se koriste u pivarstvu obično su one s nižom UGT aktivnošću, što smanjuje njihovu sposobnost obrane od mikotoksina stvaranjem maskiranih oblika. Analizirane su i četiri lokalne divlje sorte hmelja koje također nisu pokazale bolju sposobnost maskiranja mikotoksina u usporedbi s komercijalnim sortama.

Od nereguliranih *Fusarium* mikotoksina u **sladu** potvrđena je prisutnost bikaverina (BKV), butenolida (BUT), kulmorina (CUL) i sikanola (SIC). Uspoređujući regulirane mikotoksine s njihovim zakonskim granicama najveća detektirana koncentracija za DON iznosi $768 \mu\text{g kg}^{-1}$ (Prilog 2). Vrijednost prelazi granice za dječju hranu i prerađenu hranu na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu, kruh, peciva, kekse, grickalice od žitarica i žitarice za doručak, žitarice stavljene u promet za krajnjeg potrošača. Brašno od žitarica, krupica, posije i klice kao i finalni proizvod stavljeni u promet za krajnjeg potrošača te ostali proizvodi od mljevenja kukuruza koji nisu stavljeni u promet za krajnjeg potrošača.

S ovom otkrivenom razinom preporučljivo je izvršiti široki probir i dodatnu procjenu rizika zbog upotrebe hmelja u proizvodima koji su uglavnom topivi u vodi kao što su pivo ili farmaceutski proizvodi. Uspoređujući razine T-2 i HT-2 sa zakonskim propisima svi uzorci s utvrđenim HT-2 toksinom premašili su indikativne razine za hranu na bazi žitarica za dojenčad i malu djecu.

Razine FB1 prilično su niske u usporedbi sa zakonskim granicama, dok je u ispitivanim uzorcima detektirana relativno visoka koncentracija CUL od $1053 \mu\text{g kg}^{-1}$ kao i njegova visoka pojavnost u 55% uzoraka (Prilog 2) što je zabrinjavajuće zbog mogućeg smanjenja kapaciteta detoksikacije prema DON-u za potrošače takve hrane. Druga dva neregulirana, ali vrlo česta, mikotoksina su SIC i BUT u ispitanim uzorcima, ali budući da o utvrđenim koncentracijama nema dovoljno toksikoloških podataka njihovu toksikološku važnost tek treba istražiti.

Rezultati pojavnosti ukupnih mikotoksina te ostalih biljnih, fungalnih, bakterijskih i nespecifičnih metabolita prisutnih u sladu prikazani su u Tablici 19, dok su svi rezultati za isto prikazani u Prilogu 3. Dobiveni rezultati sukladni su rezultatima mikološke analize u kojoj je potvrđena 100% prisutnost vrsta iz rodova *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium* i rod *Penicillium* zastupljen od 87% u sladu (Tablica 6).

U uzorcima *slada* dokazana je najveća pojavnost *Fusarium* i *Aspergillus* mikotoksina, EA, a zatim *Alternaria* i *Penicillium* mikotoksina. Od ostalih metabolita najviše detektiranih ima nespecifičnih metabolita, fungalnih, biljnih i bakterijskih metabolita Tablica 19.

Pronađeni *Alternaria* toksini koji su regulirani prema preporukama (EC 553/2022) za AOH, AME i TeA detektirani su iznad limita detekcije u 33% uzoraka. Uz njih detektirani su i mikotoksini s EFSA-ina popisa poziva za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminanata u hrani i krmivu poput TTX toksina, maskiranih oblika alternariol-9-glukozida i alternariolmonometileter- 9 - glukozida.

Detektirani *Alternaria* mikotoksini koji trenutno nisu regulirani ili su pod posebnim monitoringom su: altersetin u 86% uzoraka, infektopirona (92%), radikinina, zindiola i ziniamida Prilog 3. TeA prisutan je u 76% uzoraka i spada u regulirane mikotoksine, ali zakonska legislativa se još uvijek ne odnosi na slad ili ječam.

Utvrđene vrijednosti za TeA ne prelaze maksimalno dozvoljene koncentracije za začinsku papriku, ali prelaze maksimalno dozvoljene koncentracije hrane za dojenčad i malu djecu, pa se takvi sladovi ne mogu koristiti u svrhu proizvodnje dječje hrane.

U preporukama (EC 553/2022) maksimalne pronađene koncentracije za AOH i AME premašuju vrijednosti hrane za dojenčad i malu djecu na bazi žitarica gdje je propisano maksimalno 2 ng g⁻¹. AOH i AME jedini su *Alternaria* mikotoksini čiji maskirani metaboliti su detektirani u ovom istraživanju.

Njihova pojavnost u uzorcima vrlo je niska za AOH - 9 - Glc u 2% i AME-9- Glc u 7 % uzorka (Prilog 3). Kod AME - 9 - Glc to može biti problematično jer su utvrđene relativno visoke srednje vrijednosti.

U svim uzorcima slada potvrđena je prisutnost *Aspergillus* mikotoksina (Tablica 19, Prilog 3). AFB1 i AFB2 regulirani su Uredbom (EC 915/2023), a detektirani su u samo jednom uzorku u koncentraciji od 2,43 ng g⁻¹, odnosno 0,68 ng g⁻¹ te prelaze maksimalno dozvoljene koncentracije za žitarice i proizvode. Najveća dopuštena količina za AFB1 iznosi 2 ng g⁻¹ odnosno za sumu (AFB1, AFB2 AFG1 i AFG2) iznosi 4 ng g⁻¹. Pojavnost samo AF skupine B upućuje na infekciju slada tijekom skladištenja s plijesni vrste *Aspergillus flavus*.

Sterigmatocistin (STC) kao mikotoksin s EFSA-ina popisa poziva za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminata u hrani i krmivu detektiran je u 10% uzoraka. Najveća pojavnost od *Aspergillus* mikotoksina utvrđena je za fenopirozin, kojičnu kiselinu i triptostatin A.

Abebele (2020) je u svojim istraživanjima izmjerio ukupne AF pomoću ELISA testa i pozitivno je bilo 34% uzoraka s rasponom ukupno detektiranih AF od 0,0005 do 0,004 ng g⁻¹.

Utvrđena je prisutnost AFB1 i AFB2 u 1% uzoraka dok je u sirkovom sladu prema istraživanju Nafuka i sur. (2019) utvrđeno u 44% uzoraka. STC detektiran je 9% uzorka, a u odnosu na ovo istraživanje značajno višoj koncentraciji detektiran je u 89% (Prilog 3). U afričkim uzorcima piva takvi rezultati su i očekivani budući da imaju puno veću kontaminaciju s *Aspergillus* vrstama u odnosu na Europske uzorke (Nafuka i sur., 2019).

Od reguliranih fuzarijskih mikotoksina Uredbom (EC 915/2023) detektirani su: DON u 70% uzoraka, T-2 toksin u 41% uzoraka, ZEN u 34%, HT-2 u 31%, dok su FB1 i FB2 detektirani u samo šest odnosno osam uzoraka. Od *Fusarium* mikotoksina s EFSA-ina popisa poziva detektirani metaboliti DON-a su: 15-Ac- DON u 50% i 3 -Ac- DON u 13 % uzoraka. DON -3 Glc detektiran je u 78% uzoraka čija prosječna vrijednost (159 ng g⁻¹) je veća, nego što je dokazano za sami DON od 3,56 ng g⁻¹ u 21% uzoraka (Prilog 3). Specifičnost koja se događa u sladu je obrambeni mehanizam biljke koja tijekom klijanja razgrađuje škrob te novonastale glukozne jedinice koristi za specifično vezanje mikotoksina čineći ih metabolički inaktivnim u biljkama. Konzumacijom takve biljke crijevna mikoroflora cijepa glukozidnu vezu i konzumenti su tada izloženi većim koncentracijama mikotoksina od onih koji su bili detektirani kao nativni mikotoksini (Kovač i sur., 2018). EFSA je to prepoznala kao opasnost zbog čega je tražila dodatni monitoring maskiranih mikotoksina.

U sladu HT-2 glukozid detektiran je u 37% ispitivanih uzorka i ZEN – 14 sulfat u 43% uzoraka. Pojavnost ZEN – 14 sulfat maskiranog oblika veća je nego nativnog oblika dok je maksimalna izmjerena koncentracija nešto niža nego u nativnom obliku, srednja vrijednost pak je neznajno veća (1 ng g⁻¹). U ispitivanim uzorcima detekiran je i α – ZOL u 8% uzoraka. EFSA je u svom izvješću izračunala da je α - ZOL u prosjeku 60 puta toksičniji od nativnog oblika ZEN-a iako se zbog svoje male pojavnosti ne nalazi u legislativi.

Sljedeća skupina *Fusarium* mikotoksina s EFSA-ina popisa su enniatini. Vrlo visoku pojavnost u ispitivanim uzorcima imaju: BEA, BEA A, ENNA, ENNA1, ENNB, ENNB1 ENNB2, ENNB3 (Prilog 3). BEA detektiran je u svim ispitivanim uzorcima s rasponom vrijednosti od 0,20 do 15,3 ng g⁻¹. BEA A pronađen je u 23% uzoraka, dok su ENNA, ENNA1, ENNB i ENNB1 detektirani u svim ispitivanim uzorcima, ENNB2 u 90%, a ENNB3 u 50% uzoraka. Uz regulirane FB1 i FB2 mikotoksine detektiran je i FB3 u jednom uzorku. Moniliformin koji se nalazi na EFSA-inom popisu detektiran je u 84% ispitivanih uzoraka,

MAS u 29% i DAS u 21% uzorka. Zadanji detektirani *Fusarium* mikotoksin s EFSA -ina popisa je NIV koji je detektiran u 56% uzoraka.

Bikaverin jedan je od *Fusarium* mikotoksina koji se učestalo pronalazi u hrani (Kifer i sur., 2021), a u ovom istraživanju detektiran je u 84% uzoraka. Sljedeći od nereguliranih *Fusarium* mikotoksina koji se pojavljuju u sladu su: krisogin (83 %), CUL u 79% i njegovi metaboliti 15- hidroksi kulmurin u 62% i 5-hidroksi kulmurin u 5%, ekvisetin i epi-ekvisetin (55% odnosno 10%), apsicidin (52%). Sikanol i giberelinska kiselina dokazani su u 50% uzorka. Giberelinska kiselina biljni je hormon rasta koji potiče rast i rano sazrijevanje biljke, a kojeg je *Fusarium* plijesan evolucijom uspješno sintetizirala kako bi natjerala biljku na brži rast čime joj pada imunitet te je tada lakši napad plijesni na same biljke (Berthiller i sur., 2013; Kovač i sur., 2018). Prisutnost ostalih *Fusarium* mikotoksina butenolid, klamidospol i klamidospordioli antibiotik Y, butoksin, fungerin i fuzarenska kiselina dokazani su od 12 do 49% uzoraka (Prilog 3).

Beccari i sur. (2018) ispitivali su pojavnost fuzarijske paleži klasa u pivskom ječmu na pojavnost mikotoksina. U sladu talijanskog ječma požnjelog 2014. godine utvrđeni su sljedeći mikotoksini: DON u 15% uzoraka čije su koncentracije značajno manje od rezultata dobivenim ovim istraživanjem. DON-3- Glc potvrđen je u 19% uzoraka, DAS u 40% uzoraka, a u ovom istraživanju je 21% pozitivnih uzoraka (Prilog 3).

U njihovom istraživanju u višoj pojavnosti detektirani su HT-2 toksin u 60% i HT-2 glukozid u 54% uzoraka. MAS je detektiran u 62% uzoraka čija je prosječna koncentracija bila veća nego u ovom istraživanju. Njihovim istraživanjem detektirana je visoka pojavnost NIV u 83% uzoraka izmjerene koncentracije slične su u ovom istraživanju i prosječno su iznosile su 25,9 ng g⁻¹ (Beccari i sur., 2018).

U ovom istraživanju T-2 toksin detektiran je u 41% uzoraka što je manje u odnosu na njihovo istraživanje čija je detektiranost u 65% uzoraka, a prosječne i maksimalne koncentracije iznosile su 14,9 i 102 ng g⁻¹. Kvantificirali su depsipeptide (ENN) s podjedanko visokom pojavnošću ENNB (100%), ENNB1 (94%), ENNA1 (81%), BEA (79%) i ENNA (60%). Od ostalih *Fusarium* metabolita u ovom istraživanju pronađen je 15-hidroksikulmurin u 62% uzoraka dok je u njihovim uzorcima detektiran u 40% uzoraka. Antibiotik Y bio je detektiran u 29%, apsicidin u 81% uzoraka, a slični rezultati dobiveni su i ovim istraživanjem (Tablica 19, Prilog 3).

Prema istraživanju Beccari i sur. (2018) detektirani su i ostali fuzarijski metaboliti (aurofuzarin, butenolid, krisogin, kulmurin, epiekvisetin i ekvisetin). Ovim istraživanjem su utvrđene značajno više koncentracije navedenih metabolita u odnosu na njihove rezultate. Prisutnost moniliformina ovim istraživanjem utvrđena je u 84% uzoraka, ZEN-a u 34% što je značajno više nego kod istih autora čija je prisutnost moniliformina utvrđena u 23%, a ZEN-a u 4% uzoraka što je značajno manje u odnosu na rezultate dobivene ovim istraživanjem (Tablica 19, Prilog 3).

Ovakvi rezultati ukazuju potrebu za redovitom kontrolom slada koji se koristi u pivarskoj industriji odnosno mogućom potrebom za kontrolom mikotoksina u uzorcima piva kako bi se osiguralo zdravlje potrošača.

Pojavnost *Penicillium* mikotoksina detektirana je u 87% uzoraka slada (Tablica 19). Od reguliranih mikotoksina Uredbom (EC 915/2023) citrinin je detektiran u 62% uzoraka i OTA u 5% uzoraka (Prilog 3). Iz EFSA-ina popisa za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminanata u hrani i krmivu utvrđena je mikofenolna kiselina u 16% uzoraka. Dobiveni rezultati u suglasju su s istraživanjima drugih autora. Čulig i sur. (2017) dokazali su prisutnosti citrinina u hrvatskim žitaricama, a najveća kontaminacija zabilježna je u Osječko-baranjskoj županiji s maksimalnom koncentracijom 70 ng g⁻¹.

Mastanjević i sur. (2019) u preglednom radu opisali su mikotoksine koji se pojavljuju u sladu, te kao najznačajnije naveli OTA i citrinin. Xiao i sur. (2016) razvili su brzu metodu za otkrivanje OTA u sladu te utvrdili pojavnost OTA u 12,5% uzoraka. Od relevantnih detektiranih *Penicillium* mikotoksina mogu se još izdvojiti pirenocin A (57%), ciklopenin (36%) i restin A (19%), s relativno visoko detektiranom koncentracijom od 584 ng g⁻¹, penicilinska kiselina u 17% uzoraka s maksimalnom koncentracijom od 331 ng g⁻¹. Grizeofulvin i dihidrogrizeofulvin bili su prisutni u 12% odnosno 14% uzoraka, aurantiamin A u 12% dok su ostali detektirani mikotoksini ove vrste bili prisutni su manje od 10% uzoraka (Prilog 3).

Europska Unija 2022. godine donijela je amandman o regulaciji OTA u sladu (EC 1370/2022) (EU 2022, 2022). U članku četiri specifično navodi da treba dodatne podatke o transferu OTA iz slada u bezalkoholna i alkoholna pića kako bi se mogla kasnije postaviti pravilna legislativa za maksimalno dozvoljene koncentracije u sladu i pivu. Međutim do danas nema EU legislative što upućuje na nedostatak znanstvenih rezultata koji su nužni za pravilnu procjenu rizika potrošača zbog čega su važna ovakva istraživanja.

Rezultati pojavnosti ergot alkaloida (EA) u uzorcima slada prikazani su u Tablici 19 i Prilogu 3. Postoji više od 80 poznatih EA, najčešći iz *Claviceps* vrste su: ergometrin (Em), ergotamin (Et), ergokristin (Ecr), ergokriptin (Ekr), ergozin (Es) i ergokornin (Eco) i njihovi inin-epimerni oblici ergotaminin (Etn), egometrinin (Emn), egokristinin (Ecrn), ergokriptinin (Ekrn), ergokroninin (Econ) i ergosinin (Esn). Ergotamin i ergozin vrlo su stabilni alkaloidi i zagrijavanje ne utječe na njihovu koncentraciju.

Schwarz i sur. (2007) pratili su sudbinu EA tijekom slađenja i proizvodnje piva te došli do sljedećih zaključaka da tijekom slađenja dolazi do 30%- tne redukcije EA zbog uklanjanja vodotopljivih alkaloida, dok nakon kuhanja u pivu zaostaje između 2 do 32% EA. U njihovom istraživanju dominantni EA bio je ergokristin, dok je u ovom istraživanju dominantniji ergometrin u 19 % uzoraka, a ergokristin samo u 2% uzorka (Prilog 3).

U istraživanju Schwarz i sur. (2007) u ječmenom sladu uz ergokristin bili su prisutni i ergokornin, ergotamin, ergozin te ergokriptin u značajno većim koncentracijskim vrijednostima od detektiranih EA u ovom istraživanju (Prilog 3).

Prema znanstvenom mišljenju EFSA-e (2012) utvrđena je akutna referentna doza (ARfD) od 1 $\mu\text{g kg}^{-1}$ tjelesne mase za EA u hrani i hrani za životinje. Kanada i Sjedinjene Američke Države (SAD) postavile su 300 mg kg^{-1} kao maksimalnu dopuštenu razinu EA u zrnu, a Kina 0,01% ukupnog sadržaja EA u zrnu.

EFSA je preporučila nastavak prikupljanja detaljnih podataka o EA u hrani i stočnoj hrani zbog njihovih visokih toksičnih učinaka. Dostupni analitički rezultati iz uzoraka hrane prikupljenih između 2011. i 2016. u 15 različitih europskih zemalja omogućili su EFSA-i da izrazi svoje znanstveno mišljenje o izloženosti EA u prehrani ljudi i životinja.

Dokazana je i pojavnost *bakterijskih metabolita, ostalih fungalnih metabolita i fitotoksina u sladu*, a od bakterijskih metabolita pronađeni su ciklički ionofori poznati kao makrotetrolidni antibiotici koje proizvode bakterije roda *Streptomyces*. U ovom istraživanju dokazani su u koncentracijama iznad limita detekcije u 12% uzoraka (Prilog3). Fitoestrogeni iznad limita detekcije pronađeni su u 2% uzoraka od kojih zajedno dolaze kumestrol i daidzein, a u jednom uzorku prisutan je biokanin (Prilog 3).

Od *ostalih fungalnih metabolita* najveća je pojavnost teragina u 80% uzoraka, slijedi rubelin D u 69% uzoraka, monocerin u 40% uzoraka te citohalasin E koji je prisutan u 29% uzoraka (Prilog 3). Habschied i suradnici (2019) detektirali su ostale fungalne metabolite gdje je prednjačio rubelin D koji je bio pozitivno koreliran sa kontaminacijom plijesni *Fusarium*

graminarum. Penagos-Tabares i sur. (2022) su u komini od proizvodnje piva od fungalnih metabolita detektirali monocerin u 5%, rubelin D u 90% uzoraka.

Nafuka i suradnici (2019) istraživali su pojavnost mikotoksina u sladu od slanutka te potvrdili pojavnost monaktina u 40% uzoraka, monocerina u 100% uzoraka u koncentracijama od 293-1120 ng g⁻¹. Drakopolous i sur. (2021) u Švicarskom ječmu utvrdili su visoku pojavnost rubelina D u 99% uzoraka i monocerina u 77% uzoraka. Rezultati pojavnosti biljnih metabolita i nespecifičnih metabolita u sladu bili su prisutni u 100% uzoraka (Tablica 19). Od biljnih metabolita iz skupine cijanogenih glukoziđa najveću pojavnost imao je epiheterodendrin (94%), linamarin (6%) i lotaustralin koji su u svim uzorcima detektirani iznad limita detekcije (Prilog 3).

Rezultati ovih istraživanja u suglasju su s rezultatima drugih znanstvenika koji su potvrdili pojavnost cijanogenih glukoziđa u sladu (Garda i sur., 2005; Mastanjević i sur., 2018; Habschied i sur., 2019). Tijekom fungalne kontaminacije neke se biljke pomoću cijanogenih glukoziđa bore protiv napada plijesni dok kod ječma ta aktivnost nije potvrđena. Poznata je toksičnost cijanida na aerobne organizme zbog čega se vjeruje da je to evolucijski korak ječma prema prirodnoj obrani od plijesni iako još nema evoluirane enzime za oslobađanje cijanida (Vetter, 2000).

Od *nespecifičnih metabolita* najveću pojavnost imaju triptofol, rugulusolvin i brevianamid F prisutni u 100% uzoraka. Emodin je prisutan u 77% uzoraka te citreerozein u 76% (Tablica 30, Prilog 3). Sličnu pojavnost nespecifičnih metabolita u sladu detektirali su i ostali autori koji su ispitivali sladove multitoksičnom metodom. Triptofol osim što je jedan od nespecifičnih metabolita služi za signaliziranje kvoruma kod kvasaca i za međustaničnu komunikaciju (Li i sur., 2023).

U Tablici 20 prikazani su rezultati pojavnosti metabolita u uzorcima *kvasaca*, dok su ostale vrijednosti istih prikazne u Prilogu 4. Detektirana je prosječno niža koncentracija metabolita u odnosu na ostale sirovine za proizvodnju piva (hmelj, slad). Izuzev triptofola koji je u ovim uzorcima statistički u značajno većim koncentracijama u odnosu na ostale metabolite ($p < 0,05$).

Smatra se da detektirani mikotoksini u uzorcima kvasca dolaze iz podloga na kojima su se kvasci uzgajali, a koje mogu sadržavati mikotoksine. U svim uzorcima detektirana je kojična kiselina. Fuzarijski mikotoksini detekirani su u 58% uzoraka s najvećom koncentracijom fuzarične kiseline, CUL i klamidoprola dok su ostali mikotoksini bili ispod 1 ppb.

Od *Penicillium* metabolita detektiran je samo citrinin u 13% uzoraka. *Alternaria* toksini detektirani su u 48% uzoraka uz najveću pojavnost regulirane TeA kiseline. Od ostalih fungalnih metabolita dokazan je monocerin u 58% uzoraka. Od fitoestrogena u svim uzorcima detektiran je biokannin, a od biljnih metabolita kakonin. Kod nespecifičnih metabolita najznačajniji su triptofol i brevianamid F detektirani u 100% uzoraka dok su ostali pronađeni u 35% uzoraka.

Wall-Martinez i suradnici (2019) istraživali su utjecaj *Fusarium* mikotoksina na fermentaciju sladovine pomoću *Saccharomyces* kvasaca. Zaključili su da prisutnost DON-a i ZEN-a nema statistički značajniji utjecaj na produkciju alkohola te da se u prosjeku adsorbira 3,11% DON- a, 18,9% ZEN-a na staničnu stijenku kvasca *S. cerevisiae*.

Inoue i suradnici (2013) ispitivali su sudbinu mikotoksina tijekom kuhanja sladovine i vrenja piva. Početne koncentracije ispitivanih mikotoksina (OTA, AFB2, AFB1, AFG1, FB2, ZEN, i PAT) tijekom fermentacije reducirane su na manje od 20% u žitaricama, najvjerojatnije zbog vezanja na trop žitarica i staničnu stijenku kvasca.

Pascari i sur. (2018) napravili su pregled utjecaja procesa proizvodnje piva na kontaminaciju mikotoksinima. Nekoliko je primjera o utjecaju fermentacije na vezanje mikotoksina za staničnu stijenku kvasca. Napolarni mikotoksini se vežu za betaglukane stanične stjenke kvasca pomoću vodikovih veza i Van der Waalsovih veza. Najveći stupanj adsorpcije zabilježen je za ZEN 75,1%, zatim OTA 59,4%, odnosno AFB1 48,1% (Pascari i sur., 2018).

Pflieger i sur. (2015) daju pregledni članak o dekontaminaciji mikotoksina pomoću kvasca gdje su pokazali na koje sve načine stanica kvasca može vezati ili razgraditi određene mikotoksine. Prema spomenutim autorima pojavnost mikotoksina u kvascu može se objasniti mogućim prelaskom mikotoksina iz mikrobiološke podloge preko stanične stijenke kvasca što je vjerojatno i jedan od razloga dobivenih rezultata ovog istraživanja (Tablica 20 i Prilog 4).

5.5. Mikotoksini u craft pivu

U Tablicama 21 do 32 prikazani su sumarni podaci pojavnosti mikotoksina, biljnih, fungalnih, bakterijskih te nespecifičnih metabolita u različitim tipovima craft piva kao i industrijskom pivu. Rezultati pokazuju da su u svim ispitivanim tipovima craft piva pronađeni

Alternaria, *Aspegillus*, *Fusarium* i *Penicillium* mikotoksini. Od ostalih metabolita pronađeni su ergot alkaloidi te biljni, fungalni, bakterijski i nespecifični metaboliti.

U uzorcima craft **lager** piva u najvećoj koncentraciji detektirani su *Alternaria* mikotoksini od 51,68 ng mL⁻¹, slijede *Aspegillus*, *Fusarium* i *Penicillium*. Od ostalih metabolita detektirani su fungalni u 47% uzoraka, EA u 11%, a bakterijski u 5% uzoraka. Kod industrijskog lager piva bakterijski metaboliti, EA i ostali fungalni metaboliti nisu bili detektirani, ali bila je utvrđena veća koncentracija *Alternaria* i *Fusarium* mikotoksina te nespecifičnih metabolita (Tablica 18, Prilog 5).

U **pilsner** craft pivu potvrđena je najveća koncentracija *Alternaria* mikotoksina (66,35 ng mL⁻¹) u odnosu na ostale prisutne mikotoksine, zatim EA (0,63 ng mL⁻¹) (Tablica 31) a bakterijski metaboliti su dokazani u 33% uzoraka (Prilog 5). U odnosu na ostale tipove craft piva najveća prosječna koncentracija svih mikotoksina detektirana je kod **pale ale** piva i to *Aspegillus* toksini 100,95 ng mL⁻¹, *Alternaria* toksini 86,54 ng mL⁻¹ i *Fusarium* toksini 45,43 ng mL⁻¹. Fungalni metaboliti detektirani su u 78% uzoraka, EA u 56% uzoraka, a bakterijski metaboliti nisu detektrani (Prilog 5). U **ale** i **amber ale** craft pivama najveća prosječna koncentracija detektirna je za *Alternaria* mikotoksine (59,74 ng mL⁻¹; 65,91 ng mL⁻¹). Prosječna vrijednost za ukupne biljne metabolite bila je najveća za ale piva te je iznosila 4199,87 ng mL⁻¹ (Tablica 31, Prilog 5).

Prisutnost EA i ostalih fungalnih metabolita detektirana je u 67% uzoraka **american blonde** ale piva, a bakterijskih metabolita u 33% (Tablica 26, Prilog 5). Kod **blonde ale** craft piva prosječna koncentracija *Alternaria* mikotoksina iznosila je 59,93 mg mL⁻¹, EA 0,23 mg mL⁻¹ a fungalnih metabolita 0,16 mg mL⁻¹ (Tablica 27 i 31, Prilog 5), dok je kod industrijskog blonde ale piva prosječna koncentracija *Alternaria* mikotoksina iznosila 67,68 mg mL⁻¹, za EA 0,06 mg mL⁻¹ i ostalih fungalnih metabolita 0,21 mg mL⁻¹. Koncentracija svih mikotoksina, bakterijskih metabolita i ostalih fungalnih metabolita bila je manja u industrijskom pivu u odnosu na craft piva. Jedino je detektirana povećana koncentracija biljnih metabolita, te ostalih nespecifičnih metabolita (Tablica 32, Prilog 5).

U uzorcima **IPA**, nakon pale ale zabilježena je najveća prosječna koncentracija za *Alternaria* mikotoksine (74,16 ng mL⁻¹). Sličan trend je i za EA koji su detektirani u 71% uzoraka, a ostali fungalni metaboliti u 29% uzoraka. Industrijski uzorak IPA piva imao je veće koncentracije *Aspegillus* i *Penicillium* mikotoksina, a slijede ih EA i ostali fungalni te biljni metaboliti. U craft pivu zabilježena je veća koncentracija *Fusarium* mikotoksina (40,57 mg mL⁻¹) te nespecifičnih metabolita (Tablica 23, Prilog 5).

Iznos prosječne koncentracije mikotoksina za *porter* piva skoro je podjednak za *Alternaria* (63,58 ng mL⁻¹) i *Aspergillus* mikotoksine (61,24 ng mL⁻¹). Nešto manja vrijednost istih mikotoksina zabilježena je kod *stout* craft piva, ali utvrđena je najveća koncentracija *Penicillium* mikotoksina (18,25 ng mL⁻¹) u odnosu na sve tipove piva. Svi ispitivani uzorci porter craft piva kontaminirani su s EA, a 50% uzoraka s ostalim fungalnim metabolitima, dok bakterijski metaboliti nisu utvrđeni. Industrijska stout piva imaju veće koncentracije EA i ostalih fungálnih metabolita, dok je za sve detektirane mikotoksine veća koncentracija bila utvrđena u craft uzorcima piva (Tablica 21-30, Prilog 5).

U prosjeku najveće koncentracije *Alternaria*, *Aspergillus* i *Fusarium* mikotoksina, ukupnih ostalih fungálnih metabolita i ukupnih biljnih metabolita nalaze se u pale ale craft pivu. Najveća koncentracija EA je u pilsner craft pivu, a *Penicillium* mikotoksina i nespecifičnih metabolita u stout craft pivu. Ukupnih bakterijskih metabolita najveća je u lager craft pivu (Tablica 30 i 31, Prilog 5).

Prisutnost *Alternaria* mikotoksina dokazna je u svim ispitivanim uzorcima craft piva čije su vrijednosti prikazne u Prilogu 5. Najveća pojavnost u uzorcima craft piva zabilježna je za TeA kiselinu čija najveća koncentracija iznosi 99,48 mg mL⁻¹. Regulirana je prema Uredbi (EC 553/2022) u hrani baziranoj na žitaricama za djecu i dojenčad u najvećoj dopuštenoj količini od 500 ng g⁻¹. Od ostalih reguliranih *Alternaria* toksina bili su prisutni alternariol u 15% svih uzoraka i alternariolmetileter s 35% pozitivnih uzoraka.

TTX jedan od mikotoksina koji je spomenut u EFSA-inom popisu mikotoksina za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminanata u hrani i krmivu dokazan je u 58% uzoraka prosječne koncentracije 0,10 ng mL⁻¹. Detekcija maskiranog oblika *Alternaria* mikotoksina, alternariolmonometileter-glukozid detektirana je u 15% uzoraka.

Prusova i suradnici (2022) pratili su transfer slobodnih i konjugiranih *Alternaria* i *Fusarium* mikotoksina tijekom proizvodnje slada i kuhanja piva. Kod konvencionalnog slađenja koncentracija *Alternaria* mikotoksina se reducira, ali i dalje su najveće koncentracije zadržane u sladu. Manje koncentracije utvrđene su u korjenčićima za vrijeme klijanja slada u vodi. Tijekom proizvodnje piva koncentracija AOE i AME i TTX-a je padala dok je koncentracija TeA kiseline porasla u odnosu na slad s kojim se pivo pripremalo. Kod ubrzanog slađenja došlo je do porasta koncentracije AOH, AME i TeA kiseline, a koncentracija TTX pala je na 74% od početne koncentracije.

Siegl i sur. (2010) utvrdili su *Alternaria* mikotoksin TeA kiseline u pivu s njemačkog tržišta, a najveća koncentracija nađena je u Bock pivu.

Vrijednosti za koncentracije bile su manje od koncentracija utvrđene ovim istraživanjem što potvrđuje sezonski karakter infekcije sirovina za proizvodnju piva s *Alternaria* plijesnima te potrebu za redovitim monitoringom i procjenom rizika od istih.

Scheibenzuber i sur. (2021) napravili su analizu 13 različitih *Alternaria* mikotoksina i njihove modificirane metabolite u 50 uzorka njemačkog piva. Utvrđena je samo prisutnost TeA kiseline u Bock pivu od 16,5 ng mL⁻¹. U ovom istraživanju najveća izmjerena koncentracija TeA kiseline bila je u pale ale pivu i iznosila je 99,5 ng mL⁻¹, a prosječna koncentracija iznosila je 45,6 ng mL⁻¹.

Prelle i sur. (2013) u talijanskim uzorcima piva detektirali su AOE s maksimalno uvrđenim koncentracijama koje su značajno veće od maksimalne utvrđene koncentracije ovim istraživanjem. Rezultati ovog istraživanja slični su rezultatima istraživanja Bauer i sur. (2016).

Dobiveni rezultati utvrđuju 100%-u prisutnost *Aspergillus* mikotoksina u svim uzorcima piva čije su vrijednosti prikazne u Tablicama 21-30 i Prilogu 5. Srećom za potrošače u uzorcima piva nema potvrđenih reguliranih mikotoksina ove vrste (AF i OTA). Od ostalih relevantnih visoko pojavljujućih mikotoksina u ispitivanim uzorcima bio je fenopirozin prisutan u 55% uzoraka, slijedi dekostriotkvalin A (24%) i kinadolin A (12%).

Pojavnost *Aspergillus* mikotoksina najčešće je povezana s nepravilnim skladištenjem sirovina za proizvodnju piva. Pojavnost *Aspergillus* mikotoksina nije prijavljena kod ostalih istraživanja koja su se foksirala na regulirane mikotoksine.

Fusarium mikotoksini bili su prisutni u svim ispitivanim uzorcima craft piva, a prikazani su u Tablicama 21-30 i u Prilogu 5. Najveća pojavnost od 94% bila je zabilježena za mikotoksin kulmorin (CUL), 15-hidroksikulmurin u 89%, a beauvericin (BEA) u 91% ispitivanih uzoraka. Uz napomenu da je u ovom istraživanju detektiran u svim analiziranim uzorcima craft piva i ni u jednom industrijskom pivu. Detektiran je i FB3 (18%) koji nije reguliran, ali je EFSA zatražila podatke o njegovoj pojavnosti sa čak nešto većom maksimalnom vrijednošću od FB2. Moniliformin detektiran je u 86% uzoraka, a ista pojavnost utvrđena je za ENNB sa značajno manjom koncentracijom.

Regulirani mikotoksini prema (EC 915/2023), FB1 i FB2 detektirani su u 80% uzoraka. Od reguliranih mikotoksina DON je prisutan u 20% uzoraka uz napomenu da je pronađen u svim industrijskim pivima i u 7 uzoraka craft piva (B55,B56, B33, B09-B12). ZEN je detektiran u 9% svih craft piva (B02,B08,B12,B23,B27) sa relativno malim koncentracijama (Prilog 5).

Varga i suradnici (2013) napravili su ispitivanje pojavnosti DON-a i njegovih konjugata; DON-3-Glc, i 3-Ac- DON-a u 374 uzoraka piva među kojima je 11 industrijskih piva bilo iz Republike Hrvatske. U svim ispitivanim uzorcima potvrđena je pojavnost DON-3-Glc, dok je DON bio potvrđen u 82 % uzoraka.

Ovim istraživanjem utvrđena pojavnost DON-a iznosila je 20% od ispitivanih uzoraka, a za DON-3-Glc iznosila je 39%. Uz napomenu da je u svim industrijskim uzorcima piva utvrđen DON, dok DON-3-Glc nije bio potvrđen ni u jednom od uzorka (Prilog 5). Varga i suradnici (2013) napravili su ispitivanje pojavnosti DON-a i njegovih konjugata; DON-3-Glc, i 3-Ac- DON-a u 374 uzoraka piva među kojima je 11 industrijskih piva bilo iz Republike Hrvatske. U svim ispitivanim uzorcima potvrđena je pojavnost DON-3-Glc, dok je DON bio potvrđen u 82 % uzoraka.

Utvrđena prosječna koncentracija za DON u ovom istraživanju bila je nešto veća od $12,0 \text{ ng mL}^{-1}$ u rasponu od 5,2 do $31,2 \text{ ng L}^{-1}$. Dok je za DON-3-Glc prosječna vrijednost bila nešto manja $8,13 \text{ ng mL}^{-1}$ u rasponu od 3,04 do $17,1 \text{ ng mL}^{-1}$ u odnosu na njihovo istraživanje. Ni u jednom od ispitivanih uzoraka ovog istraživanja nije utvrđen 3-Ac-DON (Prilog 5) kao ni kod Varga i sur. (2013).

Od modificiranih mikotoksina s EFSA-ina popisa detektrani su sljedeći modificirani oblici DON-a; 15-AC – DON utvrđen u 11% uzoraka, a maksirani oblik DON-3- Glc u 39% uzoraka što je više nego nemaskirani oblik DON- a. Uz njega je detektiran NIV i nivalenol -3 -glukozid u 27% svih uzoraka. Pronađen je i modificirani oblik ZEN-a; ZEN -14- sulfat u 29% uzoraka dok je ZEN dokazan u 9%. Detektiran je i maskirani oblik; metabolit β -zeralenol u 3% uzoraka (Prilog 5).

Od skupine enniatina za koje je EFSA tražila posebno praćenje prema pojavnosti najčešće detektrani su: BEA (91%), ENNB (86%), ENNB1 (67%), ENNA1 (15%) , ENNB2 (11%), ENNB13 (15%) te ENNA (2%), a maksimalne koncentracije svih bile su ispod 1 ng mL^{-1} (Prilog 5).

Pravilnikom (EC 165/2013) regulirani su T-2, HT-2 i HT-2- glukozid maskirani oblik HT-2 toksina. Najveću pojavnost imao je HT-2 toksin koji je bio detektiran u 32% uzoraka, slijedi njegov glukozid u 26% uzoraka. T-2 toksin detektiran je u 21% svih uzoraka craft piva. Uz navedene iz EFSA-ine liste detektiran je i diacetoksiscirpenol (DAS) u 5% uzoraka i monoacetoksiscirpenol (MAS) u 8% uzoraka.

Od ostalih nereguliranih *Fusarium* mikotoksina koji nisu posebno spomenuti u pravilnicima ili EFSA-inim uputama za monitoring pronađeni su: 15-hidroksi kulmurin (89%) bikaverin (8%), butenolid (30%), klamidospolol (14%), krisogin (78%), dihidroklonektrin (32 %) i fungerin (42 %) i fuzarinska kiselina detektirana je u 18% uzoraka (Prilog 5).

Mastanjević i sur. (2018) napravili su istraživanje prijenosa mikotoksina iz sirovina u pivo. U dva ispitivana uzorka provjeravan je sadržaj *Fusarium* mikotoksina nakon što je jedan od uzoraka kontaminiran sa sporama plijesni *Fusarium culmorum*. Drugi uzorak pšenice prirodno je kontaminiran u polju, ali nije sadržavao kvantificirajuće koncentracije *Fusarium* mikotoksina. Namjerno kontaminirani uzorak sadržavao je široki spektar i visoke koncentracije *Fusarium* mikotoksina u pivu. U takvom pivu ZEN je detektiran u većim koncentracijama od dobivenih rezultata ovog istraživanja. U analiziranim uzorcima ovog istraživanja najmanja koncentracija BEA iznosila je 0,095 ng mL⁻¹ dok je u njihovim uzorcima BEA detektiran u manjoj koncentraciji i od minimalno određene koncentracije ovog istraživanja što potvrđuje sezonsku pojavnost ENN (Mastanjević i sur., 2018). CUL i 15-hidroksi kulmurin detektirani su detektirani u ovom istraživanju u manjim koncentracijama u odnosu na njihove rezultate.

Pronađeni su i neki drugi *Fusarium* mikotoksini u pšeničnom sladu poput NIV, NIV-3 Glc, aurofuzarin ali isti nisu nađeni u konačnom uzorku piva koje je bilo proizvedeno od takvog kontaminiranog slada (Mastanjević i sur., 2018).

Mbugua i Gathumbi (2004) proveli su istraživanje o kontaminaciji lager piva s *Fusarium* mikotoksinima gdje su od 75 komercijalnih industrijskih piva pomoću ELISE određivali *Fusarium* mikotoksine DON, ZEN i FB1. U 100% uzoraka bila je utvrđena prisutnost DON-a, ZEN-a te FB1 u 72% uzorka. Srednja vrijednost za DON ima manju koncentraciju od utvrđenih koncentracija ovog istraživanja (Tablica 18, Prilog 5). Koncentracije ZEN-a i FB1 imale su manje vrijednosti nego utvrđene ovim istraživanjem. Mogući razlozi manjih vrijednosti u njihovom istraživanju su zbog utjecaja matrice na ELISA test koji je bio korišten ali ne i predviđen za mjernje mikotoksina u pivu ili zbog sezonske promjene pojavnosti mikotoksina u sirovinama iz kojih je isto proizvedeno (Mbugua and Gathumbi, 2004).

Peters i sur. (2017) istražili su pojavnost mikotoksina na 1000 uzoraka craft piva. Utvrđeni *Fusarium* mikotoksini su DON, ZEN, FB, T-2 i HT-2 toksini. Koncentracije za DON bile su potvrđene u 40,6% od ukupno ispitivanih uzoraka piva. Najveća utvrđena koncentracija za FB iznosila je 69 ng mL⁻¹ što je značajno veća koncentracija u odnosu na koncentracije dobivene ovim istraživanjem uz napomenu da se uspoređuju ukupni FB.

Razlika u dobivenim rezultatima može se objasniti i činjenicom da su koristili ELISA-u koja ne razlikuje kemijski srodne mikotoksine. Usporedbom rezultata dobivenih ELISA-om te LC/MSMS metode utvrđeno je značajno odstupanje u rezultatima zbog moguće detekcije strukturno sličnih modificiranih mikotoksina pomoću njihovog mikrosfernog imunotesta provedenog na protočnoj citometriji (Peters i sur., 2017).

Bertuzzi i sur. (2011) analizirali su 106 piva iz nekoliko europskih država od čega 11 iz RH te utvrdili pojavaost DON-a u 66% ispitivanih uzoraka odnosno 54 % uzoraka iz RH. Utvrđena pojavaost DON-a u njihovim uzorcima nešto je veća od dobivenih rezultata ovog istraživanja. Ako se pak uspoređuju samo industrijska piva pojavaost je i veća, dok je maksimalno detektirana koncentracija bila nešto veća u ovom istraživanju. Kad se usporede samo industrijska piva u oba istraživanja maksimalno određena koncentracija gotovo je jednaka ovom istraživanju (18,8%). Isti autori određivali su i pojavaost FB-a u određenim uzorcima piva gdje je FB1 utvrđen u 97% ispitivanih uzoraka, FB2 u 58% uzoraka.

Pojaavnost u ovom istraživanju za FB1 iznosila je 83%, za FB2 80% jer metoda ima manji limit detekcije za FB2 što se očituje i po rasponu detektiranih koncentracija.

Prusova i sur. (2022) odredili su *Fusarium* mikotoksine u pivu gdje su potvrdili NIV čija je prisutnost bila utvrđena u svih pet uzoraka što je više u odnosu na rezultate ovog istraživanja. Potvrđeni su T-2 i HT-2 toksini sa značajno višom srednjom vrijednošću nego vrijednosti dobivene ovim istraživanjem.

U svim uzorcima craft piva utvrđeno je povećanje pojavaosti *Penicillium* mikotoksina u iznosu od 10% u odnosu na slad (Prilog 5). Najvjerojatnije zbog nepravilnog skladištenja sirovina u pivovarama ili čak loše higijene prostora u kojem se pivo priprema, a mikotoksini mogu dospjeti u pivo i putem prašine. Od mikotoksina koji su regulirani Uredbom (EC 915/2023) u jednom uzorku detektiran je OTA, citrinin u 64%, mikofenolna kiselina u 45%, kurvulin 92% i hidroksikurvulin 27%, a bilaid A u 56% uzoraka sa relativno niskim prosječnim koncentracijama $0,06 \text{ ng mL}^{-1}$ (Prilog 5). Slijedi grizeofulvin (24%), dihidrogrizeofulvin (11%), i deklorogrizofulvin (3%), citreohibridinol (23%), kinolaktin B i kinolaktin A (38%). Felutanin A detektiran je u svim ispitivanim uzorcima, ostali mikotoksini bili su prisutni u manje od 15% svih ispitivanih uzoraka (Prilog 5).

Araguas i sur. (2005) analizirali su pojavaost OTA u 31 uzorku piva iz Španjolske. OTA je utvrđen u 77% uzoraka čija je koncentracija slična s dobivenim rezultatima analiziranih uzorka piva ovog istraživanja. Prado i sur. (2003) proveli su analizu na 30 uzoraka piva u Brazilu gdje su potvrdili pojavaost OTA u 23,1 % uzoraka.

Prelle i sur (2013) napravili su istraživanje 30 europskih piva, OTA je bio prisutan u 16,7% uzoraka, dok su ., (2013). Daško i sur. (2005) u svojim istraživanjima utvrdili OTA u 20 uzorka piva iz Slovačke i 4 strana uzorka piva gdje je OTA bio prisutan u 70%.

Ikalafeng i sur. (2013) utvrdili su sezonsku varijaciju pojavnosti citrinina u tradicionalno kuhanom afričkom pivu. U 100% ispitivanih uzoraka dokazano je značajno više citrinina nego što je dobiveno ovim istraživanjem. Međutim, treba napomenuti da je u istraživanju korištena ELISA koja tvornički nije validirana za mjernje citrinina u pivu već su istraživači proveli internu validaciju.

Lhotska i sur. (2016) razvili su brzu metodu za određivanje OTA i citrinina u lager pivima te su proveli mjerenje na 49 uzoraka piva iz Češke gdje je u 8% svijetlih lager piva potvrđen citrini. U pšeničnim pivima veća je pojavnost citrinina (17%) ali su detektirane koncentracije manje.

Pojavnost ostalih *Penicillium* mikotoksina koji su utvrđeni ovim istraživanjem nisu bili zabilježeni u znanstvenoj literaturi te su ujedno i znanstveni doprinos ovog istraživanja.

Ergot alkalodi i njihova pojavnost utvrđena je u 45% svih uzoraka craft piva sa relativno niskom prosječnom ukupnom koncentracijom $0,15 \text{ ng mL}^{-1}$ (Tablice 18-28, Prilog 5). Najčešće detektiran EA bio je ergometrin u 41% ispitivanih uzoraka. Svi ostali detektirani EA (ergin, ergokriptin, ergometrinin, ergozin, ergozinin) bili su prisutni s maksimalnom vrijednošću manjom od $0,13 \text{ ng mL}^{-1}$ uz napomenu da su bile pronađene statistički značajno veće koncentracije u industrijskim pivima u odnosu na craft piva.

EFSA je 2012. godine propisala podnošljivi dnevni unos (eng. *Tolerable Daily Intake*) (TDI) za sumu EA od $0,6 \mu\text{g kg}^{-1}$ tjelesne mase. Izmjerne koncentracije ukupnih EA u pivu ne predstavljaju značajan rizik za zdravlje potrošača. Osoba prosječne tjelesne mase od 70 kg trebala bi popiti 19,27 litara piva da bi prešla TDI od $0,6 \mu\text{g kg}^{-1}$ tjelesne mase.

Bauer i sur. (2016) istraživali su pojavnost EA u 44 uzorka piva s njemačkog tržišta gdje je 93% uzoraka bilo pozitivno na ergometin. U ovom istraživanju prosječne vrijednosti za ergometin bile su slične rezultatima Bauer i suradnicima. Schwarz i sur. (2007) pratili su transfer EA iz žitarica u pivo te su utvrdili da se EA transferiraju iz žitarica u pivo od 2 do 14%.

Dobiveni rezultati o *pojavnosti biljnih, bakterijskih i ostalih fungalnih metabolita u svim uzorcima craft piva*, ukazuju da su biljni metaboliti detektirani u 100% uzoraka. Bakterijski metaboliti detektirani su samo u 5% uzoraka, a ostali fungalni metaboliti u 53% uzorka. Drugi

istraživači nisu pratili detektirane metabolite u pivu, detektirali su cijenogene glukozide u pivu, linamarin i lotaustralin (Mastanjević i sur., 2018).

Pojavnost ostalih nespecifičnih metabolita u pivu utvrđena je u svim ispitivanim uzorcima piva (Tablica 31-32, Prilog 5). Najveću pojavnost pokazali su triptofol, ruguluslovin, ciklički dipeptidi ciklo (L-Pro-L-Val), ciklo (L-Pro-L-Tyr), ciklo (L-Leu-L-Pro), ciklo (L-Ala-L-Pro) te brevianamid F koji su bili prisutni u svim uzorcima piva. Ostali nespecifični metaboliti bili su prisutni od 18 do 91% (Tablica 31, Prilog 5). Mastanjević i suradnici (2018) potvrdili su slične koncentracije nespecifičnih metabolita u uzorcima piva (Mastanjević i sur., 2018).

5.6. *Senzorska analiza craft piva kvantitativnom deskriptivnom metodom (QDA)*

U ovom istraživanju uzorci piva senzorski su procijenjeni korištenjem QDA metode. Mjerenje su provodili educirani panelisti iz Carlsberg Croatia. Deskriptivna analiza uključivala je određivanje kvalitativnih i kvantitativnih svojstva različitih tipova craft piva i industrijskih piva putem osjetila panelista koristeći obrazac A, Prilog 6 (Simpson, 2016).

Kvalitativna faza uključivala je kušanje piva kako bi se odredili deskriptori za svaki tip piva. U kvantitativnoj fazi panelisti su procijenili intenzitet deskriptora ocjenom od 0 do 9, te konačni intenzitet senzorskog profila na stvaranje općeg dojma okusa piva skalom od 0 do 100 za svaki tip piva. Svi uzorci piva bili su kodirani troznamenkastim brojem, ohlađeni i servirani panelistima obzirom na tip piva dok se između svake serije piva provodila stanka.

Rezultati dobiveni QDA od strane panelista za senzorski profil pojedinog tipa piva (lager, pilsner, pale ale, ale, amber ale, indian pale ale, blond ale, american blond ale, porter i stout) prikazani su „paukovim mrežama“ na Slikama 21 do 30.

Senzorski profil *lager* craft piva panelisti su okarakterizirali kao gorak, kiseo te da piva imaju aromu žitarica odnosno na biskvit/kruh. Piva su okarakterizirali kao vodenasta te s izraženim metalnim okusom u ustima. Na kvalitetu pjene to može imati negativan utjecaj, a ujedno potiče stvaranje ustajalog i sumporastog okusa.

Pilsner piva u pravilu su okarakterizirana kao kisela, s užeglim okusom. Užegli okus u ustima i okus na maslac/otapalo može dati diacetil. Za neke tipove piva poput stouta, scotch ale i pilsnera, povećana koncentracija diacetila je prihvatljiva jer doprinosi karamelnom okusu piva (Humia i sur., 2019). Od aromatičnih nota prevladao je etil-heksanoat koji se u velikim

koncentracijama smatra “off-flavour“-om, s osjećajem u ustima na ulje od hmelja (FlavorAct, 2019).

Pale ale piva od strane panelista okarakterizirana su kao aromatična piva s izraženim cvjetnim i biljnim notama dajući pivu aromu na orašasto i karamelu stvarajući tako punoću u ustima. Pale ale ujedno su okarakterizirana kao piva koja imaju gorak i sumporast okus.

Amber ale piva okarakterizirana su kao gorka piva s aromom karamele i zrnatim karakterom. Umjerena je prisutnost biljnih nota, a od aroma izdvaja se zemljano, po pljesnivom i sumporasto.

Ale stil piva od strane panelista okarakterizirana su kao hmeljasta s cvjetnim notama i aromom karamele. Okus im je gorak i sumporast stvarajući oksidiran i pljesniv osjećaj u ustima.

American blond ale piva okarakterizirana su kao piva gorkog i sumporastog okusa. Piva su lagano aromatična s aromom žitarica, s prisutnim biljnim i orašastim notama.

Blond ale piva okarakterizirana su kao aromatična s aromom po žitaricama i karameli. Lagano su gorkog i sumporastog okusa, s maslačnim osjećajem u ustima.

Indian pale ale (IPA) piva panelisti su okarakterizirali kao lagano gorka, s pljesnivim osjećajem u ustima. Aroma piva podsjeća na žitarice, s karamelnim i voćnim notama i izraženom punoćom u ustima.

Porter piva okarakterizirana su kao piva s izraženom aromom na žitarice, s okusom karamele i aromom kave. Piva imaju oksidiran, ustajao i pljesniv osjećaj u ustima.

Stout piva srednjeg su gorkog okusa, s izraženom aromom na biskvit i okus karamele, te s osjećajem u ustima na čokoladu, kavu, dim i med.

Analizirana craft piva dobivena su prema izmjenama recepata za proizvodnju industrijskih piva bilo da se dodaju različiti novi sastojci ili pak razvojem metode alternativnog kuhanja piva prema uputama na web stranicama Certifikacijskog programa Beer Judge (Anonymous, 2023b). Za određeni tip piva koriste se smjernice od udruge pivara 2023 (Anonymous, 2023a).

Panelisti su od ostalih okusa ili osjećaja u ustima utvrdili ustajali okus i okus „po pljesnivom“. Plijesni ne rastu u sladovini ili pivu, njihova prisutnost u ječmu može imati negativan utjecaj na kvalitetu slada, sladovine i u konačnici piva. Brojne plijesni mogu zaraziti ječam i uskladišteni slad, a neke vrste plijesni iz roda *Fusarium* povezane su s šikljanjem piva (Vaughan, i sur. 2005). Prema istraživanju pivo koje je bilo kuhano kontaminiranim sladom s *Aspergillus fumigatus* imalo je izraženu „hrapavost“ i ustajali okus. Metaboliti plijesni se mogu prenijeti u pivo i okarakterizirati u obliku niza neugodnih okusa i mirisa (Vaughan, i sur. 2005).

5.7. *Korelacije i statistička analiza rezultata*

Dio statističke analize podataka proveden je korištenjem Microsoft Excela 2016. Senzorski profil okusa piva evaluacije QDA metodom, a rezultati u nastavku grafički su prikazani putem „paukovih“ mreža (Lawless i Heymann, 2010). Osnovna deskriptivna statistika izrađena je u softverskom paketu Statistica 13.3., gdje su izračunati podaci poput srednje vrijednosti, medijana, minimuma i maksimuma te standardne devijacije. Nakon toga, provedeno je ispitivanje normalnosti distribucije podataka korištenjem Shapiro-Wilksovog W testa, dok je homogenost varijanci ispitana Leveneovim testom. Rezultati testa normalnosti pokazali su da nijedna varijabla nije imala normalnu distribuciju niti homogenu varijancu. Daljnje analize provedene su koristeći neparametrijske testove kao što su Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis ANOVA i Spearmanov rang korelacije. Toplinske mape prosječne pojavnosti mikotoksina u pivima prema županijama izrađene su u Tableu 2023.1.1. Za ispitivanje povezanosti varijabli korišten je softver Minitab 20.4., gdje su sve varijable analizirane pomoću PCA pri čemu su prema potrebi, grupirane u pojedine skupine radi lakšeg utvrđivanja povezanosti. Razlike u distribuciji podataka smatrane su statistički značajnima ako je $p < 0,05$. Nakon provedene PCA analize, mogle su se jasno izdvojiti komponente aromatskog profila između svijetlog i tamnog piva, što je vizualizirano obojenim elipsama na Slici 31.

Crveno označeni koeficijenti u tablicama od 33 do 36 pokazuju statistički značajnu korelaciju između srednje ocjene senzorskog profila okusa craft i industrijskog piva s ispitivanim varijablama.

U uzorcima **lager craft** piva nije utvrđena nijedna statistički značajna korelacija između srednje ocjene profila okusa piva i ispitivanih varijabli (Tablica 33).

Statistički značajna negativna korelacija utvrđena je između ukupnih nespecifičnih metabolita i srednje ocjene profila okusa **pilsner** piva dok ostale korelacije nisu statistički značajne (Tablica 33).

Kod **pale ale** piva postoji statistički značajna negativna korelacija između ukupnih biljnih metabolita, epiheterodendrina i srednje ocjene profila okusa piva (Tablica 33).

Statistički značajne negativne korelacije postoje kod **ale piva** između koncentracije glukoze, ukupnih *Penicillium* mikotoksina, ciklo (L-Ala-L-Pro), ciklo (L-Pro-L-Tyr), ciklo (L-Pro-L-Val), lobarične kiseline, rugulusovina, felutanina A i lotaustralina sa srednjom ocjenom

profila okusa piva. S duge strane statistički značajna pozitivna korelacija utvrđena je između koncentracije asperfenamata i srednje ocjene profila okusa piva (Tablica 33).

Kod *blonde ale* piva utvrđena je statistički značajna negativna korelacija između utvrđenih koncentracija lotaustralina, ciklo (L-Leu-L-Pro) i srednje ocjene profila okusa piva. Statistički značajna pozitivna korelacija postoji između utvrđenih koncentracija FB2 i srednje ocjene profila okusa.

U *american blonde ale* tipu piva utvrđena je statistički značajna negativna korelacija između koncentracije mliječne kiseline i srednje ocjene profila okusa piva (Tablica 34).

Kod *IPA* tipa piva utvrđene su statistički značajne negativne korelacije između ukupnih *Alternaria* mikotoksina, infektopirona kao jednog od *Alternaria* mikotoksina, dihidroksikalonektrina, absicinske kiseline, linamarina i srednje ocjene profila okusa piva. U IPA pivu postoji statistički značajna pozitivna korelacija između detektiranih koncentracija moniliformina i srednje ocjene profila okusa piva.

Kod *portera i stouta* nije bilo pronađenih statistički značajnih korelacija između ispitivanih varijabli te srednjih ocjena profila okusa craft piva (Tablica 34).

Kod većine uzoraka craft piva utvrđena je statistički značajna negativna korelacija između cijenogenihglukozida i srednje ocjene profila okusa craft piva, dok su FB2 i moniliformin jedina dva *Fusarium* mikotoksina koja su pokazala pozitivnu korelaciju između utvrđenih koncentracija i srednje ocjene profila okusa craft piva (Tablica 34).

Statistički pozitivne korelacije su između srednjih ocjena profila okusa svih craft piva te između mikotoksina FB1 i ZEN-4 -sulfata, dok su ostali negativno korelirani. Srednja ocjena svih ispitivanih craft piva bila je statistički značajno negativno korelirana s koncentracijama mliječne kiseline što ukazuje da veća prisutnost mliječne kiseline negativno utječe na ukupnu srednju ocjenu profila okusa piva. Istraživanjem je utvrđeno da je mliječna kiselina povezana s aromatskim profilom i utječe na kvalitetu okusa piva (Tablica 35).

Ovim istraživanjem utvrđene su statistički značajne negativne korelacije senzorske procjene i pojavnosti mikotoksina BEA, ENNB, ENNB1, BIK, lotaustralina, kotanina A, 15-hidroksikulmirina, dihidroksikalonektin, bilaid A, felutanina A, kvestomicina, asperfenamat, brevianamid F te ciklo (L-ala- L-Pro) (Tablica 35).

Statistički značajne pozitivne korelacije utvrđene su između ukupnih *Aspergillus* mikotoksina, kojične kiseline, moniliformina i ruguluslovina sa srednjom ocjenom profila okusa komercijalno dostupnih industrijskih craft piva (Tablica 36).

U Tablici 37 prikazani su koeficijenti korelacije *deskriptora okusa* za *lager craft piva* koji utječu na senzorski profil piva. CUL i ENNB1 u pozitivnoj su korelaciji s aromom lager piva na aromatično; eterično; cvjetno. ENNB1 i kurvulin su statistički značajno u pozitivnoj korelaciji s ljutim okusom.

Od reguliranih mikotoksina statistički značajno pozitivno je korelirana TeA kiselina s deskriptorom masne kiseline, veća koncentracija TeA kiseline pivu stvara jači intenzitet arome na masne kiseline.

Statistički značajno pozitivno je koreliran deskriptor ukupnih *Aspergillus* mikotoksina s aromom hmelja tijekom kuhanja, svježe pokošne trave, kave i kvasca. Povećani intenzitet arome svježe pokošene trave može biti koreliran s ukupnim *Aspergillus* mikotoksinima zbog njihove kemijske strukture u kojoj se najčešće nalazi kumarinska jezgra koja se sintetizira poliketidnim putem biosinteze, a koji se aktivira u *Aspergillus* vrstama plijesni kod povećanog oksidativnog stresa (Cleveland i sur., 2009).

Statistički pozitivno korelira klorfenol i FB1 s deskriptorom arome na svježe pokošenu travu.

Ukupni *Penicillium* mikotoksini statistički značajno pozitivno koreliraju s aromom na kuhano povrće.

Postoji statistički značajna pozitivna korelacija ukupnih *biljnih metabolita* s deskriptorom arome etil-acetata i po koži dok je statistički značajna negativna korelacija zabilježena s aromom na kuhano povrće. Vrlo slične korelacije $\pm 0,01$ utvrđene su kod epihterodendrina (cijanogenog glukozida) te se može pretpostaviti da je zaslužan za navedene korelacije ukupnih biljnih metabolita.

Uz mikotoksine utvrđene su statistički značajne pozitivne korelacije između boje piva i deskriptora okusa na karamelizirano/pečeno, karamelno, crnu čokoladu, kavu i između boje piva. Okus deskriptora povezuje se s tipom slada koji se koristi u proizvodnji tamnih piva koji tijekom sušenja razvija navedene arome (Parker, 2012).

Postoji statistički značajna pozitivna korelacija *vrijednosti pH* i *deskriptora okusa po ustajalom/oksidiranom*. Oksidacija se opisuje kao okus kartona, mokrog papira, šerija, badema ili jednostavno ustajalo. Ovisno o spojevima s kojima su se molekule kisika vezale ili reagirale tijekom proizvodnje piva u različitim fazama. Kisik i otopljeni kisik mogu se mijenjati u gotovom pivu što utječe na okus (Boggs, 2021). Podaci su također u skladu s Kaneda i sur.

1997. koji su pokazali da lužnati pH doprinosi fenton reakcijama koje daju oksidirane produkte i ustajali okus pivu za lager piva (Kaneda i sur., 1997).

Na senzorski profil *pilsner* craft piva statistički značajno negativno na voćnu aromu u pivu utječu TeA kiselina i ENNB1 (Tablica 38).

U Tablici 39 prikazani su koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima okusa za *pale ale* craft pivo. Varijabla pH pokazuje statistički značajnu pozitivnu korelaciju za aromatično; esternu; cvjetnu aromu, a statistički značajno negativnu korelaciju sa sljedećim deskriptorima; zrnato, karamelno, kuhano povrće, ustajalo/oksidirano. Kratkolačana masna kiselina otpušta se iz koenzima-A i esterifikacijom formira prstenastu strukturu hidroksi skupine s karboksilnom kiselinom (laktonizacija). Laktonizacija djelomično ovisi o soju kvasca koji se koristi tijekom fermentacije ujedno joj pogoduje i niski pH u fermentacijskom mediju spontanom laktonizacijom masnih kiselina izlučenih iz stanice. Stoga će do laktonizacije u pivu vjerojatno doći ili zagrijavanjem da bi se formirali Maillardovi produkti tijekom kuhanja i sušenja slada ili enzimskom katalizom u sladovini (Holt i sur., 2018). Kod lager craft piva pH pozitivno je koreliran s ustajalim okusom piva, a što su također u lager pivu potvrdili Kaneda i suradnici (1997). Ključni faktor koji utječe na starenje piva i njegovu stabilnost je pH (Bamforth, 2002). Sa senzorskog stajališta, ako se pH svježeg piva smanji ispod 4,0 pojačavaju se učinci sušenja u ustima, oštrog, kiselog, gorkog, a kod pH vrijednosti ispod 3,7 izrazito se pojača naknadni metalni okus. Pojačano oblaganje usne šupljine javlja se kod pH iznad 4,0, okusom na biskvit i prepečeno, ako pak pH poraste iznad 4,4 javljaju se sapunaste i ljute note. Povećanjem pH vrijednosti smanjuje se stvaranje trans-2-nonenala koji je odgovoran za neugodnu kartonsku notu u odležanom pivu. Povećana je adsorpcija trans-2-nonenala na aminokiseline i proteine tijekom starenja pri većim pH vrijednostima, što može dovesti do stvaranja spojeva odgovornim za percepciju okusa kartona (Gyot-Declercuk i sur., 2005).

Utvrđena je statistički značajna pozitivna korelacija između okusa na zrnato, karamelno, kuhano povrće i oksidirano/ustajalo sa maltozom te statistički značajno negativna korelacija između arome piva na aromatično; esterno; cvjetno.

Varijabla fruktoza statistički značajno negativno korelira s deskriptorima okusa na ljuto i arome na plastiku/acetone ili boja te je statistički značajno pozitivno korelirana sa uljem hmelja. Maltoza i maltotrioza najzastupljeniji su šećeri i kvasac ih koristi tek nakon iscrpljivanja monosaharida zbog potiskivanja metaboličkih putova koji su uključeni u unos i korištenje alternativnih šećera kataboličkog ugljika. Lager kvasci i većina sojeva ale kvasca ne mogu

metabolizirati nefermentabilne dekstrine stoga zaostaju u konačnom pivu. Oni pridonose okusu piva dajući pivu tijelo, osjećaj u ustima, punoću nepca i pitkost.

Određene koncentracije maltoze, a posebno maltotrioze, ponekad ostaju nefermentirane na kraju primarne fermentacije, to smanjuje učinkovitost procesa i potencijalno ima utjecaj na kvalitetu piva utječući na relativnu proizvodnju nusproizvoda okusa.

Povećana koncentracija saharoze u sladovini utječe na povećanu proizvodnju viših alkohola. Metabolizam maltoze pak rezultira znatno manjim koncentracijama estera i viših alkohola u usporedbi s glukozom i fruktozom koja se lakše asimilira.

Različiti ugljikohidrati utječu na koncentraciju arome, različiti omjeri slada i sladovine također utječu na stvaranje niza aroma. Kada se dio sladovine zamijeni otopinom ugljikohidrata to utječe na različite spojeve okusa pri čemu fruktoza općenito dovodi do povećane proizvodnje viših alkohola u usporedbi s drugim šećerima, osim *n*-propanola. Nije još jasno zašto metabolizam medija koji sadrži glukozu ili maltozu proizvodi različite koncentracije hlapljivih tvari. Nekoliko je hipoteza moguće je da fermentacija maltoze inhibira transport hlapljivih tvari iz stanice možda mijenjanjem strukture plazmine membrane. Druga je mogućnost da metabolizam maltoze proizvodi manje koncentracije acetyl-CoA, koji je glavni supstrat za sintezu acetatnog estera, što rezultira manjim brojem estera upravo zbog nedostatka ovog posrednog metabolita (He i sur. 2014). Maillardovi produkti rezultat su složenog niza kemijskih reakcija između reaktivnih karbonilnih šećera i amino skupina aminokiselina (Evans, 2024).

Varijabla mliječna kiselina statistički značajno obrnuto je korelirana od fruktoze, pozitivno korelira s okusom na ljuto, plastiku/acetone ili boja, a negativno korelira sa uljem hemlja. Veća koncentracija mliječne kiseline ukazuje da pivo ima slabiju aromu na ulje hmelja, a jače izražen okus na plastiku/acetone. Glavni produkt metabolizma bakterija mliječne kiseline je mliječna kiselina uz koju može nastati i octena kiselina što pivu daje kiseli i opori okus (Supply, 2024a). Ujedno uz navedeno pivo može imati okus i miris na užeglo što je posljedica nastalog organskog spoja 2,3-butandion, poznatog pod imenom diacetyl (Ćosić i Matijević, 2024).

Od reguliranih mikotoksina postoji statistički značajna pozitivna korelacija između TeA kiseline i arome kave te vodenastog okusa u ustima.

Koncentracije ergometrina te ukupnih EA statistički su značajno povezane s istim deskriptorima kao i TeA kiselina.

DON-3-Glc statistički značajno pozitivno korelira s izoamilnim acetatom dok je statistički značajno negativno koreliran sa okusom po mački i na kiselo.

Utvrđene koncentracije HT-2 toksina i ENNB statistički značajno pozitivno koreliraju s deskriptorom po medu.

Moniliformin je statistički značajno negativno koreliran sa slatkim okusom i medom.

Nivalenol ima statistički značajno pozitivnu korelciju s voćnim okusom, aromom po kavi te ostalim okusima.

T-2 toksin statistički značajno negativno je koreliran sa aromom kave i vodenastim okusom.

Ukupni *Fusarium* mikotoksini imaju statistički značajno pozitivnu korelaciju s oporim okusom.

Citrinin statistički značajno negativno korelira s aromom po medu.

TTX je statistički značajno pozitivno koreliran sa ostalim okusima. Ukupni *Alternaria* toksini statistički značajno pozitivno koreliraju s vodenastim okusom.

Ukupni *Aspergillus* mikotoksini statistički značajno negativno koreliraju s aromom na aromatično, esterno, cvjetno i voćno dok je statistički značajno pozitivno korelirana sa aromom na zrnato, kramelno, kuhano povrće te ustajalim i oksidiranim okusom.

Utvrđena koncentracija HT-2 toksina statistički značajno pozitivno korelira istobitno maltozi.

T-2 toksin statistički značajno negativno korelira na aromu kave i vodenastim okusom. Citinin statistički značajno negativno korelira s aromom po medu.

U Tablici 40 prikazani su statistički značajne korelacije između fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina za *ale/amber ale* piva s deskriptorima okusa i arome. Utvrđena je statistički značajna pozitivna korelacija između pH vrijednosti i okusa na butirično, slatko i gorko. Vrijednost pH ima ključnu ulogu u oblikovanju ne samo gorčine i slatkoće, već i ukupne ravnoteže i složenosti okusa. Osim gorčine i slatkoće, pH može utjecati na razne druge komponente okusa, poput kiselosti, trpkosti, pa čak i na percepciju sadržaja alkohola. Veći pH može pojačati gorčinu, dok je manji pH može potisnuti. Za razliku od gorčine, pH također može utjecati na percepciju slatkoće u pivu. Posljedično, trebalo bi uzeti u obzir interakciju između pH i slatkoće slada kada se formuliraju recepti za pivo. Pažljivim upravljanjem pH tijekom cijelog procesa kuhanja, može se kontrolirati ne samo slatkoća i gorčina, već i poboljšati ukupna aroma i osjećaj u ustima konačnog piva (Supply, 2024b).

Povećana koncentracija ekstrakta piva i gustoće za *ale/amber ale* statistički su značajno pozitivno korelirane s ustajalim/oksidiranim okusom. Maltoza statistički značajno pozitivno korelira s aromom na voćno i gorkim okusom. Glukoza statistički značajno negativno korelira s

aromom karamele što je posljedica sušenja slada jer se na taj način potiče stvaranje melanoidina putem neenzimske Maillardove reakcije između aminokiselina, a ujedno smanjenjem koncentracije glukoze povećava se karamelni okus piva (Howe, 2020).

Alternariol statistički značajno pozitivno korelira s aromom na voćno što se može povezati s njegovom prisutnošću u hmelju te statistički značajno negativno korelira s aromom po sladovni.

AME i citrini statistički značajno pozitivno koreliraju s esternom aromom. Razlog istoga mogao bi biti izvor sirovine (hmelj), dok statistički značajno negativno korelira s kiselim okusom.

TTX statistički značajno pozitivno korelira s uljem hmelja, TeA kiselina statistički značajno pozitivno korelira sa slatkim i gorkim okusom.

Ukupni *Alternaria mikotoksini* statistički značajno pozitivno koreliraju s gorkim okusom.

Ergometrin ima statistički značajno negativnu korelaciju s ustajalim ili oksidiranim okusom.

Ukupni EA statistički značajno pozitivno koreliraju s okusom na ocat, te statistički značajno negativno koreliraju s gorkim okusom.

FB1 pak statistički značajno negativno korelira s aromom kave i vodenastim osjećajem u ustima.

FB2 i moniliformin statistički značajno pozitivno koreliraju s aromom na hmelj tijekom kuhanja.

Ukupni *Penicillium mikotoksini* statistički značajno negativno koreliraju s aromom aromatično esterno, cvjetno i voćno, butirično i diacetilom, te statistički značajno pozitivno s kiselim okusom.

Statistički značajne korelacije između deskriptora okusa *blonde ale* craft piva s fizikalno-kemijskim parametrima i mikotoksinima prikazane su u Tablici 41. Vrijednost pH statistički značajno pozitivno korelira s okusom na papreno/ljuto i vodenstim osjećajem u ustima. Kisela piva imaju znatno manje vrijednosti pH što im daje ljut i opor okus (Supply, 2024b). Postoji statistički značajna pozitivna korelacija između boje piva i djelovanja svjetla. Djelovanje svjetla može utjecati na boju slada, a zatim i na pivo koje se proizvodi. Kontrolirane reakcije posmeđivanja doprinose željenoj boji i okusu piva. Prekomjerna oksidacija može dovesti do tamnjenja piva iznad predviđene vrijednosti. Potencijalno to može utjecati na izgled piva odstupajući od željenog profila boje (Ratliff, 2024).

Ekstrakt piva statistički značajno pozitivno korelira s aromom na ulje hmelja, a statistički značajno negativno korelira sa sulfitnim okusom.

Slično ekstraktu je korelacija gustoće koja statistički značajno pozitivno korelira s aromom piva na aromatično; esterno; cvjetno, uljem hmelja, dimom te statistički značajno negativno korelira s sulfitnim okusom. Većina sulfita u pivu vezana je za karbonilne spojeve, što umanjuje i njihovu aromu i sposobnost smanjenja. Vrlo mala količina ostat će slobodna i na kraju će stvoriti sumporni dioksid (Bickham, 2013).

Fruktoza statistički značajno negativno korelirana s kiselim okusom, što je veća koncentracija fruktoze pivo ima manje kiseli okus ili obrnuto. Veća koncentracija fruktoze može pridonijeti povećanju metaboličke aktivnosti bakterija. Korištenjem fruktoze kao akceptora elektrona prilikom pretvaranja acetyl-P u acetat što bakterijama mliječne kiseline (LAB) daje dodatni ATP (adenozin-tri-fosfat) bez trošenja ATP-a. Proizvodnja sladovine bogate fruktozom može biti dobro rješenje za proizvodnju kiselih piva, posebno kada se koristi *Lactobacillus brevis* (Ciosek i sur., 2020).

Etanol statistički značajno pozitivno korelira s deskriptorom pod djelovanjem svjetla.

Fumonizin B2 statistički značajno negativno korelira s vodenastim osjećajem u ustima.

TTX statistički značajno negativno korelira s voćnom aromom. Ukupni *Alternaria* mikotoksini statistički značajno negativno koreliraju s gorkim okusom.

Ukupni biljni metaboliti statistički značajno pozitivno koreliraju s aromom svježe pokošene trave.

U Tablici 42. prikazani su koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametra i mikotoksina s deskriptorima arome *american blonde ale* craft piva. Utvrđena je statistički značajno negativna korelacija između boje piva i vodenog osjećaja u ustima odnosno što je pivo tamnije boje ima veću punoću okusa. Neka tamna piva mogu imati puniji osjećaj u ustima zbog svojih topljivih i složenijih okusa, to ne znači nužno da su zasitnija. Čimbenici poput karbonizacije, sadržaja alkohola i količina piva također mogu pridonijeti osjećaju sitosti (Harris, 2023).

Ekstrakt i gustoća statistički su značajno pozitivno korelirane s cvjetnom aromom piva.

Glicerol statistički značajno negativno korelira s aromom na zrnato.

Ukupni *Alternaria* mikotoksini i kulmorin statistički značajno negativno koreliraju s aromom po dimu.

Koncentracija fruktoze negativno je korelirana s aromom dima dok koncentracija glicerola statistički značajno negativno korelira sa zrnatim okusom.

Postoji statistički značajno negativna korelacija između FB1, brevianamid F vodenastog osjećaja piva u ustima i statistički značajno negativna korelacija je između BEA i voćne arome piva.

U *IPA* craft pivu postoji statistički značajno pozitivna korelacija između pH i aromatično; esterno; voćno; cvjetno, ulje hmelja i gorkim okusom.

Statistički značajna pozitivna korelacija je između količine ekstrakta i gustoće te slatkog okusa.

Koncentracija detektirane *mliječne kiseline* statistički značajno negativno korelira s aromom na aromatično; esterno; voćno; cvjetno, ulje hmelja i gorkim okusom ali statistički značajno pozitivno korelira s butiričnim okusom.

Glicerol statistički značajno pozitivno korelira s aromom na aromatično, esterno, voćno, cvjetno, ulje hmelja i slatkim okusom. Etanol statistički značajno pozitivno korelira sa slatkim okusom, jer piva sa većom koncentracijom etanola imaju jače izražen slatki okus i aromu. Visok sadržaj glicerola specifičan je za soj kvasca za dobivene spojeve arome kao što su hlapljive kiseline, esteri i aldehidi. Temperatura, koncentracija šećera, sastav dušika, kisik i pH vrijednost utječu na biosintezu glicerola, također imaju različite učinke na proizvodnju aromatskih spojeva. Veća temperatura i veća koncentracija šećera pogoduju stvaranju glicerola, dovode do prekomjernog nakupljanja octene kiseline, acetaldehida i viših alkohola. U pivu je pronađena statistički značajna pozitivna korelacija glicerola s gustoćom i viskoznošću koji su kategorizirani kao atributi osjećaja u ustima.

Pivo s niskim sadržajem etanola i rezidualnog šećera može imati neugodan okus u pivu. Glicerol ima učinak oponašanja etanola koji je mogao povećati zadržavanje aldehida čak do razine 0,5%, a 4,5% glicerola zadržalo je do 40 % ispitivanih aldehida (Zhao i sur. 2015).

TeA statistički značajno negativno korelira sa ljutim okusom.

FB1 statistički značajno negativno korelira sa aromom klorfenola.

Ukupni *Alternaria* toksini statistički značajno pozitivno koreliraju s aromom sladovine, kavom i alkalnim okusom.

Ukupni *Aspergillus* mikotoksini statistički značajno negativno koreliraju s djelovanjem svjetla.

Moniliformin i ukupni *Fusarium* mikotoksini su statistički značajno negativno korelirani s ljutim okusom.

Ukupni *biljni metaboliti* statistički značajno negativno koreliraju s aromom na zrnato ali statistički značajno pozitivno koreliraju s metalnim okusom (Tablica 43).

Kod *porter/stout* tipa piva postoji statistički značajna negativna korelacija između pH i arome po pljesnivom.

Postoji statistički značajno negativna korelacija između, boje, ekstrakta, gustoće, maltoze, glukoze, fruktoze, ENNB i ukupnih *Fusarium* mikotoksina i gorkog okusa, što je pivo manje slatkastog okusa više ima gorak okus.

Postoji statistički negativna korelacija detekiranih koncentracija mliječne kiseline s karamelnim okusom.

Statistički značajna negativna korelacija je i između FB1 i arome kave, FB2 i karamelne arome.

Između ukupnih biljnih metabolita i gorkog okusa postoji statistički značajna pozitivna korelacija te između ukupnih *Penicillium* mikotoksina i voćnom aromom i okusom na pljesnivo (Tablica 44).

Industrijska craft piva potvrđuju statistički značajnu pozitivnu korelaciju između pH vrijednosti i arome na alkoholno, voćno, cvjetno, ulje hmelja i gorkog okusa, što je pivo kiselijeg okusa jače su izražene navedene arome. Više parametara utječe na iskoristivost hmelja, uključujući vrijeme kuhanja, vrstu hmelja, gustoću sladovine, pH sladovine i još mnogo toga.

Tijekom fermentacije, dodatkom hmelja u sladovini dolazi do stvaranja manje pH vrijednosti koju uzrokuju alfa kiseline te one postanu manje topljive u pivu (Stange, 2023). Hmeljne smole i eterična ulja, koji se nalaze unutar lupulinskih žlijezda ženskih cvjetova hmelja, izvor su gorčine i arome u pivu. Hmeljne α -kiseline koje se nalaze u smolama hmelja termički se izomeriziraju u izo- α -kiseline gorkog okusa u procesu kuhanja sladovine (De Keukeleirc, 2000).

Eterična ulja hmelja sadrže nekoliko hlapljivih spojeva arome koji su izvor poželjnog „hmeljastog“ karaktera, čestim korištenjem senzorski okarakteriziranog deskriptora kao što su „cvjetni“, „voćni“, „ljuti“, „biljni“ ili „drvenasti“ u pivu. Cjelokupni sastavni dio eteričnog ulja hmelja obično se izolira kombinacijom CO₂ ekstrakcije i procesom destilacije s frakcijama pojedinačnih karaktera mirisa kao što su „cvjetni“, „citrusni“ i „ljuti“. Značajno je da upotreba opisnog izraza „ljuto“ za opisivanje određenih dojmova okusa hmelja u pivu može ukazivati na aktivaciju trigeminalnih receptora u usnoj i nosnoj šupljini spojevima arome prisutnim u ovoj frakciji eteričnog ulja hmelja. Zabilježeno je da dodavanje ekstrakata arome hmelja nehmeljenom pivu doprinosi poboljšanom osjećaju u ustima, punoći i povećanoj percepciji gorčine. Ono što ostaje nejasno je sam mehanizam, budući da su ekstrakti arome hmelja

složena mješavina hlapljivih spojeva za koje se pretpostavlja da nemaju nikakve kvalitete okusa (Oladokun i sur., 2016).

Gustoća statistički značajno pozitivno korelira s alkoholnom; voćnom i cvjetnom aromom. Učinak etanola na slatki i gorki okus je istražen te je dokazano određeno zadržavanje etanola iznad 20% za dugolančane estere (Perpète i Collin, 2000).

Koncentracija utvrđene maltoze statistički značajno pozitivno korelira s aromom na karamelno/pečeno i dim. Tijekom Maillardove reakcije, reducirajući šećeri reagiraju s aminokiselinama i amino skupinama peptida ili proteina, proizvodeći spojeve sladne arome i boje. Na temelju prirode i količine spojeva oni mogu dati različite nijanse boje i okuse pivu te utjecati na specifične karakteristike konačnog pivskog proizvoda (Castro i sur, 2021). Karamelizacija podrazumijeva oksidaciju šećera, dajući spektar kemijskih spojeva koji imaju slatkast, orašasti okus ili okus poput karamele. (The Swaen, 2024).

Boja piva statistički značajno negativno je korelirana sa uljem hmelja. Glukoza, fruktoza i glicerol statistički značajno pozitivno koreliraju s aromom na alkoholno, voćno i cvjetno. Jedinstveni profili okusa piva uglavnom se mogu pripisati biokemijskim aktivnostima tijekom fermentacije unutar stanice kvasca, gdje se šećeri u sladovini pretvaraju u etanol i hlapljive spojeve kao što su viši alkoholi i esteri, koji se istovremeno formiraju kao nusproizvodi metabolizma kvasca (Olaniran i sur., 2017).

Mliječna kiselina statistički je značajno u pozitivnoj korelaciji s alkoholnom, cvjetnom i aromom na karamelno/pečeno. Osim kiselosti koja proizlazi iz mliječne kiseline, bakterije mliječne kisline proizvode različite spojeve okusa, uključujući voćne estere (Supply, 2024a)

Od mikotoksina utvrđena je statistički značajno pozitivna korelacija između AME, ENNB i citrinina s aromom na alkoholno, voćno i cvjetno.

Ukupni *Alternaria* i *Penicillium* mikotoksini statistički su značajno negativno korelirani s aromom na karamelu, butirično i okusom na kiselo.

TeA pokazuje statistički značajno negativnu korelaciju s deskriptorima na karamlizirano/pečeno, karamelno, dim i kiselim okusom.

DON i *Aspergillus* mikotoksini pokazuju statistički značajno negativnu korelaciju s premalo gaziranim. Korelacija se može povezati sa prekomjernim pjenjenjem piva za koju se zna da uzrokuje pivo napravljeno od slada kontaminiranog s *Fusarium* plijesnima, a što doprinosi tome da je pivo premalo gazirano.

Ukupni biljni metaboliti statistički značajno negativno koreliraju s aromom na karamelu i butirično (Tablica 45) (Mastanjević i sur. 2017).

U Tablici 46 prikazani su rezultati usporedbe (Mann Whitney U test) između varijabli s craft i industrijskim pivom. Potvrđena je statistički značajna razlika u distribuciji podataka i to u sljedećim varijablama: srednja ocjena intenziteta okusa senzorskog profila piva i ekstrakta, gustoće, kulmurina, apsicinske kiseline, epiheterodendrina, lotaustralina, brevianamida F, rugulusolvina i kojične kiseline dok kod ostalih varijabli nije primjećena statistički značajna razlika.

Na Slikama 32 do 41 prikazani su kutijasti dijagrami sa statistički značajno različitim distribucijama podataka među varijablama. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u distribuciji srednjih ocjena profila okusa uzoraka između craft i industrijskog piva ($p=0,0006$) gdje industrijska piva imaju statistički značajno bolje srednje ocjene profila okusa piva. Iako se ovim dijagramom preklapaju maksimalne vrijednosti ocjenjivanja craft piva sa medijanom odnosno interkvartalnim rasponom ocjena profila okusa industrijskog piva i dalje postoji statistički značajna razlika u ocjenama istih (Slika 32). Na Slikama 33, 34 i 35 prikazana je distribucija podataka za ekstrakt, gustoću i kojičnu kiselinu između uzoraka craft i industrijskog piva. Dijagram pokazuje da postoji statistički značajna razlika između industrijskih i craft piva ($p= 0,03$) gdje industrijska piva imaju višu medijalnu vrijednost ekstrakata u odnosu na craft piva iako craft piva imaju višu maksimalno izmjerenu vrijednost.

Slika 36-38 prikazuje kutijaste dijagrame distribucije podataka o pojavnosti izmjerenih koncentracija mikotoksina u uzorcima piva. *Fusarium* mikotoksin (kulmorin) statistički je značajno više prisutan u craft pivu ($p=0,04$) kao i FB1 koji se statistički značajno češće i u većim koncentracijama pojavljuje u craft pivu ($p=0,04$). Za razliku od ova dva mikotoksina prisutnost NIV-a je u industrijskim pivama ($p=0,02$) statistički značajno veća u odnosu na craft piva.

Distribucija podatka izmjerenih koncentracija epihetrondendrina, te cijanogenoglukozida između craft i industrijskih piva prikazana je na Slikama 39 i 40. Na slikama se vide značajna preklapanja interkvartalnih vrijednosti kao i raspona. Medijalna vrijednost industrijskog piva statistički je značajno veća u odnosu na craft piva ($p=0,007$). Za vrijednosti cijanogenoglukozid; lotaustralina između craft i industrijskih piva postoji statistički značajna razlika u distribuciji utvrđenih koncentracija gdje industrijske vrste piva imaju statistički značajno višu medijalnu vrijednost u odnosu na craft piva ($p= 0,002$). Distribucija podataka

koncentracija ruguluslovina između craft i industrijskih vrsta piva prikazana je na Slici 41, pri čemu industrijska piva pokazuju veću medijalnu vrijednost te interkvartalni raspon.

Craft piva imaju višu zabilježenu maksimalnu vrijednost te se vidi da postoji statistički značajna razlika u distribuciji podatka između te dvije vrste piva ($p=0,000012$).

Podaci usporedbe distribucije izmjerenih koncentracija ukupnih *Alternaria* mikotoksina u analiziranim uzorcima hmelja, kvasca, piva i slada utvrđuju da postoji statistički značajna razlika između pojedinih vrsta sirovina (Slika 42). U uzorcima kvasaca nije bilo zabilježnih relevantnih *Alternaria* toksina, dok su najviše medijalne vrijednosti i raspon bili zabilježeni u sladu.

Usporedbom distribucije podatka Kruskal-Wallis ANOVA utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u distribuciji ukupnih *Aspergillus* mikotoksina i pojedinih sirovina. Najveća koncentracija *Aspergillus* mikotoksina prisutna je u sladu, zatim slijedi pivo, kvasac dok u hmelju isti nisu detektirani (Slika 43).

Najveća koncentracija ukupnih *Fusarium* mikotoksina i najveća medijalna vrijednost utvrđena je u uzorcima slada. Statistički značajna različita distribucija podataka utvrđena je između ukupnih *Fusarium* mikotoksina i ispitivanih uzoraka (Slika 44).

Kod ukupnih *Penicilium* mikotoksina u analiziranim uzorcima može se vidjeti da u uzorcima hmelja i kvasca nema izmjerenih mikotoksina, najvjerojatnije zbog načina čuvanja istih u hladnjaku ili hermetički zatvorenim pakiranjima. Najviše koncentracije *Penicillium* mikotoksina utvrđene su u sladu koji se čuva u skladištima. Mikotoksini iz slada se transferiraju u pivo gdje su i potvrđeni. Ovakva distribucija podataka jasno daje do znanja da postoji statistički značajna razlika u pojavnosti izmjerenih koncentracija ukupnih *Penicillium* mikotoksina i između uzoraka hmelja, kvasca, piva i slada (Slika 45).

Kod izmjernih koncentracija ukupnih EA vidljivo je da postoji statistički značajna razlika u distribuciji podataka između ispitivanih vrsta uzorka. Pivo ima najveće interkvartalne rezultate ukupnih EA, slad ima najvišu izmjernu koncentraciju ukupnih EA (Slika 46), dok kvasac i hmelj nemaju detektirane EA.

Najveća izmjerena koncentracija ukupnih ostalih fungálnih metabolita je u uzorcima slada. Ujedno postoji statistički značajna razlika u distribuciji podataka izmjerenih koncentracija ukupnih ostalih fungálnih metabolita i između ispitivanih uzoraka hmelja, kvasca, piva i slada (Slika 47).

Izmjerene koncentracije ukupnih biljnih metabolita između ispitivanih uzorka hmelja, kvasca, piva i slada ukazuju da najmanje koncentracije istih detektirane su u uzorcima kvasca, a najveće vrijednosti detektirane su u uzorcima slada (Slika 48).

Najveća detektirana medijalna koncentracija nespecifičnih metabolita je u uzorcima kvasca čemu najviše doprinosi kvašćev metabolit triptofol koji nastaje tijekom fermentacije piva. Na Slici 49 prikazana je najveća interkvartalna i maksimalno detektirana vrijednost u uzorcima piva za sumu *nespecifičnih metabolita*, slične rezultate dobili su Matanjević i sur. (2019).

6. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata dobivenih u ovom radu može se zaključiti sljedeće:

1. Multitoksinskom metodom dokazana je prisutnost širokog spektra mikotoksina u sirovinama i u craft pivama. Od utvrđenih mikotoksina detektirani su oni regulirani pravilnicima u EC 553/2022, EC 915/2023, EC 165/2013 i EFSA popisa poziva za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminanata u hrani i krmivu kao i neregulirani mikotoksini, ostali fungalni, biljni, bakterijski i nespecifični metaboliti.
2. U hemlju je uz dokazane plijesni iz rodova *Alternaria* i *Fusarium* po prvi puta potvrđena i pojavnost njihovih mikotoksina. Od *Alternaria* toksina koji su regulirani prema (EC 553/2022) najzastupljenija je bila tenuazonska kiselina (TeA) u 100% uzoraka i alternariolmonometil eter (AME) u 82% uzoraka, a od reguliranih fuzarijskih mikotoksina (EC 915/2023) DON i FB1. Modificirani ili maskirani oblici mikotoksina u uzorcima hmelja nisu bili dokazani.
3. Slad je najznačajniji izvor kontaminacije mikotoksinima te se ujedno smatra najvećim rizikom transfera mikotoksina iz sirovina u craft pivo. U svim uzorcima slada dokazane su plijesni iz rodova *Alternaria*, *Aspergillus* i *Fusarium* i rod *Penicillium* u 87% uzoraka te njihovi mikotoksini.
4. U uzorcima slada najznačajniji udio pojavnosti mikotoksina dokazan je za *Fusarium*, *Aspergillus* i *Alternaria* mikotoksine u 100% uzoraka te *Penicillium* mikotoksine (87%). Od reguliranih *Fusarium* mikotoksina (EC 915/2023) detektirani su: DON (70%), T-2 toksin (41%), ZEN (34%), HT-2 (31%), dok su FB1 i FB2 detektirani u samo šest odnosno osam uzoraka, a EFSA popisa popisa poziva detektirani su metaboliti DON-a. Prisutnost *Aspergillus* mikotoksina (AFB1 i AFB2) reguliranih Uredbom (EC 915/2023) detektirana je u samo jednom uzorku, dok je sterigmatocistin (STC) kao mikotoksin s EFSA-ina popisa poziva detektiran u 10% uzoraka. *Alternaria* toksini koji su regulirani prema preporukama (EC 553/2022) detektirani su iznad limita detekcije u 33% uzoraka, a od reguliranih *Penicillium* mikotoksina Uredbom (EC 915/2023) detektiran je citrinin u 62% uzoraka i OTA u 5% uzoraka.
5. *Alternaria* mikotoksini dominiraju u gotovo svim vrstama craft piva, pored njih sljede *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* mikotoksini i EA koji su prisutni u varijantama poput ale, i porter/stout piva. Najveća je koncentracija TeA kiseline

koja je iznosila 99,48 ng mL⁻¹, što je regulirano prema Uredbi (EC) 553/2022 za hranu baziranu na žitaricama za djecu i dojenčad, s maksimalno dopuštenim sadržajem od 500 ng g⁻¹.

6. U industrijskom lager pivu, bakterijski metaboliti, EA i ostali fungalni metaboliti nisu bili detektirani. Međutim, utvrđene su veće koncentracije *Alternaria* i *Fusarium* mikotoksina, kao i nespecifičnih metabolita, dok je koncentracija svih mikotoksina, bakterijskih i drugih fungalnih metabolita bila manja u industrijskim pivima u usporedbi s craft pivima. U IPA industrijskom pivu zabilježene su veće koncentracije *Aspergillus* i *Penicillium* mikotoksina.
7. Rezultati ukazuju na značajnu razliku u koncentracijama mikotoksina između craft i industrijskih piva, s većim prisustvom mikotoksina i metabolita u craft pivu, dok je koncentracija *Alternaria* mikotoksina dominantna u gotovo svim ispitivanim vrstama craft piva.
8. U svim craft i industrijskim pivima utvrđen je senzorski profil piva pomoću QDA metode. Senzorskom procjenom industrijska piva bolje su ocjenjena od craft piva.
9. Lager craft piva okarakterizirana su kao gorka, kisela, vodenasta, s metalnim okusom i prisutnim aromama žitarica, biskvita ili kruha. Pilsner piva su prepoznata po kiselosti i užeglom okusu, s mogućom prisutnošću diacetila koji doprinosi maslačnom okusu. Sva ale piva okarakterizirana su kao piva s izraženim hmeljastim, cvjetnim i biljnim notama, te raznim aromama koje uključuju orašaste, karamelne, zemljane i pljesnive tonove. Većina ale piva ima gorak i sumporast okus, uz povremeni prisutnost oksidacijskih i pljesnivih osjećaja u ustima. Tamnija ale piva poput portera/stouta okarakterizirana su kao piva koja imaju srednje gorak okus s osjećajem čokolade, kave, dima i meda u ustima s izraženom aromom na žitarice, biskvit, karamelu i kavu, uz oksidiran, ustajao i pljesniv osjećaj u ustima.
10. Između craft i industrijskog piva utvrđena je statistički značajna razlika u distribuciji podataka i to u sljedećim varijablama: intenziteta okusa senzorskog profila piva, ekstrakt, gustoća, kojična kiselina, kulmurin, apsicinska kiselina, epiheterodendrin, lotaustralin, brevianamid F i rugulusovin.
11. U lager craft pivama rezultati ukazuju na složene korelacije između mikotoksina, fizikalno-kemijskih parametara i senzorskih karakteristika piva. Aromatične i esterske arome, zajedno s cvjetnim notama, pozitivno koreliraju s koncentracijama CUL i ENNB1, dok je ljuti okus statistički povezan s ENNB1 i kurvulinom. TeA

kiselina ima značajan utjecaj na aromu mliječne kiseline, dok ukupni *Aspergillus* mikotoksini koreliraju s aromom hmelja, svježe pokošene trave, kave i kvasca. Korelacije između ukupnih *Penicillium* mikotoksina i biljnih metabolita te deskriptora poput arome na kuhano povrće i aromom etil-acetata, ukazuju na to da biljni metaboliti također imaju važnu ulogu u senzorskom profilu piva. Vrijednost pH piva korelira s ustajalim/oksidiranim okusima, što potvrđuje da veća pH vrijednost može pridonijeti nastanku oksidacijskih produkata i negativnim promjenama u okusu piva. Za pilsner craft piva, TeA kiselina i ENNB1 pokazuju negativne korelacije s voćnim aromama što može utjecati na specifičnost okusa ovih piva.

12. Analiza korelacija između fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i deskriptora okusa u svim ale pivama pokazuju značajan utjecaj ovih faktora na senzorski profil piva. Vrijednost pH ima ključnu ulogu u oblikovanju okusa, gdje veći pH doprinosi pojačanoj gorčini i slatkoći, dok manji pH može ublažiti ove okuse. Mikotoksini poput TeA kiseline, fumonizina, i *Alternaria* toksina utječu na specifične arome piva, kao što su kava, voćno, dim i oksidirani okusi, dok detektirani ukupni *Penicillium* i *Fusarium* mikotoksini su u negativnoj korelaciji s aromama poput voćnog okusa ili aromatičnog hmelja. Koncentracije mliječne kiseline, fruktoze i glicerola povezuju se s određenim okusima i teksturama, kao što su okus na slatko, gorko, metalni ili vodenasti, naglašavajući složenost kemijskih interakcija koje oblikuju konačni senzorski profil piva.
13. U porter/stout pivu, utvrđena je negativna korelacija između pH vrijednosti i arome po pljesnivom što sugerira da manji pH doprinosi jačanju ove nepoželjne arome. Pivo koje sadrži veću koncentraciju ekstrakta, boje, gustoće, maltoze, glukoze, fruktoze i ENNB, te veću koncentraciju ukupnih *Fusarium* mikotoksina, pokazuje tendenciju prema gorkom okusu, dok manja količina tih spojeva dovodi do izraženijeg slatkastog okusa. Detektirane koncentracije mliječne kiseline negativno koreliraju s aromom karamele, dok su FB1 i FB2 povezani s negativnim promjenama u aromama kave i karamele. Biljni metaboliti i *Penicillium* mikotoksini pozitivno koreliraju s gorkim okusom, voćnim aromama i okusom na pljesnivo. Ovi rezultati ukazuju na složene interakcije između kemijskih spojeva i senzorskih svojstava koja oblikuju konačni okus i miris porter/stout piva, pri čemu mikotoksini najvjerojatnije također doprinose oblikovanju specifičnih aroma u pivu.

14. Rezultati analize industrijskih i craft piva ukazuju na složene interakcije između fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i senzorskih svojstava piva. Vrijednost pH piva pozitivno korelira s izrazito alkoholnim, voćnim, cvjetnim i gorkim aromama, dok veća gustoća piva korelira s izraženijim voćnim i cvjetnim aromama. Eterična ulja hmelja, koja su izvor gorčine i specifičnih aroma, također pokreću složene kemijske reakcije u procesu proizvodnje, uključujući izomerizaciju α -kiselina u gorke izo- α -kiseline, a time oblikuju karakteristike okusa. Povećanje koncentracije maltoze u pivu dovodi do jače izraženih karamelnih i arome pečenog zbog Maillardove reakcije, dok šećeri kao što su glukoza i fruktoza koreliraju s voćnim i cvjetnim aromama.
15. Istraživanje je pokazalo značajne korelacije između određenih mikotoksina (AME, ENNB, citrinin) i arome poput alkoholne, voćne i cvjetne, dok ukupni *Alternaria* i *Penicillium* mikotoksini negativno koreliraju s aromom karamele i butiričnog okusa. Mikotoksini poput DON-a i ukupni *Aspergillus* također utječu na gaziranost piva, pokazujući negativnu korelaciju s premalo gaziranim pivama. Svi ovi čimbenici ukazuju na važnost pažljive kontrole sastojaka i mikrobiološke kvalitete piva, jer oni značajno oblikuju njegov okus i aromu, a time i njegovu ukupnu senzorsku prihvatljivost.

7. LITERATURA

Alexi, N., Byrne, D. V., Nanou, E., Grigorakis, K. (2018). Investigation of sensory profiles and hedonic drivers of emerging aquaculture fish species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98 (3), 1179–1187. <https://doi.org/10.1002/JSFA.8571>

Almaguer, C., Schönberger, C., Gastl, M., Arendt, E. K., Becker, T. (2014). *Humulus lupulus* – a story that begs to be told. A review. *Journal of the Institute of Brewing*, 120 (4), 289–314. <https://doi.org/10.1002/JIB.160>

Analytica EBC. Sensory Analysis. <<https://brewup.eu/ebc-analytica/sensory/sensory-analysis-selection-and-training-of-assessors-im-am/13.4> <Pristupljeno 12. travnja 2024.<

Andersen, B., Smedsgaard, J., Frisvad, J. C. (2004). *Penicillium expansum*: Consistent Production of Patulin, Chaetoglobosins, and Other Secondary Metabolites in Culture and Their Natural Occurrence in Fruit Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (8), 2421–2428. <https://doi.org/10.1021/JF035406K>

Anderson, H. E., Santos, I. C., Hildenbrand, Z. L., Schug, K. A. (2019). A review of the analytical methods used for beer ingredient and finished product analysis and quality control. *Analytica Chimica Acta*, 1085, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.07.061>

Anonymous. (2023a). Brewers Association Beer Style Guidelines. <<https://www.brewersassociation.org/edu/brewers-association-beer-style-guidelines/#76> <Pristupljeno 20. veljače 2024.

Anonymous. (2023b). Introduction to Beer Styles – Beer Judge Certification Program. <https://www.bjcp.org/beer-styles/introduction-to-beer-styles> < <https://www.bjcp.org/beer-styles/introduction-to-beer-styles> <Pristupljeno 12. lipnja 2024<

Aquilani, B., Laureti, T., Poponi, S., Secondi, L. (2015). Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences. *Food Quality and Preference*, 41, 214–224. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2014.12.005>

Aroxa. (2024). AROXA FLAVOUR STANDARDS - aroxaTM. < <https://aroxa.com/aroxa-flavour-standards> <Pristupljeno 06. travnja 2024<

Arroyo-Manzanares, N., Campillo, N., López-García, I., Hernández-Córdoba, M., Viñas, P. (2021). High-resolution mass spectrometry for the determination of mycotoxins in biological samples. A review. *Microchemical Journal*, 166, 106197. <https://doi.org/10.1016/J.MICROC.2021.106197>

Azam, M. S., Ahmed, S., Islam, M. N., Maitra, P., Islam, M. M., Yu, D. (2021). Critical Assessment of Mycotoxins in Beverages and Their Control Measures. *Toxins*, 13(5), 323. <https://doi.org/10.3390/TOXINS13050323>

- Baert, J. J., De Clippeleer, J., Hughes, P. S., De Cooman, L., Aerts, G. (2012). On the origin of free and bound staling aldehydes in beer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(46), 11449–11472. <https://doi.org/10.1021/JF303670>
- Bamforth, C.W. (2003). BEERS History and Types. In *Enciklopedia of Food Sciences and Nutrition* (pp. 418–422).[online] Elsevier. doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00086-9
- Bamforth, Charles W. (2002). Nutritional aspects of beer - A review. *Nutrition Research*, 22(1–2), 227–237. [doi.org/10.1016/S0271-5317\(01\)00360-8](https://doi.org/10.1016/S0271-5317(01)00360-8)
- Baxter, E. D., Hughes, P. S. (2001). Beer: quality, safety and nutritional aspects. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(6), 608–608. <https://doi.org/10.1002/JSFA.1576>
- Beltrán, E., Ibáñez, M., Sancho, J. V., Hernández, F. (2009). Determination of mycotoxins in different food commodities by ultra-high-pressure liquid chromatography coupled to triple quadrupole mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 23(12), 1801–1809. <https://doi.org/10.1002/RCM.4077>
- Benešová, K., Běláková, S., Mikulíková, R., Svoboda, Z. (2012). Monitoring of selected aflatoxins in brewing materials and beer by liquid chromatography/mass spectrometry. *Food Control*, 25(2), 626–630. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.11.033>
- Berthiller, F., Crews, C., Dall’Asta, C., Saeger, S. De, Haesaert, G., Karlovsky, P., Oswald, I. P., Seefelder, W., Speijers, G., Stroka, J. (2013). Masked mycotoxins: A review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(1), 165. <https://doi.org/10.1002/MNFR.201100764>
- Bertuzzi, T., Rastelli, S., Mulazzi, A., Donadini, G., Pietri, A. (2018). Known and Emerging Mycotoxins in Small- and Large-Scale Brewed Beer. *Beverages*, 4(2), 46. <https://doi.org/10.3390/BEVERAGES4020046>
- Bickham, S. (2013). Sources and Impact of Sulfites in Beer. MoreBeer. https://www.morebeer.com/articles/sulfur_compounds_in_beer?srsId=AfmBOorqyruAhFX22pAGNLTNIi5CvCnSX_RWpfoN8s-Yg0fXYgO23GCd<Pristupljeno 21. listopad 2024.>
- Boggs, D. (2021). Identifying Off-Flavours in Beer: Oxidation. Canadian Homebrewers Association. <https://canadahomebrews.ca/2021/12/07/identifying-off-flavours-in-beer-oxidation><Pristupljeno 21. listopad 2024.>
- Bräu Supply. (2024a). The Role of Lactic Acid Bacteria in Sour Beer Production. <https://brausupply.com/blogs/learn-to-brew/the-role-of-lactic-acid-bacteria-in-sour-beer-production-1?srsId=AfmBOoqVj-4gRur7MK9HCzX0keIte-PnpQwgTRD3GIrVnRJB6OScqUqU><Pristupljeno 21. listopad 2024.>

Bräu Supply. (2024b). Understanding Beer pH and Its Impact: A Comprehensive Guide.<https://brausupply.com/blogs/learn-to-brew/understanding-beer-ph-and-its-impact-a-comprehensive-guide?srsId=AfmBOopZrTh76p_m_mkvpIr0Mh2hvZ2_NgivISpPo6sz7VWZmcRW9Arr> Pristupljeno 21. listopad 2024<

Bravi, E., Benedetti, P., Marconi, O., Perretti, G. (2014). Determination of free fatty acids in beer wort. *Food Chemistry*, **151**, 374–378.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2013.11.063>

Bullerman, L. B., & Bianchini, A. (2014). Good Food-Processing Techniques: Stability of Mycotoxins in Processed Maize-Based Foods. *Mycotoxin Reduction in Grain Chains*, 89–100. <https://doi.org/10.1002/9781118832790.CH7>

Castro, L. F., Affonso, A. D., & Lehman, R. M. (2021). Impact of Specialty Malts on Wort and Beer Characteristics. *Fermentation 2021*, Vol. 7, Page 137, **7(3)**, 137.
<https://doi.org/10.3390/FERMENTATION7030137>

Castro Marin, A., Baris, F., Romanini, E., Lambri, M., Montevecchi, G., & Chinnici, F. (2021). Physico-Chemical and Sensory Characterization of a Fruit Beer Obtained with the Addition of Cv. Lambrusco Grapes Must. *Beverages*, **7(2)**, 34.
<https://doi.org/10.3390/BEVERAGES7020034>

Catallo, M., Nikulin, J., Johansson, L., Krogerus, K., Laitinen, M., Magalhães, F., Piironen, M., Mikkelsen, A., Randazzo, C. L., Solieri, L., Gibson, B. (2020). Sourdough derived strains of *Saccharomyces cerevisiae* and their potential for farmhouse ale brewing. *Journal of the Institute of Brewing*, **126(2)**, 168–175. <https://doi.org/10.1002/JIB.608>

Channaiah, Maier, D. E. (2014). Best Stored Maize Management Practices for the Prevention of Mycotoxin Contamination. *Mycotoxin Reduction in Grain Chains*.
<https://sci-hub.se/10.1002/9781118832790.ch6>

Ciosek, A., Fulara, K., Hrabia, O., Satora, P., Poreda, A. (2020). Chemical Composition of Sour Beer Resulting from Supplementation the Fermentation Medium with Magnesium and Zinc Ions. *Biomolecules*, **10(12)**, 1599. <https://doi.org/10.3390/BIOM10121599>

Cleveland, T. E., Yu, J., Fedorova, N., Bhatnagar, D., Payne, G. A., Nierman, W. C., Bennett, J. W. (2009). Potential of *Aspergillus flavus* genomics for applications in biotechnology. *Trends in Biotechnology*, **27(3)**, 151–157.
<https://doi.org/10.1016/J.TIBTECH.2008.11.008>

Cottrell, M. T. (2022). A Search for Diastatic Enzymes Endogenous to *Humulus lupulus* and Produced by Microbes Associated with Pellet Hops Driving “Hop Creep” of Dry Hopped Beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, **81(3)**, 435–447.
<https://doi.org/10.1080/03610470.2022.2084327>

Creppy, E. E. (2002). Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letters*, 127(1–3), 19–28. [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(01\)00479-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(01)00479-9)

da Costa Jardim, C., de Souza, D., Machado, I. C. K., Pinto, L. M. N., de Souza Ramos, R. C., Garavaglia, J. (2018). Sensory Profile, Consumer Preference and Chemical Composition of Craft Beers from Brazil. *Beverages*, 4(4), 106. <https://doi.org/10.3390/BEVERAGES4040106>

de Hoffmann, E., Stroobant, V. (2007). Mass Spectrometry: principles and applications. In *Mass Spectrometry: principles and applications*. <https://www.wiley.com/en-us/Mass+Spectrometry%3A+Principles+and+Applications%2C+3rd+Edition-p-9780470033104>

De Keukeleire, D. (2000). Fundamentals of beer and hop chemistry. *Quimica Nova*, 23(1), 108–112. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000100019>

deLange, A. J. (2008). The Standard Reference Method of Beer Color Specification as the Basis for a New Method of Beer Color Reporting. *Journal of the American Society of Brewing Chemist*, 66(3), 143–150. <https://sci-hub.se/10.1094/ASBCJ-2008-0707-01>

Didak Ljubas, B., Novak, M., Trontel, A., Rajković, A., Kelemen, Z., Marđetko, N., Grubišić, M., Pavlečić, M., Tominac, V. P., Šantek, B. (2022). Production of Different Biochemicals by *Paenibacillus polymyxa* DSM 742 From Pretreated Brewers' Spent Grains. *Frontiers in Microbiology*, 13, 115. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2022.812457/BIBTEX>

EC, (2006). UREDBA KOMISIJE (EZ) br. 401/2006 od 23. veljače 2006. o utvrđivanju metoda uzorkovanja i analize za službenu kontrolu razina mikotoksina u hrani- European Commission, Bruxelles. EC, European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32006R0401&from=HR>

EC,(2023). Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006- European Commission, Bruxelles. EC, European Commission. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32023R0915>>Pristupljeno 20. ožujka 2024

EFSA, (2017). Risks to human and animal health related to the presence of Deoxynivalenol and its acetylated and modified forms in food and feed. *EFSA Journal*, 15(9). <<https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2017.4718>>Pristupljeno 20.ožujka 2024

Eskola, M., Kos, G., Elliott, C. T., Hajšlová, J., Mayar, S., Krska, R. (2020). Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25%. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(16), 2773–2789. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1658570>

EC, (2022) UREDBA KOMISIJE (EU) 2022/1370 od 5. kolovoza 2022. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 1881/2006 u pogledu najvećih dopuštenih količina okratoksina A u određenoj hrani, EU (2022). <<https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1370/oj>> Pristupljeno 20. ožujka 2024

Evans, E. (2024). Maillard reaction. *Craft Beer and Brewing*. <<https://beerandbrewing.com/dictionary/AVLhhy07n5/>> Pristupljeno 21. listopada 2024

Faktor J, Dvorakova M, Maryas J, Struharova I, Bouchal P. (2012). Identification and Characterisation of Pro-metastatic Targets, Pathways and Molecular Complexes Using a Toolbox of Proteomic Technologies Identifikace a charakterizace prometastatických cílů, drah a molekulárních komplexů s využitím proteomických technolo. *Klin Onkol*, 25(2), 2–70.

Fangel, J. U., Eiken, J., Sierksma, A., Schols, H. A., Willats, W. G. T., Harholt, J. (2018). Tracking polysaccharides through the brewing process. *Carbohydrate Polymers*, 196, 465–473. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2018.05.053>

Felšöciová, S., Kowalczewski, P. Ł., Krajčovič, T., Dráb, Š., Kačániová, M. (2021). Effect of Long-Term Storage on Mycobiota of Barley Grain and Malt. *Plants* 2021, Vol. 10, Page 1655, 10(8), 1655. <https://doi.org/10.3390/PLANTS10081655>

Freire, L., Braga, P. A. C., Furtado, M. M., Delafiori, J., Dias-Audibert, F. L., Pereira, G. E., Reyes, F. G., Catharino, R. R., Sant'Ana, A. S. (2020). From grape to wine: Fate of ochratoxin A during red, rose, and white winemaking process and the presence of ochratoxin derivatives in the final products. *Food Control*, 113. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2020.107167>

Freire, L., Guerreiro, T. M., Pia, A. K. R., Lima, E. O., Oliveira, D. N., Melo, C. F. O. R., Catharino, R. R., Sant'Ana, A. S. (2018). A quantitative study on growth variability and production of ochratoxin A and its derivatives by *A. carbonarius* and *A. niger* in grape-based medium. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-018-32907-Z>

Freire, L., Sant'Ana, A. S. (2018). Modified mycotoxins: An updated review on their formation, detection, occurrence, and toxic effects. *Food and Chemical Toxicology*, 111, 189–205. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2017.11.021>

Frisvad, J. C. (2018). A critical review of producers of small lactone mycotoxins: Patulin, penicillic acid and moniliformin. *World Mycotoxin Journal*, 11(1), 73–100. <https://doi.org/10.3920/WMJ2017.2294>

Frisvad J. C., Smedsgaard, J., Larsen, T. O., Samson, R. A. (2004). Mycotoxins, drugs and other extrolites produced by species in *Penicillium* subgenus *Penicillium*. IN MYCOLOGY, 49, 201–241.

Gagula, G. (2017). Modeliranje promjena fizikalno-kemijskih svojstava piva tijekom skladištenja u različitoj ambalaži. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:018965>

Garda, J., Martins Macedo, R., Faria, R., Bernd, L., Dors, G. C., Badiale-Furlong, E. (2005). Alcoholic fermentation effects on malt spiked with trichothecenes. *Food Control*, 16(5), 423–428. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2004.05.001>

Gholobova, D., Gerard, M., Decroix, L., Desender, L., Callewaert, N., Annaert, P., Thorrez, L. (2018). Human tissue-engineered skeletal muscle: a novel 3D in vitro model for drug disposition and toxicity after intramuscular injection. *Scientific Reports* 2018 8:1, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30123-3>

Gilbert, J., Anklam, E. (2002). Validation of analytical methods for determining mycotoxins in foodstuffs. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 21(6–7), 468–486. [https://doi.org/10.1016/S0165-9936\(02\)00604-0](https://doi.org/10.1016/S0165-9936(02)00604-0)

Giovenzana, V., Beghi, R., Guidetti, R. (2014). Rapid evaluation of craft beer quality during fermentation process by vis/NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 142, 80–86. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2014.06.017>

Gómez-López, J. (2020). Sensory evaluation of beer. In *The Craft Brewing Handbook* (pp. 191–215). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102079-1.00007-2>

González-Salitre, L.;Guillermo González-Olivares, L., Antobelli Basilio-Cortes, U. (2023, March 30). *Humulus lupulus* L. a potential precursor to human health: High hops craft beer. *Food Chemistry*, 405, 134959. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.134959>

Gonzalez Viejo, C., Fuentes, S., Howell, K., Torrico, D. D.,Dunshea, F. R. (2019). Integration of non-invasive biometrics with sensory analysis techniques to assess acceptability of beer by consumers. *Physiology & Behavior*, 200, 139–147. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2018.02.051>

Gordon, R., Power, A., Chapman, J., Chandra, S., Cozzolino, D. (2018). A Review on the Source of Lipids and Their Interactions during Beer Fermentation that Affect Beer Quality. *Fermentation*, 4(4), 89. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION4040089>

Goyarts, T., Dänicke, S., Valenta, H., Ueberschär, K. H. (2007). Carry-over of *Fusarium* toxins (Deoxynivalenol and zearalenone) from naturally contaminated wheat to pigs. *Food Additives and Contaminants*, 24(4), 369–380. <https://doi.org/10.1080/02652030600988038>

- Gruber-Dorninger, C., Novak, B., Nagl, V., Berthiller, F. (2017). Emerging Mycotoxins: Beyond Traditionally Determined Food Contaminants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(33), 7052–7070.
https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.6B03413/SUPPL_FILE/JF6B03413_SI_001.ZIP
- Guyot-Declerck, C., Fran, N., Ritter, C., Govaerts, B., & Collin, S. (2005). Influence of pH and ageing on beer organoleptic properties. A sensory analysis based on AEDA data. *Food Quality and Preference*, 16(2), 157–162.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2004.04.007>
- Gyllang, H., Martinson, E., Pripps Bryggerier, A. B., Bromma, S. (1976). Studies on the mycoflora of malt. *Journal of the Institute of Brewing*, 82(6), 350–352.
<https://doi.org/10.1002/J.2050-0416.1975.TB06962.X>
- Habschid, K., Velić, N., Tišma, M., Vinko, K. (2011). Utjecaj mikroflore ječma i pšenice na kakvoću slada i piva. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 6(3–4), 100–111. <https://hrcak.srce.hr/clanak/113244>
- Habschied, K., Šarkanj, B., Klapac, T., Krstanović, V. (2011). Distribution of zearalenone in malted barley fractions dependent on *Fusarium graminearum* growing conditions. *Food Chemistry*, 129(2), 329–332. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2011.04.064>
- Habschied, Kristina, Krska, R., Sulyok, M., Lukinac, J., Jukić, M., Šarkanj, B., Krstanović, V., Mastanjević, K. (2019). The Influence of Steeping Water Change during Malting on the Multi-Toxin Content in Malt. *Foods*, 8(10), 478.
<https://doi.org/10.3390/FOODS8100478>
- Habschied, K., Krstanović, V., Mastanjević, K. (2022). Beer Quality Evaluation—A Sensory Aspect. *Beverages*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.3390/beverages8010015>
- Habschied, K., Lalić, A., Horvat, D., Mastanjević, K., Lukinac, J., Jukić, M., Krstanović, V. (2020). β -Glucan Degradation During Malting of Different Purpose Barley Varieties. *Fermentation*, 6(1), 21. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION6010021>
- Haque, M. A., Wang, Y., Shen, Z., Li, X., Saleemi, M. K., He, C. (2020). Mycotoksincontamination and control strategy in human, domestic animal and poultry: A review. *Microbial Pathogenesis*, 142, 104095–104095.
<https://doi.org/10.1016/J.MICPATH.2020.104095>
- Harris, K. (2023). Shedding Light on Dark & Light Beers: The Differences & Debunking Myths. *Comet Tavern*. <https://thecomettavern.com/blog/2023/8/2/shedding-light-on-dark-and-light-beers> <Pristupljeno 21. rujan 2024

Hayward, L., Jantzi, H., Smith, A., & McSweeney, M. B. (2020). How do consumers describe cool climate wines using projective mapping and ultra-flash profile? *Food Quality and Preference*, 86, 104026. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2020.104026>

He, Y., Dong, J., Yin, H., Zhao, Y., Chen, R., Wan, X., Chen, P., Hou, X., Liu, J., Chen, L. (2014). Wort composition and its impact on the flavour-active higher alcohol and ester formation of beer – a review. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(3), 157–163. <https://doi.org/10.1002/JIB.145>

Himmler, S., Soekhai, V., van Exel, J., Brouwer, W. (2021). What works better for preference elicitation among older people? Cognitive burden of discrete choice experiment and case 2 best-worst scaling in an online setting. *Journal of Choice Modelling*, 38, 100265. <https://doi.org/10.1016/J.JOCM.2020.100265>

Holt, S., Miks, M. H., De Carvalho, B. T., Foulquié-Moreno, M. R., Thevelein, J. M. (2018). The molecular biology of fruity and floral aromas in beer and other alcoholic beverages. *FEMS Microbiology Reviews*, 43(3), 193. <https://doi.org/10.1093/FEMSRE/FUY041>

Horák, T., Čulík, J., Jurková, M., Čejka, P., Kellner, V. (2008). Determination of free medium-chain fatty acids in beer by stir bar sorptive ekstraktion. *Journal of Chromatography A*, 1196–1197(1–2), 96–99. <https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2008.05.014>

Howe, S. (2020). Raw materials. In *The Craft Brewing Handbook: A Practical Guide to Running a Successful Craft* (pp. 3–47). https://books.google.hr/books?hl=en&lr=&id=uue9DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=R3eO6P970&sig=caBrqTwQELNcIwOuEi18LPmybOs&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false <Pristupljeno 01.lipnja 2024.

Humia, B. V., Santos, K. S., Barbosa, A. M., Sawata, M., Mendonça, M. da C., Padilha, F. F. (2019). Beer molecules and its sensory and biological properties: A review. *Molecules*, 24(8). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24081568>

Humia, B. V., Santos, K. S., Schneider, J. K., Leal, I. L., de Abreu Barreto, G., Batista, T., Machado, B. A. S., Druzian, J. I., Krause, L. C., da Costa Mendonça, M., Padilha, F. F. (2020). Physicochemical and sensory profile of Beaugard sweet potato beer. *Food Chemistry*, 312, 126087. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2019.126087>

IARC, 1993. (1993). Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. *IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans*, 56.

- Ignacio Alonso-Esteban, J., Pinela, J., Barros, L., Ćirić, A., Soković, M., Calhelha, R. C., Torija-Isasa, E., de Cortes Sánchez-Mata, M., CFR Ferreira, I. (2019). Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) Seeds. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.001>
- Jaeger, S.R., Worch, T., Phelps, T., Jin, D., Cardello, A. V. (2020). Preference segments among declared craft beer drinkers: Perceptual, attitudinal and behavioral responses underlying craft-style vs. traditional-style flavor preferences. *Food Quality and Preference*, 82. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2020.103884>
- Jaeger, Sara R., Alcaire, F., Hunter, D. C., Jin, D., Castura, J. C., Ares, G. (2018). Number of terms to use in temporal check-all-that-apply studies (TCATA and TCATA Fading) for sensory product characterization by consumers. *Food Quality and Preference*, 64, 154–159. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2017.09.013>
- Jaeger, Sara R., Chheang, S. L., Jin, D., Roigard, C. M., Ares, G. (2020). Check-all-that-apply (CATA) questions: Sensory term citation frequency reflects rated term intensity and applicability. *Food Quality and Preference*, 86, 103986. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2020.103986>
- Jaeger, Sara R., Worch, T., Phelps, T., Jin, D., Cardello, A. V. (2021). Effects of “craft” vs. “traditional” labels to beer consumers with different flavor preferences: A comprehensive multi-response approach. *Food Quality and Preference*, 87, 104043. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2020.104043>
- Kadota, T., Kimura, M., Hirano, S., Tajima, O., Nakajima, T., Kamata, Y., Sugita-Konishi, Y. (2011). Development of a simultaneous liquid chromatography/tandem mass spectrometric method for the determination of type B trichothecenes, their derivatives, and precursors in wheat. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 25(23), 3481–3490. <https://doi.org/10.1002/RCM.5250>
- Kaneda, H., Takasiiio, M., Tamaki, T., Osawa, T. (1997). INFLUENCE OF pH ON FLAVOUR STALING DURING BEER STORAGE. *J. Lust. Brew*, 103, 21–23. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.1997.tb00932.x>
- Kifer, D., Sulyok, M., Jakšić, D., Krska, R., Šegvić Klarić, M. (2021). Fungi and their metabolites in grain from individual households in Croatia. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 14(2), 98–109. <https://doi.org/10.1080/19393210.2021.1883746>
- Kochman, J. ., Jakubczyk, K. ., Janda, K. (2021). Mycotoxins in red wine: Occurrence and risk assessment. *Food Control*, 129, 108229. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2021.108229>
- Kovač, M., Šubarić, D., Bulaić, M., Kovač, T., Šarkanj, B. (2018). Yesterday masked, today modified; what do mycotoxins bring next? *Arhiv Za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 69(3), 196–214. <https://doi.org/10.2478/AIHT-2018-69-3108>

- Krasauskas, A. (2017). Fungi in malting barley grain and malt production. *Biologija*, 63(3), 283–288. <https://doi.org/10.6001/BIOLOGIJA.V63I3.3583>
- Krska, R., Sulyok, M., Schuhmacher, R. (2010). Application of an LC–MS/MS based multi-mycotoksinmethod for the semi-quantitative determination of mycotoxins occurring in different types of food infected by moulds. *Food Chemistry*, 119(1), 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.042>
- Krstanović, V., Klapac, T., Velić, N., Milaković, Z. (2005). Contamination of malt barley and wheat by *Fusarium graminearum* and *Fusarium culmorum* from the crop years 2001–2003 in eastern Croatia. *Microbiological Research*, 160(4), 353–359. <https://doi.org/10.1016/J.MICRES.2005.02.009>
- Kuzdraliński, A., Solarska, E., Muszyńska, M. (2013). Deoksinivalenol and zearalenone occurrence in beers analysed by an enzyme-linked immunosorbent assay method. *Food Control*, 29(1), 22–24. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2012.06.003>
- Langstaff, S.A.; Guinard, J.-X., Lewis, M. J. (2018). Sensory Evaluation of the Mouthfeel of Beer. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 49(2), 54–59. <https://sci-hub.se/10.1094/ASBCJ-49-0054>
- Lawless, H. T., Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Li, L., Pan, Y., Zhang, S., Yang, T., Li, Z., Wang, B., Sun, H., Zhang, M., Li, X. (2023). Quorum sensing: cell-to-cell communication in *Saccharomyces cerevisiae*. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1250151. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2023.1250151>
- Lodolo, E. J., Kock, J. L. F., Axcell, B. C., Brooks, M. (2008). The yeast *Saccharomyces cerevisiae*– the main character in beer brewing. *FEMS Yeast Research*, 8(7), 1018–1036. <https://doi.org/10.1111/J.1567-1364.2008.00433.X>
- Louro, H., Vettorazzi, A., López de Cerain, A., Spyropoulou, A., Solhaug, A., Straumfors, A., Behr, A. C., Mertens, B., Žegura, B., Fæste, C. K., Ndiaye, D., Spilioti, E., Varga, E., Dubreil, E., Borsos, E., Crudo, F., Eriksen, G. S., Snapkow, I., Henri, J. Marko, D. (2024). Hazard characterization of *Alternaria* toxins to identify data gaps and improve risk assessment for human health. *Archives of Toxicology*, 98(2), 425. <https://doi.org/10.1007/S00204-023-03636-8>
- Malachová, A., Sulyok, M., Beltrán, E., Berthiller, F., Krska, R. (2014). Optimization and validation of a quantitative liquid chromatography–tandem mass spectrometric method covering 295 bacterial and fungal metabolites including all regulated mycotoxins in four model food matrices. *Journal of Chromatography A*, 1362, 145–156. <https://doi.org/10.1016/J.CHROMA.2014.08.037>

- Mardetko, N. (2022). Razvoj biorafinerijskoga sustava za proizvodnju biogoriva i biokemikalija iz otpadnih lignoceluloznih sirovina. In Doktorska disertacija. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Hrvatska.
- Marin, S., Ramos, A. J., Cano-Sancho, G., & Sanchis, V. (2013). Mycotoxins: Occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 218–237. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.047>
- Marques, C., Correia, E., Dinis, L. T., Vilela, A. (2022). An Overview of Sensory Characterization Techniques: From Classical Descriptive Analysis to the Emergence of Novel Profiling Methods. *Foods*, 11(3), 255. <https://doi.org/10.3390/FOODS11030255>
- Martín, I., Gálvez, L., Guasch, L., Palmero, D. (2022). Fungal Pathogens and Seed Storage in the Dry State. *Plants*, 11(22), 3167. <https://doi.org/10.3390/PLANTS11223167>
- Mastanjević, K., Mastanjević, K., Krstanović, V. (2017). The Gushing Experience—A Quick Overview. *Beverages*, 3(2), 25. <https://doi.org/10.3390/BEVERAGES3020025>
- Mastanjević, K., Šarkanj, B., Krska, R., Sulyok, M., Warth, B., Mastanjević, K., Šantek, B., Krstanović, V. (2018). From malt to wheat beer: A comprehensive multi-toksin screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters. *Food Chemistry*, 254, 115–121. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.02.005>
- Mbugua, S. K., Gathumbi, J. K. (2004). The contamination of Kenyan lager beers with *Fusarium* mycotoxins. *Journal of the Institute of Brewing*, 110(3), 227–229. <https://doi.org/10.1002/J.2050-0416.2004.TB00207.X>
- Meena, M., Samal, S. (2019). *Alternaria* host-specific (HSTs) toxins: An overview of chemical characterization, target sites, regulation and their toxic effects. *Toxicology Reports*, 6, 745–758. <https://doi.org/10.1016/J.TOXREP.2019.06.021>
- Meilgaard, M. C.; Dalglish, C. E. Clapperton, J. F. (1979). BEER FLAVOUR TERMINOLOGY1. *Journal of the Institute of Brewing*, 85(1), 38–42. <https://scihub.se/10.1002/j.2050-0416.1979.tb06826.x>
- Meza-Márquez, O. G., Rodríguez-Hijar, A. R., Gallardo-Velázquez, T., Osorio-Revilla, G., Ramos-Monroy, O. A. (2024). The Prediction of Quality Parameters of Craft Beer with FT-MIR and Chemometrics. *Foods*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/FOODS13081157/S1>
- Mori, K., & Sakano, H. (2011). How Is the Olfactory Map Formed and Interpreted in the Mammalian Brain? *Annual Review of Neuroscience*, 34(1), 467–499. <https://scihub.se/10.1146/annurev-neuro-112210-112917>
- Murray, J. M., Delahunty, C. M., Baxter, I. A. (2001). Descriptive sensory analysis: past, present and future. *Food Research International*, 34(6), 461–471. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00070-9](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00070-9)

- Nafuka, S. N., Misihairabgwi, J. M., Bock, R., Ishola, A., Sulyok, M., Krska, R. (2019). Variation of Fungal Metabolites in Sorghum Malts Used to Prepare Namibian Traditional Fermented Beverages Omalodu and Otombo. *Toxins*, 11(3), 165. <https://doi.org/10.3390/TOXINS11030165>
- Neme, K., Mohammed, A. (2017). Mycotoksinoccurrence in grains and the role of postharvest management as a mitigation strategies. A review. *Food Control*, 78, 412–425. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2017.03.012>
- Nionelli, L., Pontonio, E., Gobbetti, M., Rizzello, C. G. (2018). Use of hop ekstrakt as antifungal ingredient for bread making and selection of autochthonous resistant starters for sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 266, 173–182. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2017.12.002>
- Pravilnik o pivu (2011), Narodne novine, 2867, Zagreb (2011).
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o trošarinama, (2021). https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2021_12_144_2463.html
- O' Sullivan, M. . (2011). Sensory Evaluation and Consumer Research. In *Alcoholic Beverages* (pp. 42–47).
https://books.google.hr/books?hl=hr&lr=&id=eJRwAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=wtAij6g29J&sig=VYDNvkdt7QIsz2c-mLo-JyZxrc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false <Pristupljeno 30. siječnja 2023.>
- Oladokun, O., Tarrega, A., James, S., Cowley, T., Dehrmann, F., Smart, K., Cook, D., Hort, J. (2016). Modification of perceived beer bitterness intensity, character and temporal profile by hop aroma ekstrakt. *Food Research International*, 86, 104–111. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2016.05.018>
- Oladokun, O., Tarrega, A., James, S., Smart, K., Hort, J., Cook, D. (2016). The impact of hop bitter acid and polyphenol profiles on the perceived bitterness of beer. *Food Chemistry*, 205, 212–220. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.03.023>
- Olaniran, A. O., Hiralal, L., Mokoena, M. P., Pillay, B. (2017). Flavour-active volatile compounds in beer: production, regulation and control. *Journal of the Institute of Brewing*, 123(1), 13–23. <https://doi.org/10.1002/JIB.389>
- Oser, H. H. (2015). Producing quality barley for the malting industry.
- Ostry, V. (2008). Alternaria mycotoxins: an overview of chemical characterization, producers, toxicity, analysis and occurrence in foodstuffs. *World Mycotoksin Journal*, 1(2), 175–188. <https://doi.org/10.3920/WMJ2008.X013>

Ostry, V., Malir, F., Toman, J., Grosse, Y. (2017). Mycotoxins as human carcinogens—the IARC Monographs classification. *MycotoksinResearch*, 33(1), 65–73. <https://doi.org/10.1007/S12550-016-0265-7/TABLES/2>

Pai, T., V., Sawant, S. Y., Ghatak, A. A., Chaturvedi, P. A., Gupte, A. M., Desai, N. S. (2015). Characterization of Indian beers: chemical composition and antioxidant potential. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1414–1423. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1152-2>

Papadopoulou-Bouraoui, A., Vrabcheva, T., Valzacchi, S., Stroka, J., Papadopoulou-Bouraoui, A., Vrabcheva, T., Valzacchi, S., Stroka, J., Anklam, E. (2007). Screening survey of Deoxynivalenol in beer from the European market by an enzyme-linked immunosorbent assay. *Food Additives and Contaminants*, 21(6), 607–617. <https://doi.org/10.1080/02652030410001677745>

Parker, D. K. (2012). Beer: production, sensory characteristics and sensory analysis. In *Alcoholic Beverages* (pp. 133–158). <https://sci-hub.se/10.1533/9780857095176.2.133>

Pascari, X., Marin, S., Ramos, A. J., Sanchis, V. (2022). Relevant Fusarium Mycotoxins in Malt and Beer. *Foods*, 11(2), 246. <https://doi.org/10.3390/FOODS11020246>

Pascari, X., Ortiz-Solá, J., Marín, S., Ramos, A. J., Sanchis, V. (2018). Survey of mycotoxins in beer and exposure assessment through the consumption of commercially available beer in Lleida, Spain. *LWT*, 92, 87–91. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2018.02.021>

Pascari, X., Ramos, A. J., Marín, S., Sanchis, V. (2018). Mycotoxins and beer. Impact of beer production process on mycotoxin contamination. A review. *Food Research International*, 103, 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.038>

Patriarca, A. (2016). *Alternaria* in food products. *Current Opinion in Food Science*, 11, 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2016.08.007>

Peces-Pérez, R., Vaquero, C., Callejo, M. J., Morata, A. (2022). Biomodulation of Physicochemical Parameters, Aromas, and Sensory Profile of Craft Beers by Using Non-Saccharomyces Yeasts. *ACS Omega*, 7(21), 17822–17840. https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.2C01035/SUPPL_FILE/AO2C01035_SI_001.PDF

Perpète, P., Collin, S. (2000). Influence of beer ethanol content on the wort flavour perception. *Food Chemistry*, 71(3), 379–385. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00179-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00179-5)

Peters, J., Van Dam, R., Van Doorn, R., Katerere, D., Berthiller, F., Haasnoot, W., Nielen, M. W. F. (2017). Mycotoxin profiling of 1000 beer samples with a special focus on craft beer. *PLOS ONE*, 12(10), e0185887. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0185887>

Phalip, V., Hatsch, D., Laugel, B., Jeltsch, J. M. (2006). An overview of fungal community diversity in diseased hop plantations. *FEMS Microbiology Ecology*, 56(2), 321–329. <https://doi.org/10.1111/J.1574-6941.2006.00102.X>

Piacentini, K. C., Rocha, L. O., Fontes, L. C., Carnielli, L., Reis, T. A., Corrêa, B. (2017). Mycotoksinanalysis of industrial beers from Brazil: The influence of fumonisin B 1 and Deoksinivalenol in beer quality. *Food Chemistry*. <https://sci-hub.se/10.1016/j.foodchem.2016.09.062>

Pineau, N., Girardi, A., Lacoste Gregorutti, C., Fillion, L., Labbe, D. (2022). Comparison of RATA, CATA, sorting and Napping® as rapid alternatives to sensory profiling in a food industry environment. *Food Research International*, 158, 111467. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2022.111467>

Pleadin, J., Frece, J., Vasilj, V., Markov, K. (2015). Fuzarijski mikotoksini u hrani i hrani za životinje. *Hrvatski Časopis Za Prehrambenu Tehnologiju, Biotehnologiju i Nutricionizam*, 10(1–2), 6–13.

Popescu, V., Soceanu, A., Dobrinas, S., Stanciu, G. (2013). A study of beer bitterness loss during the various stages of the Romanian beer production process. *Journal of the Institute of Brewing*, 119(3), 111–115. <https://doi.org/10.1002/JIB.82>

Poutanen, K. S. (2020). Cereal raw material pretreatment. In *Breakfast Cereals and How They Are Made: Raw Materials, Processing, and Production* (pp. 97–106). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812043-9.00015-1>

Prelle, A., Spadaro, D., Denca, A., Garibaldi, A., Gullino, M. L. (2013). Comparison of Clean-Up Methods for OchratoxinA on Wine, Beer, Roasted Coffee and Chili Commercialized in Italy. *Toxins* 2013, 5(10), 1827–1844. <https://doi.org/10.3390/TOXINS5101827>

Puri, R., Khamrui, K., Khetra, Y., Malhotra, R., Devraja, H. C. (2016). Quantitative descriptive analysis and principal component analysis for sensory characterization of Indian milk product cham-cham. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1238–1246. <https://doi.org/10.1007/S13197-015-2089-4/FIGURES/3>

Rani, H., Bhardwaj, R. D. (2021). Quality attributes for barley malt: “The backbone of beer.” *Journal of Food Science*, 86(8), 3322–3340. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15858>

Ratliff, J. (2024). Beer Sensory Skills 101, Malt, Oxidation. Mr. Beer. <<https://www.mrbeer.com/blog/post/beer-sensory-skills-101-%7C-malt-%7C-oxidation>>Pristupljeno 21. listopada 2024.

Sabo, J., Đurić, T., Jasnić, S. (2002). Fusarium fungi as a pathogen causing hop wilt. <https://Pps.Agriculturejournals.Cz/Doi/10.17221/10476-PPS.Html>, 38(SI 2-6th Conf EFPP), 308–310. <https://doi.org/10.17221/10476-PPS>

Sánchez, H. C. (2017). The mathematics of brewing. <http://chalkdustmagazine.com/blog/the-mathematics-of-brewing/> <Pristupljeno 5. velječe 2022.

Šarić, G. (2020). Proizvodnja piva: Kako proizvesti pivo? *Gospodarski List*. <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/prilog-broja-kako-proizvesti-pivoy> Pristupljeno 19. siječnja 2024

Šarkanj, B., Šarkanj Dodlek, I., Shamtsyan, M. (2020). Mycotoxins in food - How to prevent and what to do when things go bad. *E3S Web of Conferences*, 215. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021501004>

Šarkanj, B., Warth, B., Uhlig, S., Abia, W. A., Sulyok, M., Klačec, T., Krska, R., Banjari, I. (2013). Urinary analysis reveals high Deoksinivalenol exposure in pregnant women from Croatia. *Food and Chemical Toxicology*, 62, 231–237. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2013.08.043>

Schabo, D. C., Freire, L., Sant'Ana, A. S., Schaffner, D. W., Magnani, M. (2021). Mycotoxins in artisanal beers: An overview of relevant aspects of the raw material, manufacturing steps and regulatory issues involved. *Food Research International*, 141, 110114. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110114>

Schmelzle, A. (2009). The Beer Aroma Wheel. *BrewingScience*, 62, 26–32. https://www.academia.edu/12015570/The_Beer_Aroma_Wheel

Schwarz, P. B., Casper, H. H., Beattie, S. (2018). Fate and Development of Naturally Occurring Fusarium Mycotoxins During Malting and Brewing1. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 53(3), 121–127. <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-53-0121>

Silva, R., Rocha, R. S., Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Hugo Scudino, Ramos, G. L. P. A., Pimentel, T. C., Silva, M. C., Henrique F. Silva, P., Duarte, M. C. K. H., Freitas, M. Q., Cruz, A. G., Esmerino, E. A. (2020). Dulce de leche submitted to ohmic heating treatment: Consumer sensory profile using preferred attribute elicitation (PAE) and temporal check-all-that-apply (TCATA). *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 134. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109217>

Simpson, W. J. (2016). Sensory Analysis in the Brewery. In *Brewing Materials and Processes* (pp. 257–289). <https://sci-hub.se/10.1016/B978-0-12-799954-8.00013-7>

Sinkinson, C. (2017). Triangle Test. *Discrimination Testing in Sensory Science*. <https://sci-hub.se/10.1016/B978-0-08-101009-9.00007-1> <Pristupljeno 06. veljače 2024.

Sobrova, P., Adam, V., Vasatkova, A., Beklova, M., Zeman, L., Kizek, R. (2010). Deoxynivalenol and its toxicity. *Interdisciplinary Toxicology*, 3(3), 94–99. <https://doi.org/10.2478/V10102-010-0019-X>

Spedding, G. (2024). Craft Beer & Brewing. <<https://beerandbrewing.com/dictionary/Bc3C4qEYz3/>>Pristupljeno 29.kolovoza 2024.<

Šréd, K., Prášilová, M., Svoboda, R., Severová, L. (2020). Hop production in the Czech Republic and its international aspects. *Heliyon*, 6(7). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E04371>

Stanciu, O., Juan, C., Miere, D., Loghin, F., Mañes, J. (2017). Presence of Enniatins and Beauvericin in Romanian Wheat Samples: From Raw Material to Products for Direct Human Consumption. *Toxins*, 9(6), 189. <https://doi.org/10.3390/TOXINS9060189>

Stange, J. (2023). The Bitterness Problem. *Craft Beer and Brewing*. <https://beerandbrewing.com/brewing-theory-the-bitterness-problem/><Pristupljeno 22.listopada 2024.

Steiner, D., Malachová, A., Sulyok, M., & Krska, R. (2021). Challenges and future directions in LC-MS-based multiclass method development for the quantification of food contaminants. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 413(1), 25–34. <https://doi.org/10.1007/S00216-020-03015-7/FIGURES/3>

Stewart, G. G. (2016). Beer: Raw Materials and Wort Production. *Enciklopedia of Food and Health*, 355–363. <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/GG-Stewart-2107960727>

Stone, H. (2018). Example food: What are its sensory properties and why is that important? *Npj Science of Food* 2018 2:1, 2(1), 1–3. doi.org/10.1038/s41538-018-0019-3

Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., Singleton, R. C. (2008). Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. *Descriptive Sensory Analysis in Practice*, 23–34. <https://doi.org/10.1002/9780470385036.CH1C>

Su, X., Yu, M., Wu, S., Ma, M., Su, H., Guo, F., Bian, Q., Du, T. (2022). Sensory lexicon and aroma volatiles analysis of brewing malt. *Npj Science of Food* 2022 6:1, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41538-022-00135-5>

Sulyok M., Krska R., Schuhmacher R. (2007). A liquid chromatography/tandem mass spectrometric multi-mycotoxin method for the quantification of 87 analytes and its application to semi-quantitative screening of moldy food samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389(5), 1505–1523. <https://doi.org/10.1007/S00216-007-1542-2/FIGURES/4>

Sulyok, M., Stadler, D., Steiner, D., Krska, R. (2020). Validation of an LC-MS/MS-based dilute-and-shoot approach for the quantification of > 500 mycotoxins and other secondary metabolites in food crops: challenges and solutions. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 412(11), 2607–2620. <https://doi.org/10.1007/S00216-020-02489-9/FIGURES/7>

Szuets, P., Mesterhazy, A., Falkay, G. Y., Bartok, T. (1997). Early telarche symptoms in children and their relations to zearalenon contamination in foodstuffs. *Cereal Research Communications*, 25(3 I), 429–436. <https://doi.org/10.1007/BF03543747>

The Swaen. (2024). Caramel malt - Impact of roasting techniques on flavour. The Swaen. <https://theswaen.com/caramel-malt-impact-of-roasting-techniques-on-flavour/> <Pristupljeno 22.listopada 2024.

Thomas, W. J., Borland, T. G., Bergl, D. D., Claassen, B. J., Flodquist, T. A., Montgomery, A. S., Rivedal, H. M., Woodhall, J., Ocamb, C. M., Gent, D. H. (2022). A Quantitative PCR Assay for Detection and Quantification of *Fusarium sambucinum*. *Plant Disease*, 106(10), 2601–2606. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-22-0269-RE/ASSET/IMAGES/LARGE/PDIS-02-22-0269-REF2.JPEG>

Tola, M., Kebede, B. (2016). Occurrence, importance and control of mycotoxins: A review. [Http://Www.Editorialmanager.Com/Cogentagri](http://Www.Editorialmanager.Com/Cogentagri), 2(1), 1191103. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1191103>

Tüsekwa, A. B., Mosha, T. C. E., Laswai, H. S., Towo, E. E. (2000). Traditional alcoholic beverages of Tanzania: production, quality and changes in quality attributes during storage. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 51(2), 135–143. <https://doi.org/10.1080/096374800100831>

Udovicki, B., Audenaert, K., De Saeger, S., Rajkovic, A. (2018). Overview on the mycotoxins incidence in serbia in the period 2004–2016. *Toxins*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/TOXINS10070279>

Vahčić, N., Hruškar, M., Marković, K. (2000). Metoda kvantitativne deskriptivne analize u senzorskoj procjeni jogurta. *Mljekarstvo*, 50(4), 279–296.

Vaughan, A., O’Sullivan, T., Van Sinderen, D. (2005). Enhancing the Microbiological Stability of Malt and Beer — A Review. *Journal of the Institute of Brewing*, 111(4), 355–371. <https://doi.org/10.1002/J.2050-0416.2005.TB00221.X>

Vetter, J. (2000). Plant cyanogenic glycosides. *Toxicon*, 38(1), 11–36. [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(99\)00128-2](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(99)00128-2)

Vilela, A., Bacelar, E., Pinto, T., Anjos, R., Correia, E., Gonçalves, B., & Cosme, F. (2019). Beverage and Food Fragrance Biotechnology, Novel Applications, Sensory and Sensor Techniques: An Overview. *Foods*, 8(12), 643. <https://doi.org/10.3390/FOODS8120643>

Visconti, A., Perrone, G., Cozzi, G., Solfrizzo, M. (2008). Managing ochratoxin A risk in the grape-wine food chain. *Food Additives and Contaminants*, 25(2), 193–202. <https://doi.org/10.1080/02652030701744546>

Wan, J., Chen, B., Rao, J. (2020). Occurrence and preventive strategies to control mycotoxins in cereal-based food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1–26. <https://sci-hub.se/10.1111/1541-4337.12546>

Wang, T., Chen, J., Zhou, T., Song, L. (2018). Fabricating microstructures on glass for microfluidic chips by glass molding process. *Micromachines*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/MI9060269>

WHO, (2017). Evaluation of certain contaminants in food. In World Health Organization technical report series (1002, pp. 1–166).

Young, J., Oakley, W. R. M., Fox, G. (2023). *Humulus lupulus* and microbes: Exploring biotic causes for hop creep. *Food Microbiology*, 114, 104298. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2023.104298>

Young, T. W. (2021). Beer .Definition, History, Types, Brewing Process, & Facts Britannica. Enciklopedia Britannica. <Pristupljeno 05. velječe 2022.>

Zinedine, A., Soriano, J. M., Moltó, J. C., Mañes, J. (2007). Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: An oestrogenic mycotoxin. *Food and Chemical Toxicology*, 45(1), 1–18. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2006.07.030>

Zhao K, Shao B, Yang D, Li F, Zhu J (2015) Natural Occurrence of *Alternaria* Toxins in Wheat-Based Products and Their Dietary Exposure in China. *PLoS ONE* 10(6): e0132019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132019>

8. PRILOZI

Prilog 1 Prikaz fizikalno-kemijskih parametara u svim uzorcima piva

| šifra piva | pH | ekstrakt [°Brix] | EBC | SRM | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kiselina [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|------------|-----|------------------|-------|-------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|------------|
| B01 | 4.9 | 7.4 | 15.8 | 7.9 | <LOD | 4.13 | 1.88 | 0.59 | 0.11 | 4.03 | 7.23 |
| B02 | 4.8 | 5.0 | 21.5 | 10.7 | 0.87 | 1.79 | 2.52 | 0.09 | 0.57 | 1.90 | 4.63 |
| B03 | 4.6 | 6.0 | 25.0 | 12.5 | 5.84 | 4.00 | 0.43 | 0.32 | 2.11 | 2.64 | 5.23 |
| B04 | 4.7 | 6.4 | 156.9 | 79.7 | <LOD | 0.81 | 0.13 | 0.56 | 0.11 | 0.20 | 5.83 |
| B05 | 4.7 | 8.6 | 134.4 | 67.2 | <LOD | 2.45 | 0.00 | 0.53 | 1.57 | 0.50 | 6.12 |
| B06 | 4.8 | 6.0 | 141.9 | 71.0 | 6.55 | 0.32 | 0.10 | 0.51 | 0.11 | 2.64 | 4.24 |
| B07 | 5.2 | 8.8 | 7.4 | 3.8 | 15.61 | 13.36 | 0.02 | 0.30 | 1.01 | 2.56 | 5.89 |
| B08 | 5.2 | 7.0 | 36.1 | 18.3 | 12.73 | 5.17 | 0.00 | 0.69 | 0.77 | 2.49 | 6.71 |
| B09 | 5.3 | 7.8 | 12.8 | 6.4 | <LOD | 5.94 | 0.24 | 0.85 | 1.42 | 1.77 | 6.20 |
| B10 | 4.6 | 5.6 | 27.5 | 13.8 | <LOD | 1.18 | 0.13 | 0.46 | 4.89 | 0.48 | 5.26 |
| B11 | 5.3 | 8.0 | 27.1 | 13.5 | 2.84 | 1.67 | 0.05 | 0.61 | 2.66 | 2.79 | 6.47 |
| B12 | 5.1 | 6.8 | 29.3 | 14.6 | <LOD | 5.87 | <LOD | 0.46 | 0.54 | 1.78 | 4.56 |
| B13 | 5.2 | 8.0 | 41.1 | 20.8 | 4.45 | 1.91 | 0.12 | 0.76 | 0.45 | 2.83 | 6.28 |
| B14 | 5.0 | 6.0 | 116.2 | 58.1 | <LOD | 3.49 | <LOD | 0.39 | 2.09 | 1.34 | 4.69 |
| B15 | 4.6 | 6.6 | 97.0 | 48.5 | <LOD | 0.40 | 0.02 | 0.34 | 0.93 | 1.51 | 3.26 |
| B16 | 4.1 | 6.2 | 133.7 | 66.9 | 3.30 | 0.89 | <LOD | 0.04 | 4.56 | 0.42 | 4.51 |
| B17 | 5.1 | 6.0 | 58.1 | 29.0 | <LOD | 2.88 | 0.01 | 0.25 | 1.17 | 1.19 | 3.76 |
| B18 | 5.0 | 19.4 | 417.0 | 211.7 | 27.16 | 9.46 | 1.22 | 1.29 | 0.11 | 5.03 | 10.09 |
| B19 | 5.3 | 6.2 | 25.7 | 12.9 | <LOD | 1.19 | 0.04 | <LOD | 0.53 | 1.93 | 5.37 |
| B20 | 4.7 | 5.0 | 12.6 | 6.3 | <LOD | 0.91 | 0.09 | 0.61 | 0.14 | 2.29 | 5.32 |
| B21 | 5.0 | 5.2 | 13.6 | 6.8 | 4.51 | 1.82 | 0.02 | <LOD | 1.21 | 2.43 | 4.70 |
| B22 | 4.5 | 5.0 | 6.5 | 3.3 | <LOD | 2.63 | 0.01 | <LOD | 1.06 | 2.70 | 4.35 |
| B23 | 4.9 | 8.2 | 18.3 | 9.2 | <LOD | 0.47 | 0.01 | 0.51 | 1.24 | 2.26 | 4.17 |
| B24 | 5.3 | 7.2 | 28.4 | 14.4 | 9.12 | 1.82 | 0.14 | 0.75 | 0.66 | 3.00 | 7.35 |
| B25 | 6.4 | 6.4 | 5.0 | 2.5 | <LOD | 1.60 | <LOD | 0.13 | 1.39 | 0.46 | 4.31 |
| B26 | 4.8 | 6.0 | 8.4 | 4.2 | <LOD | 1.13 | <LOD | 0.35 | 0.90 | 1.80 | 4.48 |
| B27 | 4.8 | 6.0 | 18.4 | 9.2 | <LOD | 1.40 | <LOD | 0.43 | 1.03 | 1.92 | 5.73 |
| B28 | 4.9 | 6.4 | 12.5 | 6.2 | <LOD | 1.02 | 0.11 | 0.48 | 0.74 | 1.90 | 4.81 |
| B29 | 5.0 | 5.0 | 16.5 | 8.2 | <LOD | 4.09 | 0.01 | 0.39 | 0.66 | 1.73 | 5.56 |
| B30 | 5.1 | 5.6 | 11.1 | 5.5 | <LOD | 1.53 | 0.00 | 0.28 | 1.18 | 2.33 | 3.11 |
| B31 | 5.1 | 5.2 | 8.1 | 4.1 | <LOD | 1.14 | 0.00 | 0.36 | 1.05 | 1.96 | 4.80 |
| B32 | 5.1 | 6.4 | 10.6 | 5.3 | <LOD | 4.67 | 0.12 | 0.35 | 1.56 | 1.51 | 4.64 |
| B33 | 4.7 | 6.0 | 14.2 | 7.1 | <LOD | 2.66 | 0.02 | 0.44 | 2.02 | <LOD | <LOD |
| B34 | 5.1 | 6.0 | 11.8 | 5.9 | <LOD | 1.92 | 0.56 | 0.27 | 0.49 | 1.40 | 4.29 |
| B35 | 5.0 | 6.0 | 6.9 | 3.5 | <LOD | 2.16 | 0.50 | 0.39 | 0.45 | 2.35 | 4.21 |
| B36 | 4.8 | 5.0 | 11.0 | 5.5 | <LOD | 2.32 | 0.57 | 0.16 | 0.54 | 1.57 | 4.55 |
| B37 | 4.5 | 6.0 | 13.4 | 6.7 | <LOD | 2.79 | 0.15 | 0.17 | 0.11 | 2.68 | 4.81 |
| B38 | 4.4 | 5.0 | 11.3 | 5.6 | <LOD | 2.78 | 2.08 | 0.57 | 2.87 | 0.51 | 4.20 |
| B39 | 4.6 | 4.2 | 10.3 | 5.2 | <LOD | 1.64 | 0.07 | 0.21 | 1.32 | 2.11 | 3.91 |
| B40 | 4.9 | 5.6 | 9.4 | 4.7 | 1.30 | 3.48 | 2.24 | 0.40 | 1.66 | 2.33 | 5.16 |
| B41 | 5.2 | 5.0 | 12.3 | 6.2 | <LOD | 2.90 | 0.04 | 0.39 | 0.37 | 2.07 | 4.85 |

| šifra piva | pH | ekstrakt [°Brix] | EBC | SRM | maltotrioza [g L ⁻¹] | maltoza [g L ⁻¹] | glukoza [g L ⁻¹] | fruktoza [g L ⁻¹] | mliječna kiselina [g L ⁻¹] | glicerol [g L ⁻¹] | etanol [%] |
|------------|-------|------------------|--------|--------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|------------|
| B42 | 4.7 | 5.0 | 16.6 | 8.3 | <LOD | 2.28 | <LOD | 0.28 | 0.11 | 2.38 | 3.61 |
| B43 | 5.3 | 5.4 | 7.1 | 3.5 | <LOD | 1.85 | <LOD | 0.44 | 1.13 | 1.42 | 4.20 |
| B44 | 5.0 | 5.6 | 8.8 | 4.4 | <LOD | 2.03 | 0.06 | 0.41 | 1.04 | 1.95 | 4.67 |
| B45 | 5.2 | 5.4 | 17.8 | 8.9 | <LOD | 2.88 | 0.06 | 0.54 | 0.76 | 1.98 | 4.57 |
| B46 | 5.1 | 6.1 | 8.5 | 4.2 | <LOD | 2.78 | 0.03 | 0.39 | 1.19 | 1.91 | 4.81 |
| B47 | 5.0 | 6.2 | 8.6 | 4.3 | <LOD | 3.54 | 0.00 | 0.36 | 1.34 | 1.86 | 4.95 |
| B48 | 4.6 | 5.2 | 13.4 | 6.7 | <LOD | 1.57 | 0.02 | 0.22 | 1.12 | 2.23 | 5.22 |
| B49 | 5.0 | 6.0 | 26.9 | 13.5 | <LOD | 1.58 | 0.00 | 0.21 | 1.26 | 2.43 | 5.42 |
| B50 | 5.0 | 6.0 | 21.5 | 10.8 | <LOD | 8.16 | 0.11 | 0.63 | 1.07 | 1.93 | 4.53 |
| B51 | 4.9 | 5.8 | 20.6 | 10.3 | <LOD | 1.27 | 0.00 | 0.44 | 0.76 | 1.58 | 5.59 |
| B52 | 4.8 | 6.0 | 18.5 | 9.3 | <LOD | 1.76 | 0.03 | 0.45 | 0.84 | 1.92 | 4.93 |
| B53 | 4.5 | 5.0 | 27.3 | 13.6 | 0.40 | 8.53 | 0.12 | 0.59 | 1.08 | 1.89 | 4.88 |
| B54 | 4.7 | 6.6 | 34.2 | 17.1 | <LOD | 6.36 | 0.20 | 0.26 | 0.16 | 3.56 | 7.06 |
| B55 | 5.2 | 6.8 | 49.3 | 24.6 | <LOD | 6.53 | 0.20 | 0.27 | 0.11 | 3.31 | 7.12 |
| B56 | 5.1 | 5.0 | 17.3 | 8.7 | 9.76 | 1.90 | 0.00 | 0.47 | 0.96 | 1.60 | 4.34 |
| B57 | 5.0 | 5.0 | 5.5 | 2.8 | 0.44 | 2.22 | 1.32 | 0.43 | 0.77 | 1.76 | 4.23 |
| B58 | 4.9 | 5.0 | 13.8 | 6.9 | 0.37 | 1.98 | 0.22 | 0.06 | 2.78 | 2.27 | 4.64 |
| B59 | 5.0 | 6.2 | 14.0 | 7.0 | <LOD | 5.93 | 0.21 | 0.62 | 1.34 | 1.92 | 5.20 |
| B60 | 4.9 | 6.8 | 34.3 | 17.1 | <LOD | 5.61 | 0.03 | 0.55 | 0.17 | 1.98 | 6.01 |
| BI05 | 4.7 | 6.2 | 7.7 | 3.9 | 1.89 | 3.09 | 0.07 | 0.30 | 0.11 | 2.28 | 4.85 |
| BI06 | 4.3 | 5.0 | 105.1 | 53.4 | <LOD | 3.51 | 0.00 | 0.33 | 0.92 | 1.29 | 4.41 |
| BI07 | 4.9 | 9.8 | 35.0 | 17.8 | <LOD | 5.62 | 0.32 | 0.51 | 1.16 | 1.75 | 6.68 |
| BI08 | 4.8 | 8.4 | 113.3 | 57.5 | <LOD | 4.37 | 0.66 | 0.40 | 1.55 | 1.83 | 6.62 |
| BI09 | 4.8 | 9.0 | 13.7 | 7.0 | <LOD | 4.23 | 1.43 | 1.77 | 0.52 | 2.01 | 4.66 |
| BI10 | 5.1 | 8.0 | 22.1 | 11.2 | <LOD | 0.66 | 0.14 | 0.58 | 0.53 | 1.58 | 5.36 |
| prosjeak | 4.9 | 6.4 | 37.2 | 18.7 | 6.3 | 3.1 | 0.3 | 0.4 | 1.1 | 2.0 | 5.1 |
| | 0.317 | 1.997 | 60.255 | 30.501 | 7.022 | 2.399 | 0.597 | 0.263 | 0.913 | 0.811 | 1.264 |
| sd | 933 | 169 | 356 | 065 | 59 | 222 | 887 | 82 | 143 | 464 | 17 |
| | | | | | 0.371 | 0.317 | 0.004 | 0.036 | 0.111 | 0.198 | |
| min | 4.1 | 4.2 | 4.9 | 2.49 | 094 | 586 | 49 | 132 | 467 | 146 | 4,23 |
| max | 6.4 | 19.4 | 417.02 | 211.68 | 27.15 | 13.36 | 2.521 | 1.766 | 4.892 | 5.031 | 10.09 |
| median | 4.9 | 6 | 16.925 | 8.462 | 4.452 | 2.300 | 0.091 | 0.414 | 0.983 | 1.927 | 4.812 |
| IQR | 0.4 | 1.5 | 17.9 | 9.0 | 7.8 | 2.5 | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 1.2 |
| iznad LOD | 66 | 66 | 66 | 66 | 17 | 66 | 58 | 63 | 66 | 65 | 65 |
| postotak | 100% | 100% | 100% | 100% | 26% | 100% | 88% | 95% | 100% | 98% | 98% |

Prilog 2 Pojavnost mikotoksina u uzorcima hmelja

| name of hops | Alternaria spp. | | | Fusarium spp. | | | | | | | | | | plant metabolite | unspecific | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|------------------------|------|
| | Alternariol [µg/kg] | Altersetin [µg/kg] | Infectopyrone [µg/kg] | Tentoxin [µg/kg] | Tenuazonic acid [µg/kg] | sum Alternaria [µg/kg] | Beauvericin [µg/kg] | Bikaverin [µg/kg] | Butenolid [µg/kg] | Culmorin [µg/kg] | Deoxynivalenol [µg/kg] | Enniatin B [µg/kg] | Enniatin B1 [µg/kg] | Enniatin B2 [µg/kg] | Enniatin B3 [µg/kg] | Fumonisin B1 [µg/kg] | HT-2 toxin [µg/kg] | Moniliformin [µg/kg] | Nivalenol [µg/kg] | Siccanol [µg/kg] | T-2 toxin [µg/kg] | sum Fusarium [µg/kg] | Abscisic acid [µg/kg] | 3-Nitropropionic acid [µg/kg] | Brevianamid F [µg/kg] | Citreosonein [µg/kg] | cyclo(L-Pro-L-Val) [µg/kg] | Tryptophol [µg/kg] | sum unspecific [µg/kg] | |
| Amirino 2021 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 11.4 | 208 | <LOD | <LOD | 4.35 | <LOD | <LOD | 0.049 | 0.044 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.44 | 3286 | 1.27 | 0.16 | <LOD | 1.14 | 14.0 | 16.6 | |
| Amber Ale | <LOD | 0.36 | 20.85 | <LOD | 511 | 532 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.13 | 0.055 | <LOD | <LOD | 14.3 | <LOD | 186 | <LOD | 201 | 2787 | <LOD | 0.83 | <LOD | 1.67 | 26.2 | 28.7 | 26.2 | 28.7 | |
| Bobek | <LOD | 0.37 | 9.12 | <LOD | 1164 | 1174 | <LOD | <LOD | <LOD | 27.1 | 26.8 | 1.91 | 0.647 | <LOD | <LOD | 15.7 | <LOD | 249 | <LOD | 321 | 3930 | <LOD | 0.50 | 0.20 | <LOD | <LOD | 43.5 | 44.2 | 43.5 | 44.2 |
| Cascade | <LOD | 0.02 | 14.05 | <LOD | 3.74 | 17.8 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 14.9 | <LOD | 15.7 | <LOD | 30.7 | 3158 | <LOD | 0.32 | <LOD | 0.18 | 6.58 | 7.08 | 6.58 | 7.08 | |
| Cascade | <LOD | 0.12 | 8.7 | <LOD | 9.72 | 18.6 | <LOD | <LOD | 4.74 | <LOD | 57.8 | 0.030 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 62.6 | 3466 | <LOD | 0.11 | <LOD | 0.81 | 13.5 | 14.4 | 13.5 | 14.4 | | |
| Cascade | <LOD | 0.04 | 6.54 | <LOD | 68.3 | 74.9 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 12.1 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.0 | <LOD | <LOD | 27.1 | 1439 | 1.19 | 0.58 | <LOD | <LOD | <LOD | 13.9 | 15.7 | 13.9 | 15.7 | |
| Cascade (Aba) | <LOD | 0.08 | 10.58 | <LOD | 9.49 | 20.1 | <LOD | <LOD | 8.51 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 8.51 | 2019 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 5.30 | 5.30 | 5.30 | 5.30 | |
| Cascade 2020 | <LOD | 0.0938 | 0.21 | 5.98 | <LOD | 5.63 | 11.9 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 27.1 | 1439 | 1.19 | 0.58 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.48 | 0.60 | 0.48 | 0.60 | |
| Celeia | <LOD | 0.02 | 11.19 | <LOD | 783 | 795 | <LOD | <LOD | <LOD | 1053 | <LOD | 0.36 | 0.161 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 44.2 | 1495 | 3053 | <LOD | 0.23 | <LOD | <LOD | <LOD | 18.7 | 18.9 | 18.7 | 18.9 | |
| Centennial | <LOD | 0.13 | 10.64 | <LOD | 14.1 | 24.8 | <LOD | <LOD | 2.03 | 68.8 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 16.0 | <LOD | <LOD | 86.8 | 3843 | <LOD | 0.38 | <LOD | 0.92 | 20.2 | 21.5 | 20.2 | 21.5 | 20.2 | 21.5 |
| Centennial | <LOD | 0.48 | 12.24 | <LOD | 10.2 | 22.9 | <LOD | <LOD | <LOD | 4.31 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 17.2 | <LOD | <LOD | 21.5 | 3416 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.74 | 63.8 | 66.5 | 63.8 | 66.5 | |
| Centennial (Aba) | <LOD | <LOD | 18.18 | <LOD | 34.6 | 52.7 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 17.4 | <LOD | <LOD | 17.4 | 3587 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.86 | 9.13 | 11.0 | 9.13 | 11.0 | |
| Centennial 2020 | <LOD | 0.34 | 7.62 | <LOD | 31.6 | 39.6 | <LOD | <LOD | 7.82 | 23.6 | <LOD | 0.23 | 0.005 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 10.7 | 42.3 | 2861 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.54 | 32.9 | 34.4 | 32.9 | 34.4 | |
| Challenger 2021 | <LOD | 0.53 | 12.95 | 309.3 | 376 | 699 | <LOD | <LOD | 8.12 | 46.9 | <LOD | 0.51 | 0.310 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 112 | 168 | 3578 | 0.91 | 0.87 | 0.67 | 4.13 | 37.7 | 43.2 | 37.7 | 43.2 | 37.7 | 43.2 |
| Chinook | <LOD | 0.63 | 2.81 | <LOD | 6.92 | 10.4 | <LOD | <LOD | <LOD | 197 | 2.78 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.7 | <LOD | <LOD | 215 | 3224 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 23.6 | 24.6 | 23.6 | 24.6 | |
| Chinook (Aba) | <LOD | 0.06 | 9.87 | <LOD | 13.4 | 23.3 | <LOD | <LOD | <LOD | 153 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.1 | <LOD | 40.9 | 209 | 1990 | <LOD | 0.30 | <LOD | 2.04 | 16.4 | 18.7 | 16.4 | 18.7 | 16.4 | 18.7 |
| Citra | <LOD | 0.49 | 9.90 | <LOD | 11.6 | 22.0 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 19.2 | <LOD | 25.5 | 44.7 | 2549 | <LOD | 0.25 | <LOD | <LOD | <LOD | 87.8 | 88.1 | 87.8 | 88.1 | |
| Citra 2021 | <LOD | 0.36 | 17.68 | <LOD | 4.49 | 22.5 | <LOD | <LOD | 5.25 | <LOD | 21.3 | 0.022 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 26.6 | 3634 | <LOD | 0.06 | 0.20 | <LOD | <LOD | 58.3 | 58.6 | 58.3 | 58.6 | |
| Columbus | <LOD | <LOD | 24.86 | <LOD | 23.0 | 47.9 | <LOD | <LOD | 6.26 | 93.2 | <LOD | 0.058 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 99.5 | 3579 | 0.32 | 0.94 | <LOD | <LOD | 9.35 | 4.26 | 14.9 | 4.26 | 14.9 | |
| Eldorado | <LOD | 0.10 | 15.36 | <LOD | 31.3 | 46.8 | <LOD | <LOD | <LOD | 90.9 | <LOD | 0.008 | 0.080 | <LOD | <LOD | 16.1 | <LOD | <LOD | 107 | 4341 | <LOD | 0.14 | <LOD | 2.72 | 31.2 | 34.0 | 31.2 | 34.0 | | |
| Fuggle Bio | <LOD | 0.73 | 14.85 | 173.9 | 56.5 | 262 | <LOD | <LOD | 29.2 | 12.5 | <LOD | <LOD | 0.597 | 0.208 | <LOD | 14.3 | 13.1 | 30.1 | 152 | 2202 | 0.51 | 1.05 | <LOD | 3.26 | 62.1 | 67.0 | 62.1 | 67.0 | | |
| Golding | <LOD | 0.74 | 6.75 | <LOD | 874 | 480 | 0.06 | <LOD | 29.2 | 12.5 | <LOD | <LOD | 0.32 | 0.339 | <LOD | 15.8 | <LOD | <LOD | 265 | 2816 | <LOD | 0.68 | <LOD | 1.41 | 34.0 | 36.1 | 34.0 | 36.1 | | |
| Gerweiss Magnum | <LOD | <LOD | 19.55 | <LOD | 46.4 | 88.3 | 0.29 | <LOD | 4.93 | <LOD | 17.7 | 1.68 | 0.698 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 118 | 2790 | <LOD | 0.35 | 0.05 | 2.07 | 27.5 | 30.0 | 27.5 | 30.0 | 27.5 | 30.0 | |
| H.M.180 | <LOD | <LOD | 13.60 | <LOD | 34.5 | 48.1 | 0.15 | <LOD | 4.93 | <LOD | 17.7 | 1.68 | 0.698 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 118 | 2790 | <LOD | 0.35 | 0.05 | 2.07 | 27.5 | 30.0 | 27.5 | 30.0 | 27.5 | 30.0 | |
| Hallerbauer Magnum | <LOD | <LOD | 9.12 | <LOD | 351 | 361 | 0.88 | <LOD | 26.2 | 13.6 | 18.1 | 2.54 | 0.750 | <LOD | <LOD | 16.2 | <LOD | 197 | 278 | 2790 | <LOD | 0.18 | <LOD | 0.64 | 21.6 | 22.5 | 21.6 | 22.5 | | |
| Hopsi, Seaz | <LOD | 0.18 | 13.74 | <LOD | 42.9 | 56.8 | <LOD | <LOD | 10.8 | <LOD | <LOD | 0.11 | 0.095 | <LOD | <LOD | 16.4 | <LOD | 84.4 | 101 | 2499 | <LOD | 0.46 | 0.04 | 0.39 | 16.5 | 17.4 | 16.5 | 17.4 | | |
| Local Wild | <LOD | 0.20 | 17.39 | <LOD | 91.8 | 109 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.19 | 0.026 | <LOD | <LOD | 16.4 | <LOD | 84.4 | 101 | 2499 | <LOD | 0.46 | 0.04 | 0.39 | 16.5 | 17.4 | 16.5 | 17.4 | | |
| Local wild | <LOD | 0.46 | 13.27 | <LOD | 21.2 | 35.0 | 0.13 | <LOD | 7.70 | <LOD | <LOD | 0.13 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 27.1 | 35.0 | 3094 | <LOD | 0.91 | <LOD | 3.42 | 27.4 | 31.7 | 27.4 | 31.7 | | |
| Local wild | <LOD | <LOD | 26.62 | <LOD | 22.0 | 45.4 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 154 | <LOD | 0.043 | <LOD | <LOD | 14.8 | <LOD | 33.9 | 326 | 3515 | <LOD | 1.11 | <LOD | 2.86 | 30.4 | 34.4 | 30.4 | 34.4 | | |
| Local wild 2019 | <LOD | 0.04 | 23.42 | <LOD | 22.0 | 45.4 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 154 | <LOD | 0.043 | <LOD | <LOD | 14.8 | <LOD | 33.9 | 326 | 3515 | <LOD | 1.11 | <LOD | 2.86 | 30.4 | 34.4 | 30.4 | 34.4 | | |
| Magnum | <LOD | 0.79 | 6.55 | <LOD | 711 | 718 | 0.62 | <LOD | 26.0 | 12.2 | <LOD | 2.50 | 0.970 | <LOD | <LOD | 15.8 | <LOD | 198 | 287 | 2582 | <LOD | 0.47 | <LOD | 2.05 | 29.4 | 31.9 | 29.4 | 31.9 | | |
| Magnum | <LOD | 0.64 | 8.77 | <LOD | 292 | 301 | 0.20 | <LOD | 39.1 | <LOD | <LOD | 1.36 | 0.452 | <LOD | <LOD | 20.3 | <LOD | 135 | 196 | 2923 | <LOD | 0.37 | <LOD | 2.16 | 34.6 | 37.1 | 34.6 | 37.1 | | |
| Magnum | <LOD | 0.85 | 5.62 | <LOD | 349 | 356 | <LOD | <LOD | 39.4 | 19.1 | <LOD | 2.95 | 0.791 | 0.199 | 0.002 | 14.9 | <LOD | 187 | 264 | 3016 | <LOD | 0.67 | <LOD | 1.83 | 43.9 | 46.4 | 43.9 | 46.4 | | |
| Magnum (Aba) | <LOD | 0.82 | 5.30 | <LOD | 377 | 383 | <LOD | <LOD | 31.2 | 29.9 | <LOD | 1.07 | 0.405 | <LOD | <LOD | 16.1 | 24.3 | 29.1 | 284 | 3096 | <LOD | 0.60 | <LOD | 2.37 | 34.9 | 37.9 | 34.9 | 37.9 | | |
| Magnum 2018 | <LOD | 0.35 | 25.41 | <LOD | 349 | 374 | 0.05 | <LOD | 9.22 | 44.8 | <LOD | 1.34 | 0.588 | <LOD | <LOD | 17.2 | <LOD | 172 | 228 | 3226 | <LOD | 0.86 | <LOD | 6.44 | 21.0 | 28.3 | 21.0 | 28.3 | | |
| Mandarina Bavaria | <LOD | 0.68 | 2.48 | <LOD | 47.6 | 50.8 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.004 | <LOD | <LOD | <LOD | 16.2 | <LOD | 76.5 | 92.7 | 2355 | <LOD | 0.23 | <LOD | 0.09 | 42.4 | 42.7 | 42.4 | 42.7 | | |

| name of hops | Alternaria spp. | | Fusarium spp. | | | | | | | | | | plant metabolite | unspecific | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|------------------------|-------|
| | sum Alternaria [µg/kg] | Altersetin [µg/kg] | Alternariolmethylether [µg/kg] | Altemariol [µg/kg] | Altenusin [µg/kg] | Deoxynivalenol [µg/kg] | Enniatin B [µg/kg] | Enniatin B1 [µg/kg] | Enniatin B2 [µg/kg] | Enniatin B3 [µg/kg] | Fumonisin B1 [µg/kg] | HT-2 toxin [µg/kg] | Moniliformin [µg/kg] | Nivalenol [µg/kg] | Siccanol [µg/kg] | T-2 toxin [µg/kg] | sum Fusarium [µg/kg] | Abscisic acid [µg/kg] | 3-Nitropropionic acid [µg/kg] | Brevianamid F [µg/kg] | Citreosone in [µg/kg] | cyclo(L-Pro-L-Val) [µg/kg] | Tryptophol [µg/kg] | sum unspecific [µg/kg] | |
| Mendarina Bravaria (Ale) | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.15 | <LOD | <LOD | <LOD | 15.0 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.1 | 27.42 | <LOD | 0.35 | <LOD | 0.51 | 2.90 | 3.76 | |
| Mendarina Bravaria 2021 | <LOD | 0.19 | <LOD | <LOD | <LOD | 88.6 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 88.6 | 23.55 | <LOD | 0.42 | <LOD | <LOD | 17.6 | 18.0 | |
| Mosaic | <LOD | 0.86 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.8 | 0.002 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 47.1 | <LOD | 47.9 | 36.69 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 32.6 | 32.6 | |
| Mosaic 2019 | <LOD | 0.64 | <LOD | <LOD | <LOD | 8.64 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.9 | <LOD | <LOD | 9.51 | <LOD | <LOD | 34.1 | 33.04 | <LOD | 0.29 | <LOD | <LOD | 17.7 | 18.0 | |
| Mosaic 2020 | <LOD | 0.84 | <LOD | <LOD | <LOD | 10.1 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 117 | <LOD | 127 | 25.92 | <LOD | 0.13 | <LOD | <LOD | 25.9 | 26.0 | |
| Mosaic 2021 | <LOD | 0.27 | <LOD | <LOD | <LOD | 3.04 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.6 | <LOD | <LOD | <LOD | 65.9 | <LOD | 38.6 | 26.88 | 0.12 | 0.56 | <LOD | 1.24 | 25.3 | 27.2 | |
| Nugget | <LOD | 0.75 | <LOD | <LOD | <LOD | 10.4 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 16.1 | <LOD | <LOD | 5.77 | 2.99 | <LOD | 62.2 | 41.97 | <LOD | 0.95 | <LOD | 2.64 | 33.2 | 36.8 | |
| Premium | <LOD | 0.12 | <LOD | <LOD | <LOD | 10.0 | 0.022 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 8.02 | <LOD | <LOD | 40.32 | 40.32 | <LOD | 0.82 | <LOD | 1.41 | 43.2 | 45.4 | |
| Saaz | <LOD | 0.24 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.094 | 0.080 | <LOD | <LOD | 15.4 | <LOD | <LOD | <LOD | 12.5 | <LOD | 14.1 | 37.07 | <LOD | 0.22 | <LOD | <LOD | 28.0 | 28.2 | |
| Saaz 2021 | <LOD | 0.17 | <LOD | <LOD | <LOD | 4.06 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 14.2 | <LOD | <LOD | <LOD | 66.4 | <LOD | 48.7 | 21.87 | <LOD | 0.29 | <LOD | <LOD | 14.7 | 15.0 | |
| Saaz 2020 | <LOD | 25.07 | <LOD | <LOD | <LOD | 5.82 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 53.6 | 20.96 | <LOD | 0.13 | <LOD | 1.42 | 6.62 | 8.17 | |
| Simcoe 2020 | <LOD | 0.0035 | <LOD | <LOD | <LOD | 9.17 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 44.4 | <LOD | 58.2 | 42.96 | <LOD | 0.54 | <LOD | <LOD | 1.17 | 9.47 | 11.2 | |
| Sladek | <LOD | 0.23 | 24.69 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.082 | <LOD | <LOD | <LOD | 15.3 | <LOD | <LOD | <LOD | 120 | 3.22 | 138 | 48.88 | <LOD | 1.93 | <LOD | 8.01 | 49.9 | 59.9 | |
| Staročeško Magnum | <LOD | 1.02 | 6.22 | <LOD | <LOD | 51.8 | 12.2 | <LOD | <LOD | <LOD | 16.0 | 21.4 | 28.8 | <LOD | 170 | 0.80 | 303 | 31.20 | <LOD | 1.22 | <LOD | 2.41 | 45.7 | 49.3 | |
| Styrian Aurora | <LOD | 0.32 | 16.51 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.4 | <LOD | <LOD | <LOD | 90.9 | <LOD | 107 | 27.46 | <LOD | 0.55 | <LOD | 0.91 | 34.4 | 35.8 | |
| Styrian Aurora 2021 | <LOD | 0.18 | 20.08 | <LOD | <LOD | 61.4 | 81.7 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 88.2 | <LOD | 88.5 | 34.72 | <LOD | 0.35 | <LOD | <LOD | 1.72 | 39.1 | 41.2 | |
| Styrian Cardinal (Ale) | <LOD | 0.33 | 13.80 | <LOD | <LOD | 30.0 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.8 | <LOD | <LOD | 110 | <LOD | 156 | 37.42 | <LOD | 0.68 | <LOD | <LOD | 0.60 | 28.9 | 30.1 | |
| Styrian Fox 2021 | <LOD | 0.24 | 8.57 | <LOD | <LOD | 71.5 | 81.3 | <LOD | <LOD | <LOD | 15.1 | <LOD | <LOD | <LOD | 127 | <LOD | 149 | 25.09 | <LOD | 0.49 | <LOD | 0.09 | 8.82 | 8.91 | |
| Styrian Goldline | <LOD | 0.06 | 12.47 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 14.7 | <LOD | <LOD | 12.8 | 56.2 | <LOD | 59.1 | 27.42 | <LOD | 0.43 | <LOD | <LOD | 12.3 | 12.7 | |
| Styrian Golding 2021 | <LOD | 0.08 | 15.30 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 80.4 | <LOD | 80.5 | 32.42 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 20.3 | 20.3 | |
| Styrian Golding Celelea | <LOD | <LOD | 22.66 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 69.0 | <LOD | 69.1 | 25.73 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.48 | 0.48 | |
| Styrian Wolf 2021 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.01 | 12.55 | <LOD | 0.51 | <LOD | <LOD | <LOD | 47.3 | 47.9 | |
| Yakima Cascade | <LOD | 0.15 | 6.87 | <LOD | <LOD | 16.3 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 18.0 | <LOD | <LOD | <LOD | 34.4 | <LOD | 34.4 | 22.58 | <LOD | 0.10 | <LOD | 0.98 | 14.0 | 15.1 | |
| Yakima Chinook | <LOD | 0.75 | 5.76 | <LOD | <LOD | 4.02 | 46.9 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 51.0 | <LOD | 51.0 | 18.83 | <LOD | 0.15 | <LOD | <LOD | 25.3 | 25.5 | |
| Yakima Citra | <LOD | 0.29 | 5.86 | <LOD | <LOD | 9.99 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.3 | <LOD | <LOD | <LOD | 6.51 | <LOD | 32.3 | 26.77 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 54.4 | 54.4 | |
| Yakima Columbus | <LOD | 0.07 | 10.28 | <LOD | <LOD | 53.6 | 768 | 0.015 | <LOD | <LOD | 18.2 | <LOD | <LOD | <LOD | 840 | <LOD | 840 | 27.66 | 0.74 | 0.64 | <LOD | 1.15 | 6.30 | 8.83 | |
| prosjek | 24.41 | 0.0839 | 0.3772 | 12.71 | 192.8 | 20.09 | 172.8 | 196.8 | 0.292 | 0.373 | 15.99 | 108.5 | 97.09 | 0.585 | 0.304 | 0.203 | 0.002 | 15.77 | 19.78 | 24.42 | 19.59 | 171.1 | 1.314 | 207.1 | |
| SD | 9.342 | 0.1159 | 0.284 | 6.212 | 108.3 | 0.079 | 264.3 | 270.8 | 0.278 | 0.078 | 14.62 | 208.6 | 236.2 | 0.807 | 0.277 | 0.002 | 0 | 1.07 | 4.758 | 8.327 | 18.47 | 182.4 | 1.195 | 239.1 | |
| min | 15.84 | 0.0015 | 0.0166 | 2.475 | 95.14 | 20.03 | 3.13 | 5.285 | 0.059 | 0.371 | 2.026 | 8.005 | 2.792 | 0.003 | 0.199 | 0.002 | 14.22 | 13.09 | 10.7 | 4.39 | 6.507 | 0.2 | 0.013 | 12.55 | 0.124 |
| max | 34.37 | 0.2163 | 1.0152 | 26.63 | 309.3 | 20.14 | 1164 | 1174 | 0.881 | 0.375 | 51.78 | 1053 | 768 | 2.954 | 0.97 | 0.208 | 0.002 | 19.2 | 24.27 | 30.42 | 55.06 | 803.7 | 3.218 | 1495 | |
| median | 23.04 | 0.0338 | 0.3221 | 12.44 | 173.9 | 20.09 | 38.52 | 54.78 | 0.176 | 0.373 | 8.506 | 29.94 | 19.74 | 0.185 | 0.267 | 0.203 | 0.002 | 15.78 | 20.87 | 28.97 | 12.8 | 117 | 0.759 | 107.1 | |
| IQR | 9.266 | 0.1074 | 0.5009 | 7.941 | 107.1 | 0.056 | 260.3 | 288.1 | 0.338 | 0.005 | 0 | 1.05 | 3.623 | 9.58 | 17.15 | 107.6 | 13.64 | 21.67 | 9.94 | 0.635 | 0.422 | 0.129 | 1.581 | 20.61 | |
| iznad LOD | 3 | 3 | 3 | 51 | 61 | 3 | 62 | 62 | 10 | 2 | 21 | 34 | 10 | 41 | 29 | 1 | 35 | 4 | 6 | 7 | 39 | 6 | 61 | 6 | 62 |
| postotak | 5% | 5% | 82% | 98% | 5% | 3% | 100% | 100% | 16% | 3% | 34% | 53% | 16% | 69% | 47% | 3% | 2% | 35% | 6% | 10% | 11% | 63% | 10% | 98% | 10% |

*mikotoksini regulirani u EC 553/2022

**mikotoksinis s popisa EFSA-inog poziva za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminanata u hrani i krmivu

***mikotoksini regulirani u EC 915/2023

**** mikotoksini regulirani u EC 165/2013

Prilog 3 Pojavnost *Alternaria* mikotoksina u uzorcima slada

| naziv uzorka | Alternariol [ng g ⁻¹]* | Alternariol-9-Glucoไซด์ [ng g ⁻¹] | Alternariolmethylether [ng g ⁻¹]* | Alternariolmethylether-Glucoไซด์ [ng g ⁻¹] | Altersetin [ng g ⁻¹] | Infectopyrone [ng g ⁻¹] | Radichin [ng g ⁻¹] | Tentoxin [ng g ⁻¹]** | Tenazonic acid [ng g ⁻¹]* | Zinindiol [ng g ⁻¹] | Zinlamide [ng g ⁻¹] | sum Alternaria [ng g ⁻¹] |
|--------------|------------------------------------|---|---|--|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| M01 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.930 | 391.440 | <LOD | <LOD | 56.920 | 12.888 | <LOD | 464.178 |
| M02 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.470 | 448.160 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 449.630 |
| M03 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.521 | 944.800 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 946.321 |
| M04 | 1.340 | <LOD | <LOD | <LOD | 4.059 | 365.120 | <LOD | <LOD | 13.416 | 5.778 | <LOD | 389.713 |
| M05 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 133.760 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 133.760 |
| M06 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 282.080 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 282.080 |
| M07 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 656.480 | <LOD | <LOD | 7.030 | <LOD | <LOD | 663.510 |
| M08 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.733 | 767.440 | <LOD | <LOD | 5.593 | 3.030 | <LOD | 776.795 |
| M09 | 0.803 | <LOD | 0.726 | <LOD | 37.269 | 226.400 | <LOD | 1.141 | 499.600 | <LOD | <LOD | 765.939 |
| M10 | <LOD | <LOD | 0.582 | <LOD | 3.702 | <LOD | <LOD | <LOD | 29.904 | <LOD | <LOD | 34.188 |
| M11 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 7.653 | 29.464 | <LOD | <LOD | 7.311 | <LOD | <LOD | 44.428 |
| M13 | 1.154 | <LOD | 1.799 | <LOD | 21.997 | 258.400 | 0.147 | 1.798 | 194.400 | <LOD | <LOD | 479.695 |
| M14 | 0.121 | <LOD | 0.087 | <LOD | 19.085 | 414.640 | 0.050 | 0.923 | 167.440 | <LOD | <LOD | 602.346 |
| M15 | 3.727 | <LOD | 0.047 | 75.176 | 3.368 | 294.560 | <LOD | <LOD | 31.080 | 23.512 | 1.804 | 433.275 |
| M16 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 92.480 | <LOD | 0.150 | 44.432 | <LOD | <LOD | 137.062 |
| M17 | 0.482 | <LOD | 0.225 | <LOD | 16.485 | 483.600 | 0.189 | 2.134 | 196.480 | 3.714 | <LOD | 703.310 |
| M18 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.115 | <LOD | <LOD | 0.435 | 9.192 | <LOD | <LOD | 12.742 |
| M19 | <LOD | <LOD | <LOD | 16.776 | 7.043 | 278.880 | <LOD | <LOD | 3.159 | <LOD | <LOD | 305.858 |
| M20 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.597 | 486.960 | <LOD | <LOD | 23.024 | <LOD | <LOD | 523.581 |
| M21 | 0.015 | <LOD | 0.004 | <LOD | 34.221 | 494.880 | <LOD | <LOD | 4.750 | <LOD | <LOD | 533.870 |
| M22 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 9.717 | 331.040 | <LOD | 2.351 | 87.840 | <LOD | <LOD | 430.948 |
| M23 | 0.730 | <LOD | <LOD | <LOD | 22.565 | 326.160 | <LOD | <LOD | 57.944 | 6.508 | <LOD | 413.907 |
| M24 | 0.327 | <LOD | <LOD | <LOD | 1.413 | 975.200 | <LOD | 0.624 | 58.928 | 22.432 | <LOD | 1058.923 |
| M25 | 0.396 | <LOD | 0.492 | <LOD | 5.236 | 492.800 | <LOD | 0.612 | 144.880 | <LOD | <LOD | 644.417 |
| M26 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.166 | 51.816 | <LOD | <LOD | 2.154 | <LOD | <LOD | 54.137 |
| M27 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 10.573 | 446.400 | <LOD | 0.396 | 70.344 | <LOD | <LOD | 527.713 |
| M28 | 0.069 | <LOD | 0.318 | <LOD | 12.277 | 384.080 | <LOD | 1.224 | 158.800 | <LOD | <LOD | 556.768 |
| M29 | 0.045 | <LOD | 0.418 | <LOD | 19.189 | 204.160 | 0.373 | 0.228 | 175.040 | <LOD | <LOD | 399.452 |
| M30 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.758 | 27.792 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 32.550 |
| M31 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 389.200 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 389.200 |
| M32 | 2.635 | <LOD | 0.296 | 94.000 | 0.544 | 271.360 | <LOD | <LOD | 113.600 | 15.680 | 2.090 | 500.205 |
| M33 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.822 | 293.600 | <LOD | 1.921 | 86.720 | <LOD | <LOD | 386.062 |
| M34 | 0.575 | <LOD | 0.444 | <LOD | 0.747 | 1007.200 | <LOD | 0.083 | 65.928 | 42.672 | <LOD | 1117.650 |
| M35 | <LOD | <LOD | 0.096 | <LOD | 17.901 | 247.840 | <LOD | <LOD | 20.496 | <LOD | <LOD | 286.333 |
| M36 | 1.049 | <LOD | 0.350 | <LOD | 57.405 | 275.440 | 0.164 | 0.315 | 242.880 | <LOD | <LOD | 577.602 |
| M37 | <LOD | <LOD | 0.054 | <LOD | 6.095 | 147.840 | <LOD | 0.336 | 247.120 | <LOD | <LOD | 401.445 |
| M38 | 2.126 | <LOD | 2.078 | <LOD | 37.397 | 364.480 | 1.818 | 0.760 | 255.920 | <LOD | <LOD | 664.579 |
| M39 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.614 | 456.720 | <LOD | <LOD | 28.928 | <LOD | <LOD | 489.262 |
| M40 | <LOD | <LOD | <LOD | 31.152 | 5.748 | 185.280 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 222.180 |
| M41 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.270 | 97.520 | <LOD | <LOD | 67.376 | <LOD | <LOD | 166.166 |
| M42 | 1.869 | <LOD | 4.121 | <LOD | 12.949 | 165.600 | <LOD | 0.420 | 255.840 | <LOD | <LOD | 440.798 |
| M43 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.006 | 244.240 | <LOD | <LOD | 15.400 | <LOD | <LOD | 259.646 |
| M44 | 2.241 | <LOD | 1.740 | <LOD | 26.549 | 374.400 | <LOD | 3.766 | 717.840 | <LOD | <LOD | 1126.535 |

Prilog 3 Pojavnost *Alternaria* mikotoksina u uzorcima slada

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M45 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.630 | 474.160 | <LOD | <LOD | 11.248 | <LOD | <LOD | 489.038 |
| M46 | <LOD | <LOD | 0.307 | <LOD | 3.136 | 956.800 | <LOD | <LOD | 2.095 | <LOD | <LOD | 962.338 |
| M47 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 10.789 | 554.960 | 0.001 | <LOD | 11.040 | <LOD | <LOD | 576.790 |
| M48 | <LOD | 0.095 | <LOD | 121.120 | 0.973 | 266.480 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 388.668 |
| M49 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.817 | <LOD | <LOD | <LOD | 6.513 | <LOD | <LOD | 10.330 |
| M50 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.517 | 58.424 | <LOD | <LOD | 51.016 | <LOD | <LOD | 109.957 |
| M51 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 118.400 | <LOD | <LOD | 47.304 | <LOD | <LOD | 165.704 |
| M52 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.183 | 85.200 | <LOD | <LOD | 75.360 | <LOD | <LOD | 160.743 |
| M53 | 0.247 | <LOD | <LOD | 44.600 | 3.889 | 29.136 | <LOD | <LOD | 13.224 | <LOD | <LOD | 91.096 |
| M54 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.633 | 259.360 | 0.913 | 1.803 | 154.000 | 5.498 | <LOD | 424.206 |
| M55 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.336 | 327.360 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 327.696 |
| M56 | 0.154 | <LOD | 0.377 | <LOD | 13.621 | 170.800 | <LOD | 0.605 | 144.160 | <LOD | <LOD | 329.717 |
| M57 | 0.077 | <LOD | 0.053 | <LOD | 7.861 | 456.720 | 0.914 | 0.567 | 327.520 | <LOD | <LOD | 793.712 |
| M58 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.293 | 80.560 | <LOD | <LOD | 86.160 | <LOD | <LOD | 180.013 |
| M59 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 5.812 | 414.720 | 0.014 | <LOD | 65.408 | <LOD | <LOD | 485.954 |
| M60 | 0.388 | <LOD | 2.906 | <LOD | 22.117 | 221.360 | <LOD | <LOD | 131.680 | <LOD | <LOD | 378.451 |
| M61 | 0.720 | 0.706 | 0.991 | <LOD | 8.325 | 144.320 | 6.644 | <LOD | 254.800 | <LOD | <LOD | 416.506 |
| M62 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.539 | 336.160 | <LOD | <LOD | 42.872 | <LOD | <LOD | 380.571 |
| M63 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.074 | 220.800 | 2.821 | 0.209 | 43.264 | <LOD | <LOD | 270.167 |
| M64 | 0.834 | <LOD | 0.100 | <LOD | 1.615 | 1089.600 | <LOD | <LOD | 111.200 | 27.144 | 0.277 | 1230.771 |
| M65 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 368.640 | <LOD | <LOD | 13.792 | <LOD | <LOD | 382.432 |
| M66 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 151.280 | <LOD | <LOD | 10.432 | <LOD | <LOD | 161.712 |
| M67 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 564.000 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 564.000 |
| M68 | <LOD | <LOD | 0.384 | <LOD | 4.867 | 263.280 | <LOD | 1.508 | 64.832 | <LOD | <LOD | 334.872 |
| M69 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.128 | 3.485 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 6.613 |
| M70 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 34.192 | <LOD | <LOD | 31.456 | <LOD | <LOD | 65.648 |
| M71 | 1.010 | <LOD | 0.190 | <LOD | 7.199 | 267.920 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 276.320 |
| M72 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.652 | 129.520 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 131.172 |
| M73 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.451 | 375.680 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 377.131 |
| M74 | 0.409 | <LOD | <LOD | <LOD | 7.981 | 101.120 | <LOD | <LOD | <LOD | 14.664 | 0.123 | 124.297 |
| M75 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.942 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.942 |
| M76 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 140.800 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 140.800 |
| M77 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.714 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.714 |
| M78 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.145 | 203.680 | <LOD | <LOD | 18.128 | <LOD | <LOD | 224.953 |
| M79 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.774 | 625.120 | <LOD | <LOD | 40.392 | <LOD | <LOD | 666.286 |
| M80 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 33.776 | <LOD | <LOD | 15.960 | <LOD | <LOD | 49.736 |
| M81 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.138 | 41.264 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 41.402 |
| M82 | 1.813 | <LOD | 0.942 | <LOD | 39.869 | 598.720 | <LOD | 0.668 | 1765.600 | <LOD | <LOD | 2407.612 |
| M83 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.746 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.746 |
| M84 | 0.422 | <LOD | 0.256 | <LOD | 6.089 | 418.240 | <LOD | <LOD | 649.120 | <LOD | <LOD | 1074.128 |
| M85 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.127 | 169.040 | <LOD | <LOD | 8.376 | <LOD | <LOD | 177.543 |
| M86 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.548 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.548 |
| M87 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.351 | 91.280 | <LOD | <LOD | 8.280 | <LOD | <LOD | 99.911 |
| prosjeak | 0.912804 | 0.431957 | 0.969933 | 39.932 | 11.03337 | 243.1422 | 1.927265 | 0.883777 | 249.8846 | 11.92029 | 1.017146 | 365.9208 |
| SD | 0.912804 | 0.431957 | 0.969933 | 39.932 | 11.03337 | 243.1422 | 1.927265 | 0.883777 | 249.8846 | 11.92029 | 1.017146 | 365.9208 |
| min | 0.01496 | 0.0952 | 0.003594 | 16.776 | 0.005564 | 3.4848 | 0.000905 | 0.08344 | 2.0952 | 3.0296 | 0.1228 | 2.548044 |
| max | 3.7272 | 0.70608 | 4.1208 | 121.12 | 57.40484 | 1089.6 | 6.644 | 3.7656 | 1765.6 | 42.672 | 2.0896 | 2407.612 |
| median | 0.64732 | 0.40064 | 0.36356 | 59.888 | 3.974044 | 275.44 | 0.281 | 0.624 | 56.92 | 13.776 | 1.04068 | 384.2472 |
| IQR | 0.89344 | 0.30544 | 0.61244 | 54.78 | 9.1766 | 286.24 | 1.017182 | 1.112 | 131.088 | 16.9944 | 1.63668 | 386.5447 |
| iznad LOD | 28 | 2 | 28 | 6 | 74 | 79 | 12 | 25 | 65 | 12 | 4 | 86 |
| postotak | 33% | 2% | 33% | 7% | 86% | 92% | 14% | 29% | 76% | 14% | 5% | 100% |

*mikotoksini regulirani u EC 553/2022

**mikotoksinis s popisa EFSA-inog poziva za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminanata u hrani i krmivu

Prilog 3 Pojavnost *Aspergillus* spp. mikotoksina u uzorcima slada

| naziv uzorka | Atlatoxin B1 [ng g ⁻¹] | Atlatoxin B2 [ng g ⁻¹] | Asperfuran [ng g ⁻¹] | Cochliolone A [ng g ⁻¹] | Deoxytrypothiquinalin [ng g ⁻¹] | Deoxytryptothiquinaline A [ng g ⁻¹] | Fumitremorgin B [ng g ⁻¹] | Kojic acid [ng g ⁻¹] | Kotaniin A [ng g ⁻¹] | Phenopyrrolin [ng g ⁻¹] | Rosellichalasin [ng g ⁻¹] | Sterigmatocystin [ng g ⁻¹] | Tryptosatin A [ng g ⁻¹] | Trypotoquinaline A [ng g ⁻¹] | Trypotoquinaline D [ng g ⁻¹] | sum Aspergillus [ng g ⁻¹] |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---|---|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| M01 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.172 | <LOD | 225.12 | <LOD | 11.904 | <LOD | <LOD | 1795.2 | <LOD | <LOD | 2033.396 |
| M02 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 24.12 | <LOD | 31.72 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 55.84 |
| M03 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 14.44 | <LOD | 5.2064 | <LOD | <LOD | 582.56 | <LOD | <LOD | 602.2064 |
| M04 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 5.0824 | <LOD | 4.2008 | <LOD | <LOD | 1766.4 | <LOD | <LOD | 1775.683 |
| M05 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 14.816 | <LOD | 1.0784 | <LOD | <LOD | 249.36 | <LOD | <LOD | 265.2544 |
| M06 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 28.696 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.09376 | <LOD | <LOD | <LOD | 28.78976 |
| M07 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 9.88 | <LOD | 2.0168 | <LOD | <LOD | 987.2 | <LOD | <LOD | 999.0968 |
| M08 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 8.88 | <LOD | 2.2272 | <LOD | <LOD | 1908.8 | <LOD | <LOD | 1919.907 |
| M09 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 34.48 | <LOD | 24.392 | <LOD | <LOD | 1940.8 | <LOD | <LOD | 1999.672 |
| M10 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2696.8 | <LOD | 15.544 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2712.344 |
| M11 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 860.8 | <LOD | 17.648 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 878.448 |
| M13 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.42424 | 2.8536 | <LOD | 134.56 | 0.022432 | 2.9368 | <LOD | <LOD | 3244.8 | 2.8408 | <LOD | 3388.438 |
| M14 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 16.264 | <LOD | 2.8832 | <LOD | <LOD | 1974.4 | <LOD | <LOD | 1993.547 |
| M15 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 55.704 | <LOD | 49.24 | <LOD | 0.06612 | <LOD | <LOD | <LOD | 105.0101 |
| M16 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 20.392 | <LOD | 26.6 | <LOD | <LOD | 1178.4 | <LOD | <LOD | 1225.392 |
| M17 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 23.808 | <LOD | 2.8712 | <LOD | <LOD | 1662.4 | <LOD | <LOD | 1689.079 |
| M18 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2500 | <LOD | 17.816 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2517.816 |
| M19 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.4192 | <LOD | 35.832 | <LOD | 36.456 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 72.7072 |
| M20 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.352 | 54.616 | <LOD | 494.48 | 0.51872 | 4.3448 | 10.912 | 0.072024 | 3000 | 139.76 | 7.1296 | 3725.185 |
| M21 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.19576 | 1.4072 | <LOD | 32.968 | <LOD | 29.384 | <LOD | <LOD | 829.6 | 1.3928 | <LOD | 894.9478 |
| M22 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 18.92 | <LOD | 1.3256 | <LOD | <LOD | 2434.4 | <LOD | <LOD | 2454.646 |
| M23 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.78816 | <LOD | <LOD | 13.992 | <LOD | 2.7728 | <LOD | 3.336 | 1952.8 | <LOD | <LOD | 1973.689 |
| M24 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.71072 | 0.09168 | <LOD | <LOD | 0.9664 | <LOD | <LOD | 3503.2 | 0.51088 | <LOD | 3505.48 |
| M25 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.048064 | 0.49656 | <LOD | 19.088 | <LOD | 4.492 | <LOD | <LOD | 2272 | 0.5724 | <LOD | 2296.697 |
| M26 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 38.568 | <LOD | 71.568 | <LOD | <LOD | 751.84 | <LOD | <LOD | 861.976 |
| M27 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.66928 | <LOD | 27.872 | <LOD | 6.9392 | <LOD | <LOD | 2255.2 | <LOD | <LOD | 2290.68 |
| M28 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.5196 | 1.2312 | <LOD | 27.512 | <LOD | 7.4816 | <LOD | <LOD | 2313.6 | 1.5208 | <LOD | 2351.865 |
| M29 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.62264 | 2.2344 | <LOD | 42.376 | <LOD | 4.6416 | <LOD | <LOD | 3530.4 | <LOD | 0.53176 | 3580.806 |
| M30 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 281.44 | <LOD | 32.92 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 314.36 |
| M31 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 45.408 | <LOD | 45.016 | <LOD | <LOD | 1008 | <LOD | <LOD | 1098.424 |
| M32 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 52.8 | <LOD | 51.08 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 103.88 |
| M33 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 24.248 | <LOD | 2.1704 | <LOD | <LOD | 2270.4 | <LOD | <LOD | 2296.818 |
| M34 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.47256 | 0.55376 | <LOD | 9.952 | <LOD | 3.0512 | <LOD | <LOD | 3426.4 | 0.9784 | <LOD | 3441.408 |
| M35 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.242 | <LOD | <LOD | 48.664 | <LOD | 54.288 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 103.194 |
| M36 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.4576 | 19.368 | <LOD | 21.528 | 0.024904 | 3.8456 | <LOD | <LOD | 3451.2 | 49.336 | 1.8984 | 3551.659 |
| M37 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.39008 | 6.2 | <LOD | 23.016 | 0.08736 | 15.784 | 0.272 | <LOD | 2541.6 | 14.816 | 0.54088 | 2602.706 |
| M38 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.7016 | 7.4456 | <LOD | 27.568 | 0.062544 | 3.4992 | <LOD | 0.22136 | 2568.8 | 20.768 | 0.8464 | 2629.913 |
| M39 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.00988 | 0.40072 | <LOD | 22.352 | <LOD | 5.6736 | <LOD | <LOD | 3048 | <LOD | <LOD | 3076.436 |
| M40 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 179.68 | <LOD | 103.52 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 283.2 |
| M41 | <LOD | <LOD | 373.92 | <LOD | <LOD | 1.9192 | <LOD | 701.28 | <LOD | 11.28 | <LOD | 0.049872 | 2954.4 | 0.9872 | <LOD | 4043.836 |
| M42 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.66584 | 2.2008 | <LOD | 30.928 | 0.005699 | 5.2056 | <LOD | <LOD | 3713.6 | 2.7064 | <LOD | 3755.312 |
| M43 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 33.896 | <LOD | 46.568 | <LOD | <LOD | 695.44 | <LOD | <LOD | 775.904 |
| M44 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.956 | 6.1568 | <LOD | 206.64 | 0.0628 | 22.6 | <LOD | <LOD | 3102.4 | 8.256 | <LOD | 3347.072 |

Prilog 3 Pojavnost *Aspergillus* spp. mikotoksina u uzorcima slada

| naziv uzorka | Atlatonin B1 [ng g ⁻¹] | Atlatonin B2 [ng g ⁻¹] | Asperfuran [ng g ⁻¹] | Cochliquinone A [ng g ⁻¹] | Deoxytrypicovalin [ng g ⁻¹] | Deoxytrypicovaline A [ng g ⁻¹] | Fumitremogin B [ng g ⁻¹] | Kojic acid [ng g ⁻¹] | Kanamit A [ng g ⁻¹] | Phenopyrozin [ng g ⁻¹] | Rosellichalin [ng g ⁻¹] | Sterigmatocystin [ng g ⁻¹] | Tyrosstatin A [ng g ⁻¹] | Tyricoqualine A [ng g ⁻¹] | Tyricoqualine D [ng g ⁻¹] | sum Aspergillus [ng g ⁻¹] |
|--------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|--|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| M45 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.8936 | 26.904 | <LOD | 16.84 | <LOD | 14.44 | <LOD | <LOD | <LOD | 39.488 | 1.2152 | 102.7808 |
| M46 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 61.472 | 221.6 | <LOD | 61.328 | 3.6304 | 33.304 | 53.616 | <LOD | 1536 | 371.36 | 11.168 | 2353.478 |
| M47 | 2.428 | 0.682 | 288.4 | <LOD | 0.49408 | 1.4256 | <LOD | 1156 | <LOD | 2.4136 | <LOD | <LOD | <LOD | 1.0704 | 0.35264 | 1453.266 |
| M48 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 67.76 | <LOD | 33.32 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 101.08 |
| M49 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4661.6 | <LOD | 9.616 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4671.216 |
| M50 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.10952 | <LOD | 9.048 | <LOD | 5.0464 | <LOD | <LOD | 4540.8 | <LOD | <LOD | 4555.004 |
| M51 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.3704 | <LOD | 3.2192 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 5.5896 |
| M52 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.75736 | <LOD | 10.08 | <LOD | 6.5424 | <LOD | <LOD | 3493.6 | 0.28464 | <LOD | 3511.264 |
| M53 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 56.968 | <LOD | 53.248 | <LOD | <LOD | 469.84 | <LOD | <LOD | 580.056 |
| M54 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 22.872 | <LOD | 1.6424 | <LOD | <LOD | 2447.2 | <LOD | <LOD | 2471.714 |
| M55 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.30936 | 1.8016 | <LOD | 62.224 | <LOD | 59.416 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.54552 | <LOD | 124.2965 |
| M56 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.70504 | 10.544 | <LOD | 29.32 | <LOD | 3.432 | <LOD | <LOD | 2988.8 | 37.968 | <LOD | 3079.769 |
| M57 | <LOD | <LOD | <LOD | 2.7832 | <LOD | 1.0264 | <LOD | 29.92 | <LOD | 43.664 | <LOD | <LOD | 1337.6 | <LOD | <LOD | 1414.994 |
| M58 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.33984 | <LOD | 23.216 | <LOD | 1.4568 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 25.01264 |
| M59 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.01624 | 0.28704 | <LOD | 32.696 | <LOD | 1.4696 | <LOD | <LOD | 2324.8 | <LOD | <LOD | 2359.269 |
| M60 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 15.056 | <LOD | 2.808 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 17.864 |
| M61 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 14.056 | <LOD | 2.2584 | <LOD | <LOD | 4363.2 | <LOD | <LOD | 4379.514 |
| M62 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.8552 | 7.6776 | <LOD | 143.28 | 0.046736 | 10.232 | 2.3184 | <LOD | 1304 | 8 | 0.45744 | 1476.867 |
| M63 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.632 | <LOD | 3.4864 | <LOD | <LOD | 4104.8 | <LOD | <LOD | 4121.918 |
| M64 | <LOD | <LOD | <LOD | 6.8752 | 0.59752 | 2.4392 | 0.17296 | <LOD | <LOD | 0.9344 | <LOD | <LOD | 3539.2 | 2.3992 | <LOD | 3552.618 |
| M65 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 12.456 | <LOD | 14.056 | <LOD | <LOD | 1233.6 | <LOD | <LOD | 1260.112 |
| M66 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 115.12 | <LOD | 51.104 | 0.7604 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 166.9844 |
| M67 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 16.776 | <LOD | 7.9856 | <LOD | <LOD | 1847.2 | <LOD | <LOD | 1871.962 |
| M68 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.036072 | <LOD | <LOD | 20.864 | <LOD | 1.9048 | <LOD | <LOD | 2146.4 | <LOD | <LOD | 2169.205 |
| M69 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 724.72 | <LOD | 19.448 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 744.168 |
| M70 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.0664 | 1.068 | <LOD | 10.504 | 0.005277 | 5.3536 | <LOD | <LOD | 2322.4 | 2.6792 | 0.74616 | 2343.823 |
| M71 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.57584 | <LOD | <LOD | 10.088 | <LOD | 1.5128 | <LOD | <LOD | 1247.2 | <LOD | <LOD | 1259.377 |
| M72 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.4768 | <LOD | <LOD | 52.304 | <LOD | 72.368 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 125.1488 |
| M73 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.073792 | 1.0776 | <LOD | 28.816 | 0.012208 | 36.096 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 66.0756 |
| M74 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 47.368 | <LOD | 42.368 | <LOD | <LOD | 1015.2 | <LOD | <LOD | 1104.936 |
| M75 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 675.44 | <LOD | 17.264 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 692.704 |
| M76 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 12.96 | <LOD | 0.44296 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.40296 |
| M77 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 456.48 | <LOD | 21.8 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 47.828 |
| M78 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 37.024 | <LOD | 3.8208 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.02948 | <LOD | 40.87428 |
| M79 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 8.136 | <LOD | 1.112 | <LOD | <LOD | 1828.8 | <LOD | <LOD | 1838.048 |
| M80 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 118.56 | <LOD | 37.024 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 155.584 |
| M81 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 90.56 | <LOD | 21.904 | <LOD | 0.47472 | <LOD | <LOD | <LOD | 112.9387 |
| M82 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 32.728 | <LOD | 84.24 | <LOD | <LOD | 1437.6 | <LOD | <LOD | 1554.568 |
| M83 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3450.4 | <LOD | 15.632 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3466.032 |
| M84 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 19.232 | <LOD | 56.736 | <LOD | <LOD | 1152.8 | <LOD | <LOD | 1228.768 |
| M85 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 125.12 | <LOD | 85.52 | <LOD | 0.40048 | <LOD | <LOD | <LOD | 211.0405 |
| M86 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2367.2 | <LOD | 18.696 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2385.896 |
| M87 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 29.32 | <LOD | 40.624 | <LOD | 0.063568 | <LOD | <LOD | <LOD | 70.00757 |
| prosjeck | 0 | 0 | 60.47177 | 2.893481 | 11.67641 | 39.69685 | 0.057474 | 778.0716 | 1.079076 | 23.20375 | 22.79401 | 1.063722 | 1061.703 | 80.30762 | 3.664915 | 1356.422 |
| SD | 0 | 0 | 60.47177 | 2.893481 | 11.67641 | 39.69685 | 0.057474 | 778.0716 | 1.079076 | 23.20375 | 22.79401 | 1.063722 | 1061.703 | 80.30762 | 3.664915 | 1356.422 |
| min | 2.428 | 0.682 | 288.4 | 2.7832 | 0.00988 | 0.10952 | 0.09168 | 2.3704 | 0.005277 | 0.44296 | 0.272 | 0.049872 | 249.36 | 0.02948 | 0.35264 | 5.5896 |
| max | 2.428 | 0.682 | 373.92 | 6.8752 | 61.472 | 221.6 | 0.17296 | 4661.6 | 3.6304 | 103.52 | 53.616 | 3.336 | 4540.8 | 371.36 | 11.168 | 4671.216 |
| median | 2.428 | 0.682 | 331.16 | 4.8292 | 0.54772 | 1.4164 | 0.13232 | 30.424 | 0.046736 | 10.232 | 2.3184 | 0.09376 | 2146.4 | 2.6792 | 0.79628 | 1515.718 |
| IQR | 0 | 0 | 42.76 | 2.046 | 0.5124 | 5.46724 | 0.04064 | 78.3 | 0.05776 | 30.2528 | 10.1516 | 0.33436 | 1696 | 16.8092 | 1.19356 | 2236.55 |
| iznad LOD | 1 | 1 | 2 | 2 | 28 | 32 | 2 | 84 | 11 | 85 | 5 | 9 | 53 | 23 | 10 | 86 |
| postotak | 1% | 1% | 2% | 2% | 33% | 37% | 2% | 98% | 13% | 99% | 6% | 10% | 62% | 27% | 12% | 100% |

** mikotoksini s popisa EFSA-inog poziva za kontinuirano skupljanje podataka o pojavnosti kemijskih kontaminanata u hrani i krmivu
 *** mikotoksini regulirani u EC 915/2023

Prilog 3 Pojavnost Ergot alkaloida u uzorcima slada

| naziv uzorka | Ergocornine [ng g ⁻¹] | Ergocristine [ng g ⁻¹] | Ergocryptine [ng g ⁻¹] | Ergometrine [ng g ⁻¹] | Ergometrine [ng g ⁻¹] | Ergosin [ng g ⁻¹] | Ergosinin [ng g ⁻¹] | Ergotamine [ng g ⁻¹] | Ergotaminine [ng g ⁻¹] | sum ergot alkaloids [ng g ⁻¹] |
|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| M01 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M02 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M03 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.002648 | <LOD | <LOD | 0.19952 | 0.35544 | 0.557608 |
| M04 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.016688 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.016688 |
| M05 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M06 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.08528 | 0.9024 | 0.222 | 0.8168 | 2.02648 |
| M07 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.006334 | 0.016456 | 0.49168 | <LOD | <LOD | 0.51447 |
| M08 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.22152 | 0.014808 | 0.043152 | 0.33352 | 0.23136 | 0.60232 | 1.44668 |
| M09 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M10 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M11 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M13 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M14 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M15 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M16 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M17 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M18 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M19 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M20 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.002596 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.002596 |
| M21 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M22 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M23 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.002791 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.002791 |
| M24 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M25 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.029408 | <LOD | <LOD | 0.19016 | 0.69296 | 0.912528 |
| M26 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M27 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M28 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M29 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M30 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M31 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M32 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M33 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M34 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M35 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M36 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M37 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.1548 | 0.11152 | 0.26632 |
| M38 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M39 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.014856 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.014856 |
| M40 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M41 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M42 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M43 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M44 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M45 | <LOD | <LOD | 0.5908 | 2.0632 | 0.1168 | 0.33832 | 1.9152 | 0.67264 | 2.4896 | 8.18656 |

Prilog 3 Pojavnost Ergot alkaloida u uzorcima slada

| naziv uzorka | Ergocornine [ng g ⁻¹] | Ergocristine [ng g ⁻¹] | Ergocryptine [ng g ⁻¹] | Ergometrine [ng g ⁻¹] | Ergometrine [ng g ⁻¹] | Ergosin [ng g ⁻¹] | Ergosinin [ng g ⁻¹] | Ergotamine [ng g ⁻¹] | Ergotamine [ng g ⁻¹] | sum ergot alkaloids [ng g ⁻¹] |
|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| M46 | 1.1184 | <LOD | 0.8752 | <LOD | 0.11584 | 0.71 | 1.6296 | 0.9432 | 2.6816 | 8.07384 |
| M47 | <LOD | 0.27176 | <LOD | 0.21352 | 0.019664 | 0.028984 | 0.20384 | <LOD | <LOD | 0.737768 |
| M48 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.012496 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.012496 |
| M49 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M50 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M51 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M52 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M53 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M54 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M55 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M56 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M57 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M58 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M59 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.32456 | 0.015528 | <LOD | 0.13264 | <LOD | <LOD | 0.472728 |
| M60 | <LOD | 0.74368 | <LOD | 0.33672 | 0.009128 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.089528 |
| M61 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M62 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M63 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.029584 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.029584 |
| M64 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M65 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M66 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M67 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M68 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M69 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M70 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M71 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.001693 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.001693 |
| M72 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M73 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M74 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M75 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M76 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M77 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M78 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M79 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.144 | 0.68416 | <LOD | <LOD | 0.82816 |
| M80 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M81 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M82 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M83 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M84 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M85 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M86 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M87 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| prosjeak | 1.1184 | 0.50772 | 0.733 | 0.631904 | 0.025679 | 0.19517 | 0.78663 | 0.373383 | 1.107177 | 1.325967 |
| SD | 0 | 0.333698 | 0.201101 | 0.802132 | 0.036424 | 0.25262 | 0.662012 | 0.307926 | 1.037394 | 2.462181 |
| min | 1.1184 | 0.27176 | 0.5908 | 0.21352 | 0.001693 | 0.016456 | 0.13264 | 0.1548 | 0.11152 | 0.001693 |
| max | 1.1184 | 0.74368 | 0.8752 | 2.0632 | 0.1168 | 0.71 | 1.9152 | 0.9432 | 2.6816 | 8.18656 |
| median | 1.1184 | 0.50772 | 0.733 | 0.32456 | 0.014832 | 0.08528 | 0.58792 | 0.222 | 0.69296 | 0.51447 |
| IQR | 0 | 0.23596 | 0.1422 | 0.1152 | 0.016652 | 0.205092 | 0.7831 | 0.25716 | 1.17432 | 0.985256 |
| iznad LOD | 1 | 2 | 2 | 5 | 16 | 7 | 8 | 7 | 7 | 19 |
| postotak | 1% | 2% | 2% | 6% | 19% | 8% | 9% | 8% | 8% | 22% |

Prilog 3 Pojavnost bakterijskih metabolita, ostalih fungálnih metabolita i fitotoksina u sladu

| naziv uzorka | Monactin [ng g ⁻¹] | Nonactin [ng g ⁻¹] | sum bacterial metabolites [ng g ⁻¹] | Biochanin [ng g ⁻¹] | Coumestrol [ng g ⁻¹] | Daidzein [ng g ⁻¹] | sum phytoestrogen [ng g ⁻¹] | Baesianolide [ng g ⁻¹] | Cytochalasin E [ng g ⁻¹] | Destrukin B [ng g ⁻¹] | Emestrin [ng g ⁻¹] | Monocerin [ng g ⁻¹] | Rubellin D [ng g ⁻¹] | Terragine [ng g ⁻¹] | sum other fungal metabolites |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| M01 | 0.69856 | 0.06644 | 0.765 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.33368 | <LOD | <LOD | 0.040312 | 7.3344 | 3808.8 | 3816.508 |
| M02 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.12568 | 4.588 | 2032 | 2036.714 |
| M03 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3.8312 | 12720 | 12723.83 |
| M04 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.1424 | 14.672 | 5172.8 | 5187.614 |
| M05 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.1152 | 7.5616 | 890.4 | 898.0768 |
| M06 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.3316 | 1.5424 | 137.52 | 139.394 |
| M07 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.051104 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.02528 | 1.8504 | 8536 | 8537.927 |
| M08 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 5.376 | <LOD | <LOD | 0.10344 | 14.928 | 12264 | 12284.41 |
| M09 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.26216 | 5.932 | 17776 | 17782.19 |
| M10 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M11 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M13 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.1304 | <LOD | <LOD | 0.1196 | 0.3096 | 10160 | 10161.56 |
| M14 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.30616 | <LOD | 19.144 | 10976 | 10995.45 |
| M15 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.56496 | 25.832 | 2598.4 | 2624.797 |
| M16 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 7412 | 7412 |
| M17 | <LOD | 0.04568 | 0.04568 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 5.872 | 10552 | 10557.87 |
| M18 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M19 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 32.736 | 2970.4 | 3003.136 |
| M20 | <LOD | 0.038256 | 0.038256 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 119.28 | <LOD | <LOD | 0.02772 | 41.752 | 24952 | 25113.06 |
| M21 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.6672 | <LOD | <LOD | 0.021368 | 31.784 | 6084 | 6117.473 |
| M22 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.252 | 13016 | 13018.25 |
| M23 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 14.912 | <LOD | 43.6 | 11304 | 11362.51 |
| M24 | 1.1784 | 0.19192 | 1.37032 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.2588 | 3.8344 | 13552 | 13556.09 |
| M25 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.2416 | <LOD | <LOD | <LOD | 2.1848 | 12024 | 12027.43 |
| M26 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 3871.2 | 3871.2 |
| M27 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.14504 | 10.168 | 10248 | 10258.31 |
| M28 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.78384 | <LOD | <LOD | <LOD | 6.232 | 9880 | 9887.016 |
| M29 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.2272 | <LOD | <LOD | <LOD | 4.4616 | 10976 | 10982.69 |
| M30 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| M31 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.1932 | 10064 | 10064.19 |
| M32 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.72544 | 22.872 | 2855.2 | 2878.797 |
| M33 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.3968 | 10936 | 10938.4 |
| M34 | 1.0616 | 0.10736 | 1.16896 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.8592 | <LOD | <LOD | 0.21944 | 2.3536 | 14176 | 14180.43 |
| M35 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.08272 | 21.048 | 2227.2 | 2248.331 |
| M36 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.48 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.36968 | 9568 | 9581.85 |
| M37 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 33.928 | <LOD | <LOD | 0.08744 | 0.71712 | 8536 | 8570.733 |
| M38 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 32.392 | <LOD | <LOD | <LOD | 1.0064 | 9712 | 9745.398 |
| M39 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.019768 | 13.4 | 8424 | 8437.42 |
| M40 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.48824 | 6.792 | 349.84 | 357.1202 |
| M41 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.5248 | 9.44 | 13.9648 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 8920 | 8920 |
| M42 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.6276 | <LOD | <LOD | <LOD | 6.128 | 13528 | 13534.76 |
| M43 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.9592 | 18520 | 18521.96 |
| M44 | 1.3024 | 0.2292 | 1.5316 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.8176 | <LOD | <LOD | 0.912 | 20.08 | 28656 | 28678.81 |

Prilog 3 Pojavnost bakterijskih metabolita, ostalih fungalnih metabolita i fitotoksina u sladu

| naziv uzorka | Monocerin [ng g ⁻¹] | Nonacrin [ng g ⁻¹] | sum bacterial metabolites [ng g ⁻¹] | Biochanin [ng g ⁻¹] | Coumestrol [ng g ⁻¹] | Daidzein [ng g ⁻¹] | sum phytoestrogen [ng g ⁻¹] | Bassianolide [ng g ⁻¹] | Cyochalasin E [ng g ⁻¹] | Destrukcin B [ng g ⁻¹] | Emestrin [ng g ⁻¹] | Monocerin [ng g ⁻¹] | Rubellin D [ng g ⁻¹] | Terragine [ng g ⁻¹] | sum other fungal metabolites | |
|--------------|---------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------|
| M45 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 11.464 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.116 | 13824 | 13835.58 | |
| M46 | 0.51664 | <LOD | 0.51664 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 750.08 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 9208 | 9958.08 | |
| M47 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.52304 | <LOD | <LOD | 0.1432 | 31.632 | 9656 | 9688.298 | |
| M48 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.33048 | 2.2456 | 1024.8 | 1027.376 | |
| M49 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | |
| M50 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 27072 | 27072 | |
| M51 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 10552 | 10552 | |
| M52 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 31088 | 31088 | |
| M53 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 16.664 | 11552 | 11568.66 | |
| M54 | 0.41744 | 0.002446 | 0.419886 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 5.8664 | 25512 | 25517.87 | |
| M55 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.21344 | <LOD | <LOD | <LOD | 7.716 | 1472.8 | 1480.729 | |
| M56 | <LOD | <LOD | <LOD | 6.648 | <LOD | <LOD | 6.648 | <LOD | 16.296 | <LOD | <LOD | <LOD | 4.3712 | 13456 | 13476.67 | |
| M57 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.8664 | <LOD | <LOD | 0.09416 | <LOD | 9544 | 9546.961 | |
| M58 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 474.24 | 474.24 | |
| M59 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 18.152 | 9488 | 9506.152 | |
| M60 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.46048 | 3118.4 | 3118.86 | |
| M61 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 7540.8 | 7540.8 | |
| M62 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 28.864 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 7967.2 | 7996.064 | |
| M63 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 9960 | 9960 | |
| M64 | 1.0576 | 0.11224 | 1.16984 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 6.8832 | <LOD | <LOD | 0.45144 | 6.536 | 7715.2 | 7729.071 | |
| M65 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 10200 | 10200 | |
| M66 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1623.2 | 1623.2 | |
| M67 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4.2024 | 6951.2 | 6955.402 | |
| M68 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.2284 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.9904 | 10680 | 10681.122 | |
| M69 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | |
| M70 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.472 | <LOD | <LOD | <LOD | 4.9696 | 12160 | 12178.44 | |
| M71 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 13.824 | 1.1016 | 44.344 | 7336.8 | 7396.07 | |
| M72 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 8.76 | 1.7752 | 48.504 | 1472 | 1531.039 | |
| M73 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.073408 | 4.6128 | 882.4 | 887.0862 | |
| M74 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.001702 | 2.4968 | 3784 | 3786.499 | |
| M75 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | |
| M76 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.27328 | 8.128 | 652.8 | 661.2013 | |
| M77 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | |
| M78 | <LOD | 0.076456 | 0.076456 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.33136 | 0.31016 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 4258.4 | 4259.042 | |
| M79 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.5824 | 6564.8 | 6567.382 | |
| M80 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.004422 | <LOD | 2001.6 | 2001.604 | |
| M81 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.06576 | 1.4416 | 525.68 | 527.1874 | |
| M82 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.11312 | <LOD | <LOD | <LOD | 9440 | 9440.113 | |
| M83 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.09624 | <LOD | <LOD | 0.09624 | |
| M84 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 1.604 | 10448 | 10449.6 | |
| M85 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.056944 | 2.3016 | 2015.2 | 2017.559 | |
| prosjeck | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.57744 | 1517.6 | 1518.177 |
| SD | 0.344031 | 0.07349 | 0.57268 | 0 | 0 | 0 | 5.173759 | 0.198171 | 149.5643 | 0 | 6.65961 | 0.372985 | 12.55676 | 6715.947 | 6753.16 | |
| min | 0.344031 | 0.07349 | 0.57268 | 0 | 0 | 0 | 5.173759 | 0.198171 | 149.5643 | 0 | 6.65961 | 0.372985 | 12.55676 | 6715.947 | 6753.16 | |
| max | 0.41744 | 0.002446 | 0.038256 | 6.648 | 4.5248 | 9.44 | 6.648 | 0.051104 | 0.21344 | 0.11312 | 0.30616 | 0.001702 | 0.116 | 137.52 | 0.09624 | |
| median | 1.3024 | 0.2292 | 1.5316 | 6.648 | 4.5248 | 9.44 | 13.9648 | 0.33136 | 750.08 | 0.11312 | 14.912 | 1.7752 | 48.504 | 31088 | 31088 | |
| IQR | 1.0576 | 0.076456 | 0.64082 | 6.648 | 4.5248 | 9.44 | 10.3064 | 0.191232 | 2.2272 | 0.11312 | 11.292 | 0.12264 | 4.9696 | 9324 | 9440.113 | |
| iznad LOD | 0.5124 | 0.06656 | 1.007306 | 0 | 0 | 0 | 3.6584 | 0.140128 | 12.69616 | 0 | 7.44946 | 0.248508 | 12.5848 | 7976.6 | 7992.314 | |
| postotak | 7 | 9 | 10 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 25 | 1 | 4 | 34 | 59 | 76 | 77 | |
| prevalence | 8% | 10% | 12% | 1% | 1% | 1% | 2% | 2% | 29% | 1% | 5% | 40% | 69% | 88% | 90% | |

Prilog 3 Pojavnost biljnih metabolita i nespecifičnih metabolita u sladu

| naziv uzorka | Chaconin [ng g ⁻¹] | Epigallocatechin [ng g ⁻¹] | Linamarin [ng g ⁻¹] | Lotaustriin [ng g ⁻¹] | Xanthoxin [ng g ⁻¹] | sum plant metabolites [ng g ⁻¹] | 3-Nitropropionic acid [ng g ⁻¹] | Asperglaucide [ng g ⁻¹] | Brevianamid F [ng g ⁻¹] | Citreoselin [ng g ⁻¹] | Emodin [ng g ⁻¹] | Physcion [ng g ⁻¹] | Pyrenophorin [ng g ⁻¹] | Rugulosovin [ng g ⁻¹] | Siccantin [ng g ⁻¹] | Tryptophol [ng g ⁻¹] | sum unspecific [ng g ⁻¹] |
|--------------|--------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| M01 | <LOD | 758.88 | <LOD | 7.8464 | <LOD | 766.7264 | 19.752 | <LOD | 83.76 | 0.053824 | 0.67856 | <LOD | <LOD | 35.176 | <LOD | 31.896 | 171.3164 |
| M02 | <LOD | 3830.4 | <LOD | 8.28 | <LOD | 3838.68 | 1.5496 | <LOD | 55.368 | 0.6056 | 0.40016 | <LOD | <LOD | 23.672 | <LOD | 33.216 | 114.8114 |
| M03 | <LOD | 9024 | <LOD | 21.568 | <LOD | 9045.568 | <LOD | <LOD | 42.512 | 0.098 | <LOD | <LOD | <LOD | 14.08 | <LOD | 92.72 | 149.41 |
| M04 | <LOD | 11240 | <LOD | 76.4 | <LOD | 11316.4 | 2.8072 | 0.076304 | 36.16 | 2.5888 | 0.79456 | <LOD | <LOD | 7.9912 | <LOD | 58.04 | 108.4581 |
| M05 | <LOD | 94.48 | <LOD | 94.48 | <LOD | 188.96 | <LOD | <LOD | 26.328 | 0.25328 | <LOD | <LOD | <LOD | 9.44 | <LOD | 165.52 | 201.5413 |
| M06 | <LOD | 167.76 | 16848 | 1876 | <LOD | 18891.76 | <LOD | <LOD | 9.176 | <LOD | 0.424 | <LOD | <LOD | 1.684 | <LOD | 14.192 | 25.476 |
| M07 | <LOD | 6068 | <LOD | 7.7432 | <LOD | 6075.743 | 5.6552 | <LOD | 66.168 | 1.3472 | 0.52896 | <LOD | <LOD | 6.7816 | <LOD | 101.92 | 182.401 |
| M08 | <LOD | 3437.6 | <LOD | 18.816 | <LOD | 3456.416 | 42.904 | 0.01132 | 22.656 | 1.156 | 0.68784 | <LOD | <LOD | 7.7088 | <LOD | 71.616 | 146.74 |
| M09 | <LOD | 2192.8 | <LOD | 3.4832 | 0.034656 | 2196.318 | 8.712 | <LOD | 68.344 | 0.17576 | 0.3108 | <LOD | <LOD | 87.68 | <LOD | 72.088 | 237.3106 |
| M10 | <LOD | 406.24 | <LOD | 72.04 | <LOD | 478.28 | <LOD | <LOD | 238.24 | <LOD | <LOD | <LOD | 4.2456 | 70.888 | <LOD | 13.16 | 326.5336 |
| M11 | <LOD | 972 | <LOD | 18.016 | <LOD | 990.016 | <LOD | <LOD | 40.824 | <LOD | 0.23376 | <LOD | 6.9824 | 22.816 | <LOD | 30.112 | 100.9682 |
| M13 | <LOD | 6616 | <LOD | 18.544 | <LOD | 6634.544 | <LOD | <LOD | 25.312 | 0.78672 | 0.27368 | <LOD | <LOD | 7.7912 | <LOD | 115.04 | 149.2036 |
| M14 | <LOD | 2829.6 | <LOD | 4.6376 | <LOD | 2834.238 | <LOD | 0.17528 | 22.64 | 0.39448 | 0.49544 | <LOD | <LOD | 8.832 | <LOD | 80.56 | 113.0972 |
| M15 | <LOD | 16776 | <LOD | 43.584 | <LOD | 16819.58 | <LOD | <LOD | 77.328 | 0.72536 | 0.908 | <LOD | <LOD | 20.376 | <LOD | 7.5808 | 106.9182 |
| M16 | <LOD | 6693.6 | <LOD | 14.368 | <LOD | 6707.968 | <LOD | <LOD | 34.536 | 0.08784 | <LOD | <LOD | <LOD | 18.776 | <LOD | 191.76 | 245.1598 |
| M17 | <LOD | 1873.6 | <LOD | 1.3248 | <LOD | 1874.925 | 2.22 | 0.019728 | 41.056 | 0.57296 | 0.4376 | <LOD | <LOD | 9.896 | <LOD | 79.48 | 133.6823 |
| M18 | <LOD | 523.44 | <LOD | 70.768 | <LOD | 594.208 | <LOD | <LOD | 250.96 | <LOD | <LOD | <LOD | 3.3376 | 134.96 | <LOD | 11.224 | 400.4816 |
| M19 | <LOD | 13528 | <LOD | 18.192 | 0.22336 | 13546.42 | <LOD | 0.22736 | 128.32 | 0.9928 | 0.49216 | <LOD | <LOD | 19.912 | <LOD | 23.592 | 173.5363 |
| M20 | <LOD | 1817.6 | <LOD | 4.7928 | 0.08728 | 1822.48 | 3.8264 | 0.012944 | 53.656 | 1.6992 | 0.8704 | <LOD | <LOD | 8.032 | <LOD | 163.04 | 231.1369 |
| M21 | <LOD | 8024 | <LOD | 13.496 | 0.16904 | 8037.665 | 1.6912 | 0.13456 | 142.24 | 1.2424 | 0.60296 | <LOD | <LOD | 26.064 | 0.014488 | 67 | 238.9896 |
| M22 | <LOD | 2509.6 | <LOD | <LOD | 0.01456 | 2509.615 | <LOD | 0.027032 | 25.112 | 0.44232 | 0.17128 | <LOD | <LOD | 5.644 | <LOD | 61.656 | 93.05263 |
| M23 | 0.39536 | 8008 | <LOD | 25.392 | <LOD | 8033.787 | 66.032 | <LOD | 26.328 | 2.2288 | 7.8368 | <LOD | <LOD | 8.928 | <LOD | 64.68 | 176.0336 |
| M24 | <LOD | 674.72 | <LOD | 0.9416 | <LOD | 675.6616 | 47.936 | 6.39E-05 | 12.424 | 1.38 | 0.66696 | <LOD | <LOD | 5.4944 | <LOD | 77.888 | 145.7894 |
| M25 | <LOD | 3847.2 | <LOD | 12.688 | <LOD | 3859.888 | <LOD | <LOD | 37.128 | 0.39 | <LOD | <LOD | <LOD | 11.032 | <LOD | 102.96 | 151.51 |
| M26 | <LOD | 579.84 | <LOD | <LOD | <LOD | 579.84 | <LOD | <LOD | 92.16 | 1.108 | 0.2824 | <LOD | <LOD | 20.184 | <LOD | 174.16 | 287.8944 |
| M27 | <LOD | 4453.6 | <LOD | 8.76 | <LOD | 4462.36 | 16.376 | <LOD | 34.864 | 0.52336 | 0.62384 | <LOD | <LOD | 11.928 | <LOD | 104.32 | 168.6352 |
| M28 | <LOD | 4635.2 | <LOD | 11.248 | <LOD | 4646.448 | 4.2464 | 0.012328 | 36.608 | 0.662 | 0.78872 | <LOD | <LOD | 11.224 | <LOD | 108.56 | 162.1014 |
| M29 | <LOD | 8024 | <LOD | 17.112 | <LOD | 8041.112 | 35.504 | 0.021184 | 33.112 | 1.512 | 1.128 | <LOD | <LOD | 11.864 | <LOD | 120 | 203.1412 |
| M30 | <LOD | 21832 | <LOD | 115.04 | 0.27704 | 21947.32 | <LOD | <LOD | 68.224 | <LOD | <LOD | <LOD | 2.9704 | 26.656 | <LOD | 14.568 | 112.4184 |
| M31 | <LOD | 7416.8 | <LOD | 45.392 | <LOD | 7462.192 | <LOD | <LOD | 33.224 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 12.4 | <LOD | 63.72 | 109.344 |
| M32 | <LOD | 16168 | <LOD | 39.32 | <LOD | 16207.32 | <LOD | <LOD | 81.04 | 0.78048 | 0.69112 | <LOD | <LOD | 21.232 | <LOD | 9.064 | 112.8076 |
| M33 | <LOD | 2438.4 | <LOD | 2.6664 | <LOD | 2441.066 | <LOD | <LOD | 34.656 | 1.2176 | 0.24448 | <LOD | <LOD | 8.392 | <LOD | 61.728 | 106.2381 |
| M34 | <LOD | 504.16 | 12.384 | 84 | <LOD | 600.544 | 7.9224 | <LOD | 15.512 | 0.7532 | 0.25208 | <LOD | <LOD | 5.7752 | <LOD | 102.16 | 132.3749 |
| M35 | <LOD | 15176 | <LOD | 40.216 | <LOD | 15216.22 | <LOD | <LOD | 89.84 | 2.5784 | 1.6056 | <LOD | <LOD | 23.736 | <LOD | 23.784 | 141.544 |
| M36 | <LOD | 13056 | <LOD | 33.408 | <LOD | 13089.41 | <LOD | <LOD | 26.04 | 0.79504 | 0.2728 | <LOD | <LOD | 10.6 | <LOD | 118.08 | 155.7878 |
| M37 | <LOD | 13472 | <LOD | 38.736 | <LOD | 13510.74 | <LOD | 0.028304 | 41.312 | 0.41632 | <LOD | <LOD | <LOD | 16.504 | <LOD | 159.12 | 217.3806 |
| M38 | <LOD | 10584 | <LOD | 45.672 | <LOD | 10629.67 | <LOD | 0.005971 | 31.536 | 5.4544 | 2.5192 | <LOD | <LOD | 10.496 | <LOD | 141.36 | 191.3716 |
| M39 | <LOD | 6085.6 | <LOD | 13.384 | <LOD | 6098.984 | 90.4 | 0.002999 | 62.704 | 1.9648 | 0.9032 | <LOD | <LOD | 10.856 | <LOD | 98.4 | 265.231 |
| M40 | <LOD | 1691.2 | <LOD | 9.592 | <LOD | 1700.792 | <LOD | <LOD | 79.48 | <LOD | 0.02492 | <LOD | <LOD | 63.256 | 1.312 | 113.92 | 257.9929 |
| M41 | <LOD | 3492.8 | <LOD | 6.0848 | <LOD | 3498.885 | 43.488 | 0.019 | 51.68 | 1.2744 | 0.51448 | 3.0208 | <LOD | 11.528 | <LOD | 103.44 | 214.9647 |
| M42 | <LOD | 10688 | <LOD | 46.544 | <LOD | 10734.54 | 4.024 | 0.08024 | 31.848 | 2.9664 | 2.072 | <LOD | <LOD | 9.936 | <LOD | 126.72 | 177.6466 |
| M43 | <LOD | 2728 | <LOD | 8.456 | <LOD | 2736.456 | 3.7248 | 0.000548 | 98.08 | 1.6936 | 0.48088 | <LOD | <LOD | 17.656 | <LOD | 46.608 | 168.2438 |
| M44 | <LOD | 2126.4 | <LOD | 4.912 | <LOD | 2131.312 | 11.872 | <LOD | 89.12 | 1.0136 | 0.48352 | <LOD | <LOD | 24.32 | <LOD | 199.12 | 325.9291 |

Prilog 3 Pojavnost biljnih metabolita i nespecifičnih metabolita u sladu

| naziv uzorka | Chaconin [ng g ⁻¹] | Epithederandrin [ng g ⁻¹] | Linamarin [ng g ⁻¹] | Lotaustralin [ng g ⁻¹] | Xanthoxin [ng g ⁻¹] | sum plant metabolites [ng g ⁻¹] | 3-Nitropropionic acid [ng g ⁻¹] | Asperglaucide [ng g ⁻¹] | Brevianamid F [ng g ⁻¹] | Citreosein [ng g ⁻¹] | Emodin [ng g ⁻¹] | Physcion [ng g ⁻¹] | Pyrenophorin [ng g ⁻¹] | Rugulosein [ng g ⁻¹] | Siccantin [ng g ⁻¹] | Tryptophol [ng g ⁻¹] | sum unspecific [ng g ⁻¹] |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| M45 | <LOD | 2755.2 | <LOD | 3.9448 | 0.19216 | 2759.337 | 5.6712 | 0.1088 | 89.04 | 0.22 | 0.19048 | <LOD | <LOD | 16.808 | <LOD | 87.76 | 199.7985 |
| M46 | <LOD | 875.2 | <LOD | <LOD | <LOD | 875.2 | 3.4256 | 0.014736 | 124.4 | 0.54112 | 0.4208 | <LOD | <LOD | 31.88 | <LOD | 64.944 | 225.6263 |
| M47 | <LOD | 6947.2 | <LOD | 10.776 | 0.01228 | 6957.988 | 19.688 | 0.011696 | 55.584 | 1.8624 | 0.9384 | <LOD | <LOD | 8.584 | <LOD | 80.16 | 166.8285 |
| M48 | <LOD | 15016 | <LOD | 38.504 | <LOD | 15054.5 | <LOD | <LOD | 54.752 | <LOD | 0.001755 | <LOD | <LOD | 15.008 | <LOD | 28.904 | 98.66576 |
| M49 | <LOD | 391.92 | <LOD | 30.248 | <LOD | 422.168 | <LOD | <LOD | 175.52 | <LOD | <LOD | <LOD | 3.4448 | 76.44 | <LOD | 10.104 | 265.5088 |
| M50 | <LOD | 4010.4 | <LOD | 8.448 | <LOD | 4018.848 | <LOD | 0.020544 | 22.368 | 0.077472 | <LOD | <LOD | <LOD | 8.48 | <LOD | 112.96 | 143.906 |
| M51 | <LOD | 15.552 | 460.16 | 1030.4 | <LOD | 1506.112 | 2.98 | <LOD | 38.24 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 6.3776 | <LOD | 68.92 | 116.5176 |
| M52 | <LOD | 4786.4 | <LOD | 11.112 | <LOD | 4797.512 | 1.4592 | 0.046056 | 22.768 | 0.1424 | 0.005009 | <LOD | <LOD | 9.488 | <LOD | 124.4 | 158.3087 |
| M53 | <LOD | 31384 | <LOD | 121.52 | 0.17216 | 31505.69 | 4.124 | <LOD | 68.664 | 1.3112 | 3.5392 | <LOD | <LOD | 20.456 | <LOD | 8.752 | 106.8464 |
| M54 | <LOD | 1268 | <LOD | 1.0744 | <LOD | 1269.074 | <LOD | 0.004103 | 39.944 | 0.3128 | 0.74144 | <LOD | <LOD | 8.104 | <LOD | 62.304 | 111.4103 |
| M55 | 0.9296 | 9992 | <LOD | 18.04 | 0.10912 | 10011.08 | <LOD | <LOD | 51.792 | 0.42216 | 0.8144 | <LOD | <LOD | 25.416 | <LOD | 21.36 | 99.80456 |
| M56 | <LOD | 5087.2 | <LOD | 54.904 | <LOD | 5142.104 | 8.224 | 0.03832 | 29.984 | 1.8856 | 1.5 | <LOD | <LOD | 8.792 | <LOD | 137.04 | 187.4639 |
| M57 | <LOD | 6024.8 | <LOD | 20.88 | <LOD | 6045.68 | <LOD | 0.00331 | 49.392 | 0.8928 | 0.23024 | <LOD | <LOD | 11.424 | <LOD | 123.92 | 185.8624 |
| M58 | <LOD | 61.128 | 1160.8 | 2672.8 | <LOD | 3894.728 | <LOD | <LOD | 24.112 | 0.030184 | <LOD | <LOD | <LOD | 5.2832 | <LOD | 137.92 | 167.3454 |
| M59 | <LOD | 6137.6 | <LOD | 8.736 | <LOD | 6146.336 | 18.512 | 0.00085 | 42.656 | 2.048 | 0.8024 | <LOD | <LOD | 6.596 | <LOD | 80.56 | 151.1752 |
| M60 | <LOD | 20096 | 5732.8 | 20096 | <LOD | 45924.8 | 3.324 | <LOD | 41.432 | 1.7592 | 0.7296 | <LOD | <LOD | 9.224 | <LOD | 247.28 | 303.7488 |
| M61 | <LOD | 10272 | <LOD | 51.672 | <LOD | 10323.67 | 47.416 | <LOD | 35.408 | 1.5048 | 0.64096 | <LOD | <LOD | 8.2 | <LOD | 80.96 | 174.1298 |
| M62 | <LOD | 1460.8 | <LOD | 3.6608 | <LOD | 1464.461 | 7.1552 | <LOD | 49.312 | 8.424 | 3.4192 | <LOD | <LOD | 16.824 | <LOD | 66.456 | 151.5904 |
| M63 | <LOD | 15064 | <LOD | 99.6 | <LOD | 15163.6 | 9.24 | <LOD | 39.904 | 9.248 | 4.4048 | <LOD | <LOD | 10.016 | <LOD | 72.76 | 145.5728 |
| M64 | <LOD | 327.84 | <LOD | <LOD | <LOD | 327.84 | 19.232 | <LOD | 10.536 | 0.56312 | 0.55232 | <LOD | <LOD | 4.4896 | <LOD | 56.288 | 91.66104 |
| M65 | <LOD | 5431.2 | <LOD | 5.1696 | <LOD | 5436.37 | 1.9168 | <LOD | 44.672 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 16.504 | <LOD | 115.84 | 178.9328 |
| M66 | <LOD | 11328 | <LOD | 17.104 | <LOD | 11345.1 | 1.9368 | <LOD | 70.048 | 3.8144 | 3.2688 | <LOD | <LOD | 16.952 | <LOD | 24.128 | 120.148 |
| M67 | <LOD | 4038.4 | <LOD | 6.0248 | <LOD | 4044.425 | <LOD | <LOD | 96.32 | 2.5848 | 1.224 | <LOD | <LOD | 12.8 | <LOD | 102 | 214.9288 |
| M68 | <LOD | 3783.2 | <LOD | 3.5352 | <LOD | 3786.735 | <LOD | <LOD | 35.256 | 0.48248 | 0.17184 | <LOD | <LOD | 7.0392 | <LOD | 62.976 | 105.9255 |
| M69 | <LOD | 13.736 | <LOD | 36.336 | <LOD | 50.072 | <LOD | <LOD | 491.92 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 204.96 | <LOD | 7.8688 | 704.7488 |
| M70 | <LOD | 5151.2 | <LOD | 6.0592 | <LOD | 5157.259 | 10.328 | <LOD | 38.952 | 0.46952 | 0.022528 | <LOD | <LOD | 8.224 | <LOD | 69.52 | 127.516 |
| M71 | <LOD | 3046.4 | <LOD | 15.856 | <LOD | 3062.256 | <LOD | 0.006659 | 21.76 | 1.7912 | 0.9936 | <LOD | <LOD | 5.5576 | <LOD | 78.12 | 108.2291 |
| M72 | <LOD | 2918.4 | <LOD | 11.304 | <LOD | 2929.704 | <LOD | 0.006475 | 80.8 | 1.412 | 1.0632 | <LOD | <LOD | 28.24 | 0.28192 | 51.824 | 163.6276 |
| M73 | 1.0344 | 3692 | <LOD | 10.48 | <LOD | 3703.514 | <LOD | <LOD | 61.08 | 0.19248 | 0.182 | <LOD | <LOD | 28.328 | 0.17256 | 22.928 | 112.883 |
| M74 | <LOD | 498.08 | <LOD | 20.08 | <LOD | 518.16 | <LOD | <LOD | 99.28 | 0.0976 | 0.10888 | <LOD | <LOD | 24.032 | <LOD | 105.84 | 229.3585 |
| M75 | <LOD | 17.784 | <LOD | 36.776 | <LOD | 54.56 | <LOD | <LOD | 394.24 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 164.4 | <LOD | 15.808 | 574.448 |
| M76 | <LOD | 44.408 | <LOD | <LOD | <LOD | 44.408 | 2.1504 | 0.002871 | 25.888 | 0.42376 | 0.022776 | <LOD | <LOD | 9.888 | <LOD | 171.2 | 209.5758 |
| M77 | <LOD | 37.312 | <LOD | 60.008 | <LOD | 97.32 | <LOD | <LOD | 490.72 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 666.64 | <LOD | 11.128 | 1168.488 |
| M78 | <LOD | 539.76 | <LOD | 0.74648 | <LOD | 540.5065 | <LOD | 0.8464 | 54.976 | <LOD | 0.19736 | <LOD | <LOD | 17.616 | <LOD | 19.784 | 93.41976 |
| M79 | <LOD | 5647.2 | <LOD | 10.816 | <LOD | 5658.016 | <LOD | <LOD | 77.056 | 2.1112 | 0.41304 | <LOD | <LOD | 6.7648 | <LOD | 53.28 | 139.625 |
| M80 | <LOD | 44592 | <LOD | 126 | <LOD | 44718 | <LOD | 0.00616 | 41.096 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 23.24 | <LOD | 59.888 | 124.2302 |
| M81 | <LOD | 2140 | <LOD | 12.152 | <LOD | 2152.152 | <LOD | <LOD | 46.792 | <LOD | 0.3368 | 5.276 | <LOD | 24.328 | <LOD | 13.912 | 90.6448 |
| M82 | <LOD | 3941.6 | <LOD | 9.376 | <LOD | 3950.976 | <LOD | <LOD | 41.872 | 10.368 | 11.312 | <LOD | <LOD | 20.472 | 0.17592 | 290.64 | 374.8399 |
| M83 | <LOD | 988.8 | <LOD | 94.08 | <LOD | 1082.88 | <LOD | <LOD | 233.04 | <LOD | <LOD | <LOD | 7.4552 | 64.816 | <LOD | 6.9832 | 312.2944 |
| M84 | <LOD | 2630.4 | <LOD | 3.7 | <LOD | 2634.1 | <LOD | <LOD | 41.792 | 4.1496 | 5.0256 | <LOD | <LOD | 23.088 | <LOD | 239.68 | 313.7352 |
| M85 | <LOD | 3576.8 | <LOD | 13.408 | <LOD | 3590.208 | <LOD | 0.03624 | 89.76 | <LOD | 0.54336 | <LOD | <LOD | 24.648 | <LOD | 353.6 | 468.5876 |
| M86 | <LOD | 1137.6 | <LOD | 110.72 | <LOD | 1248.32 | <LOD | <LOD | 300.56 | <LOD | <LOD | <LOD | 5.0704 | 134.24 | <LOD | 13.184 | 453.0544 |
| M87 | <LOD | 27704 | <LOD | 55.824 | <LOD | 27759.82 | <LOD | <LOD | 68 | <LOD | 0.0928 | <LOD | <LOD | 18.92 | <LOD | 23.984 | 110.9968 |
| prosijek | 7519.691 | 7088.979 | 2252.981 | 0.091913 | 8580.637 | 20.6166 | 0.152826 | 90.42394 | 2.025306 | 1.843787 | 1.594667 | 1.80346 | 77.29217 | 0.52342 | 66.05435 | 150.9048 | |
| SD | 7519.691 | 7088.979 | 2252.981 | 0.091913 | 8580.637 | 20.6166 | 0.152826 | 90.42394 | 2.025306 | 1.843787 | 1.594667 | 1.80346 | 77.29217 | 0.52342 | 66.05435 | 150.9048 | |
| min | 13.736 | 12.384 | 0.74648 | 0.01228 | 44.408 | 1.4592 | 6.39E-05 | 9.176 | 0.030184 | 0.001755 | 3.0208 | 2.9704 | 1.684 | 0.014488 | 6.9832 | 25.476 | |
| max | 44592 | 16848 | 20096 | 0.27704 | 45924.8 | 90.4 | 0.8464 | 491.92 | 10.368 | 11.312 | 5.276 | 7.4552 | 666.64 | 1.312 | 353.6 | 1168.488 | |
| median | 3806.8 | 1160.8 | 17.112 | 0.13908 | 3877.308 | 7.1552 | 0.016868 | 45.732 | 0.9928 | 0.54784 | 4.1484 | 4.2456 | 13.44 | 0.17592 | 71.852 | 165.228 | |
| IQR | 6849.8 | 5272.64 | 37.224 | 0.139348 | 6485.468 | 15.908 | 0.034141 | 45.904 | 1.36744 | 0.63378 | 1.1276 | 2.6352 | 15.084 | 0.10936 | 84.474 | 108.3269 | |
| iznad LOD | 86 | 5 | 81 | 10 | 86 | 37 | 32 | 86 | 65 | 66 | 2 | 7 | 86 | 5 | 86 | 86 | |
| postotak | 100% | 6% | 94% | 12% | 100% | 43% | 37% | 100% | 76% | 77% | 2% | 8% | 100% | 6% | 100% | 100% | |

Prilog 4 Pojavnost mikotoksina u uzorcima kvasca

| Yeast naming | Kojic acid [ng g ⁻¹] | Phenopyrrozin [ng g ⁻¹] | sum Aspergillus [ng g ⁻¹] | Aurofusarin [ng g ⁻¹] | Beauvericin [ng g ⁻¹] | Chlamydosporol [ng g ⁻¹] | Culmorin [ng g ⁻¹] | Enniatin A [ng g ⁻¹] | Enniatin A.1 [ng g ⁻¹] | Enniatin B [ng g ⁻¹] | Epi-eniustin [ng g ⁻¹] | Equsetin [ng g ⁻¹] | Fusaric acid [ng g ⁻¹] | Zearalenone [ng g ⁻¹] | Zearalenone-sulfate [ng g ⁻¹] | sum Fusarium [ng g ⁻¹] |
|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| Y01 | 5.3816 | 15.696 | 21.0776 | 0.57888 | 0.051752 | 0.9544 | 36.536 | 0.033352 | 0.023024 | 0.009072 | 0.054656 | 0.4492 | 251.68 | 0.17848 | 0.9736 | 291.5224 |
| Y02 | 4.976 | <LOD | 4.976 | 0.5592 | 0.05448 | 0.824 | 34.36 | 0.0328 | 0.0232 | 0.00872 | <LOD | <LOD | 280.792 | <LOD | <LOD | 316.6544 |
| Y03 | 5.32 | <LOD | 5.32 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y04 | 5.2 | <LOD | 5.2 | 0.5344 | 0.05232 | 0.864 | 38.368 | 0.032 | 0.0232 | 0.00792 | 0.04736 | 0.49904 | 238.088 | 0.172 | 0.896 | 279.5842 |
| Y05 | 5.864 | 13.68 | 19.544 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y06 | 5.488 | <LOD | 5.488 | <LOD | 0.05912 | 1 | 32.92 | 0.0344 | 0.0184 | 0.00856 | 0.05104 | 0.39824 | 288.624 | <LOD | <LOD | 323.1138 |
| Y07 | 4.816 | <LOD | 4.816 | 0.5496 | 0.0464 | 0.824 | 39.432 | 0.0344 | 0.0272 | 0.0096 | 0.0516 | 0.45168 | 287.56 | <LOD | <LOD | 328.9865 |
| Y08 | 5.136 | <LOD | 5.136 | 0.552 | 0.04448 | 0.856 | 34.256 | 0.0312 | 0.0184 | 0.0084 | 0.04648 | 0.47888 | 283.872 | 0.2 | 0.96 | 321.3238 |
| Y09 | 4.608 | <LOD | 4.608 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y10 | 5.824 | <LOD | 5.824 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y11 | 4.632 | 13.888 | 18.52 | 0.5552 | 0.054 | 0.904 | 34.304 | 0.0304 | 0.0256 | 0.00816 | 0.05944 | 0.5044 | 283.464 | <LOD | <LOD | 319.9092 |
| Y12 | 4.856 | 16.808 | 21.664 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y13 | 4.744 | <LOD | 4.744 | <LOD | 0.04504 | 0.848 | 31.288 | 0.0296 | 0.0176 | 0.00864 | <LOD | <LOD | 234 | <LOD | <LOD | 266.2369 |
| Y14 | 5.104 | <LOD | 5.104 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y15 | 5.504 | <LOD | 5.504 | 0.5344 | 0.05712 | 0.992 | 31.36 | 0.0328 | 0.024 | 0.00928 | 0.06128 | 0.41768 | 246.712 | <LOD | <LOD | 280.2006 |
| Y16 | 5.088 | <LOD | 5.088 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y17 | 5.792 | <LOD | 5.792 | <LOD | 0.05232 | 0.816 | 41.224 | 0.0376 | 0.0176 | 0.00976 | 0.048 | 0.51536 | 229.456 | 0.1776 | 0.1 | 272.4542 |
| Y18 | 6.16 | <LOD | 6.16 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y19 | 4.768 | <LOD | 4.768 | 0.652 | 0.0588 | 1.016 | 31.36 | 0.0288 | 0.0264 | 0.0092 | <LOD | <LOD | 239.496 | <LOD | <LOD | 272.6472 |
| Y20 | 4.728 | <LOD | 4.728 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y21 | 6.136 | <LOD | 6.136 | 0.5376 | 0.05728 | 0.968 | 37.208 | 0.0344 | 0.0184 | 0.00968 | 0.06224 | 0.39936 | 247.472 | <LOD | <LOD | 286.767 |
| Y22 | 5.432 | <LOD | 5.432 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y23 | 6.168 | 13.768 | 19.936 | <LOD | 0.0568 | 1.032 | 36.144 | 0.0288 | 0.0192 | 0.00896 | 0.05464 | 0.462 | 285.424 | <LOD | <LOD | 323.2304 |
| Y24 | 5.328 | 15.432 | 20.76 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y25 | 5.824 | <LOD | 5.824 | 0.576 | 0.04704 | 0.92 | 34.528 | 0.0368 | 0.024 | 0.00992 | 0.0484 | 0.46144 | 239 | <LOD | <LOD | 275.6516 |
| Y26 | 5.192 | 10.784 | 15.976 | <LOD | 0.04568 | 0.936 | 32.936 | 0.0328 | 0.0208 | 0.00968 | 0.0608 | 0.48272 | 233.848 | <LOD | <LOD | 268.3725 |
| Y27 | 4.784 | 14.896 | 19.68 | 0.6112 | 0.04824 | 1.096 | 31.992 | 0.0368 | 0.0224 | 0.00792 | <LOD | <LOD | 243.184 | <LOD | <LOD | 276.9986 |
| Y28 | 5.256 | 15.336 | 20.592 | 0.5384 | 0.05336 | 0.88 | 35.792 | 0.0352 | 0.02 | 0.0092 | 0.05248 | 0.47136 | 287.464 | <LOD | <LOD | 325.316 |
| Y29 | 5.888 | 4.024 | 9.912 | <LOD | 0.04976 | 1.032 | 34.808 | 0.0376 | 0.02 | 0.008 | 0.05328 | 0.4668 | 218.736 | <LOD | <LOD | 255.2114 |
| Y30 | 5.952 | <LOD | 5.952 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| Y31 | 5.36 | <LOD | 5.36 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| prosjeck | 0.480484 | 3.684748 | 6.67677 | 0.035527 | 0.004888 | 0.084662 | 2.853654 | 0.002851 | 0.003105 | 0.000668 | 0.005418 | 0.036225 | 24.67118 | 0.012325 | 0.422955 | 25.16903 |
| SD | 0.480484 | 3.684748 | 6.67677 | 0.035527 | 0.004888 | 0.084662 | 2.853654 | 0.002851 | 0.003105 | 0.000668 | 0.005418 | 0.036225 | 24.67118 | 0.012325 | 0.422955 | 25.16903 |
| min | 4.608 | 4.024 | 4.608 | 0.5344 | 0.04448 | 0.816 | 31.288 | 0.0288 | 0.0176 | 0.00792 | 0.04648 | 0.39824 | 218.736 | 0.172 | 0.1 | 255.2114 |
| max | 6.168 | 16.808 | 21.664 | 0.652 | 0.05912 | 1.096 | 41.224 | 0.0376 | 0.0272 | 0.00992 | 0.06224 | 0.51536 | 288.624 | 0.2 | 0.9736 | 328.9865 |
| median | 5.32 | 14.392 | 5.792 | 0.5536 | 0.05232 | 0.928 | 34.444 | 0.033076 | 0.0216 | 0.009016 | 0.05288 | 0.4644 | 247.092 | 0.17804 | 0.928 | 283.4838 |
| IQR | 0.892 | 1.706 | 12.128 | 0.03852 | 0.00888 | 0.14 | 3.514 | 0.0036 | 0.0052 | 0.00108 | 0.009184 | 0.03194 | 45.454 | 0.00766 | 0.2664 | 47.57188 |
| iznad LOD | 31 | 10 | 31 | 12 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 14 | 14 | 18 | 4 | 4 | 18 |
| postotak | 100% | 32% | 100% | 39% | 58% | 58% | 58% | 58% | 58% | 58% | 45% | 45% | 58% | 13% | 13% | 58% |

Prilog 5 Pojavnost *Alternaria* mikotoksina u pivu)

| beer naming | Alternuisol [ng mL ⁻¹] | Alternariol [ng mL ⁻¹]* | Alternariolmethylether [ng mL ⁻¹]* | Alternariolmethylether-Glucoside [ng mL ⁻¹] | Infectopyrone [ng mL ⁻¹] | Tentoxin [ng mL ⁻¹]** | Tenuazonic acid [ng mL ⁻¹]* | Ziindiol [ng mL ⁻¹] | sum Alternaria [ng mL ⁻¹] |
|-------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|--------------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------------|
| B01 | 0.4264 | 0.04864 | 0.012176 | 0 | 31.224 | 0.4692 | 17.336 | 1.1648 | 50.68122 |
| B02 | 0.35604 | 0 | 0.011776 | 0 | 12.892 | 0.0496 | 22.576 | 0 | 35.88542 |
| B03 | 0 | 0 | 0.005568 | 0 | 29.824 | 0.08388 | 21.212 | 0 | 51.12545 |
| B04 | 0 | 0 | 0.005264 | 0 | 62.32 | 0.09288 | 3.91 | 0 | 66.32814 |
| B05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 43.24 | 0 | 17.592 | 0 | 60.832 |
| B06 | 0 | 0 | 0 | 3.3064 | 37.516 | 0 | 3.75 | 0 | 44.5724 |
| B07 | 0 | 0 | 0.00744 | 0 | 61.76 | 0 | 3.7732 | 0 | 65.54064 |
| B08 | 0.31236 | 0 | 0 | 0 | 73.4 | 0 | 4.388 | 0 | 78.10036 |
| B09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45.24 | 0 | 15.76 | 0.8228 | 61.8228 |
| B10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.584 | 0 | 8.036 | 0.385 | 45.005 |
| B11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 187.64 | 0 | 2.92 | 0.28784 | 190.8478 |
| B12 | 0 | 0 | 0.007788 | 0 | 31.412 | 0.30896 | 8.02 | 1.3932 | 41.14195 |
| B13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 34.464 | 0.125 | 24.1 | 0 | 58.689 |
| B14 | 0 | 0 | 0 | 5.58 | 12.448 | 0 | 9.096 | 0.9608 | 28.0848 |
| B15 | 0 | 0.10692 | 0.009332 | 0.9724 | 29.1 | 0.06316 | 17.9 | 1.392 | 49.54381 |
| B16 | 0 | 0.07884 | 0.015892 | 4.444 | 19.696 | 0.029308 | 24 | 0 | 48.26404 |
| B17 | 0 | 0 | 0 | 2.4132 | 6.828 | 0 | 10.396 | 0.444 | 20.0812 |
| B18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45.68 | 0.662 | 12.172 | 2.0168 | 60.5308 |
| B19 | 0 | 0.020756 | 0 | 0 | 32.556 | 0.02564 | 19.444 | 0 | 52.0464 |
| B20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.32 | 0 | 2.0392 | 0 | 50.3592 |
| B21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56.08 | 0.09528 | 8.608 | 2.2616 | 67.04488 |
| B22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.808 | 0.14116 | 25.252 | 0 | 40.20116 |
| B23 | 0 | 0.04268 | 0 | 1.4916 | 28.288 | 0.29384 | 21.212 | 1.47 | 52.79812 |
| B24 | 0 | 0 | 0.008512 | 0 | 31.36 | 0 | 3.4756 | 1.8224 | 36.66651 |
| B25 | 0 | 0 | 0 | 0.4552 | 47.36 | 0.10952 | 9.888 | 0.37716 | 58.18988 |
| B26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51.68 | 0 | 13.028 | 1.3164 | 66.0244 |
| B27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17.768 | 0.37732 | 49.56 | 0.1714 | 67.87672 |
| B28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5.564 | 0.03878 | 12.144 | 0 | 17.74678 |
| B29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.7 | 0.12992 | 47.16 | 0 | 73.98992 |
| B30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49.6 | 0 | 7 | 2.5504 | 59.1504 |
| B31 | 0.4556 | 0.05208 | 0.017592 | 0 | 13.052 | 0.00193 | 76.08 | 0.15248 | 89.81168 |
| B32 | 0.3308 | 0 | 0 | 0 | 2.6932 | 0 | 7.724 | 0 | 10.748 |
| B33 | 0.37576 | 0.020324 | 0.014848 | 0 | 27.984 | 0 | 57.24 | 0 | 85.63493 |
| B34 | 0.33356 | 0 | 0 | 0 | 34.548 | 0.29876 | 39.388 | 0 | 74.56832 |
| B35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.364 | 0 | 10.892 | 0 | 23.256 |
| B36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | 0 | 5.64 | 0 | 6.44 |
| B37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68.96 | 0.038876 | 22.316 | 4.808 | 96.12288 |
| B38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4.66 | 0.1184 | 11.972 | 0 | 16.7504 |
| B39 | 0 | 0 | 0.00333 | 0 | 61.96 | 0.12468 | 9.668 | 2.2624 | 74.01841 |

Prilog 5. Pojavnost *Alternaria* mikotoksina u pivu

| beer naining | Alternisol [ng mL ⁻¹] | Alternariol [ng mL ⁻¹]* | Alternariolmethyl ether [ng mL ⁻¹]* | Alternariolmethyl ether-Glucoside [ng mL ⁻¹] | Infectopyrone [ng mL ⁻¹] | Tenotoxin [ng mL ⁻¹ ** | Tenazonic acid [ng mL ⁻¹]* | Zinndiol [ng mL ⁻¹] | sum Alternaria [ng mL ⁻¹] |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|--|--------------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| B40 | 0.29876 | 0.0586 | 0.005204 | 0 | 24.124 | 0 | 8.9 | 0.9256 | 34.31216 |
| B41 | 0 | 0.027844 | 0 | 0 | 99.68 | 0.2808 | 17.196 | 4.236 | 121.4206 |
| B42 | 0 | 0 | 0 | 1.5952 | 11.472 | 0 | 5.576 | 0 | 18.6432 |
| B43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23.632 | 0.017228 | 78.32 | 0 | 101.9692 |
| B44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9.232 | 0.10016 | 13.392 | 0 | 22.72416 |
| B45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.24 | 0.37172 | 74.64 | 0 | 123.2517 |
| B46 | 0 | 0 | 0.010064 | 0 | 19.756 | 0.15932 | 31.64 | 0 | 51.56538 |
| B47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38.748 | 0.16176 | 16.556 | 2.4456 | 57.91136 |
| B48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50.48 | 0.0904 | 13.032 | 0.848 | 64.4504 |
| B49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.592 | 0.16884 | 20.208 | 0 | 36.96884 |
| B50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.408 | 0 | 68.6 | 0.30664 | 97.31464 |
| B51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45.96 | 0 | 14.512 | 0.9304 | 61.4024 |
| B52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40.76 | 0 | 88.12 | 0 | 128.88 |
| B53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27.564 | 0.21964 | 99.48 | 0 | 127.2636 |
| B54 | 0 | 0.0838 | 0.020404 | 13.96 | 21.052 | 0.14084 | 33.1 | 0 | 68.35704 |
| B55 | 0.31732 | 0 | 0.015852 | 4.096 | 22.536 | 0 | 87.84 | 0 | 114.8052 |
| B56 | 0 | 0 | 0.004952 | 0 | 17.728 | 0 | 92.68 | 0 | 110.413 |
| B57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50.88 | 0.06424 | 11.248 | 1.8816 | 64.07384 |
| B58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41.16 | 0.2656 | 5.532 | 0.846 | 47.8036 |
| B59 | 0.3364 | 0 | 0 | 0 | 49.4 | 0 | 15.672 | 2.2408 | 67.6492 |
| B60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 73.76 | 0 | 15.604 | 5.496 | 94.86 |
| BI05 | 0 | 0 | 0.023616 | 0 | 18.22 | 0.27668 | 47.72 | 0 | 66.2403 |
| BI06 | 0 | 0 | 0.013644 | 0 | 23.42 | 0.03654 | 5.52 | 0 | 28.99018 |
| BI07 | 0 | 0 | 0.02548 | 0 | 62.92 | 0 | 17.348 | 0 | 80.29348 |
| BI08 | 0 | 0 | 0.02936 | 0 | 33.42 | 0.023268 | 6.248 | 0 | 39.72063 |
| BI09 | 0 | 0 | 0.017968 | 0 | 57.12 | 0 | 10.544 | 0 | 67.68197 |
| BI10 | 0 | 0 | 0.03314 | 0 | 8.596 | 0.21472 | 50.28 | 0 | 59.12386 |
| prosjeak | 0.053682 | 0.008189 | 0.004836 | | 36.41262 | 0.094998 | 24.79055 | 0.700244 | 62.64563 |
| SD | 0.129409 | 0.022256 | 0.008197 | | 27.58902 | 0.135236 | 25.29517 | 1.190841 | 32.83085 |
| min | 0.29876 | 0.020324 | 0.00333 | | 0.8 | 0.00193 | 2.0392 | 0.15248 | 6.44 |
| max | 0.4556 | 0.10692 | 0.03314 | | 187.64 | 0.662 | 99.48 | 5.496 | 190.8478 |
| median | 0 | 0 | 0 | | 31.386 | 0.032924 | 15.638 | 0 | 59.8406 |
| IQR | 0 | 0 | 0.007701 | | 29.711 | 0.13811 | 16.283 | 0.9532 | 32.01173 |
| iznad LOD | 10 | 10 | 23 | | 66 | 38 | 66 | 29 | 66 |
| postotak | 15% | 15% | 35% | | 100% | 58% | 100% | 44% | 100% |

Prilog 5. Pojavnost *Aspergillus* mikotoksina u pivu

| beer naming | Butyrolactone I [ng mL ⁻¹] | Deoxytryptocovaline A [ng mL ⁻¹] | Fumitremorgin C [ng mL ⁻¹] | Kojic acid [ng mL ⁻¹] | Kotantin A [ng mL ⁻¹] | Phenopyrrozin [ng mL ⁻¹] | Quinadoline A [ng mL ⁻¹] | Terrecyclic acid [ng mL ⁻¹] | sum Aspergillus [ng mL ⁻¹] |
|-------------|--|--|--|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| B01 | 0 | 0 | 0 | 96.68 | 0 | 0.027016 | 0 | 0 | 96.70702 |
| B02 | 0 | 0 | 0 | 22.548 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.548 |
| B03 | 0 | 0 | 0 | 17.832 | 0.00912 | 0.6064 | 0 | 0 | 18.44752 |
| B04 | 0 | 0 | 0 | 44.6 | 0 | 0.31692 | 0 | 0 | 44.91692 |
| B05 | 0 | 0.14748 | 0.14524 | 76.4 | 0.010856 | 0.8596 | 0 | 0 | 77.56318 |
| B06 | 0.6944 | 0 | 0 | 30.556 | 0 | 0.9332 | 0 | 0 | 32.1836 |
| B07 | 0 | 0.06024 | 0 | 35.62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35.68024 |
| B08 | 0 | 0 | 0 | 29.456 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.456 |
| B09 | 0 | 0.1524 | 0 | 66.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 66.7124 |
| B10 | 0 | 0 | 0 | 30.548 | 0 | 0.2954 | 0 | 0 | 30.8434 |
| B11 | 0 | 0 | 0 | 48.24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.24 |
| B12 | 0 | 0.11064 | 0 | 38.312 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38.42264 |
| B13 | 0 | 0 | 0 | 95.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 95.16 |
| B14 | 0 | 0 | 0 | 56.96 | 0 | 0.98 | 0 | 0 | 57.94 |
| B15 | 0 | 0 | 0 | 68.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68.52 |
| B16 | 0 | 0.14204 | 0 | 76.36 | 0 | 0.8708 | 0 | 0 | 77.37284 |
| B17 | 0 | 0 | 0 | 38.248 | 0 | 0.7268 | 0 | 0 | 38.9748 |
| B18 | 0 | 0 | 0 | 73.12 | 0.015048 | 1.1856 | 0 | 0 | 74.32065 |
| B19 | 0 | 0.14444 | 0 | 42.12 | 0.003541 | 0 | 0 | 0 | 42.26798 |
| B20 | 0 | 0 | 0 | 15.008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15.008 |
| B21 | 0 | 0.24476 | 0 | 22.4 | 0 | 0.20964 | 0.37924 | 0 | 23.23364 |
| B22 | 0 | 0.10904 | 0 | 32.26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32.36904 |
| B23 | 0 | 0 | 0 | 29.884 | 0 | 0.28604 | 0 | 0 | 30.17004 |
| B24 | 0 | 0 | 0 | 36.924 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36.924 |
| B25 | 0 | 0.14112 | 0 | 45.4 | 0 | 0.10796 | 0.15792 | 0 | 45.807 |
| B26 | 0 | 0.08712 | 0 | 41.36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41.44712 |
| B27 | 0.6624 | 0.10908 | 0 | 27.964 | 0 | 0 | 0 | 0 | 28.73548 |
| B28 | 0 | 0 | 0 | 20.208 | 0 | 0.237 | 0 | 0 | 20.445 |
| B29 | 0 | 0 | 0 | 29.508 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29.508 |
| B30 | 0 | 0.4332 | 0 | 24.612 | 0 | 0 | 0.20744 | 0 | 25.25264 |
| B31 | 0 | 0 | 0 | 27.404 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27.404 |
| B32 | 0 | 0 | 0 | 18.708 | 0 | 0.027556 | 0 | 0 | 18.73556 |
| B33 | 0 | 0 | 0 | 73.4 | 0 | 0.23124 | 0 | 0 | 73.63124 |
| B34 | 0 | 0 | 0 | 30.404 | 0 | 0.08236 | 0 | 0 | 30.48636 |
| B35 | 0 | 0 | 0 | 19.488 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.488 |
| B36 | 0 | 0 | 0 | 22.728 | 0 | 0.20796 | 0 | 0 | 22.93596 |
| B37 | 0 | 0.16284 | 0 | 24.244 | 0 | 0 | 0.11388 | 0 | 24.52072 |
| B38 | 0 | 0 | 0 | 24.556 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24.556 |
| B39 | 0 | 0 | 0 | 28.496 | 0 | 0.23424 | 0 | 0 | 28.73024 |

Prilog 5. Pojavnost *Aspergillus* mikotoksina u pivu

| beer naming | Butyrolactone I [ng ml ⁻¹] | Deoxytryptovaline A [ng ml ⁻¹] | Fumitremorgin C [ng ml ⁻¹] | Kojic acid [ng ml ⁻¹] | Kotatin A [ng ml ⁻¹] | Phenopirrozol [ng ml ⁻¹] | Quinadoline A [ng ml ⁻¹] | Terrecyclic acid [ng ml ⁻¹] | sum Aspergillus [ng ml ⁻¹] |
|-------------|--|--|--|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--|
| B40 | 0 | 0 | 0 | 18.82 | 0 | 0.14212 | 0 | 0 | 18.96212 |
| B41 | 0 | 0.16404 | 0 | 28.488 | 0 | 0.7104 | 0.19956 | 0 | 29.562 |
| B42 | 0 | 0 | 0 | 22.484 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22.484 |
| B43 | 0 | 0 | 0 | 128.04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 128.04 |
| B44 | 0 | 0 | 0 | 19.88 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19.88 |
| B45 | 0 | 0 | 0 | 28.324 | 0 | 0.24632 | 0 | 0 | 28.57032 |
| B46 | 0 | 0 | 0 | 22.852 | 0 | 0.5184 | 0.144 | 0 | 23.5144 |
| B47 | 0 | 0 | 0 | 14.452 | 0 | 0.008336 | 0 | 0 | 14.46034 |
| B48 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 | 0.28012 | 0 | 0 | 43.28012 |
| B49 | 0 | 0 | 0 | 26.1 | 0 | 0.42 | 0 | 0 | 26.52 |
| B50 | 0 | 0 | 0 | 49.72 | 0 | 0.62 | 0 | 0 | 50.34 |
| B51 | 0 | 0 | 0 | 39.16 | 0 | 0.6224 | 0 | 0 | 39.7824 |
| B52 | 0 | 0.10868 | 0 | 30.144 | 0 | 0.20724 | 0.13784 | 0 | 30.59776 |
| B53 | 0 | 0 | 0 | 559.2 | 0 | 0.448 | 0 | 0 | 559.648 |
| B54 | 0 | 0.1288 | 0 | 24.276 | 0 | 0.8052 | 0.14656 | 0 | 25.35656 |
| B55 | 0 | 0 | 0 | 28.828 | 0 | 0.018964 | 0 | 0 | 28.84696 |
| B56 | 0 | 0 | 0 | 100.92 | 0 | 0.30988 | 0 | 0 | 101.2299 |
| B57 | 0 | 0 | 0 | 42.56 | 0 | 0.23412 | 0 | 0 | 42.79412 |
| B58 | 0 | 0 | 0 | 25.48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25.48 |
| B59 | 0 | 0 | 0 | 29.752 | 0 | 0.18084 | 0 | 0 | 29.93284 |
| B60 | 0 | 0 | 0 | 35.828 | 0 | 0.5524 | 0 | 0.7348 | 37.1152 |
| BI05 | 0 | 0 | 0 | 39.116 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39.116 |
| BI06 | 0 | 0 | 0 | 20.724 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.724 |
| BI07 | 0 | 0 | 0 | 48.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48.56 |
| BI08 | 0 | 0 | 0 | 20.796 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20.796 |
| BI09 | 0 | 0 | 0 | 26.52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26.52 |
| BI10 | 0 | 0 | 0 | 12.304 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12.304 |
| prosjeak | 0.020558 | 0.037059 | 0.002201 | 46.50188 | 0.000584 | 0.223492 | 0.022522 | 0.011133 | 46.81943 |
| SD | 0.117216 | 0.077651 | 0.017878 | 68.12597 | 0.002534 | 0.307262 | 0.067062 | 0.090448 | 68.15485 |
| min | 0.6624 | 0.06024 | 0.14524 | 12.304 | 0.003541 | 0.008336 | 0.11388 | 0.7348 | 12.304 |
| max | 0.6944 | 0.4332 | 0.14524 | 559.2 | 0.015048 | 1.1856 | 0.37924 | 0.7348 | 559.648 |
| median | 0 | 0 | 0 | 30.014 | 0 | 0.027286 | 0 | 0 | 30.3282 |
| IQR | 0 | 0 | 0 | 19.948 | 0 | 0.30626 | 0 | 0 | 19.97818 |
| iznad LOD | 2 | 16 | 1 | 66 | 4 | 36 | 8 | 1 | 66 |
| postotak | 3% | 24% | 2% | 100% | 6% | 55% | 12% | 2% | 100% |

Prilog 5 Pojavnost Ergot alkaloida u pivu

| beer naming | Ergine [ng mL ⁻¹] | Ergocryptine [ng mL ⁻¹] | Ergometrine [ng mL ⁻¹] | Ergometrinine [ng mL ⁻¹] | Ergosin [ng mL ⁻¹] | Ergosinin [ng mL ⁻¹] | alkaloids sum ergot [ng mL ⁻¹] |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|
| B01 | 0.05608 | 0 | 0.06312 | 0 | 0 | 0 | 0.1192 |
| B02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B04 | 0 | 0 | 0.15672 | 0 | 0 | 0 | 0.15672 |
| B05 | 0 | 0 | 0.31076 | 0 | 0.04116 | 0.10188 | 0.4538 |
| B06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B07 | 0 | 0 | 0.0732 | 0 | 0 | 0 | 0.0732 |
| B08 | 0 | 0 | 0.06916 | 0 | 0 | 0 | 0.06916 |
| B09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B10 | 0.04344 | 0 | 0.952 | 0.017924 | 0 | 0 | 1.013364 |
| B11 | 0 | 0 | 0.03964 | 0 | 0 | 0 | 0.03964 |
| B12 | 0 | 0 | 0.11276 | 0 | 0 | 0 | 0.11276 |
| B13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05804 | 0 | 0.05804 |
| B19 | 0 | 0 | 0.32424 | 0.00532 | 0 | 0 | 0.32956 |
| B20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B21 | 0 | 0 | 0.2342 | 0.009248 | 0 | 0 | 0.243448 |
| B22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B23 | 0 | 0 | 0.030696 | 0 | 0 | 0 | 0.030696 |
| B24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B25 | 0.02464 | 0 | 0.35788 | 0.0097 | 0.06244 | 0.1576 | 0.61226 |
| B26 | 0 | 0 | 0.28044 | 0.004708 | 0 | 0 | 0.285148 |
| B27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12532 | 0 | 0.12532 |
| B30 | 0 | 0 | 0.08212 | 0.005924 | 0 | 0 | 0.088044 |
| B31 | 0 | 0.05664 | 0.10908 | 0.001399 | 0 | 0 | 0.167119 |
| B32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B38 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B39 | 0 | 0 | 0.17692 | 0 | 0 | 0 | 0.17692 |

Prilog 5 Pojavnost Ergot alkaloida u pivu

| beer naming | Ergine [ng ml ⁻¹] | Ergocryptine [ng ml ⁻¹] | Ergometrine [ng ml ⁻¹] | Ergometrine [ng ml ⁻¹] | Ergosin [ng ml ⁻¹] | Ergosinin [ng ml ⁻¹] | sum ergot alkaloids [ng ml ⁻¹] |
|-------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|
| B40 | 0 | 0 | 0.34536 | 0.008096 | 0 | 0 | 0.353456 |
| B41 | 0.034408 | 0 | 0.4456 | 0.00778 | 0.08448 | 0.0986 | 0.670868 |
| B42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B51 | 0.04264 | 0 | 0.15368 | 0 | 0 | 0 | 0.19632 |
| B52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B55 | 0 | 0 | 0.10904 | 0 | 0 | 0 | 0.10904 |
| B56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B57 | 0 | 0 | 0.11916 | 0 | 0 | 0 | 0.11916 |
| B58 | 0.013416 | 0 | 0.1486 | 0.005944 | 0 | 0 | 0.16796 |
| B59 | 0.027296 | 0 | 0.3182 | 0.006984 | 0 | 0 | 0.35248 |
| B60 | 0 | 0 | 0 | 0.008436 | 0 | 0 | 0.008436 |
| BI05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BI06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BI07 | 0.07932 | 0 | 1.746 | 0.017948 | 0.0436 | 0.2906 | 2.177468 |
| BI08 | 0 | 0 | 0.30156 | 0.008152 | 0 | 0 | 0.309712 |
| BI09 | 0.015808 | 0 | 0.037188 | 0.004832 | 0 | 0 | 0.057828 |
| BI10 | 0.05508 | 0 | 1.0056 | 0.017272 | 0 | 0 | 1.077952 |
| prosjek | 0.005941 | 0.000858 | 0.122772 | 0.002116 | 0.006288 | 0.009828 | 0.147804 |
| SD | 0.016082 | 0.006972 | 0.280702 | 0.004445 | 0.021872 | 0.043503 | 0.336498 |
| min | 0.013416 | 0.05664 | 0.030696 | 0.001399 | 0.04116 | 0.0986 | 0.008436 |
| max | 0.07932 | 0.05664 | 1.746 | 0.017948 | 0.12532 | 0.2906 | 2.177468 |
| median | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IQR | 0 | 0 | 0.11756 | 0 | 0 | 0 | 0.14887 |
| iznad | 10 | 1 | 27 | 16 | 6 | 4 | 30 |
| postotak | 15% | 2% | 41% | 24% | 9% | 6% | 45% |

Prilog 5 Pojavnost biljnih, bakterijskih i ostalih fungálnih metabolita u pivu

| beer naming | Abscisic acid [ng mL ⁻¹] | Epilhetodendrin [ng mL ⁻¹] | Linamarin [ng mL ⁻¹] | Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | sum plant metabolites [ng mL ⁻¹] | Cercosporamide [ng mL ⁻¹] | Cladosporin [ng mL ⁻¹] | Cytochalasin B [ng mL ⁻¹] | Destrukin B [ng mL ⁻¹] | Monocerin [ng mL ⁻¹] | Neoechinulin A [ng mL ⁻¹] | Rubellin D [ng mL ⁻¹] | Terragine [ng mL ⁻¹] | sum other fungal metabolites | Doxorubicin [ng mL ⁻¹] | Staurosporin [ng mL ⁻¹] | sum bacterial metabolites [ng mL ⁻¹] |
|-------------|---|---|-------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| B01 | 112.48 | 4920 | <LOD | 14.068 | 5046.548 | <LOD | 0.44 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.75 | 0.24792 | <LOD | 1.43792 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B02 | 18.068 | 1182.4 | 37.88 | 239.56 | 1477.908 | 0.030544 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.26008 | <LOD | <LOD | 0.290624 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B03 | 11.856 | 362.76 | 50.28 | 355.92 | 780.816 | 0.028664 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.028664 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B04 | 34.556 | 3161.2 | <LOD | 12.632 | 3208.388 | 0.017508 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.08776 | <LOD | 0.105268 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B05 | 42.12 | 2589.6 | 25.944 | 155.6 | 2813.264 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B06 | 32.072 | 3379.6 | <LOD | 12.204 | 3423.876 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B07 | 59.72 | 1382 | 30.62 | 260.56 | 1732.9 | <LOD | 0.0522 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.0522 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B08 | 78.36 | 1404 | <LOD | 6.68 | 1489.04 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B09 | 143.76 | 1742.8 | <LOD | 10.184 | 1896.744 | <LOD | 0.5008 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.5008 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B10 | 57.68 | 913.2 | <LOD | 6.04 | 976.92 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B11 | 107.72 | 3008.4 | 552 | 180.12 | 3848.24 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B12 | 49.76 | 1937.2 | <LOD | 6.484 | 1993.444 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B13 | 45.24 | 2730 | 8.308 | 110.92 | 2894.468 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.35976 | <LOD | <LOD | 0.35976 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B14 | 27.48 | 2387.6 | <LOD | 10.648 | 2425.728 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.28056 | <LOD | 0.28056 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B15 | 37.224 | 4484 | <LOD | 19.832 | 4541.056 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.5356 | 1.0692 | <LOD | 1.6048 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B16 | 38.796 | 10.42 | <LOD | 6.576 | 55.792 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.1784 | <LOD | 0.1784 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B17 | 24.904 | 3347.2 | <LOD | 9.456 | 3381.56 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.08676 | <LOD | 0.08676 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B18 | 96.12 | 371.16 | <LOD | 37.416 | 504.696 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.6584 | <LOD | 0.6584 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B19 | 33.844 | 5776 | <LOD | 31.192 | 5841.036 | <LOD | 0.06504 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.06504 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B20 | 30.568 | 3216.4 | <LOD | 8.304 | 3255.272 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B21 | 22.72 | 942 | <LOD | 11.788 | 976.508 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.04032 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.04032 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B22 | 21.38 | 3965.2 | 19.124 | 101.4 | 4107.104 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B23 | 56.16 | 5004 | <LOD | 14.388 | 5074.548 | <LOD | 0.8752 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.5028 | 0.3442 | <LOD | 1.7222 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B24 | 69.08 | 47.56 | 15.36 | 140.8 | 272.8 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B25 | 22.768 | 1.6736 | <LOD | <LOD | 24.4416 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.05188 | 0.0994 | <LOD | 0.15128 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B26 | 33.708 | 2910.4 | <LOD | 5.38 | 2949.488 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B27 | 26.776 | 5004 | <LOD | 10.996 | 5041.772 | <LOD | 0.37792 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.37792 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B28 | 31.548 | 3304.4 | <LOD | 5.256 | 3341.204 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B29 | 32.368 | 2378.8 | <LOD | 4.028 | 2415.196 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B30 | 36.328 | 188.8 | <LOD | 9.864 | 234.992 | <LOD | 0.07368 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.07368 | <LOD | 0.004068 | 0.004068 |
| B31 | 29.828 | 4980 | <LOD | 26.936 | 5036.764 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B32 | 22.504 | 2608.4 | <LOD | 6.072 | 2636.976 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B33 | 27.916 | 4.388 | <LOD | 2.0984 | 34.4024 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B34 | 33.54 | 2012.8 | <LOD | 3.876 | 2050.216 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B35 | 31.476 | 1448.8 | <LOD | 3.7524 | 1484.028 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B36 | 29.984 | 2242.8 | <LOD | 6.156 | 2278.94 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B37 | 28.368 | 389.88 | 38.112 | 241.68 | 698.04 | 0.012364 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.26404 | 0.0734 | <LOD | 0.349804 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B38 | 35.964 | 927.2 | <LOD | 7.108 | 970.272 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B39 | 30.42 | 74 | <LOD | 8.976 | 113.396 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.017104 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.017104 | <LOD | <LOD | <LOD |

Prilog 5 Pojavnost biljnih, bakterijskih i ostalih fungalnih metabolita u pivu

| beer naming | Abscisic acid [ng ml ⁻¹] | Epitheterodrin [ng ml ⁻¹] | Linamarin [ng ml ⁻¹] | Lotaustralin [ng ml ⁻¹] | sum plant metabolites [ng ml ⁻¹] | Cercosporamide [ng ml ⁻¹] | Cladosporin [ng ml ⁻¹] | Cytochalasin B [ng ml ⁻¹] | Destruxin B [ng ml ⁻¹] | Monocerin [ng ml ⁻¹] | Neoechinulin A [ng ml ⁻¹] | Rubellin D [ng ml ⁻¹] | Terragline [ng ml ⁻¹] | sum other fungal metabolites | Doxorubicin [ng ml ⁻¹] | Staurosporin [ng ml ⁻¹] | sum bacterial metabolites [ng ml ⁻¹] |
|-------------|---|--|-------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| B40 | 32.784 | 9020 | <LOD | 29.528 | 9082.312 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B41 | 37.032 | 983.2 | <LOD | 5.368 | 1025.6 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B42 | 25.284 | 4272 | <LOD | 7.976 | 4305.26 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.3392 | <LOD | 2.3392 |
| B43 | 30.036 | 6112 | <LOD | 15.096 | 6157.132 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B44 | 39.812 | 2955.2 | <LOD | 6.772 | 3001.784 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.030744 | <LOD | <LOD | <LOD | 0.030744 | 0.6124 | <LOD | 0.6124 |
| B45 | 29.868 | 1601.2 | <LOD | 4.62 | 1635.688 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.586 | <LOD | <LOD | 2.586 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B46 | 21.172 | <LOD | <LOD | 2.4556 | 23.6276 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B47 | 33.624 | 2358 | <LOD | 4.1 | 2395.724 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B48 | 28.048 | 2654 | <LOD | 5.564 | 2687.612 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.15376 | 0.09464 | <LOD | 0.2484 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B49 | 31.184 | 4344 | <LOD | 12.016 | 4387.2 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B50 | 44.88 | 6896 | <LOD | 19.868 | 6960.748 | <LOD | 0.24896 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.24896 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B51 | 42.76 | 6092 | <LOD | 6.844 | 6141.604 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.09148 | <LOD | <LOD | 0.09148 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B52 | 59.56 | 5740 | <LOD | 16.34 | 5815.9 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B53 | 68.8 | 2847.6 | <LOD | 10.052 | 2926.452 | <LOD | 0.31784 | <LOD | <LOD | <LOD | 2.0148 | <LOD | <LOD | 2.33264 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B54 | 39.348 | <LOD | <LOD | 4.288 | 43.636 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.16084 | <LOD | 0.16084 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B55 | 48.08 | 8928 | <LOD | 46.52 | 9022.6 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.12688 | <LOD | <LOD | 0.12688 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B56 | 76.12 | 2522 | <LOD | 18.86 | 2616.98 | <LOD | 0.32088 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.32088 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B57 | 55.44 | 1584 | <LOD | 5.532 | 1644.972 | <LOD | 0.23116 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.23116 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B58 | 56.88 | 4060 | <LOD | 16.188 | 4133.068 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| B59 | 85.28 | 1334.4 | <LOD | 6.828 | 1426.508 | <LOD | 2.2376 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 2.2376 | <LOD | <LOD | <LOD |
| B60 | 57.16 | 2022 | <LOD | 10.164 | 2089.324 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| BI05 | 3.7612 | 1426.4 | <LOD | 5.524 | 1435.685 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| BI06 | 1.88 | 275.04 | <LOD | 5.048 | 281.968 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.10628 | 43.24 | 43.34628 | <LOD | <LOD | <LOD |
| BI07 | 14.612 | 3386.8 | <LOD | 22.284 | 3423.696 | <LOD | <LOD | 0.4628 | 0.037004 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.499804 | <LOD | <LOD | <LOD |
| BI08 | 5.176 | 1285.6 | <LOD | 7.512 | 1298.288 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD |
| BI09 | 9.168 | 3622 | <LOD | 13.408 | 3644.576 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 0.21328 | <LOD | <LOD | 0.21328 | <LOD | <LOD | <LOD |
| BI10 | 22.796 | 7100 | <LOD | 30.924 | 7153.72 | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | <LOD | 549.6 | 549.6 | <LOD | <LOD | <LOD |
| prosjek | 40.99559 | 2815.039 | 86.40311 | 37.6097 | 2819.552 | 0.02227 | 0.47844 | 0.4628 | 0.037004 | 0.029389 | 0.608489 | 0.268289 | 296.42 | 17.44733 | 1.4758 | 0.004068 | 0.985223 |
| SD | 25.94181 | 2135.332 | 175.0755 | 71.79624 | 2149.868 | 0.008759 | 0.598861 | 0 | 0 | 0.011667 | 0.785212 | 0.289834 | 358.0506 | 92.88061 | 1.221 | 0 | 1.211387 |
| min | 1.88 | 1.6736 | 8.308 | 2.0984 | 23.6276 | 0.012364 | 0.0522 | 0.4628 | 0.037004 | 0.017104 | 0.05188 | 0.0734 | 43.24 | 0.017104 | 0.6124 | 0.004068 | 0.004068 |
| max | 143.76 | 9020 | 552 | 355.92 | 9082.312 | 0.030544 | 2.2376 | 0.4628 | 0.037004 | 0.04032 | 2.586 | 1.0692 | 549.6 | 549.6 | 2.3392 | 0.004068 | 2.3392 |
| median | 33.582 | 2555.8 | 30.62 | 10.164 | 2521.354 | 0.023086 | 0.31936 | 0.4628 | 0.037004 | 0.030744 | 0.26404 | 0.16084 | 296.42 | 0.24896 | 1.4758 | 0.004068 | 0.6124 |
| IQR | 21.751 | 2666.7 | 18.988 | 13.796 | 2712.045 | 0.012912 | 0.26341 | 0 | 0 | 0.011608 | 0.38184 | 0.18592 | 253.18 | 0.481226 | 0.8634 | 0 | 1.167566 |
| LOD | 66 | 64 | 9 | 65 | 66 | 4 | 12 | 1 | 1 | 3 | 13 | 13 | 2 | 35 | 2 | 1 | 3 |
| postotak | 100% | 97% | 14% | 98% | 100% | 6% | 18% | 2% | 2% | 5% | 20% | 20% | 3% | 53% | 3% | 2% | 5% |

Prilog 5 Pojavnost ostalih nespecifičnih metabolita u pivu

| beer naming | 3-Nitropropionic acid [ng mL ⁻¹] | Asperphenamate [ng mL ⁻¹] | Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | Citreossein [ng mL ⁻¹] | cydo(L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | cydo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | cydo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | cydo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | Endocrocin [ng mL ⁻¹] | Lobartaric acid [ng mL ⁻¹] | N-Benzoyl-Phenylalanine [ng mL ⁻¹] | Rugulosoavin [ng mL ⁻¹] | Tryptophol [ng mL ⁻¹] | sum unspecific [ng mL ⁻¹] |
|-------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------------|--|--|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| B01 | <LOD | <LOD | 45.48 | <LOD | 104.12 | 1.3724 | 313.72 | 189.48 | 1.3572 | 1.7888 | 0.13044 | 5.416 | 4672 | 5334.865 |
| B02 | <LOD | <LOD | 48.12 | <LOD | 87.4 | 2.0664 | 207.88 | 168.52 | <LOD | 1.2396 | <LOD | 3.324 | 3119.2 | 3637.75 |
| B03 | <LOD | 0.04172 | 153.32 | <LOD | 135.92 | 0.97 | 467.6 | 356.16 | <LOD | 0.8392 | <LOD | 13.788 | 971.2 | 2099.839 |
| B04 | <LOD | <LOD | 96.52 | <LOD | 126.04 | 212.88 | 1042.8 | 278.64 | <LOD | 0.366 | <LOD | 9.576 | 1084.8 | 2851.622 |
| B05 | <LOD | <LOD | 52.2 | 0.458 | 112.36 | 43.24 | 462.8 | 206.4 | 0.08312 | 0.30712 | <LOD | 2.2896 | 3994.4 | 4874.538 |
| B06 | <LOD | <LOD | 48.28 | <LOD | 107.36 | 158.96 | 846.4 | 249.52 | <LOD | 0.2264 | <LOD | 6.82 | 3647.6 | 5065.166 |
| B07 | 0.6048 | <LOD | 123.64 | 0.23292 | 109.4 | 2.0028 | 442 | 255.88 | <LOD | 0.11284 | 0.2718 | 5.444 | 132.08 | 1071.669 |
| B08 | <LOD | <LOD | 132 | <LOD | 103.16 | 1.9604 | 497.6 | 264.76 | <LOD | 0.08444 | 0.16812 | 4.684 | 588.8 | 1593.217 |
| B09 | 0.6432 | <LOD | 67.76 | <LOD | 128.64 | 1.7424 | 369.76 | 230.4 | <LOD | 0.06248 | 0.0522 | 4.928 | 124.88 | 928.8683 |
| B10 | 0.5968 | <LOD | 64.72 | <LOD | 111.36 | 1.8412 | 353.48 | 231.6 | <LOD | 0.15548 | <LOD | 0.12864 | 318.4 | 1082.282 |
| B11 | <LOD | <LOD | 44.84 | <LOD | 94.92 | 1.5492 | 299.88 | 180.08 | <LOD | 0.0564 | 0.024472 | 4.476 | 478.8 | 1104.626 |
| B12 | <LOD | <LOD | 67.72 | <LOD | 101.72 | 2.2932 | 334.36 | 230 | <LOD | 0.08788 | <LOD | 3.5744 | 3037.6 | 3777.355 |
| B13 | 3.8476 | <LOD | 80.8 | <LOD | 112.8 | 22.488 | 500.8 | 273.96 | <LOD | 0.065 | <LOD | 6.22 | 384.56 | 1385.541 |
| B14 | <LOD | <LOD | 50.88 | <LOD | 172.44 | 41.4 | 519.6 | 291.24 | <LOD | 0.10888 | <LOD | 6.34 | 645.2 | 1727.209 |
| B15 | 0.5572 | <LOD | 43.48 | <LOD | 88.88 | 42.4 | 468 | 196.56 | 1.7724 | 0.07936 | <LOD | 4.828 | 3487.6 | 4334.157 |
| B16 | 0.9392 | <LOD | 36.72 | <LOD | 130.12 | 61.08 | 434 | 194.32 | <LOD | 0.10492 | <LOD | 2.2776 | 299.68 | 1159.242 |
| B17 | <LOD | <LOD | 50.64 | 0.1914 | 153.12 | 29.004 | 415.2 | 247.84 | <LOD | 0.08804 | <LOD | 4.064 | 1007.6 | 1907.747 |
| B18 | <LOD | <LOD | 152.64 | <LOD | 204.32 | 338.52 | 1966 | 408.8 | <LOD | 0.13688 | 0.0586 | 14.424 | 202.8 | 3287.699 |
| B19 | <LOD | 0.010044 | 67.16 | 0.4648 | 97.52 | 4.1 | 348.76 | 195.72 | 0.608 | 0.038696 | 0.00844 | 3.788 | 3200.8 | 3918.978 |
| B20 | <LOD | <LOD | 91.88 | <LOD | 84.52 | 1.6524 | 363.32 | 234.76 | 0.06416 | 0.05436 | <LOD | 4.168 | 107.24 | 887.6589 |
| B21 | <LOD | 0.006684 | 36.744 | <LOD | 104.88 | 2.664 | 306.36 | 170.4 | <LOD | 0.04372 | 0.0736 | 2.5644 | 2739.2 | 3362.936 |
| B22 | 0.5292 | <LOD | 29.492 | <LOD | 98.28 | 0.4292 | 177.76 | 117.96 | <LOD | 0.05956 | <LOD | 2.7704 | 2225.2 | 2652.48 |
| B23 | 0.8636 | <LOD | 47.56 | <LOD | 87.72 | 2.4892 | 369.48 | 209.08 | 1.6496 | 0.0548 | 0.016324 | 4.768 | 4168 | 4891.682 |
| B24 | <LOD | <LOD | 77.68 | <LOD | 100.4 | 1.3564 | 286.8 | 174.16 | 0.09476 | 0.023412 | <LOD | 3.9028 | 1010 | 1654.417 |
| B25 | 1.3388 | <LOD | 82.32 | <LOD | 86.16 | 1.75 | 310.2 | 209.44 | <LOD | 0.035664 | 0.035552 | 2.7588 | 570 | 1264.039 |
| B26 | <LOD | <LOD | 36.048 | 0.25164 | 70.56 | 1.1544 | 253.16 | 150.96 | 0.17296 | 0.034972 | <LOD | 4.296 | 815.6 | 1332.238 |
| B27 | <LOD | <LOD | 38.156 | 0.15036 | 79.4 | 1.77 | 294.4 | 191.84 | <LOD | 0.039448 | <LOD | 3.5176 | 1281.2 | 1890.473 |
| B28 | 0.6596 | <LOD | 60.56 | 0.16568 | 74 | 1.6304 | 295.56 | 198.24 | <LOD | 0.04104 | <LOD | 3.474 | 182.56 | 816.8907 |
| B29 | <LOD | <LOD | 41.04 | 0.2076 | 116.2 | 3.2556 | 336.2 | 201.44 | <LOD | 0.031108 | <LOD | 5.708 | 349.24 | 1053.322 |
| B30 | <LOD | <LOD | 33.744 | <LOD | 82.96 | 2.09 | 313 | 158.04 | <LOD | 0.039632 | 0.018144 | 2.322 | 3964.8 | 4557.014 |
| B31 | 1.6096 | <LOD | 47.64 | <LOD | 80.68 | 2.1588 | 202 | 130.12 | <LOD | 0.9212 | <LOD | 2.9808 | 471.6 | 939.7104 |
| B32 | <LOD | <LOD | 72.32 | <LOD | 163.68 | 8.48 | 448 | 275.52 | <LOD | 0.8712 | <LOD | 3.0952 | 451.6 | 1423.566 |
| B33 | <LOD | <LOD | 30.676 | 0.13964 | 86.52 | 3.088 | 202.08 | 133.16 | <LOD | 0.682 | <LOD | 2.5528 | 5272 | 5730.898 |
| B34 | <LOD | <LOD | 30.74 | <LOD | 99.88 | 7.488 | 253.96 | 152.88 | <LOD | 0.37164 | <LOD | 3.6692 | 962.4 | 1511.389 |
| B35 | 0.5056 | <LOD | 50.72 | <LOD | 80.72 | 0.9524 | 271.56 | 176.2 | <LOD | 0.3584 | <LOD | 4.576 | 400 | 985.5924 |
| B36 | <LOD | <LOD | 56.8 | <LOD | 169.48 | 3.2296 | 391.6 | 288 | <LOD | 0.29228 | <LOD | 5.608 | 247.4 | 1162.41 |
| B37 | 2.11 | <LOD | 35.156 | <LOD | 66.28 | 0.862 | 213.96 | 134.52 | <LOD | 0.2482 | 0.006388 | 3.4164 | 4396 | 4852.559 |
| B38 | <LOD | <LOD | 41.4 | <LOD | 119.8 | 2.5984 | 289.92 | 197.72 | <LOD | 0.19836 | <LOD | 3.1252 | 302.28 | 957.042 |
| B39 | 0.5804 | 0.00302 | 35.26 | <LOD | 81.44 | 2.19 | 290.44 | 149.72 | <LOD | 0.1548 | <LOD | 2.6676 | 4660 | 5222.456 |

Prilog 5 Pojavnost ostalih nespecifičnih metabolita u pivu

| beer naming | 3-Nitropropionic acid [ng mL ⁻¹] | Asperphenamate [ng mL ⁻¹] | Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | Citroseoin [ng mL ⁻¹] | cyclo(L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | cyclo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | cyclo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | cyclo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | Endocrocin [ng mL ⁻¹] | Lobartc acid [ng mL ⁻¹] | Phenylalanine [ng mL ⁻¹] | N-Benzoyl-Rugulovoin [ng mL ⁻¹] | Tryptophol [ng mL ⁻¹] | sum unspecific [ng mL ⁻¹] |
|-------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| B40 | <LOD | <LOD | 84.8 | <LOD | 130.2 | 1.6008 | 442.8 | 257.64 | 0.3712 | 0.1434 | <LOD | 6.22 | 370.72 | 1294.495 |
| B41 | 1.8228 | <LOD | 23.22 | <LOD | 58.08 | 1.37 | 197.84 | 114.44 | 0.26272 | 0.10912 | 0.0442 | 2.1436 | 1076 | 1475.332 |
| B42 | <LOD | <LOD | 59.84 | <LOD | 108.84 | 1.0848 | 387.4 | 232.44 | <LOD | 0.12576 | <LOD | 3.5232 | 5296 | 6089.254 |
| B43 | 0.6992 | <LOD | 40.84 | <LOD | 75.72 | 1.0448 | 224.64 | 151.4 | 0.12536 | 0.08484 | <LOD | 4.516 | 302.36 | 801.4302 |
| B44 | 0.7724 | <LOD | 47.8 | <LOD | 78.04 | 1.6256 | 288.4 | 159.84 | <LOD | 0.12832 | <LOD | 2.4676 | 541.6 | 1120.674 |
| B45 | <LOD | <LOD | 61 | <LOD | 90.92 | 4.336 | 296.36 | 213.92 | <LOD | 0.103 | <LOD | 4.78 | 317.8 | 989.219 |
| B46 | 1.6452 | 0.0536 | 29.652 | 0.15752 | 124.2 | 5.336 | 242.56 | 181.4 | <LOD | 0.06532 | <LOD | 3.0736 | 221.16 | 809.3032 |
| B47 | 0.7492 | <LOD | 64.16 | <LOD | 162.28 | 1.842 | 381.52 | 247.24 | <LOD | 0.05004 | 0.23052 | 4.96 | 165.92 | 1028.952 |
| B48 | 1.8416 | <LOD | 58.84 | <LOD | 110.76 | 2.0896 | 313.96 | 182.52 | <LOD | 0.07692 | <LOD | 4.352 | 3818.8 | 4493.24 |
| B49 | <LOD | <LOD | 39.864 | <LOD | 61.08 | 1.6012 | 255.08 | 173.52 | <LOD | 0.04488 | <LOD | 2.998 | 3958.4 | 4492.588 |
| B50 | <LOD | <LOD | 30.212 | <LOD | 83.68 | 2.9676 | 198.84 | 215.24 | <LOD | 0.04648 | <LOD | 4.204 | 5432 | 5967.19 |
| B51 | 2.1108 | <LOD | 73.72 | <LOD | 95.56 | 2.5644 | 340.36 | 239.2 | 0.2304 | 0.0228 | 0.002966 | 5.216 | 189.2 | 948.1874 |
| B52 | <LOD | <LOD | 24.956 | <LOD | 59.96 | 1.3196 | 212.88 | 128 | 0.014136 | 0.04308 | <LOD | 2.5832 | 612 | 1041.756 |
| B53 | 2.4704 | 0.005664 | 69.52 | <LOD | 149.32 | 1.6936 | 562.4 | 355.32 | 0.608 | 0.04236 | 0.027856 | 7.132 | 315.04 | 1463.58 |
| B54 | 1.3088 | 0.009652 | 29.956 | <LOD | 118.52 | 5.328 | 259.24 | 182.32 | 0.07192 | 0.06152 | <LOD | 3.8676 | 265.24 | 865.9235 |
| B55 | <LOD | <LOD | 58.84 | 0.30852 | 65.6 | 14.312 | 298.76 | 164.12 | 0.07004 | 0.04016 | <LOD | 2.8532 | 4084 | 4688.904 |
| B56 | 1.6076 | <LOD | 45.72 | 0.08424 | 101.84 | 1.182 | 235.88 | 215.92 | <LOD | 0.037372 | <LOD | 3.9168 | 329.24 | 935.428 |
| B57 | 0.8276 | <LOD | 46.92 | <LOD | 93.96 | 1.9932 | 302.16 | 190.88 | 0.05348 | 0.030092 | <LOD | 3.3748 | 3368.8 | 4008.999 |
| B58 | <LOD | <LOD | 85.08 | <LOD | 107.28 | 1.5544 | 380.12 | 218.76 | <LOD | 0.025108 | 0.009488 | 4.092 | 240.96 | 1037.881 |
| B59 | 0.568 | <LOD | 48.72 | <LOD | 130.36 | 1.3048 | 338.12 | 207.84 | 0.29276 | 0.017832 | 0.14804 | 4.348 | 131.68 | 863.3994 |
| B60 | 0.7732 | <LOD | 48.72 | <LOD | 109 | 22.464 | 384.76 | 220.84 | 0.22548 | 0.01616 | 0.013152 | 4.836 | 278.44 | 1070.088 |
| BI05 | 4.18 | <LOD | 30.256 | <LOD | <LOD | 10.544 | 265.12 | 134.12 | <LOD | <LOD | <LOD | 7.812 | 2641.2 | 3093.232 |
| BI06 | 0.478 | <LOD | 58.52 | <LOD | <LOD | 142.52 | 900 | 165.8 | <LOD | <LOD | <LOD | 7.4 | 968.4 | 2243.118 |
| BI07 | 0.5548 | <LOD | 76.88 | <LOD | <LOD | 1.28 | 464.8 | 261.24 | 0.09908 | <LOD | <LOD | 10.2 | 175.88 | 990.9339 |
| BI08 | 0.5156 | <LOD | 53.6 | <LOD | <LOD | 100.24 | 678.4 | 202.28 | <LOD | <LOD | <LOD | 8.04 | 115.68 | 1158.756 |
| BI09 | 0.6812 | <LOD | 54.2 | <LOD | <LOD | 3.928 | 516.8 | 213.2 | <LOD | <LOD | <LOD | 8.46 | 963.2 | 1760.469 |
| BI10 | 0.4152 | 0.022336 | 57.6 | <LOD | <LOD | 1.5716 | 548.8 | 275.92 | <LOD | <LOD | <LOD | 6.428 | 288.44 | 1179.197 |
| prosjeak | 1.194158 | 0.01909 | 57.67109 | 0.23436 | 105.506 | 20.60389 | 395.1273 | 209.2333 | 0.411339 | 0.19698 | 0.070542 | 4.729228 | 1552.159 | 2336.404 |
| SD | 0.925374 | 0.018811 | 27.39363 | 0.120855 | 30.11651 | 55.35933 | 254.3246 | 57.32872 | 0.540221 | 0.32403 | 0.080557 | 2.498963 | 1688.664 | 1647.835 |
| min | 0.4152 | 0.00302 | 23.22 | 0.08424 | 58.08 | 0.4292 | 177.76 | 114.44 | 0.014136 | 0.01616 | 0.002966 | 0.12864 | 107.24 | 801.4302 |
| max | 4.18 | 0.0536 | 153.32 | 0.4648 | 204.32 | 338.52 | 1966 | 408.8 | 1.7724 | 1.7888 | 0.2718 | 14.424 | 5432 | 6089.254 |
| median | 0.7724 | 0.009848 | 50.68 | 0.1995 | 101.78 | 2.0898 | 335.28 | 201.86 | 0.19922 | 0.07814 | 0.035552 | 4.186 | 600.4 | 1469.456 |
| IQR | 1.0292 | 0.020753 | 27.472 | 0.11013 | 34.53 | 3.7551 | 167.23 | 66.91 | 0.35008 | 0.11294 | 0.087282 | 2.3343 | 2798.47 | 2697.807 |
| iznad LOD | 33 | 8 | 66 | 12 | 60 | 66 | 66 | 66 | 20 | 60 | 19 | 66 | 66 | 66 |
| postotak | 50% | 12% | 100% | 18% | 91% | 100% | 100% | 100% | 30% | 91% | 29% | 100% | 100% | 100% |

Prilog 6 Obrazac A



Datum _____

Ocjenjivač br. _____

| Oznaka uzoraka | | | | |
|--|--|--|--|--|
| OPĆI DOJAM (ocjena 1-9) | | | | |
| Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | | | | |
| Alkoholno | | | | |
| Ijuto | | | | |
| plastika, aceton, boja | | | | |
| Izoamilni acetat | | | | |
| Etil heksanoat | | | | |
| Etil acetat | | | | |
| Voćno | | | | |
| Acetalaldehid | | | | |
| Cvjetno | | | | |
| Kuhani hmelj | | | | |
| Ulje hmelja | | | | |
| Orašast, zelen, travnat | | | | |
| Drvenasto | | | | |
| Badem | | | | |
| Svježe pokošena trava | | | | |
| Žitarice | | | | |
| Zrnato | | | | |
| Sladno | | | | |
| Sladovina | | | | |
| Biskvitno | | | | |
| Prženo, bijeli kruh | | | | |
| Karamelizirano, pečeno | | | | |
| Karamela | | | | |
| Crna čokolada | | | | |
| Kava | | | | |
| Čaj | | | | |
| Dim | | | | |
| Med | | | | |
| Tobasko | | | | |
| Fenol, aseptično | | | | |
| Klorfenol | | | | |
| Sapunasto, masno, diacetil, užeglo | | | | |
| Masne kiseline | | | | |
| Izovaleično | | | | |
| Butirično | | | | |
| Diacetil | | | | |
| Sulfatno | | | | |
| Sulfatno/sulfidno | | | | |
| H ₂ S | | | | |
| Merkaptan | | | | |
| Djelovanjem svjetla | | | | |
| Autolizirano | | | | |
| Zagorena guma | | | | |
| Kuhano povrće | | | | |
| DMS | | | | |

Prilog 6 Obrazac A (nastavak)

| | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|
| Kvasac | | | | |
| Papreno/ljuto | | | | |
| Voćno | | | | |
| Mliječno | | | | |
| Ustajalo, oksidirano, | | | | |
| pljesnivo | | | | |
| Po mački | | | | |
| Po koži | | | | |
| Zemljano | | | | |
| Pljesnivo | | | | |
| Kiselo | | | | |
| Octeno/ vinsko | | | | |
| Slatko | | | | |
| Slano | | | | |
| Gorko | | | | |
| Voćno | | | | |
| Osjećaj u ustima | | | | |
| Alkalno | | | | |
| Metalno | | | | |
| Astringentno/oporo | | | | |
| Negazirano | | | | |
| Pjenušavo | | | | |
| Punoća | | | | |
| Vodenasto | | | | |
| Beskarakterno | | | | |
| OSTALI OKUSI | | | | |

Prilog 7 Prikaz koeficijenta korelacije fizikalno-kemijskih parametara, mikotoksina i ostalih metabolita sa srednjom ocjenom profila okusa za sve tipove piva (*lager, pilsner, pale ale i ale, american blonde ale, blonde ale, IPA, porter, stout i industrijska piva*) craft piva gdje su statističko značajne razlike označene crvenom bojom

| Varijable | srednja ocjena profila okusa za LAGER (0-100) | Varijable | srednja ocjena profila okusa za PILSNER (0-100) |
|---|---|---|---|
| <i>pH</i> | -0,18 | <i>etanol</i> [%] | 0,19 |
| <i>SRM</i> | -0,09 | <i>pH</i> | -0,98 |
| <i>EBC</i> | -0,09 | <i>SRM</i> | -0,99 |
| <i>ekstrakt</i> [°Brix] | -0,08 | <i>EBC</i> | -0,99 |
| <i>gustoća</i> [20°/20°] | 0,10 | <i>ekstrakt</i> [°Brix] | 0,94 |
| <i>maltoza</i> [gL ⁻¹] | -0,43 | <i>gustoća</i> [20°/20°] | 0,90 |
| <i>glukoza</i> [gL ⁻¹] | 0,40 | <i>maltoza</i> [g L ⁻¹] | 0,10 |
| <i>fruktoza</i> [gL ⁻¹] | 0,26 | <i>glukoza</i> [g L ⁻¹] | -0,37 |
| <i>mliječna kiselina</i> [gL ⁻¹] | 0,11 | <i>fruktoza</i> [g L ⁻¹] | -0,22 |
| <i>glicerol</i> [gL ⁻¹] | 0,00 | <i>mliječna kiselina</i> [g L ⁻¹] | 0,99 |
| <i>etanol</i> [%] | -0,04 | <i>glicerol</i> [g L ⁻¹] | -0,98 |
| <i>Infektopiron</i> [ng mL ⁻¹] | 0,07 | <i>etanol</i> [%] | 0,00 |
| <i>Tentoksin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,30 | <i>Infektopiron</i> [ng mL ⁻¹] | -0,87 |
| <i>Tenuazonična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,20 | <i>Tentoksin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,86 |
| <i>suma Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | -0,13 | <i>Tenuazonjska kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,47 |
| <i>Kojična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | 0,45 | <i>suma Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | -0,85 |
| <i>Fenopirozin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,18 | <i>Kojična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,98 |
| <i>suma Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | 0,44 | <i>suma Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | -0,98 |
| <i>15-Hidroksikulmorin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,33 | <i>15-Hidroksikulmorin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,53 |
| <i>Beauvericin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,14 | <i>Beauvericin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,32 |
| <i>Krisogin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,27 | <i>Krisogin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,62 |
| <i>Kulmorin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,14 | <i>Kulmorin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,16 |
| <i>Eniatin B</i> [ng mL ⁻¹] | 0,30 | <i>Eniatin B1</i> [ng mL ⁻¹] | -0,45 |
| <i>Eniatin B1</i> [ng mL ⁻¹] | 0,16 | <i>suma Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | 0,37 |
| <i>Fumonizin B1</i> [ng mL ⁻¹] | 0,34 | <i>Citrinin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,98 |
| <i>Fumonizin B2</i> [ng mL ⁻¹] | -0,30 | <i>Kurvulin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,77 |
| <i>Moniliformin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,13 | <i>Felutanin A</i> [ng mL ⁻¹] | 0,51 |
| <i>Zearalenon-sulfat</i> [ng mL ⁻¹] | -0,44 | <i>suma Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] | 0,20 |
| <i>suma Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | 0,41 | <i>Abscisična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,24 |
| <i>Rubelin D</i> [ng mL ⁻¹] | 0,04 | <i>Epiheterodendrin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,88 |
| <i>suma ostalih fungalnih metabolita</i> [ng mL ⁻¹] | -0,04 | <i>Lotaustralin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,16 |
| <i>Bilaid A</i> [ng mL ⁻¹] | 0,09 | <i>suma biljnih metabolita</i> [ng mL ⁻¹] | 0,88 |
| <i>Citrinin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,14 | <i>3-Nitropropionična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,99 |
| <i>Kurvulin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,09 | <i>Brevianamid F</i> [ng mL ⁻¹] | 0,98 |
| <i>Felutanin A</i> [ng mL ⁻¹] | 0,19 | <i>ciklo (L-Ala-L-Pro)</i> [ng mL ⁻¹] | 0,78 |

| <i>Varijable</i> | <i>srednja ocjena profila okusa za LAGER (0-100)</i> | <i>Varijable</i> | <i>srednja ocjena profila okusa za PILSNER (0-100)</i> |
|---|--|---|--|
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,50 | <i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | 0,96 |
| <i>Abscisična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,37 | <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | 0,94 |
| <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | 0,47 | <i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | 0,87 |
| <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | 0,08 | <i>Lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,46 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,48 | <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 0,73 |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | 0,45 | <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | -0,97 |
| <i>ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,07 | <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 |
| <i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,08 | | |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | 0,30 | | |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | 0,21 | | |
| <i>Lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,36 | | |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 0,49 | | |
| <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | 0,40 | | |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,44 | | |

| Varijable | srednja ocjena profila okusa za PALE ALE (0-100) | Varijable | srednja ocjena profila okusa za ALE/AMBER ALE (0-100) |
|---|--|--|---|
| pH | 0,21 | pH | 0,64 |
| SRM | -0,34 | SRM | -0,25 |
| EBC | -0,34 | EBC | -0,25 |
| ekstrakt [°Brix] | / | ekstrakt [°Brix] | 0,02 |
| gustoća [20°/20°] | / | gustoća [20°/20°] | 0,02 |
| maltotrijoza [g L ⁻¹] | 0,14 | maltoza [g L ⁻¹] | -0,12 |
| maltoza [g L ⁻¹] | 0,01 | glukoza [g L ⁻¹] | -0,76 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,66 | fruktoza [g L ⁻¹] | 0,11 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,70 | mliječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,55 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,92 | glicerol [g L ⁻¹] | 0,03 |
| glicerol [g L ⁻¹] | -0,81 | etanol [%] | 0,27 |
| etanol [%] | -0,60 | Alternariol [ng mL ⁻¹] | 0,15 |
| Infektopiron [ng mL ⁻¹] | 0,16 | Alternariolmetileter [ng mL ⁻¹] | 0,73 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,13 | Alternariolmetileter [ng mL ⁻¹] | 0,08 |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,14 | Infektopiron [ng mL ⁻¹] | 0,06 |
| Zindiol [ng mL ⁻¹] | 0,10 | Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,32 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | 0,25 | Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,02 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,02 | Zindiol [ng mL ⁻¹] | 0,02 |
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | -0,86 | suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | 0,07 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | 0,02 | Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,11 |
| Ergin [ng mL ⁻¹] | 0,86 | Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | -0,07 |
| Ergometrin [ng mL ⁻¹] | 0,09 | suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,11 |
| suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | 0,09 | Ergometrin [ng mL ⁻¹] | -0,14 |
| 15-Acetildeoksinivalenol [ng mL ⁻¹] | -0,75 | Ergometrinin [ng mL ⁻¹] | -0,17 |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,65 | suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | -0,24 |
| Beauvericin [ng mL ⁻¹] | 0,68 | 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,06 |
| Klamidospordiol [ng mL ⁻¹] | -0,75 | Beauvericin [ng mL ⁻¹] | 0,04 |
| Krisogin [ng mL ⁻¹] | 0,68 | Bikaverin [ng mL ⁻¹] | 0,70 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,47 | Butenolid [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| Dihidroksikalonektrin [ng mL ⁻¹] | 0,11 | Klamidospordiol [ng mL ⁻¹] | 0,02 |
| DON-3-Glukozid [ng mL ⁻¹] | 0,63 | Krisogin [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| Eniatin B [ng mL ⁻¹] | -0,02 | Kulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,01 |
| Eniatin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,77 | Dihidroksikalonektrin [ng mL ⁻¹] | 0,50 |
| Fumonizin B1 [ng mL ⁻¹] | 0,76 | DON-3-Glukozid [ng mL ⁻¹] | -0,58 |
| Fumonizin B2 [ng mL ⁻¹] | 0,50 | Eniatin B [ng mL ⁻¹] | -0,32 |
| Fungerin [ng mL ⁻¹] | 0,10 | Eniatin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,37 |
| Fuzarična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,10 | Fumonizin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| HT-2 Glukozid [ng mL ⁻¹] | -0,75 | Fumonizin B2 [ng mL ⁻¹] | 0,57 |

| Varijable | srednja ocjena profila okusa za PALE ALE (0-100) | Varijable | srednja ocjena profila okusa za ALE/AMBER ALE (0-100) |
|--|--|--|---|
| HT-2 toksin [ng mL ⁻¹] | -0,01 | Fungerin [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,41 | HT-2 Glukozid [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| Nivalenol [ng mL ⁻¹] | 0,01 | Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,58 |
| T-2 toksin [ng mL ⁻¹] | -0,10 | Nivalenol [ng mL ⁻¹] | -0,28 |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | 0,52 | Zearalenon-sulfat [ng mL ⁻¹] | -0,12 |
| Kladosporin [ng mL ⁻¹] | -0,86 | suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | -0,09 |
| suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,87 | Neoečinulin A [ng mL ⁻¹] | 0,08 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | 0,76 | suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,66 |
| Kurvulin [ng mL ⁻¹] | -0,93 | Bilaid A [ng mL ⁻¹] | 0,57 |
| Felutanin A [ng mL ⁻¹] | -0,64 | Citreohibridinol [ng mL ⁻¹] | 0,02 |
| Grizeofulvin [ng mL ⁻¹] | -0,13 | Citrinin [ng mL ⁻¹] | 0,73 |
| Mikoenfolična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,09 | Kurvulin [ng mL ⁻¹] | -0,66 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | -0,61 | Felutanin A [ng mL ⁻¹] | -0,92 |
| Abscisična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,06 | Grizeofulvin [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | -1,00 | Hidroksikurvularin [ng mL ⁻¹] | -0,33 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | -0,63 | Mikoenfolična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,49 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -1,00 | Kuinolaktakin B [ng mL ⁻¹] | -0,06 |
| 3-Nitropropionična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,87 | suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | -0,84 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | -0,88 | Abscisična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,52 |
| ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,24 | Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | 0,43 |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,42 | Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | -0,84 |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | -0,29 | suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,40 |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | -0,16 | 3-Nitropropionična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,02 |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,33 | Asperfenamat [ng mL ⁻¹] | 0,82 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | -0,19 | Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | -0,74 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | 0,77 | ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,80 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,77 | ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,15 |
| | | ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | -0,85 |
| | | ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | -0,79 |
| | | Endokrokin [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| | | Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,84 |
| | | N-Benzoil-Fenilalanin [ng mL ⁻¹] | -0,20 |
| | | Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | -0,88 |
| | | Triptofol [ng mL ⁻¹] | 0,25 |

| <i>Varijable</i> | <i>srednja ocjena profila okusa za PALE ALE (0-100)</i> | <i>Varijable</i> | <i>srednja ocjena profila okusa za ALE/AMBER ALE (0-100)</i> |
|------------------|---|---|--|
| | | <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,17 |

| Varijable | srednja ocjena profila okusa za AMERICAN BLONDE ALE (0-100) | Varijable | srednja ocjena profila okusa za BLONDE ALE (0-100) |
|---|---|--|--|
| <i>pH</i> | -0,84 | <i>pH</i> | -0,92 |
| <i>SRM</i> | 0,94 | <i>SRM</i> | 0,19 |
| <i>EBC</i> | 0,94 | <i>EBC</i> | 0,19 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | -0,99 | <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,81 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | -0,99 | <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,85 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | 0,45 | <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | -0,02 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,62 | <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 0,17 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | -0,29 | <i>mlječna kiselina [g L⁻¹]</i> | -0,57 |
| <i>mlječna kiselina [g L⁻¹]</i> | -1,00 | <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | -0,87 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | -0,91 | <i>etanol [%]</i> | -0,12 |
| <i>etanol [%]</i> | 0,86 | <i>Infektopiron [ng mL⁻¹]</i> | 0,60 |
| <i>Infektopiron [ng mL⁻¹]</i> | -0,97 | <i>Tentoksin [ng mL⁻¹]</i> | 0,66 |
| <i>Tenuazonična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,70 | <i>Tenuazonska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,90 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,27 | <i>Zindiol [ng mL⁻¹]</i> | 0,19 |
| <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,08 | <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,51 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | -0,02 | <i>Deoksitriptokuivalin A [ng mL⁻¹]</i> | -0,64 |
| <i>15-Hidroksikulmorin [ng mL⁻¹]</i> | -0,95 | <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,45 |
| <i>Beauvericin [ng mL⁻¹]</i> | 0,18 | <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | 0,46 |
| <i>Krisogin [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 | <i>Ergometrin [ng mL⁻¹]</i> | 0,23 |
| <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | -0,36 | <i>Ergometrinin [ng mL⁻¹]</i> | 0,23 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,90 | <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | 0,23 |
| <i>Fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | -0,98 | <i>15-Hidroksikulmorin [ng mL⁻¹]</i> | -0,92 |
| <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | -0,97 | <i>Beauvericin [ng mL⁻¹]</i> | 0,82 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | -0,57 | <i>Krisogin [ng mL⁻¹]</i> | -0,17 |
| <i>Kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | 0,97 | <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | -0,42 |
| <i>Felutinin A [ng mL⁻¹]</i> | 0,85 | <i>DON-3-Glukozid [ng mL⁻¹]</i> | -0,66 |
| <i>Kuinolaktakin B [ng mL⁻¹]</i> | -0,85 | <i>Eniatin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,15 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | 0,47 | <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,69 |
| <i>Abscisinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,77 | <i>Fumonizin [ng mL⁻¹]</i> | 0,99 |
| <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | 0,75 | <i>Fungerin [ng mL⁻¹]</i> | 0,19 |
| <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | 0,61 | <i>Fuzarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,23 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,83 | <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 0,70 |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | 0,93 | <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,05 |
| <i>ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | 0,48 | <i>Bilaid A [ng mL⁻¹]</i> | 0,19 |

| <i>Varijable</i> | <i>srednja ocjena profila okusa za AMERICAN BLONDE ALE (0-100)</i> | <i>Varijable</i> | <i>srednja ocjena profila okusa za BLONDE ALE (0-100)</i> |
|---|--|---|---|
| <i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | 0,35 | <i>Kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | -0,16 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | -0,48 | <i>Felutinin A [ng mL⁻¹]</i> | -0,81 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | 0,57 | <i>Kuinolaktakin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,19 |
| <i>Lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,62 | <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,63 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 0,62 | <i>Abscisinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,45 |
| <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | -0,56 | <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | -0,76 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,59 | <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | -0,96 |
| | | <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,77 |
| | | <i>3-Nitropropionična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,64 |
| | | <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | -0,27 |
| | | <i>Citreorosein [ng mL⁻¹]</i> | -0,92 |
| | | <i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,85 |
| | | <i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,96 |
| | | <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | 0,66 |
| | | <i>ciklo(L-Pro-L-Val [ng mL⁻¹]</i> | 0,48 |
| | | <i>Lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,93 |
| | | <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 0,92 |
| | | <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | 0,25 |
| | | <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,32 |

| Varijable | srednja ocjena profila okusa za IPA (0-100) | Varijable | srednja ocjena profila okusa za PORTER / STOUT (0-100) |
|--|---|--|--|
| <i>pH</i> | -0,36 | <i>pH</i> | 0,53 |
| <i>SRM</i> | -0,32 | <i>SRM</i> | 0,26 |
| <i>EBC</i> | -0,33 | <i>EBC</i> | 0,26 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | -0,02 | <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,09 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | -0,09 | <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,22 |
| <i>maltotrioza [g L⁻¹]</i> | 0,79 | <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | 0,05 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | 0,47 | <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,30 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,27 | <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | 0,22 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | -0,16 | <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | -0,82 |
| <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | -0,92 | <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | 0,62 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | 0,02 | <i>etanol [%]</i> | -0,08 |
| <i>etanol [%]</i> | 0,16 | <i>Infektopiron [ng mL⁻¹]</i> | -0,34 |
| <i>Infektopiron [ng mL⁻¹]</i> | -0,98 | <i>Tenuazonska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,69 |
| <i>Tenuazonična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,52 | <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,71 |
| <i>Zindiol [ng mL⁻¹]</i> | 0,37 | <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,67 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,98 | <i>Fenopirozin [ng mL⁻¹]</i> | 0,32 |
| <i>Deoksitriptokuivalin A [ng mL⁻¹]</i> | -0,44 | <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | -0,65 |
| <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,70 | <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | 0,75 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | -0,70 | <i>15-Hidroksikulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 0,10 |
| <i>Ergometrin [ng mL⁻¹]</i> | 0,52 | <i>Beauvericin [ng mL⁻¹]</i> | -0,66 |
| <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | 0,52 | <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 0,81 |
| <i>15-Hidroksikulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 0,30 | <i>Eniatin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,11 |
| <i>Beauvericin [ng mL⁻¹]</i> | -0,67 | <i>Eniatin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,75 |
| <i>Krisogin [ng mL⁻¹]</i> | 0,73 | <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | -0,17 |
| <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 0,45 | <i>Fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | -0,82 |
| <i>[ng mL⁻¹]</i> | 0,93 | <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 0,77 |
| <i>Dihidroksikalonektrin [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 | <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,13 |
| <i>DON-3-Glukozid [ng mL⁻¹]</i> | -0,43 | <i>Citrinin [ng mL⁻¹]</i> | 0,67 |
| <i>Eniatin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,72 | <i>Felutinin A [ng mL⁻¹]</i> | 0,27 |
| <i>Eniatin B1 [ng mL⁻¹]</i> | -0,02 | <i>Mikoenfolična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,76 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,12 | <i>Kuinolaktakin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,21 |
| <i>Fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | -0,02 | <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | 0,26 |
| <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 0,98 | <i>Abscisinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,12 |
| <i>Nivalenol [ng mL⁻¹]</i> | 0,54 | <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | -0,02 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | -0,65 | <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | -0,81 |
| <i>Kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | -0,76 | <i>suma biljnih metabolita</i> | -0,07 |

| Varijable | srednja ocjena profila okusa za IPA (0-100) | Varijable | srednja ocjena profila okusa za PORTER / STOUT (0-100) |
|--|---|--|--|
| | | [ng mL ⁻¹] | |
| Felutinin A [ng mL ⁻¹] | 0,72 | Brevianamid [ng mL ⁻¹] | 0,14 |
| Mikoenfolična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,94 | ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,18 |
| Kuinolaktakin B [ng mL ⁻¹] | -0,02 | ciklo(L-Leu-L-Pro)[ng mL ⁻¹] | 0,53 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | 0,19 | ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | 0,43 |
| Abscisinska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,97 | ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | 0,40 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | -0,91 | Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,57 |
| Linamarin [ng mL ⁻¹] | -0,98 | Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | 0,50 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | 0,09 | Triptofol [ng mL ⁻¹] | -0,18 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,92 | suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,05 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | 0,61 | | |
| ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,75 | | |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,15 | | |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | 0,25 | | |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | 0,30 | | |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,09 | | |
| N-Benzoil-Fenilalanin [ng mL ⁻¹] | 0,52 | | |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | 0,10 | | |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | 0,16 | | |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,42 | | |

| Varijable | srednja ocjena profila okusa za industrijska piva (0-100) |
|--|---|
| pH | 0,42 |
| SRM | -0,34 |
| EBC | -0,34 |
| ekstrakt [°Brix] | 0,67 |
| gustoća [20°/20°] | 0,63 |
| maltoza [g L ⁻¹] | 0,57 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,00 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | -0,04 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | 0,21 |

srednja ocjena profila okusa za industrijska piva
(0-100)

| Varijable | |
|--|-------|
| glicerol [g L ⁻¹] | 0,22 |
| etanol [%] | 0,38 |
| Alternariolmetileter [ng mL ⁻¹] | 0,25 |
| Infektopiron [ng mL ⁻¹] | 0,65 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,66 |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,03 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | 0,77 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,82 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | 0,82 |
| Ergometrin [ng mL ⁻¹] | -0,37 |
| Ergometrinin [ng mL ⁻¹] | -0,38 |
| suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | -0,37 |
| Butenolid [ng mL ⁻¹] | 0,05 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,46 |
| Deoksinivalenol [ng mL ⁻¹] | 0,03 |
| Eniatin B [ng mL ⁻¹] | -0,41 |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,97 |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | 0,61 |
| suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,27 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | -0,43 |
| Kurvulin [ng mL ⁻¹] | -0,23 |
| Felutinin A [ng mL ⁻¹] | 0,77 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | 0,35 |
| Abcisinska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,35 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | 0,18 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | 0,40 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,18 |
| 3-Nitropropionična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,01 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | 0,54 |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,54 |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | -0,48 |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | 0,45 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | 0,85 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | -0,22 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,39 |

Varijable

srednja ocjena svih uzorka craft piva (0-100)

| | |
|--|---------------|
| pH | -0,048 |
| SRM | 0,287 |
| EBC | 0,286 |
| ekstrakt [°Brix] | -0,114 |
| gustoća [20°/20°] | -0,106 |
| maltotrioza [g L ⁻¹] | -0,132 |
| maltoza [g L ⁻¹] | -0,246 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,118 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | -0,007 |
| mlječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,795 |
| glicerol [g L ⁻¹] | -0,216 |
| etanol [%] | -0,434 |
| Altenuisol [ng mL ⁻¹] | 0,181 |
| Alternariol [ng mL ⁻¹] | 0,051 |
| Alternariol monometil eter [ng mL ⁻¹] | 0,481 |
| Alternariol monometil eter - glukozid [ng mL ⁻¹] | 0,401 |
| Infektopiron [ng mL ⁻¹] | -0,284 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,115 |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,058 |
| Zindiol [ng mL ⁻¹] | -0,039 |
| suma Alternaria toksina [ng mL ⁻¹] | -0,240 |
| Butirolakton I [ng mL ⁻¹] | 0,401 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,053 |
| Kotantin A [ng mL ⁻¹] | -0,700 |
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | -0,070 |
| suma Aspergillus metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,052 |
| Ergin [ng mL ⁻¹] | -0,202 |
| Ergometrin [ng mL ⁻¹] | -0,041 |
| Ergometrinin [ng mL ⁻¹] | -0,083 |
| suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | -0,050 |
| 15-Acetildeoksinivalenol [ng mL ⁻¹] | 0,062 |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,308 |
| Bovericin [ng mL ⁻¹] | -0,656 |
| Bikaverin [ng mL ⁻¹] | -0,700 |
| Butenolid [ng mL ⁻¹] | 0,029 |
| Klamidospordioli [ng mL ⁻¹] | 0,062 |
| Krizogin [ng mL ⁻¹] | -0,106 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,256 |
| Deoksinivalenol [ng mL ⁻¹] | 0,427 |
| Dihidroksikalonektrin [ng mL ⁻¹] | -0,590 |
| Deoksinivalenol-3-glukozid [ng mL ⁻¹] | -0,182 |
| Eniatiin B [ng mL ⁻¹] | -0,604 |
| Eniatiin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,739 |
| Fumonizini B1 [ng mL ⁻¹] | 0,704 |
| Fumonizini B2 [ng mL ⁻¹] | -0,409 |
| Fumonizini B3 [ng mL ⁻¹] | 0,130 |
| Fungerin [ng mL ⁻¹] | -0,023 |
| Fuzarinska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,078 |
| HT-2 glukozid [ng mL ⁻¹] | 0,293 |
| HT-2 toksin [ng mL ⁻¹] | 0,009 |

Varijable

srednja ocjena svih uzorka craft piva (0-100)

| | |
|--|---------------|
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,546 |
| Nivalenol [ng mL ⁻¹] | -0,237 |
| T-2 toksin [ng mL ⁻¹] | -0,066 |
| Zearalenon [ng mL ⁻¹] | 0,460 |
| Zearalenon-4-sulfat [ng mL ⁻¹] | 0,683 |
| suma Fusarium metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,186 |
| Cerksosporamid [ng mL ⁻¹] | -0,368 |
| Kladosporin [ng mL ⁻¹] | -0,042 |
| Neoečinulin A [ng mL ⁻¹] | -0,041 |
| suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,051 |
| Anacin [ng mL ⁻¹] | 0,560 |
| Atlantinon A [ng mL ⁻¹] | -0,040 |
| Aurantiamin A [ng mL ⁻¹] | -0,131 |
| Aurantin [ng mL ⁻¹] | -0,079 |
| Bilaid A [ng mL ⁻¹] | -0,545 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | -0,107 |
| Kurvulin [ng mL ⁻¹] | -0,327 |
| Dihidrogrizeofulvin [ng mL ⁻¹] | -0,064 |
| Felutanin A [ng mL ⁻¹] | -0,632 |
| Grizeofulvin [ppb] | -0,040 |
| Hidroksikurvularin [ng mL ⁻¹] | 0,411 |
| Mikofenolna kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,131 |
| O-Metilviridikatin [ng mL ⁻¹] | -0,064 |
| Kvestomicin [ng mL ⁻¹] | -0,693 |
| Kinolaktakin B [ng mL ⁻¹] | 0,345 |
| Rugulozin [ng mL ⁻¹] | -0,189 |
| Rugulovazin A [ng mL ⁻¹] | -0,064 |
| suma Penicillium metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,081 |
| Apscizinska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,298 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | 0,108 |
| Linamarin [ng mL ⁻¹] | -0,304 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | -0,618 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,051 |
| 3-Nitropropionska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,477 |
| Asperfenamat [ng mL ⁻¹] | -0,713 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | -0,794 |
| Citreorozein [ng mL ⁻¹] | -0,040 |
| ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,642 |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,438 |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | 0,069 |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | -0,590 |
| Endokrokin [ng mL ⁻¹] | -0,025 |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,214 |
| N-Benzoil-Fenilalanin [ppb] | -0,282 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | -0,396 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | 0,621 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,568 |

Prilog 8 Koeficijenti korelacije fizikalno-kemijskih parametara i mikotoksina s deskriptorima za sve tipove piva craft i komercijalno dostupna industrijska piva (*lager, pilsner, pale ale i ale, american blonde ale, blonde ale, IPA, porter, stout i industrijska piva*), statističko značajne razlike označene su crvenom bojom

| Lager | Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | Alkoholno | Ljuto | Izoamil acetat | Etil heksanoat | Etil acetat | Voćno | Acetalaldehid | Cvjetno | Hmelj tijekom kuhanja | Ulje hmelja | Badem | Svježe pokošena trava | Zrnato | Poput slada | Sladovina | Biskvit | Karamelizirano, pečeno | Karamelno | Crna čokolada | Kava | Dim | Med | Klorofenol |
|--|-------------------------------------|-----------|-------|----------------|----------------|-------------|-------|---------------|---------|-----------------------|-------------|-------|-----------------------|--------|-------------|-----------|---------|------------------------|-----------|---------------|-------|-------|-------|------------|
| pH | 0,33 | 0,14 | 0,50 | 0,26 | 0,12 | 0,09 | -0,49 | 0,25 | -0,05 | 0,25 | 0,16 | -0,25 | 0,12 | 0,08 | 0,38 | -0,06 | -0,01 | 0,33 | 0,16 | 0,39 | 0,48 | 0,10 | -0,15 | -0,22 |
| EBC | -0,30 | -0,01 | -0,03 | 0,39 | 0,19 | -0,28 | -0,14 | 0,09 | 0,20 | 0,47 | -0,05 | -0,28 | 0,23 | 0,32 | 0,09 | -0,11 | -0,16 | 0,75 | 0,51 | 0,64 | 0,60 | 0,22 | 0,06 | -0,16 |
| ekstrakt [°Brix] | -0,26 | 0,47 | 0,29 | -0,02 | -0,14 | -0,13 | -0,01 | 0,42 | 0,12 | 0,35 | 0,03 | -0,34 | 0,45 | 0,21 | 0,44 | -0,06 | -0,53 | 0,53 | 0,07 | -0,14 | 0,55 | 0,21 | 0,21 | 0,32 |
| gustoća [20°/20°] | -0,18 | 0,17 | -0,15 | -0,11 | -0,11 | -0,12 | 0,12 | -0,13 | -0,19 | -0,13 | -0,21 | -0,17 | -0,15 | -0,18 | -0,07 | -0,16 | 0,22 | -0,13 | -0,33 | -0,11 | -0,15 | -0,19 | -0,21 | -0,10 |
| maltoza [g L ⁻¹] | -0,01 | -0,16 | 0,13 | -0,16 | 0,08 | -0,03 | 0,14 | 0,03 | -0,19 | -0,32 | -0,13 | -0,45 | -0,24 | 0,33 | 0,20 | 0,26 | -0,15 | 0,47 | 0,25 | -0,05 | 0,18 | 0,35 | 0,40 | 0,13 |
| glukoza [g L ⁻¹] | -0,20 | 0,27 | -0,29 | -0,16 | 0,44 | 0,46 | 0,36 | 0,01 | 0,07 | -0,32 | -0,08 | -0,22 | 0,05 | 0,04 | -0,22 | 0,35 | 0,06 | -0,36 | -0,28 | -0,27 | -0,07 | 0,42 | -0,04 | 0,17 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | -0,08 | 0,57 | 0,31 | -0,15 | -0,08 | 0,03 | 0,14 | 0,44 | -0,14 | 0,25 | 0,06 | -0,28 | 0,30 | 0,00 | 0,26 | -0,10 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | -0,04 | 0,60 | 0,07 | -0,33 | -0,01 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,12 | -0,22 | -0,12 | -0,09 | 0,25 | 0,08 | 0,17 | 0,29 | -0,09 | 0,11 | 0,24 | -0,02 | -0,34 | -0,14 | 0,09 | 0,16 | 0,07 | -0,11 | -0,03 | 0,01 | -0,36 | 0,08 | -0,31 | -0,42 |
| glicerol [g L ⁻¹] | -0,19 | 0,34 | 0,05 | -0,16 | -0,07 | 0,10 | 0,28 | 0,03 | 0,03 | -0,17 | -0,14 | -0,01 | 0,47 | 0,32 | -0,05 | 0,10 | -0,33 | 0,10 | 0,17 | -0,27 | 0,44 | 0,32 | 0,31 | 0,53 |
| etanol [%] | -0,33 | 0,25 | -0,05 | -0,41 | -0,13 | -0,11 | 0,42 | 0,15 | -0,12 | -0,10 | -0,30 | -0,16 | 0,39 | 0,19 | 0,08 | 0,14 | -0,26 | 0,24 | 0,23 | -0,37 | 0,48 | 0,38 | 0,26 | 0,37 |
| Infektopiron [ng mL ⁻¹] | -0,31 | -0,12 | -0,18 | -0,34 | -0,15 | -0,14 | -0,18 | -0,08 | 0,44 | 0,03 | -0,38 | 0,06 | 0,14 | -0,24 | -0,23 | 0,01 | -0,13 | -0,31 | 0,01 | -0,05 | 0,22 | -0,06 | 0,04 | 0,47 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,43 | -0,03 | 0,23 | 0,48 | 0,45 | 0,47 | 0,22 | 0,36 | 0,08 | 0,16 | 0,84 | 0,23 | -0,13 | 0,36 | 0,18 | 0,23 | 0,00 | 0,12 | 0,22 | 0,16 | -0,32 | 0,23 | 0,07 | -0,38 |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,01 | -0,25 | 0,02 | -0,28 | -0,29 | -0,30 | -0,07 | 0,00 | -0,04 | 0,33 | -0,10 | -0,19 | -0,31 | -0,12 | -0,21 | 0,14 | 0,25 | -0,18 | 0,39 | 0,23 | 0,37 | -0,38 | -0,42 | -0,07 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,21 | -0,24 | -0,10 | -0,36 | -0,25 | -0,27 | -0,12 | -0,07 | 0,23 | 0,19 | -0,31 | -0,10 | -0,12 | -0,16 | -0,27 | 0,12 | 0,04 | -0,24 | 0,26 | 0,10 | 0,36 | -0,24 | -0,19 | 0,25 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,38 | 0,42 | -0,09 | -0,15 | -0,19 | -0,29 | 0,37 | 0,37 | 0,03 | 0,56 | 0,06 | -0,04 | 0,61 | -0,10 | 0,12 | -0,12 | -0,24 | 0,12 | 0,35 | -0,07 | 0,52 | 0,07 | 0,09 | 0,28 |
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | -0,02 | 0,61 | 0,27 | 0,21 | -0,22 | 0,14 | -0,08 | 0,05 | 0,24 | 0,00 | 0,10 | 0,07 | 0,18 | 0,15 | 0,09 | -0,34 | -0,07 | -0,02 | -0,54 | -0,23 | -0,01 | -0,27 | -0,16 | 0,16 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,38 | 0,41 | -0,10 | -0,15 | -0,19 | -0,29 | 0,37 | 0,37 | 0,03 | 0,56 | 0,05 | -0,04 | 0,61 | -0,09 | 0,11 | -0,12 | -0,25 | 0,13 | 0,36 | -0,06 | 0,52 | 0,07 | 0,09 | 0,28 |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,15 | -0,09 | -0,19 | -0,26 | -0,19 | -0,20 | 0,11 | -0,12 | 0,05 | -0,15 | -0,27 | 0,47 | 0,43 | -0,32 | -0,18 | -0,24 | -0,01 | -0,30 | 0,24 | -0,05 | 0,10 | 0,02 | 0,27 | 0,36 |
| Beauvericin [ng mL ⁻¹] | 0,13 | 0,36 | 0,21 | 0,59 | -0,05 | 0,19 | -0,03 | -0,17 | -0,02 | 0,10 | 0,43 | 0,09 | 0,04 | 0,22 | -0,23 | -0,18 | -0,05 | -0,18 | -0,03 | 0,33 | -0,05 | -0,36 | -0,15 | 0,08 |
| Krisogin [ng mL ⁻¹] | 0,21 | 0,34 | -0,08 | 0,55 | 0,00 | 0,08 | -0,01 | -0,43 | -0,09 | 0,08 | 0,15 | 0,15 | 0,35 | 0,07 | -0,27 | -0,16 | 0,07 | -0,11 | -0,05 | 0,22 | -0,04 | -0,18 | 0,18 | 0,08 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,60 | -0,24 | 0,25 | -0,21 | -0,19 | -0,21 | 0,02 | 0,13 | -0,29 | -0,27 | 0,10 | 0,09 | -0,17 | -0,35 | 0,52 | -0,27 | 0,34 | 0,16 | 0,09 | -0,18 | -0,28 | -0,04 | 0,60 | -0,06 |
| Eniatin B [ng mL ⁻¹] | 0,21 | 0,19 | 0,09 | -0,15 | -0,15 | -0,15 | 0,18 | 0,31 | 0,01 | 0,23 | 0,06 | 0,02 | 0,12 | -0,06 | 0,26 | -0,22 | 0,37 | 0,21 | 0,10 | -0,15 | 0,26 | -0,05 | -0,06 | -0,18 |
| Eniatin B1 [ng mL ⁻¹] | 0,66 | -0,02 | 0,57 | -0,24 | -0,22 | -0,23 | -0,20 | 0,37 | -0,22 | 0,00 | 0,03 | -0,15 | -0,11 | -0,27 | 0,63 | -0,34 | 0,57 | 0,32 | 0,28 | 0,12 | 0,40 | -0,08 | 0,12 | -0,28 |
| Fumonizin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,17 | 0,42 | -0,16 | -0,08 | -0,09 | -0,10 | 0,25 | -0,15 | -0,19 | -0,13 | -0,21 | -0,15 | 0,57 | -0,18 | -0,09 | -0,15 | -0,14 | -0,14 | 0,10 | -0,09 | 0,32 | 0,14 | 0,48 | 0,65 |
| Fumonizin B2 [ng mL ⁻¹] | -0,30 | -0,28 | -0,31 | -0,20 | -0,18 | -0,19 | -0,29 | -0,30 | 0,13 | -0,29 | -0,40 | 0,26 | 0,05 | -0,36 | -0,19 | -0,28 | -0,24 | -0,30 | -0,35 | -0,19 | -0,35 | -0,17 | 0,16 | 0,45 |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,31 | -0,17 | 0,04 | 0,20 | 0,05 | -0,24 | -0,11 | -0,06 | -0,23 | -0,10 | 0,05 | -0,15 | -0,20 | -0,25 | 0,31 | -0,35 | 0,36 | 0,31 | 0,05 | 0,29 | -0,21 | -0,07 | 0,35 | -0,25 |
| Zearalenon-sulfat [ng mL ⁻¹] | 0,43 | -0,20 | 0,20 | -0,14 | 0,00 | 0,27 | -0,32 | -0,26 | -0,05 | -0,58 | -0,15 | -0,23 | -0,68 | 0,03 | -0,03 | 0,16 | 0,34 | -0,21 | -0,51 | -0,22 | -0,35 | -0,17 | -0,14 | -0,08 |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | -0,31 | -0,04 | -0,34 | -0,18 | -0,15 | -0,26 | 0,31 | -0,11 | 0,07 | 0,07 | -0,14 | 0,32 | 0,47 | -0,26 | -0,30 | -0,12 | -0,14 | -0,29 | 0,41 | 0,03 | 0,16 | 0,01 | 0,35 | 0,50 |
| Rubelin D [ng mL ⁻¹] | 0,43 | 0,10 | 0,36 | -0,14 | 0,00 | 0,27 | -0,02 | 0,42 | -0,12 | 0,17 | 0,39 | -0,07 | -0,40 | -0,06 | 0,27 | 0,16 | 0,34 | -0,21 | -0,25 | -0,22 | -0,15 | -0,19 | -0,59 | -0,49 |
| suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,27 | -0,04 | 0,06 | -0,03 | 0,10 | 0,36 | 0,13 | 0,19 | -0,12 | 0,00 | 0,45 | 0,08 | -0,46 | -0,02 | 0,07 | 0,30 | 0,07 | -0,35 | -0,45 | -0,41 | -0,68 | -0,14 | -0,34 | -0,34 |
| Bilaid A [ng mL ⁻¹] | 0,32 | -0,18 | 0,31 | -0,24 | 0,33 | 0,27 | -0,16 | 0,26 | -0,07 | -0,35 | -0,02 | -0,32 | -0,41 | -0,13 | 0,31 | 0,17 | 0,36 | -0,02 | 0,00 | 0,12 | 0,06 | 0,30 | -0,09 | -0,28 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | -0,02 | 0,14 | 0,14 | -0,24 | -0,22 | -0,23 | -0,27 | 0,06 | 0,23 | 0,00 | -0,33 | -0,32 | -0,12 | -0,26 | 0,09 | -0,34 | 0,36 | -0,02 | -0,12 | 0,11 | 0,40 | -0,27 | -0,16 | 0,16 |
| Kurvulin [ng mL ⁻¹] | 0,44 | 0,68 | 0,51 | 0,68 | -0,08 | 0,58 | 0,05 | -0,15 | -0,19 | -0,16 | 0,56 | 0,54 | 0,33 | 0,54 | -0,10 | -0,13 | -0,13 | -0,17 | -0,33 | -0,10 | -0,19 | -0,18 | -0,22 | -0,13 |
| Felutanin A [ng mL ⁻¹] | 0,28 | 0,00 | 0,23 | 0,02 | 0,31 | 0,15 | -0,03 | 0,45 | 0,17 | 0,22 | 0,18 | -0,17 | -0,08 | 0,17 | 0,41 | 0,13 | 0,28 | 0,44 | 0,15 | 0,10 | 0,27 | 0,33 | -0,10 | -0,49 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | -0,25 | -0,42 | -0,19 | -0,22 | 0,06 | -0,09 | -0,09 | -0,10 | 0,17 | -0,36 | -0,34 | 0,02 | -0,10 | 0,13 | 0,03 | 0,08 | -0,31 | 0,28 | -0,05 | -0,21 | -0,17 | 0,29 | 0,37 | 0,24 |
| Abcisinska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,22 | 0,51 | -0,14 | -0,15 | -0,11 | -0,07 | 0,34 | -0,09 | -0,15 | -0,09 | -0,23 | -0,17 | 0,58 | -0,08 | -0,10 | -0,08 | -0,11 | -0,09 | 0,10 | -0,17 | 0,42 | 0,18 | 0,37 | 0,57 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | -0,08 | 0,07 | -0,08 | 0,02 | 0,80 | 0,61 | 0,12 | 0,33 | 0,32 | -0,12 | 0,12 | -0,11 | 0,26 | 0,16 | 0,06 | 0,44 | -0,12 | -0,02 | 0,09 | 0,06 | 0,17 | 0,84 | 0,10 | -0,01 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | -0,24 | 0,03 | -0,06 | -0,15 | -0,04 | -0,07 | -0,26 | 0,12 | 0,70 | 0,03 | -0,17 | -0,22 | -0,02 | -0,11 | 0,09 | -0,15 | -0,19 | 0,02 | -0,29 | -0,14 | 0,06 | -0,05 | 0,28 | 0,57 |

| Lager | Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | Alkoholno | Ljuto | Izoamil acetat | Etil heksanoat | Etil acetat | Voćno | Acetalaldehid | Cvjetno | Hmelj tijekom kuhanja | Ulje hmelja | Badem | Svježe pokošena trava | Zrnato | Poput slada | Sladovina | Biskvit | Karamelizirano, pečeno | Karamelno | Crna čokolada | Kava | Dim | Med | Klorofenol |
|--|-------------------------------------|-----------|-------|----------------|----------------|-------------|-------|---------------|---------|-----------------------|-------------|-------|-----------------------|--------|-------------|-----------|---------|------------------------|-----------|---------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,09 | 0,08 | -0,08 | 0,02 | 0,79 | 0,60 | 0,11 | 0,34 | 0,35 | -0,12 | 0,12 | -0,11 | 0,26 | 0,15 | 0,07 | 0,43 | -0,12 | -0,02 | 0,08 | 0,06 | 0,18 | 0,84 | 0,12 | 0,01 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | 0,32 | 0,16 | 0,45 | 0,00 | 0,47 | 0,43 | -0,04 | 0,59 | 0,13 | -0,08 | 0,24 | 0,04 | 0,24 | 0,11 | 0,53 | 0,05 | 0,13 | 0,26 | 0,17 | 0,09 | 0,33 | 0,63 | 0,04 | -0,31 |
| ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,23 | -0,31 | 0,01 | 0,02 | 0,29 | -0,09 | -0,04 | 0,15 | -0,25 | -0,12 | 0,01 | -0,17 | -0,16 | -0,08 | 0,39 | -0,05 | 0,21 | 0,45 | 0,19 | 0,17 | -0,07 | 0,33 | 0,26 | -0,38 |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,17 | 0,01 | 0,12 | 0,42 | 0,19 | -0,26 | -0,37 | 0,26 | 0,22 | 0,57 | 0,07 | -0,31 | 0,18 | 0,14 | 0,34 | -0,19 | -0,18 | 0,74 | 0,30 | 0,61 | 0,46 | 0,15 | -0,01 | -0,28 |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | 0,19 | 0,11 | 0,33 | 0,09 | 0,45 | 0,20 | -0,09 | 0,55 | 0,11 | 0,07 | 0,16 | -0,17 | 0,22 | 0,10 | 0,60 | -0,02 | 0,05 | 0,55 | 0,20 | 0,19 | 0,36 | 0,61 | 0,16 | -0,33 |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | 0,40 | 0,01 | 0,32 | 0,05 | 0,36 | 0,13 | -0,08 | 0,39 | -0,10 | -0,10 | 0,11 | -0,19 | 0,03 | 0,04 | 0,53 | -0,10 | 0,33 | 0,48 | 0,23 | 0,22 | 0,31 | 0,45 | 0,14 | -0,38 |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,06 | 0,33 | 0,05 | -0,12 | -0,20 | -0,11 | 0,27 | 0,07 | -0,21 | -0,03 | 0,09 | -0,09 | 0,35 | -0,25 | 0,18 | -0,10 | -0,17 | -0,12 | 0,07 | -0,23 | 0,03 | 0,02 | 0,58 | 0,52 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | 0,13 | 0,37 | 0,08 | 0,02 | 0,40 | 0,42 | 0,19 | 0,20 | 0,14 | -0,11 | 0,02 | 0,04 | 0,44 | 0,24 | -0,01 | 0,12 | 0,21 | 0,02 | 0,18 | 0,03 | 0,52 | 0,53 | -0,05 | -0,03 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | -0,39 | -0,03 | -0,39 | -0,18 | -0,19 | -0,24 | 0,35 | 0,00 | 0,22 | 0,23 | 0,04 | 0,26 | 0,32 | -0,27 | -0,23 | -0,03 | -0,32 | -0,33 | 0,19 | -0,17 | -0,14 | -0,10 | 0,39 | 0,57 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,38 | -0,02 | -0,38 | -0,18 | -0,16 | -0,24 | 0,35 | 0,04 | 0,23 | 0,24 | 0,05 | 0,25 | 0,35 | -0,28 | -0,18 | -0,03 | -0,32 | -0,29 | 0,22 | -0,15 | -0,11 | -0,05 | 0,42 | 0,56 |

| Lager | Masna kiselina | Izovalerijana | Butirično | Diacetil | Sulfidni/sulfidni | H ₂ S | Merkaptan | Djelovanjem svjetla | Autolizirano | Kuhano povrće | Kvasac | Papreno/ljuto | Ustajao, oksidirano | Po koži | Pljesnivo | Kisel, kiselo | Octena kiselina / ocat | Slatko | Slano | Gorko | Metalno | Oporost | premalno gazirano | Punoća | Vodenasto | Bezkarakteran |
|--|----------------|---------------|-----------|----------|-------------------|------------------|-----------|---------------------|--------------|---------------|--------|---------------|---------------------|---------|-----------|---------------|------------------------|--------|-------|-------|---------|---------|-------------------|--------|-----------|---------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH | 0,32 | 0,27 | -0,13 | 0,50 | -0,06 | -0,03 | 0,33 | -0,29 | -0,27 | -0,14 | 0,03 | 0,16 | 0,67 | 0,22 | -0,33 | -0,45 | 0,00 | 0,65 | -0,14 | -0,13 | 0,27 | 0,39 | -0,42 | -0,07 | -0,27 | -0,16 |
| EBC | 0,38 | -0,14 | -0,09 | -0,06 | -0,29 | -0,13 | -0,35 | 0,15 | -0,05 | -0,17 | 0,15 | -0,23 | 0,27 | -0,07 | -0,14 | -0,25 | -0,15 | 0,12 | -0,13 | 0,39 | -0,28 | 0,12 | -0,27 | -0,23 | 0,14 | -0,27 |
| ekstrakt [°Brix] | -0,14 | -0,06 | -0,30 | -0,21 | -0,29 | 0,08 | -0,04 | 0,14 | 0,13 | 0,07 | 0,24 | -0,34 | 0,12 | -0,04 | -0,02 | 0,00 | -0,06 | 0,22 | -0,11 | 0,22 | -0,03 | 0,48 | -0,40 | -0,18 | -0,39 | -0,26 |
| gustoća [20°/20°] | -0,13 | -0,21 | 0,38 | -0,26 | 0,36 | -0,16 | -0,17 | -0,15 | -0,12 | -0,23 | -0,11 | -0,19 | -0,25 | -0,13 | -0,09 | 0,31 | 0,13 | -0,28 | -0,19 | 0,01 | -0,15 | -0,07 | 0,61 | -0,15 | 0,02 | 0,33 |
| maltoza [g L ⁻¹] | 0,23 | 0,24 | -0,19 | -0,10 | -0,04 | 0,16 | 0,03 | 0,66 | 0,48 | 0,48 | -0,29 | -0,42 | -0,01 | 0,32 | -0,13 | 0,51 | 0,41 | -0,16 | 0,12 | 0,09 | -0,06 | 0,18 | 0,00 | 0,05 | -0,41 | -0,21 |
| glukoza [g L ⁻¹] | -0,28 | -0,43 | -0,21 | -0,36 | 0,00 | -0,31 | -0,28 | -0,28 | -0,26 | -0,41 | -0,24 | -0,26 | -0,25 | 0,31 | -0,14 | 0,15 | -0,17 | -0,12 | -0,36 | -0,29 | -0,23 | -0,22 | 0,74 | -0,21 | -0,24 | -0,02 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,08 | -0,24 | -0,03 | -0,17 | 0,05 | -0,32 | -0,20 | -0,41 | -0,39 | -0,40 | 0,29 | -0,06 | 0,01 | -0,07 | -0,39 | 0,00 | 0,03 | 0,21 | -0,24 | 0,13 | -0,27 | 0,30 | 0,22 | -0,20 | -0,27 | 0,02 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,15 | -0,03 | 0,32 | 0,02 | 0,38 | -0,24 | 0,13 | -0,30 | -0,23 | -0,21 | 0,07 | -0,17 | -0,14 | 0,34 | -0,35 | 0,23 | 0,31 | -0,36 | 0,06 | -0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,74 | 0,25 | 0,32 | 0,37 |
| glicerol [g L ⁻¹] | 0,01 | -0,14 | -0,41 | -0,46 | -0,37 | 0,11 | -0,32 | 0,36 | 0,20 | 0,20 | -0,02 | -0,05 | -0,18 | -0,14 | 0,09 | 0,19 | -0,14 | 0,05 | 0,06 | 0,09 | -0,29 | -0,04 | -0,35 | -0,28 | -0,35 | -0,26 |
| etanol [%] | -0,04 | -0,18 | -0,47 | -0,55 | -0,36 | 0,07 | -0,24 | 0,43 | 0,11 | 0,12 | 0,09 | -0,23 | -0,17 | -0,12 | -0,12 | 0,34 | -0,06 | 0,09 | 0,15 | 0,26 | -0,21 | 0,10 | -0,17 | -0,20 | -0,42 | -0,13 |
| Infektopiron [ng mL ⁻¹] | 0,17 | -0,09 | 0,07 | -0,25 | -0,29 | 0,25 | -0,35 | 0,15 | 0,26 | -0,11 | -0,07 | 0,39 | -0,28 | -0,30 | 0,63 | -0,27 | -0,41 | 0,04 | -0,09 | -0,01 | -0,03 | -0,21 | -0,26 | -0,39 | -0,21 | -0,05 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | -0,16 | -0,02 | -0,18 | 0,46 | 0,19 | -0,43 | 0,12 | -0,26 | -0,07 | 0,05 | 0,25 | -0,20 | 0,04 | 0,55 | -0,28 | -0,14 | 0,18 | -0,27 | -0,09 | 0,03 | -0,07 | 0,16 | 0,22 | 0,61 | 0,49 | -0,38 |
| Tenuazonična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,61 | 0,09 | -0,13 | 0,31 | -0,27 | 0,29 | -0,01 | 0,12 | -0,12 | 0,02 | 0,20 | 0,33 | 0,08 | -0,37 | 0,04 | -0,06 | 0,11 | 0,26 | 0,22 | -0,01 | -0,05 | -0,21 | -0,18 | 0,00 | -0,13 | -0,06 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | 0,48 | 0,00 | -0,06 | 0,00 | -0,36 | 0,35 | -0,23 | 0,25 | 0,13 | 0,00 | 0,05 | 0,39 | -0,14 | -0,40 | 0,40 | -0,14 | -0,15 | 0,14 | 0,10 | 0,00 | -0,07 | -0,26 | -0,27 | -0,25 | -0,22 | -0,09 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,15 | -0,43 | -0,39 | -0,25 | -0,35 | -0,25 | -0,28 | -0,21 | -0,30 | -0,38 | 0,55 | -0,17 | 0,02 | -0,30 | -0,17 | -0,15 | -0,39 | 0,30 | -0,07 | 0,44 | -0,23 | 0,16 | -0,16 | 0,01 | 0,07 | -0,19 |

| Lager | Masna kiselina | Izovalerijana | Butirično | Diacetil | Sulfitni/sulfidni | H ₂ S | Merktan | Djelovanjem svjetla | Autolizirano | Kuhano povrće | Kvasac | Papreno/ljuto | Ustajao, oksidirano | Po koži | Pijesnivo | Kiselost, kiselo | Octena kiselina / ocat | Slatko | Slano | Gorko | Metavno | Oporost | premao gazirano | Punoća | Vodenasto | Bezkarakteran |
|--|----------------|---------------|-----------|----------|-------------------|------------------|---------|---------------------|--------------|---------------|--------|---------------|---------------------|---------|-----------|------------------|------------------------|--------|-------|-------|---------|---------|-----------------|--------|-----------|---------------|
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | -0,26 | -0,22 | 0,40 | -0,31 | 0,26 | -0,09 | -0,37 | -0,16 | 0,19 | -0,01 | 0,09 | -0,05 | -0,45 | -0,27 | 0,38 | 0,02 | 0,03 | -0,41 | -0,39 | 0,04 | -0,33 | 0,11 | 0,12 | -0,30 | -0,04 | -0,02 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,15 | -0,42 | -0,39 | -0,25 | -0,35 | -0,25 | -0,28 | -0,20 | -0,30 | -0,38 | 0,55 | -0,17 | 0,03 | -0,30 | -0,17 | -0,15 | -0,39 | 0,30 | -0,06 | 0,44 | -0,23 | 0,15 | -0,17 | 0,01 | 0,07 | -0,18 |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,06 | -0,11 | 0,16 | -0,31 | -0,02 | -0,12 | -0,35 | 0,01 | 0,11 | -0,16 | 0,01 | 0,45 | -0,25 | -0,27 | 0,27 | -0,19 | -0,45 | 0,02 | 0,06 | 0,28 | -0,09 | -0,17 | -0,26 | -0,13 | 0,20 | 0,09 |
| Beauvericin [ng mL ⁻¹] | 0,20 | -0,13 | 0,37 | 0,22 | 0,36 | -0,16 | -0,30 | -0,25 | -0,03 | -0,02 | -0,14 | 0,13 | -0,13 | -0,15 | 0,06 | 0,05 | 0,12 | -0,31 | -0,25 | -0,24 | -0,35 | -0,25 | 0,13 | -0,10 | 0,37 | -0,10 |
| Krisogin [ng mL ⁻¹] | -0,10 | -0,28 | -0,33 | 0,34 | -0,10 | -0,17 | -0,04 | -0,25 | -0,34 | -0,24 | -0,08 | 0,07 | 0,35 | -0,20 | -0,06 | -0,36 | -0,47 | 0,40 | -0,27 | -0,15 | 0,03 | -0,28 | -0,30 | 0,02 | 0,25 | -0,33 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,20 | 0,39 | 0,00 | 0,38 | 0,26 | -0,26 | 0,46 | 0,02 | 0,34 | 0,24 | 0,17 | -0,19 | 0,24 | 0,31 | -0,07 | -0,09 | 0,10 | 0,16 | 0,02 | 0,51 | 0,32 | 0,49 | -0,18 | 0,75 | 0,01 | -0,18 |
| Eniatin B [ng mL ⁻¹] | -0,17 | -0,08 | -0,31 | -0,05 | -0,27 | -0,25 | 0,04 | -0,23 | -0,19 | -0,10 | 0,69 | -0,23 | 0,12 | -0,18 | -0,14 | -0,23 | -0,04 | 0,26 | 0,00 | 0,59 | -0,21 | 0,30 | -0,12 | 0,32 | -0,03 | -0,18 |
| Eniatin B1 [ng mL ⁻¹] | 0,29 | 0,31 | 0,02 | 0,44 | 0,16 | -0,38 | 0,22 | -0,19 | 0,07 | -0,07 | 0,38 | 0,05 | 0,34 | 0,14 | -0,21 | -0,39 | 0,09 | 0,44 | -0,19 | 0,62 | 0,09 | 0,64 | -0,24 | 0,43 | -0,25 | -0,28 |
| Fumonizin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,12 | -0,21 | -0,31 | -0,23 | -0,19 | -0,17 | -0,17 | -0,16 | -0,14 | -0,24 | -0,12 | -0,15 | 0,20 | -0,12 | -0,10 | 0,02 | -0,41 | 0,43 | -0,18 | 0,07 | -0,15 | -0,09 | -0,15 | -0,15 | -0,20 | -0,14 |
| Fumonizin B2 [ng mL ⁻¹] | -0,23 | 0,42 | 0,49 | -0,45 | -0,06 | 0,52 | 0,22 | 0,06 | 0,29 | 0,33 | -0,25 | 0,15 | -0,02 | -0,22 | 0,48 | 0,18 | 0,04 | -0,10 | 0,43 | -0,16 | 0,15 | -0,19 | -0,25 | -0,25 | 0,00 | 0,64 |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | -0,05 | 0,19 | 0,29 | 0,30 | 0,36 | -0,39 | 0,21 | -0,19 | 0,07 | -0,08 | -0,02 | -0,35 | 0,33 | 0,27 | -0,21 | -0,09 | 0,09 | 0,04 | -0,20 | 0,39 | 0,08 | 0,28 | 0,18 | 0,42 | 0,24 | -0,02 |
| Zearalenon-sulfat [ng mL ⁻¹] | 0,10 | 0,43 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,36 | 0,33 | 0,21 | 0,34 | 0,44 | -0,43 | 0,03 | -0,05 | 0,19 | 0,24 | 0,24 | 0,47 | -0,15 | 0,00 | -0,42 | 0,17 | -0,05 | 0,18 | -0,02 | -0,49 | 0,08 |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | 0,05 | -0,25 | -0,08 | -0,27 | -0,21 | -0,12 | -0,40 | 0,01 | 0,03 | -0,20 | 0,10 | 0,23 | -0,18 | -0,31 | 0,21 | -0,12 | -0,49 | 0,05 | 0,07 | 0,28 | -0,21 | -0,29 | -0,21 | -0,04 | 0,28 | -0,06 |
| Rubelin D [ng mL ⁻¹] | -0,10 | 0,11 | -0,03 | 0,41 | 0,20 | -0,09 | 0,43 | -0,44 | -0,34 | -0,07 | 0,35 | 0,03 | 0,07 | 0,19 | -0,31 | -0,04 | 0,38 | 0,08 | 0,00 | -0,18 | 0,17 | 0,27 | 0,35 | 0,35 | -0,12 | 0,08 |
| suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,47 | 0,11 | -0,06 | 0,31 | 0,23 | 0,08 | 0,57 | -0,27 | -0,19 | 0,16 | 0,12 | -0,17 | -0,04 | 0,30 | -0,20 | 0,25 | 0,42 | -0,20 | 0,17 | -0,42 | 0,31 | 0,05 | 0,46 | 0,47 | 0,09 | 0,20 |
| Bilaid A [ng mL ⁻¹] | 0,29 | 0,14 | 0,32 | 0,21 | 0,47 | -0,38 | 0,00 | -0,19 | 0,07 | -0,25 | -0,30 | 0,05 | -0,04 | 0,61 | -0,21 | -0,06 | 0,21 | -0,09 | -0,39 | -0,06 | 0,09 | 0,29 | 0,58 | 0,03 | -0,32 | -0,02 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | 0,29 | 0,00 | 0,43 | -0,18 | 0,06 | -0,09 | -0,36 | -0,16 | 0,20 | -0,21 | 0,09 | 0,05 | -0,17 | -0,27 | 0,38 | -0,20 | -0,03 | -0,02 | -0,39 | 0,31 | -0,33 | 0,12 | 0,13 | -0,30 | -0,32 | -0,02 |
| Kurvulin [ng mL ⁻¹] | -0,12 | -0,20 | 0,13 | 0,16 | 0,46 | -0,17 | -0,17 | -0,16 | -0,13 | 0,14 | -0,14 | 0,38 | -0,26 | -0,10 | -0,09 | 0,05 | 0,08 | -0,30 | -0,18 | -0,41 | -0,15 | -0,11 | -0,12 | -0,14 | 0,29 | -0,12 |
| Felutinin A [ng mL ⁻¹] | -0,01 | -0,09 | -0,36 | 0,22 | -0,16 | -0,36 | 0,05 | -0,16 | -0,16 | -0,24 | 0,41 | -0,21 | 0,19 | 0,33 | -0,25 | -0,43 | -0,06 | 0,22 | -0,26 | 0,35 | 0,01 | 0,43 | 0,05 | 0,25 | -0,13 | -0,39 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | -0,11 | 0,39 | 0,07 | -0,47 | -0,23 | 0,48 | 0,13 | 0,62 | 0,58 | 0,60 | -0,22 | -0,19 | -0,12 | 0,11 | 0,32 | 0,35 | 0,23 | -0,27 | 0,44 | 0,07 | 0,07 | 0,03 | -0,26 | -0,11 | -0,20 | 0,21 |
| Absciska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,11 | -0,37 | -0,40 | -0,33 | -0,24 | -0,21 | -0,31 | -0,08 | -0,17 | -0,29 | -0,04 | -0,16 | 0,05 | -0,18 | -0,11 | 0,04 | -0,43 | 0,36 | -0,24 | 0,12 | -0,23 | -0,08 | -0,07 | -0,22 | -0,27 | -0,21 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | -0,12 | -0,32 | -0,34 | -0,13 | -0,11 | -0,49 | -0,24 | -0,34 | -0,26 | -0,55 | -0,16 | -0,08 | 0,02 | 0,69 | -0,23 | -0,36 | -0,39 | 0,10 | -0,45 | -0,17 | -0,04 | 0,07 | 0,41 | -0,16 | -0,16 | -0,28 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | -0,17 | 0,08 | 0,21 | -0,36 | -0,27 | 0,21 | -0,25 | 0,08 | 0,61 | 0,14 | 0,09 | -0,24 | -0,27 | -0,09 | 0,84 | -0,19 | -0,13 | -0,23 | -0,27 | 0,21 | -0,22 | 0,11 | -0,12 | -0,20 | -0,30 | -0,19 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,13 | -0,33 | -0,33 | -0,14 | -0,11 | -0,49 | -0,26 | -0,35 | -0,24 | -0,56 | -0,16 | -0,09 | 0,01 | 0,68 | -0,20 | -0,37 | -0,41 | 0,10 | -0,47 | -0,16 | -0,05 | 0,07 | 0,41 | -0,16 | -0,17 | -0,29 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | 0,03 | -0,11 | 0,00 | 0,05 | 0,25 | -0,69 | -0,17 | -0,38 | -0,11 | -0,44 | 0,12 | 0,09 | 0,00 | 0,62 | -0,32 | -0,46 | -0,17 | 0,08 | -0,48 | 0,24 | -0,03 | 0,54 | 0,21 | 0,04 | -0,12 | -0,28 |
| ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,07 | 0,29 | -0,06 | 0,17 | 0,09 | -0,25 | 0,42 | -0,08 | -0,08 | 0,00 | 0,03 | -0,39 | 0,48 | 0,49 | -0,49 | 0,00 | 0,19 | 0,21 | 0,10 | 0,28 | 0,21 | 0,37 | 0,10 | 0,40 | 0,04 | 0,07 |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,19 | 0,01 | 0,03 | 0,15 | -0,16 | -0,14 | -0,04 | -0,12 | -0,13 | -0,25 | 0,21 | -0,23 | 0,47 | 0,08 | -0,18 | -0,42 | -0,12 | 0,27 | -0,19 | 0,31 | 0,00 | 0,36 | -0,27 | -0,11 | 0,12 | -0,16 |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | -0,05 | -0,05 | -0,09 | 0,05 | 0,10 | -0,59 | -0,03 | -0,30 | -0,12 | -0,38 | 0,17 | -0,22 | 0,25 | 0,59 | -0,38 | -0,42 | -0,14 | 0,20 | -0,41 | 0,36 | 0,03 | 0,62 | 0,11 | 0,10 | -0,12 | -0,27 |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | 0,08 | 0,14 | -0,06 | 0,15 | 0,12 | -0,54 | 0,11 | -0,30 | -0,13 | -0,23 | 0,17 | -0,23 | 0,38 | 0,52 | -0,47 | -0,30 | 0,05 | 0,27 | -0,25 | 0,40 | -0,03 | 0,53 | 0,11 | 0,24 | -0,13 | -0,19 |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,27 | -0,10 | -0,27 | 0,10 | 0,03 | -0,22 | 0,07 | -0,12 | 0,06 | -0,09 | 0,01 | -0,21 | 0,13 | 0,07 | -0,06 | 0,02 | -0,27 | 0,28 | -0,20 | 0,13 | 0,11 | 0,16 | -0,11 | 0,27 | -0,10 | -0,27 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | 0,06 | -0,37 | -0,44 | -0,21 | -0,25 | -0,49 | -0,40 | -0,31 | -0,36 | -0,47 | 0,15 | 0,08 | 0,01 | 0,16 | -0,24 | -0,39 | -0,39 | 0,28 | -0,36 | 0,13 | -0,36 | 0,03 | 0,07 | -0,21 | -0,20 | -0,35 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | -0,26 | -0,26 | -0,11 | -0,21 | -0,21 | 0,00 | -0,25 | 0,03 | 0,16 | -0,07 | 0,19 | -0,01 | -0,28 | -0,26 | 0,37 | -0,02 | -0,40 | -0,12 | 0,06 | 0,20 | -0,09 | -0,23 | -0,11 | 0,15 | 0,32 | -0,10 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,27 | -0,26 | -0,12 | -0,21 | -0,21 | -0,05 | -0,25 | 0,00 | 0,16 | -0,10 | 0,22 | -0,03 | -0,26 | -0,21 | 0,35 | -0,06 | -0,43 | -0,10 | 0,04 | 0,25 | -0,09 | -0,18 | -0,10 | 0,17 | 0,32 | -0,13 |

| Pilsner | voćno, aromatičan o, esterno | dim | kiselo | gorko | diacetil/užeglo | papreno/ ljuto | orašasto | Punoća okusa | karmelizirano |
|--|---|------------|---------------|--------------|------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| pH | -0,58 | 0,50 | -0,92 | -0,65 | -0,89 | -0,86 | -0,76 | 0,28 | -0,59 |
| EBC | -0,52 | 0,56 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| ekstrakt [°Brix] | 0,09 | -0,87 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| gustoća [20°/20°] | -0,02 | -0,92 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| maltoza [g L ⁻¹] | -0,86 | -0,82 | 0,70 | 0,38 | 0,43 | 0,58 | -0,93 | 0,75 | -0,33 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,69 | 0,94 | -0,35 | 0,82 | -0,27 | 0,82 | -0,96 | 0,99 | 0,84 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,80 | 0,88 | -0,83 | -0,79 | -0,83 | 0,62 | -0,27 | 0,18 | -0,20 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | 0,31 | -0,73 | -0,76 | -0,87 | 0,66 | -0,33 | 0,12 | -0,27 | -0,21 |
| glicerol [g L ⁻¹] | -0,21 | 0,80 | -0,68 | -0,92 | 0,74 | -0,43 | 0,01 | -0,37 | -0,32 |
| etanol [%] | -0,91 | -0,76 | -0,21 | -0,32 | 0,89 | -0,10 | 0,27 | 0,08 | -0,86 |
| Infektopenon [ng mL ⁻¹] | -0,81 | 0,20 | -0,69 | 0,23 | 0,84 | 0,84 | 0,70 | 0,63 | 0,92 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | -0,82 | 0,18 | 0,34 | -0,06 | 0,11 | 0,31 | 0,34 | -0,01 | -0,68 |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | -1,00 | -0,36 | -0,99 | -0,71 | -0,80 | -0,70 | 0,08 | -0,86 | -0,24 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,83 | 0,16 | -0,87 | -0,60 | -0,48 | 0,35 | -0,69 | -0,49 | -0,73 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,22 | 0,79 | 0,74 | 0,22 | -0,36 | 0,59 | -0,15 | 0,41 | 0,26 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,25 | 0,77 | -0,31 | -0,30 | -0,52 | 0,25 | 0,10 | -0,46 | -0,30 |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,99 | -0,30 | 0,08 | -0,22 | -0,04 | -0,16 | -0,09 | -0,27 | 0,09 |
| Beauvericin [ng mL ⁻¹] | 1,00 | 0,50 | 0,60 | -0,25 | 0,21 | -0,18 | -0,13 | 0,05 | -0,59 |
| Krisogin [ng mL ⁻¹] | -0,97 | -0,19 | 1,00 | 0,95 | 0,86 | -0,36 | 0,50 | 0,77 | 0,93 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,96 | -0,64 | 0,37 | 1,00 | -0,97 | 0,99 | 0,92 | 1,00 | 0,60 |
| Eniatin B1 [ng mL ⁻¹] | -1,00 | -0,38 | 0,42 | 0,33 | -0,40 | -0,27 | -0,42 | 0,57 | 0,00 |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | -0,69 | -0,94 | 0,60 | -0,76 | 0,58 | -0,71 | 0,51 | -0,77 | 0,38 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | 0,59 | -0,49 | 0,47 | -0,42 | 0,45 | -0,52 | -0,43 | -0,14 | -0,22 |
| Kurvulin [ng mL ⁻¹] | -0,25 | -0,98 | 0,08 | 0,31 | -0,55 | 0,10 | -0,54 | -0,09 | 0,20 |
| Felutinin A [ng mL ⁻¹] | -0,57 | -0,98 | -0,77 | 0,30 | -0,60 | 0,92 | 0,98 | -0,69 | 0,97 |
| suma Penicillium [ng mL ⁻¹] | -0,81 | -0,87 | 0,66 | -0,96 | 0,82 | -0,42 | -0,21 | 0,20 | 0,87 |
| Abcisinska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,78 | 0,89 | -0,57 | 0,32 | 0,38 | 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,20 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | 0,79 | -0,22 | 0,71 | 0,30 | -0,30 | 0,20 | 0,02 | 0,21 | 0,01 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | 0,83 | 0,85 | 0,93 | 0,37 | -0,18 | 0,91 | -0,28 | -0,03 | -0,61 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,80 | -0,22 | -0,39 | 0,16 | 0,37 | -0,33 | 0,00 | -0,31 | 0,02 |
| 3-Nitropropionična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,56 | 0,52 | 0,21 | 0,26 | 0,43 | 0,26 | -0,28 | 0,93 | 0,37 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | 0,21 | -0,80 | 0,69 | 0,87 | 0,83 | -0,79 | 0,74 | 0,70 | 0,26 |
| ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,25 | -0,98 | -0,40 | -0,35 | -0,48 | -0,44 | -0,15 | -0,43 | 0,13 |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,14 | -0,84 | 0,88 | -0,90 | 0,20 | -0,52 | -0,69 | -0,30 | 0,50 |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | 0,09 | -0,87 | 0,34 | 0,39 | -0,83 | -0,79 | -0,31 | -0,13 | -0,55 |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | -0,09 | -0,94 | -0,26 | -0,24 | -0,17 | 0,72 | -0,22 | -0,04 | 0,20 |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,62 | 0,97 | -0,06 | -0,30 | -0,57 | -0,35 | -0,44 | -0,42 | -0,45 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | -0,32 | -0,99 | -0,94 | 0,88 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,91 | 0,03 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | -0,19 | 0,81 | 0,06 | 0,06 | 0,76 | -0,89 | 0,06 | 0,28 | 0,64 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,41 | 0,66 | 0,77 | 0,55 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 0,80 | -0,89 |

| Pale ale | Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|-------|---------------|---------|-----------------------|-------------|--------|-----------|-------|-------|-------|------------------|---------------|---------------------|----------|----------|------------------------|--------|-------|-------|-----------|--------------|-------|
| | Ljuto | Plastika, aceton, boja | Izoamil acetat | Etil heksanoat | Voćno | Acetalaldehid | Cvjetno | Hmelj tijekom kuhanja | Ulje hmelja | Zrnato | Karamelno | Kava | Dim | Med | H ₂ S | Kuhano povrće | Ustajao, oksidirano | Po mački | Kiselost | Octena kiselina / ocat | Slatko | Gorko | Oporo | Vodenasto | Ostali okusi | |
| pH | 0,95 | 0,06 | 0,06 | -0,55 | -0,06 | 0,17 | 0,78 | 0,97 | 0,71 | -0,09 | -0,95 | -0,95 | -0,14 | -0,98 | -0,49 | 0,06 | -0,95 | -0,95 | 0,59 | 0,55 | -0,52 | -0,48 | 0,56 | 0,76 | -0,33 | 0,35 |
| EBC | -0,84 | -0,16 | -0,16 | 0,05 | 0,16 | 0,48 | -0,42 | -0,56 | -0,69 | 0,23 | 0,84 | 0,84 | 0,70 | 0,63 | 0,92 | -0,16 | 0,84 | 0,84 | -0,03 | -0,05 | -0,01 | 0,94 | -0,78 | -0,30 | 0,81 | 0,32 |
| maltotrioza [g L ⁻¹] | 0,33 | -0,34 | -0,34 | -0,57 | 0,34 | 0,90 | 0,78 | 0,73 | 0,39 | 0,37 | -0,33 | -0,33 | 0,73 | -0,66 | 0,31 | -0,34 | -0,33 | -0,33 | 0,69 | 0,57 | -0,91 | 0,37 | 0,05 | 0,87 | 0,58 | 0,97 |
| maltoza [g L ⁻¹] | -1,00 | -0,34 | -0,34 | 0,61 | 0,34 | 0,07 | -0,56 | -0,90 | -0,54 | 0,38 | 1,00 | 1,00 | 0,38 | 0,94 | 0,53 | -0,34 | 1,00 | 1,00 | -0,61 | -0,61 | 0,24 | 0,56 | -0,45 | -0,53 | 0,55 | -0,12 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,32 | -0,21 | -0,21 | 0,58 | 0,21 | -0,62 | 0,21 | 0,01 | 0,65 | 0,13 | -0,32 | -0,32 | -0,67 | -0,08 | -0,96 | -0,21 | -0,32 | -0,32 | -0,59 | -0,58 | 0,14 | -0,94 | 0,87 | 0,04 | -0,67 | -0,56 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | -0,60 | -0,95 | -0,95 | 0,62 | 0,95 | 0,52 | 0,31 | -0,32 | 0,29 | 0,97 | 0,60 | 0,60 | 0,66 | 0,38 | 0,18 | -0,95 | 0,60 | 0,60 | -0,50 | -0,62 | -0,54 | 0,29 | 0,22 | 0,31 | 0,72 | 0,40 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | 0,23 | 0,99 | 0,99 | -0,59 | -0,99 | -0,43 | -0,61 | 0,01 | -0,66 | -0,98 | -0,23 | -0,23 | -0,47 | -0,06 | 0,19 | 0,99 | -0,23 | -0,23 | 0,46 | 0,59 | 0,68 | 0,08 | -0,60 | -0,56 | -0,47 | -0,39 |
| glicerol [g L ⁻¹] | -0,03 | 0,91 | 0,91 | -0,22 | -0,91 | -0,68 | -0,84 | -0,34 | -0,74 | -0,91 | 0,03 | 0,03 | -0,61 | 0,28 | 0,10 | 0,91 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,22 | 0,91 | -0,02 | -0,56 | -0,83 | -0,54 | -0,68 |
| etanol [%] | -0,81 | 0,27 | 0,27 | 0,12 | -0,27 | -0,07 | -0,85 | -0,79 | -0,94 | -0,22 | 0,81 | 0,81 | 0,19 | 0,80 | 0,73 | 0,27 | 0,81 | 0,81 | -0,19 | -0,12 | 0,55 | 0,69 | -0,87 | -0,78 | 0,34 | -0,22 |
| Infektipiron [ng mL ⁻¹] | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,39 | -0,31 | -0,94 | -0,25 | -0,14 | 0,20 | -0,38 | -0,31 | -0,31 | -0,96 | 0,06 | -0,83 | 0,31 | -0,31 | -0,31 | -0,48 | -0,39 | 0,62 | -0,88 | 0,50 | -0,40 | -0,92 | -0,88 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,33 | -0,33 | -0,33 | -0,58 | 0,33 | 0,90 | 0,78 | 0,73 | 0,38 | 0,37 | -0,33 | -0,33 | 0,73 | -0,66 | 0,32 | -0,33 | -0,33 | -0,33 | 0,70 | 0,58 | -0,91 | 0,38 | 0,04 | 0,87 | 0,58 | 0,97 |
| Tenuazonična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,62 | -0,61 | -0,61 | 0,07 | 0,61 | 0,84 | 0,17 | -0,19 | -0,15 | 0,67 | 0,62 | 0,62 | 0,97 | 0,28 | 0,75 | -0,61 | 0,62 | 0,62 | 0,04 | -0,07 | -0,57 | 0,82 | -0,36 | 0,27 | 1,00 | 0,73 |
| Zindiol [ng mL ⁻¹] | -0,58 | -0,58 | -0,58 | 0,01 | 0,58 | 0,87 | 0,20 | -0,14 | -0,15 | 0,65 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,23 | 0,76 | -0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | -0,01 | -0,59 | 0,84 | -0,38 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,71 | -0,70 | -0,70 | 0,25 | 0,70 | 0,75 | 0,13 | -0,32 | -0,12 | 0,76 | 0,71 | 0,71 | 0,91 | 0,40 | 0,66 | -0,70 | 0,71 | 0,71 | -0,15 | -0,25 | -0,52 | 0,74 | -0,28 | 0,21 | 0,97 | 0,62 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,99 | -0,41 | -0,41 | 0,54 | 0,41 | 0,22 | -0,46 | -0,83 | -0,51 | 0,45 | 0,99 | 0,99 | 0,51 | 0,87 | 0,62 | -0,41 | 0,99 | 0,99 | -0,52 | -0,54 | 0,10 | 0,65 | -0,47 | -0,41 | 0,67 | 0,04 |
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | 0,33 | 1,00 | 1,00 | -0,58 | -1,00 | -0,50 | -0,56 | 0,08 | -0,56 | -1,00 | -0,33 | -0,33 | -0,57 | -0,13 | 0,06 | 1,00 | -0,33 | -0,33 | 0,44 | 0,58 | 0,68 | -0,05 | -0,49 | -0,52 | -0,58 | -0,44 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,99 | -0,41 | -0,41 | 0,54 | 0,41 | 0,22 | -0,46 | -0,82 | -0,51 | 0,45 | 0,99 | 0,99 | 0,51 | 0,87 | 0,62 | -0,41 | 0,99 | 0,99 | -0,52 | -0,54 | 0,10 | 0,65 | -0,47 | -0,41 | 0,67 | 0,04 |
| Ergin [ng mL ⁻¹] | -0,33 | -1,00 | -1,00 | 0,58 | 1,00 | 0,50 | 0,56 | -0,08 | 0,56 | 1,00 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,13 | -0,06 | -1,00 | 0,33 | 0,33 | -0,44 | -0,58 | -0,68 | 0,05 | 0,49 | 0,52 | 0,58 | 0,44 |
| Ergometrin [ng mL ⁻¹] | -0,58 | -0,58 | -0,58 | 0,00 | 0,58 | 0,87 | 0,19 | -0,14 | -0,16 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,23 | 0,77 | -0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | 0,00 | -0,59 | 0,84 | -0,38 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | -0,58 | -0,58 | -0,58 | 0,00 | 0,58 | 0,87 | 0,19 | -0,14 | -0,16 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,23 | 0,77 | -0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | 0,00 | -0,59 | 0,84 | -0,38 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| 15-Acetildeoksinivalenol [ng mL ⁻¹] | -0,33 | 0,33 | 0,33 | -0,58 | -0,33 | 0,50 | -0,33 | -0,08 | -0,74 | -0,26 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,13 | 0,95 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,58 | 0,00 | 0,92 | -0,93 | -0,17 | 0,58 | 0,44 |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,68 | -0,19 | -0,19 | 0,20 | 0,19 | -0,35 | 0,57 | 0,48 | 0,87 | 0,12 | -0,68 | -0,68 | -0,53 | -0,53 | -0,96 | -0,19 | -0,68 | -0,68 | -0,18 | -0,20 | -0,19 | -0,93 | 0,95 | 0,44 | -0,62 | -0,22 |
| Beauvericin [ng mL ⁻¹] | -0,02 | -0,86 | -0,86 | 0,08 | 0,86 | 0,82 | 0,82 | 0,36 | 0,62 | 0,88 | 0,02 | 0,02 | 0,76 | -0,29 | 0,09 | -0,86 | 0,02 | 0,02 | 0,07 | -0,08 | -0,96 | 0,21 | 0,39 | 0,84 | 0,68 | 0,81 |
| Klamidospordiol [ng mL ⁻¹] | -0,33 | 0,33 | 0,33 | -0,58 | -0,33 | 0,50 | -0,33 | -0,08 | -0,74 | -0,26 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,13 | 0,95 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,58 | 0,00 | 0,92 | -0,93 | -0,17 | 0,58 | 0,44 |
| Krisogin [ng mL ⁻¹] | 0,53 | -0,22 | -0,22 | 0,39 | 0,22 | -0,48 | 0,42 | 0,27 | 0,80 | 0,14 | -0,53 | -0,53 | -0,61 | -0,33 | -0,99 | -0,22 | -0,53 | -0,53 | -0,39 | -0,39 | -0,05 | -0,96 | 0,94 | 0,27 | -0,66 | -0,38 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,61 | 0,04 | 0,04 | 0,26 | -0,04 | -0,64 | 0,27 | 0,28 | 0,65 | -0,12 | -0,61 | -0,61 | -0,78 | -0,35 | -0,99 | 0,04 | -0,61 | -0,61 | -0,29 | -0,26 | 0,15 | -1,00 | 0,83 | 0,12 | -0,83 | -0,52 |
| Dihidroksikalonektrin [ng mL ⁻¹] | 0,32 | -0,32 | -0,32 | -0,59 | 0,32 | 0,91 | 0,76 | 0,72 | 0,36 | 0,36 | -0,32 | -0,32 | 0,74 | -0,65 | 0,34 | -0,32 | -0,32 | -0,32 | 0,70 | 0,59 | -0,90 | 0,40 | 0,02 | 0,86 | 0,59 | 0,97 |
| DON-3-Glukozid [ng mL ⁻¹] | -0,58 | -0,58 | -0,58 | 1,00 | 0,58 | -0,35 | -0,19 | -0,70 | 0,16 | 0,54 | 0,58 | 0,58 | -0,14 | 0,69 | -0,33 | -0,58 | 0,58 | 0,58 | -0,99 | -1,00 | 0,20 | -0,28 | 0,38 | -0,30 | 0,00 | -0,46 |
| Eniatin B [ng mL ⁻¹] | -1,00 | -0,33 | -0,33 | 0,58 | 0,33 | 0,10 | -0,56 | -0,89 | -0,56 | 0,37 | 1,00 | 1,00 | 0,40 | 0,93 | 0,57 | -0,33 | 1,00 | 1,00 | -0,57 | -0,58 | 0,23 | 0,59 | -0,49 | -0,52 | 0,58 | -0,09 |
| Eniatin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,00 | -0,58 | -0,35 | -0,96 | -0,70 | -0,97 | -0,54 | 0,58 | 0,58 | -0,14 | 0,69 | 0,55 | 0,58 | 0,58 | 0,58 | -0,11 | 0,00 | 0,78 | 0,47 | -0,84 | -0,90 | 0,00 | -0,46 |
| Fumonizin B1 [ng mL ⁻¹] | 0,33 | -0,34 | -0,34 | 0,58 | 0,34 | -0,50 | 0,34 | 0,08 | 0,75 | 0,26 | -0,33 | -0,33 | -0,56 | -0,13 | -0,95 | -0,34 | -0,33 | -0,33 | -0,57 | -0,58 | -0,01 | -0,91 | 0,93 | 0,18 | -0,57 | -0,43 |
| Fumonizin B2 [ng mL ⁻¹] | -0,22 | -0,81 | -0,81 | 0,03 | 0,81 | 0,91 | 0,65 | 0,22 | 0,37 | 0,85 | 0,22 | 0,22 | 0,91 | -0,14 | 0,36 | -0,81 | 0,22 | 0,22 | 0,12 | -0,03 | -0,90 | 0,47 | 0,12 | 0,71 | 0,86 | 0,87 |
| Fungerin [ng mL ⁻¹] | -0,58 | -0,58 | -0,58 | 0,00 | 0,58 | 0,87 | 0,19 | -0,14 | -0,16 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,23 | 0,77 | -0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | 0,00 | -0,59 | 0,84 | -0,38 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| Fuzarična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,52 | 0,58 | 0,58 | 0,05 | -0,58 | -0,90 | -0,24 | 0,08 | 0,12 | -0,64 | -0,52 | -0,52 | -0,99 | -0,17 | -0,76 | 0,58 | -0,52 | -0,52 | -0,16 | -0,05 | 0,63 | -0,83 | 0,36 | -0,36 | -1,00 | -0,80 |
| HT-2 Glukozid [ng mL ⁻¹] | -0,33 | 0,33 | 0,33 | -0,58 | -0,33 | 0,50 | -0,33 | -0,08 | -0,74 | -0,26 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,13 | 0,95 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,57 | 0,58 | 0,00 | 0,92 | -0,93 | -0,17 | 0,58 | 0,44 |
| HT-2 toksin [ng mL ⁻¹] | -1,00 | -0,34 | -0,34 | 0,59 | 0,34 | 0,09 | -0,56 | -0,89 | -0,55 | 0,37 | 1,00 | 1,00 | 0,39 | 0,93 | 0,56 | -0,34 | 1,00 | 1,00 | -0,59 | -0,59 | 0,23 | 0,58 | -0,47 | -0,52 | 0,57 | -0,10 |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | 0,63 | 0,11 | 0,11 | 0,22 | -0,11 | -0,67 | 0,23 | 0,28 | 0,61 | -0,19 | -0,63 | -0,63 | -0,81 | -0,36 | -0,98 | 0,11 | -0,63 | -0,63 | -0,26 | -0,22 | 0,20 | -1,00 | 0,80 | 0,08 | -0,86 | -0,55 |
| Nivalenol [ng mL ⁻¹] | -0,15 | -0,42 | -0,42 | -0,40 | 0,42 | 0,99 | 0,47 | 0,32 | 0,02 | 0,48 | 0,15 | 0,15 | 0,96 | -0,23 | 0,69 | -0,42 | 0,15 | 0,15 | 0,52 | 0,40 | -0,78 | 0,75 | -0,30 | 0,60 | 0,89 | 0,97 |
| T-2 toksin [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,00 | -0,58 | -0,87 | -0,19 | 0,14 | 0,16 | -0,64 | -0,58 | -0,58 | -0,98 | -0,23 | -0,77 | 0,58 | -0,58 | -0,58 | -0,11 | 0,00 | 0,59 | -0,84 | 0,38 | -0,30 | -1,00 | -0,76 |
| suma Fusarium [ng mL ⁻¹] | 0,59 | -0,47 | -0,47 | -0,32 | 0,47 | 0,62 | 0,99 | 0,84 | 0,81 | 0,46 | -0,59 | -0,59 | 0,39 | -0,81 | -0,23 | -0,47 | -0,59 | -0,59 | 0,44 | 0,32 | -0,91 | -0,16 | 0,57 | 1,00 | 0,22 | 0,74 |
| Kladosporin [ng mL ⁻¹] | 0,33 | 1,00 | 1,00 | -0,58 | -1,00 | -0,50 | -0,56 | 0,08 | -0,56 | -1,00 | -0,33 | -0,33 | -0,57 | -0,13 | 0,06 | 1,00 | -0,33 | -0,33 | 0,44 | 0,58 | 0,68 | -0,05 | -0,49 | -0,52 | -0,58 | -0,44 |
| suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,32 | 1,00 | 1,00 | -0,57 | -1,00 | -0,50 | -0,57 | 0,06 | -0,58 | -1,00 | -0,32 | -0,32 | -0,56 | -0,11 | 0,08 | 1,00 | -0,32 | -0,32 | 0,44 | 0,57 | 0,69 | -0,04 | -0,50 | -0,54 | -0,57 | -0,44 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | 0,34 | -0,33 | -0,33 | 0,57 | 0,33 | -0,50 | 0,34 | 0,09 | 0,75 | 0,26 | -0,34 | -0,34 | -0,56 | -0,14 | -0,95 | -0,33 | -0,34 | -0,34 | -0,56 | -0,57 | -0,01 | -0,92 | 0,93 | 0,18 | -0,58 | -0,43 |
| Kurvulin [ng mL ⁻¹] | -0,12 | 0,89 | 0,89 | -0,36 | -0,89 | -0,45 | -0,84 | -0,32 | -0,87 | -0,87 | 0,12 | 0,12 | -0,38 | 0,29 | 0,36 | 0,89 | 0,12 | 0,12 | 0,22 | 0,36 | 0,80 | 0,25 | -0,76 | -0,78 | -0,31 | -0,48 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Felutinin A</i> [ng mL ⁻¹] | -0,77 | 0,32 | 0,32 | 0,08 | -0,32 | -0,09 | -0,87 | -0,76 | -0,96 | -0,27 | 0,77 | 0,77 | 0,16 | 0,78 | 0,73 | 0,32 | 0,77 | 0,77 | -0,15 | -0,08 | 0,58 | 0,68 | -0,88 | -0,79 | 0,31 | -0,24 |
| <i>Grizeofulvin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,58 | -0,33 | -0,90 | -0,78 | -0,73 | -0,38 | -0,37 | 0,33 | 0,33 | -0,73 | 0,66 | -0,32 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | -0,70 | -0,58 | 0,91 | -0,38 | -0,04 | -0,87 | -0,58 | -0,97 |
| <i>Mikoenfolična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,58 | -0,57 | -0,57 | 0,00 | 0,57 | 0,87 | 0,19 | -0,14 | -0,16 | 0,64 | 0,58 | 0,58 | 0,98 | 0,23 | 0,77 | -0,57 | 0,58 | 0,58 | 0,11 | 0,00 | -0,59 | 0,84 | -0,39 | 0,30 | 1,00 | 0,76 |
| <i>suma Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] | -0,76 | 0,18 | 0,18 | -0,07 | -0,18 | 0,24 | -0,66 | -0,60 | -0,89 | -0,11 | 0,76 | 0,76 | 0,46 | 0,65 | 0,91 | 0,18 | 0,76 | 0,76 | 0,04 | 0,07 | 0,28 | 0,88 | -0,93 | -0,54 | 0,58 | 0,10 |
| <i>Abscisinska kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,30 | -0,50 | -0,50 | -0,26 | 0,50 | 0,98 | 0,40 | 0,17 | -0,02 | 0,56 | 0,30 | 0,30 | 0,99 | -0,08 | 0,72 | -0,50 | 0,30 | 0,30 | 0,38 | 0,26 | -0,74 | 0,79 | -0,32 | 0,52 | 0,95 | 0,92 |
| <i>Epiheterodendrin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,06 | 0,85 | 0,85 | -0,61 | -0,85 | -0,13 | -0,66 | -0,12 | -0,85 | -0,81 | 0,06 | 0,06 | -0,10 | 0,11 | 0,57 | 0,85 | 0,06 | 0,06 | 0,50 | 0,61 | 0,55 | 0,47 | -0,87 | -0,56 | -0,08 | -0,14 |
| <i>Lotaustralin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,29 | 0,39 | 0,39 | -0,93 | -0,39 | 0,59 | 0,16 | 0,54 | -0,29 | -0,33 | -0,29 | -0,29 | 0,46 | -0,50 | 0,62 | 0,39 | -0,29 | -0,29 | 0,95 | 0,93 | -0,32 | 0,59 | -0,56 | 0,31 | 0,35 | 0,65 |
| <i>suma biljnih metabolita</i> [ng mL ⁻¹] | -0,06 | 0,85 | 0,85 | -0,61 | -0,85 | -0,12 | -0,65 | -0,11 | -0,85 | -0,80 | 0,06 | 0,06 | -0,09 | 0,10 | 0,58 | 0,85 | 0,06 | 0,06 | 0,51 | 0,61 | 0,54 | 0,48 | -0,87 | -0,55 | -0,07 | -0,13 |
| <i>3-Nitropropionična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | 0,32 | 1,00 | 1,00 | -0,58 | -1,00 | -0,50 | -0,56 | 0,07 | -0,57 | -1,00 | -0,32 | -0,32 | -0,56 | -0,12 | 0,08 | 1,00 | -0,32 | -0,32 | 0,44 | 0,58 | 0,68 | -0,04 | -0,50 | -0,53 | -0,57 | -0,44 |
| <i>Brevianamid F</i> [ng mL ⁻¹] | -0,27 | 0,82 | 0,82 | -0,22 | -0,82 | -0,47 | -0,91 | -0,47 | -0,91 | -0,79 | 0,27 | 0,27 | -0,35 | 0,44 | 0,39 | 0,82 | 0,27 | 0,27 | 0,08 | 0,22 | 0,85 | 0,29 | -0,78 | -0,86 | -0,25 | -0,53 |
| <i>ciklo(L-Ala-L-Pro)</i> [ng mL ⁻¹] | -0,98 | -0,16 | -0,16 | 0,40 | 0,16 | 0,12 | -0,65 | -0,86 | -0,72 | 0,20 | 0,98 | 0,98 | 0,42 | 0,90 | 0,71 | -0,16 | 0,98 | 0,98 | -0,41 | -0,40 | 0,29 | 0,71 | -0,67 | -0,59 | 0,58 | -0,06 |
| <i>ciklo(L-Leu-L-Pro)</i> [ng mL ⁻¹] | -0,17 | -0,10 | -0,10 | 0,81 | 0,10 | -0,81 | -0,33 | -0,53 | 0,16 | 0,04 | 0,17 | 0,17 | -0,69 | 0,47 | -0,68 | -0,10 | 0,17 | 0,17 | -0,88 | -0,81 | 0,55 | -0,68 | 0,48 | -0,48 | -0,58 | -0,84 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr)</i> [ng mL ⁻¹] | -0,91 | 0,05 | 0,05 | 0,51 | -0,05 | -0,26 | -0,85 | -0,97 | -0,76 | -0,02 | 0,91 | 0,91 | 0,05 | 0,97 | 0,47 | 0,05 | 0,91 | 0,91 | -0,57 | -0,51 | 0,61 | 0,44 | -0,59 | -0,83 | 0,24 | -0,43 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Val)</i> [ng mL ⁻¹] | -0,99 | -0,24 | -0,24 | 0,43 | 0,24 | 0,17 | -0,59 | -0,84 | -0,66 | 0,28 | 0,99 | 0,99 | 0,46 | 0,89 | 0,69 | -0,24 | 0,99 | 0,99 | -0,43 | -0,43 | 0,22 | 0,71 | -0,62 | -0,53 | 0,63 | -0,02 |
| <i>Lobarična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,75 | -0,75 | -0,75 | 0,38 | 0,75 | 0,68 | 0,11 | -0,39 | -0,09 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,86 | 0,47 | 0,59 | -0,75 | 0,75 | 0,75 | -0,27 | -0,38 | -0,47 | 0,67 | -0,21 | 0,17 | 0,93 | 0,53 |
| <i>Rugulusovin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,98 | -0,21 | -0,21 | 0,43 | 0,21 | 0,15 | -0,61 | -0,85 | -0,68 | 0,26 | 0,98 | 0,98 | 0,44 | 0,89 | 0,70 | -0,21 | 0,98 | 0,98 | -0,43 | -0,43 | 0,25 | 0,70 | -0,63 | -0,55 | 0,61 | -0,04 |
| <i>Triptofol</i> [ng mL ⁻¹] | 0,32 | -0,36 | -0,36 | 0,58 | 0,36 | -0,48 | 0,35 | 0,08 | 0,75 | 0,28 | -0,32 | -0,32 | -0,55 | -0,13 | -0,94 | -0,36 | -0,32 | -0,32 | -0,57 | -0,58 | -0,02 | -0,91 | 0,93 | 0,19 | -0,56 | -0,42 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita</i> [ng mL ⁻¹] | 0,18 | -0,38 | -0,38 | 0,70 | 0,38 | -0,53 | 0,23 | -0,07 | 0,67 | 0,30 | -0,18 | -0,18 | -0,55 | 0,02 | -0,90 | -0,38 | -0,18 | -0,18 | -0,69 | -0,70 | 0,07 | -0,86 | 0,88 | 0,07 | -0,53 | -0,50 |

| ALE | Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------|---------|-----------------------|-------------|--------|-----------|------------------------|-----------|-------|-------|-------|-----------|----------|---------------|----------------------|--------|---------------------|----------|----------|------------------------|--------|-------|-----------|-------|--|--|--|
| | Etil heksanoat | Voćno | Cvjetno | Hmelj tijekom kuhanja | Ulje hmelja | Zrnato | Sladovina | Karamelizirano, pečeno | Karamelno | Kava | Dim | Med | Butiričan | Diacetil | Kuhano povrće | DMS (dimetil sulfid) | Kvasac | Ustajao, oksidirati | Pijesivo | Kiselost | Octena kiselina / ocat | Slatko | Gorko | Vodenasto | | | | |
| pH | 0,18 | -0,04 | 0,10 | 0,03 | 0,10 | 0,27 | -0,69 | 0,03 | 0,04 | 0,69 | -0,17 | 0,48 | 0,19 | 0,83 | -0,02 | -0,16 | -0,13 | -0,28 | 0,47 | -0,55 | -0,56 | -0,70 | 0,95 | 0,84 | 0,33 | | | |
| EBC | -0,63 | 0,49 | 0,11 | 0,40 | 0,22 | -0,39 | -0,17 | 0,07 | 0,29 | 0,05 | 0,03 | 0,35 | 0,02 | -0,50 | -0,59 | -0,38 | -0,53 | -0,38 | -0,19 | 0,44 | 0,66 | -0,02 | -0,06 | -0,09 | 0,58 | | | |
| ekstrakt [°Brix] | 0,02 | -0,02 | -0,50 | -0,06 | -0,19 | -0,59 | -0,54 | 0,66 | 0,21 | 0,39 | -0,10 | 0,23 | 0,23 | 0,19 | -0,39 | 0,59 | 0,08 | -0,66 | 0,80 | -0,38 | 0,10 | -0,62 | 0,33 | 0,32 | 0,41 | | | |
| gustoća [20°/20°] | 0,01 | -0,01 | -0,47 | -0,05 | -0,19 | -0,58 | -0,56 | 0,64 | 0,18 | 0,39 | -0,13 | 0,22 | 0,20 | 0,19 | -0,41 | 0,58 | 0,05 | -0,68 | 0,79 | -0,40 | 0,09 | -0,62 | 0,34 | 0,34 | 0,40 | | | |
| maltoza [g L ⁻¹] | -0,31 | -0,09 | 0,76 | -0,13 | -0,37 | 0,21 | -0,54 | -0,68 | -0,34 | -0,22 | -0,40 | -0,16 | -0,54 | 0,08 | -0,60 | -0,25 | -0,56 | -0,32 | -0,05 | -0,34 | 0,09 | -0,24 | 0,41 | 0,82 | 0,09 | | | |
| glukoza [g L ⁻¹] | -0,62 | -0,56 | 0,55 | -0,56 | -0,41 | -0,22 | 0,11 | -0,54 | -0,26 | -0,79 | -0,37 | -0,84 | -0,58 | -0,48 | -0,38 | 0,24 | -0,28 | -0,08 | -0,13 | -0,39 | 0,45 | 0,59 | -0,10 | 0,12 | -0,70 | | | |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,56 | -0,20 | -0,40 | -0,29 | -0,60 | 0,43 | 0,54 | -0,04 | 0,26 | -0,08 | 0,69 | 0,14 | 0,35 | 0,01 | 0,36 | 0,15 | 0,71 | 0,60 | 0,10 | 0,51 | -0,09 | -0,30 | -0,53 | -0,11 | 0,19 | | | |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,25 | -0,08 | -0,08 | -0,02 | 0,25 | -0,76 | -0,01 | 0,35 | -0,40 | -0,42 | -0,59 | -0,74 | -0,42 | -0,40 | -0,13 | 0,62 | -0,14 | -0,41 | -0,01 | -0,46 | 0,23 | 0,68 | -0,24 | -0,54 | -0,70 | | | |
| glicerol [g L ⁻¹] | -0,24 | -0,63 | 0,36 | -0,54 | -0,21 | 0,18 | -0,26 | -0,35 | -0,01 | 0,04 | -0,23 | -0,20 | -0,08 | 0,40 | -0,03 | 0,07 | -0,09 | -0,04 | 0,33 | -0,72 | -0,24 | -0,07 | 0,70 | 0,69 | -0,37 | | | |
| etanol [%] | 0,01 | -0,24 | 0,63 | -0,20 | -0,22 | 0,57 | -0,38 | -0,66 | -0,25 | 0,05 | -0,22 | -0,01 | -0,27 | 0,48 | -0,09 | -0,34 | -0,26 | 0,04 | 0,00 | -0,41 | -0,37 | -0,28 | 0,59 | 0,83 | -0,05 | | | |
| Alternariol [ng mL ⁻¹] | 0,09 | -0,09 | 0,78 | -0,03 | -0,02 | 0,65 | -0,10 | -0,81 | -0,55 | -0,27 | -0,31 | -0,30 | -0,52 | 0,25 | 0,10 | -0,46 | -0,30 | 0,26 | -0,48 | -0,22 | -0,38 | 0,20 | 0,20 | 0,38 | -0,37 | | | |
| Alternariolmetileter [ng mL ⁻¹] | 1,00 | 0,17 | -0,42 | 0,22 | 0,15 | 0,49 | 0,05 | 0,28 | -0,17 | 0,45 | 0,20 | 0,29 | 0,28 | 0,65 | 0,70 | 0,07 | 0,55 | 0,35 | 0,09 | 0,04 | -0,82 | -0,36 | -0,03 | -0,10 | 0,08 | | | |
| Alternariolmetileter-Glukozid [ng mL ⁻¹] | 0,41 | 0,16 | 0,49 | 0,21 | 0,14 | 0,50 | 0,17 | -0,52 | -0,75 | -0,43 | -0,31 | -0,47 | -0,58 | 0,03 | 0,32 | -0,25 | -0,10 | 0,35 | -0,69 | 0,03 | -0,39 | 0,47 | -0,35 | -0,24 | -0,51 | | | |
| Infektopenon [ng mL ⁻¹] | 0,40 | 0,21 | 0,18 | 0,09 | -0,48 | 0,49 | 0,13 | -0,43 | -0,22 | -0,26 | 0,25 | 0,05 | -0,20 | -0,09 | -0,07 | -0,22 | 0,10 | 0,29 | -0,31 | 0,52 | 0,00 | -0,26 | -0,48 | 0,10 | 0,32 | | | |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,17 | -0,17 | 0,36 | -0,22 | -0,50 | 0,83 | 0,07 | -0,68 | 0,17 | 0,06 | 0,43 | 0,35 | 0,11 | 0,29 | 0,05 | -0,52 | 0,09 | 0,47 | -0,09 | 0,28 | -0,18 | -0,47 | 0,16 | 0,64 | 0,36 | | | |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,53 | -0,29 | 0,31 | -0,28 | -0,16 | -0,06 | -0,53 | -0,20 | 0,25 | 0,26 | -0,16 | 0,21 | 0,05 | 0,26 | -0,46 | -0,13 | -0,37 | -0,39 | 0,42 | -0,48 | 0,10 | -0,39 | 0,81 | 0,83 | 0,21 | | | |
| Zindiol [ng mL ⁻¹] | -0,16 | -0,41 | 0,49 | -0,29 | 0,14 | 0,39 | 0,17 | -0,53 | -0,18 | -0,19 | -0,19 | -0,35 | -0,19 | 0,18 | 0,32 | -0,25 | -0,10 | 0,35 | -0,27 | -0,36 | -0,29 | 0,47 | 0,30 | 0,14 | -0,65 | | | |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,24 | -0,13 | 0,43 | -0,20 | -0,51 | 0,28 | -0,47 | -0,48 | 0,11 | 0,10 | 0,02 | 0,27 | -0,09 | 0,20 | -0,53 | -0,28 | -0,30 | -0,21 | 0,23 | -0,12 | 0,11 | -0,62 | 0,48 | 0,92 | 0,48 | | | |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,35 | 0,62 | -0,15 | 0,52 | 0,25 | -0,44 | -0,19 | 0,33 | 0,27 | 0,18 | 0,09 | 0,45 | 0,12 | -0,40 | -0,49 | -0,23 | -0,36 | -0,42 | -0,08 | 0,50 | 0,54 | -0,18 | -0,16 | -0,21 | 0,70 | | | |
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | -0,09 | 0,09 | -0,23 | 0,03 | 0,02 | 0,23 | 0,77 | -0,06 | 0,54 | -0,09 | 0,73 | 0,30 | 0,44 | -0,42 | 0,31 | -0,38 | 0,30 | 0,65 | -0,38 | 0,88 | 0,32 | 0,24 | -0,56 | -0,55 | 0,21 | | | |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | -0,34 | 0,63 | -0,14 | 0,53 | 0,25 | -0,44 | -0,20 | 0,32 | 0,25 | 0,17 | 0,07 | 0,44 | 0,10 | -0,40 | -0,50 | -0,23 | -0,37 | -0,43 | -0,09 | 0,50 | 0,54 | -0,18 | -0,17 | -0,20 | 0,70 | | | |
| Ergometrin [ng mL ⁻¹] | 0,09 | 0,55 | 0,41 | 0,54 | 0,36 | 0,21 | 0,31 | -0,37 | -0,55 | -0,49 | -0,18 | -0,30 | -0,52 | -0,44 | 0,10 | -0,46 | -0,30 | 0,26 | -0,94 | 0,53 | 0,08 | 0,63 | -0,67 | -0,63 | -0,21 | | | |

| ALE | Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | Etil heksanoat | Voćno | Cvjetno | Hmelj tijekom kuhanja | Ulje hmelja | Zrnato | Sladovina | Karamelizirano, pečeno | Karamelno | Kava | Dim | Med | Butiričan | Diacetil | Kuhano povrće | DMS (dimetil sulfid) | Kvasac | Ustajao, oksidirati | Pljesnivo | Kiselo, kiselo | Octena kiselina / ocat | Slatko | Gorko | Vodenasto |
|---|--|-----------------------|--------------|----------------|------------------------------|--------------------|---------------|------------------|-------------------------------|------------------|-------------|------------|------------|------------------|-----------------|----------------------|-----------------------------|---------------|----------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------|--------------|------------------|
| <i>Lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,49 | -0,36 | 0,37 | -0,35 | -0,22 | -0,45 | 0,18 | -0,29 | -0,43 | -0,87 | -0,48 | -0,97 | -0,66 | -0,63 | -0,32 | 0,41 | -0,24 | -0,16 | -0,24 | -0,32 | 0,47 | 0,80 | -0,38 | -0,28 | -0,81 |
| <i>N-Benzoil-Fenilalanin [ng mL⁻¹]</i> | -0,55 | -0,09 | 0,41 | -0,03 | 0,36 | 0,09 | 0,31 | -0,37 | 0,09 | -0,22 | -0,04 | -0,16 | -0,08 | -0,27 | 0,10 | -0,46 | -0,30 | 0,26 | -0,48 | 0,09 | 0,19 | 0,63 | 0,05 | -0,21 | -0,37 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | -0,42 | -0,31 | 0,30 | -0,33 | -0,31 | -0,47 | 0,22 | -0,25 | -0,43 | -0,91 | -0,42 | -0,96 | -0,66 | -0,70 | -0,35 | 0,47 | -0,18 | -0,15 | -0,23 | -0,21 | 0,53 | 0,74 | -0,52 | -0,34 | -0,73 |
| <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | -0,20 | 0,07 | -0,39 | 0,13 | 0,45 | -0,50 | -0,49 | 0,68 | 0,35 | 0,68 | -0,16 | 0,42 | 0,40 | 0,34 | -0,10 | 0,18 | -0,11 | -0,54 | 0,58 | -0,44 | -0,09 | -0,32 | 0,68 | 0,18 | 0,25 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita</i> | -0,26 | 0,05 | -0,38 | 0,11 | 0,43 | -0,57 | -0,47 | 0,68 | 0,34 | 0,61 | -0,18 | 0,35 | 0,37 | 0,27 | -0,14 | 0,23 | -0,12 | -0,57 | 0,58 | -0,45 | -0,02 | -0,27 | 0,64 | 0,14 | 0,22 |
| [ng mL ⁻¹] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| American Blodne Ale | Voćno | Cvjetno | Zrnato | Dim | Vodenasto |
|---|--------------|----------------|---------------|------------|------------------|
| <i>pH</i> | -0,42 | 0,76 | -0,58 | -0,79 | 0,99 |
| <i>EBC</i> | 0,22 | -0,88 | 0,74 | 0,64 | -1,00 |
| <i>ekstrakt [°Brix]</i> | 0,28 | 1,00 | -0,97 | -0,19 | 0,84 |
| <i>gustoća [20°/20°]</i> | 0,28 | 1,00 | -0,97 | -0,19 | 0,84 |
| <i>maltoza [g L⁻¹]</i> | -0,94 | -0,58 | 0,76 | -0,69 | -0,04 |
| <i>glukoza [g L⁻¹]</i> | 0,69 | -0,50 | 0,28 | 0,94 | -0,89 |
| <i>fruktoza [g L⁻¹]</i> | -0,91 | 0,14 | 0,10 | -1,00 | 0,66 |
| <i>mliječna kiselina [g L⁻¹]</i> | 0,14 | 0,99 | -0,93 | -0,32 | 0,91 |
| <i>glicerol [g L⁻¹]</i> | 0,53 | 0,96 | -1,00 | 0,08 | 0,66 |
| <i>etanol [%]</i> | -0,62 | -0,93 | 0,99 | -0,19 | -0,57 |
| <i>Infektopiron [ng mL⁻¹]</i> | -0,10 | 0,93 | -0,81 | -0,54 | 0,98 |
| <i>Tenuazonična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,80 | -0,79 | 0,92 | -0,45 | -0,34 |
| <i>suma Alternaria [ng mL⁻¹]</i> | -0,92 | 0,13 | 0,12 | -1,00 | 0,65 |
| <i>Kojična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 | -0,23 | 0,46 | -0,91 | 0,34 |
| <i>suma Aspergillus [ng mL⁻¹]</i> | -0,99 | -0,13 | 0,36 | -0,95 | 0,43 |
| <i>15-Hidroksikulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 0,44 | 0,98 | -1,00 | -0,02 | 0,73 |
| <i>Beauvericin [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 | -0,32 | 0,54 | -0,87 | 0,25 |
| <i>Krisogin [ng mL⁻¹]</i> | 0,22 | 1,00 | -0,95 | -0,25 | 0,87 |
| <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | -0,88 | 0,22 | 0,03 | -1,00 | 0,71 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 0,31 | -0,83 | 0,67 | 0,71 | -1,00 |
| <i>Fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | -0,06 | 0,94 | -0,83 | -0,51 | 0,97 |
| <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 0,37 | 1,00 | -0,99 | -0,09 | 0,78 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | -0,74 | 0,44 | -0,21 | -0,97 | 0,86 |
| <i>Kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | -0,35 | -1,00 | 0,99 | 0,11 | -0,80 |
| <i>Felutanin A [ng mL⁻¹]</i> | -0,63 | -0,92 | 0,99 | -0,21 | -0,56 |
| <i>Kuinolaktakin B [ng mL⁻¹]</i> | -0,41 | 0,76 | -0,58 | -0,78 | 0,99 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,94 | -0,59 | 0,77 | -0,68 | -0,06 |
| <i>Abcisinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,53 | 0,67 | -0,47 | -0,86 | 0,97 |
| <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | -0,76 | -0,84 | 0,94 | -0,38 | -0,41 |
| <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | 0,71 | -0,48 | 0,26 | 0,95 | -0,88 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,66 | -0,90 | 0,98 | -0,25 | -0,52 |

| <i>American Blodne Ale</i> | | | | | |
|--|-------|---------|--------|-------|-----------|
| | Voćno | Cvjetno | Zrnato | Dim | Vodenasto |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | 0,23 | -0,87 | 0,73 | 0,65 | -1,00 |
| ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,93 | -0,60 | 0,78 | -0,67 | -0,07 |
| ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | -0,97 | -0,48 | 0,68 | -0,77 | 0,07 |
| ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | -0,81 | 0,35 | -0,11 | -0,99 | 0,80 |
| ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | -0,89 | -0,69 | 0,84 | -0,58 | -0,18 |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,70 | -0,49 | 0,27 | 0,95 | -0,89 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | -0,86 | -0,73 | 0,87 | -0,54 | -0,24 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | 0,89 | 0,68 | -0,84 | 0,59 | 0,17 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,88 | 0,70 | -0,85 | 0,57 | 0,20 |

| <i>Blonde Ale</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-------------|-----------------------|--------|----------|-------|-------|-----------|----------|-------------------|---------------------|---------------|-----------|--------|--------|-------|-----------|--|
| | Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | Voćno | Ulje hmelja | Svježe pokošena trava | Zrnato | Karamela | Dim | Med | Butiričan | Diacetil | Sulfitni/sulfitni | Djelovanjem svjetla | Papreno/ljuto | Pljesnivo | Kiselo | Slatko | Gorko | Vodenasto | |
| pH | -0,94 | 0,47 | -0,66 | 0,26 | -0,33 | 0,23 | -0,94 | 0,78 | -0,11 | -0,28 | 0,76 | -0,50 | 0,98 | -0,49 | 0,05 | 0,75 | -0,41 | 1,00 | |
| SRM | 0,52 | 0,48 | 0,27 | 0,60 | 0,09 | -0,04 | 0,52 | -0,92 | -0,51 | -0,66 | -0,61 | 1,00 | -0,50 | 1,00 | -0,56 | -0,93 | 0,49 | -0,52 | |
| EBC | 0,52 | 0,48 | 0,27 | 0,60 | 0,09 | -0,04 | 0,52 | -0,92 | -0,51 | -0,66 | -0,61 | 1,00 | -0,50 | 1,00 | -0,56 | -0,93 | 0,49 | -0,52 | |
| ekstrakt [°Brix] | 0,93 | -0,13 | 0,98 | -0,44 | -0,37 | 0,47 | 0,93 | -0,52 | -0,45 | 0,27 | -0,98 | 0,37 | -0,62 | 0,48 | -0,59 | -0,47 | 0,89 | -0,80 | |
| gustoća [20°/20°] | 0,96 | -0,19 | 0,96 | -0,42 | -0,27 | 0,37 | 0,96 | -0,58 | -0,37 | 0,28 | -0,98 | 0,41 | -0,70 | 0,50 | -0,52 | -0,54 | 0,85 | -0,86 | |
| maltoza [g L ⁻¹] | 0,13 | 0,17 | -0,34 | 0,74 | 0,72 | -0,71 | 0,13 | -0,77 | 0,16 | -0,61 | -0,02 | 0,77 | -0,47 | 0,65 | 0,14 | -0,80 | -0,25 | -0,31 | |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,49 | 0,61 | 0,65 | 0,15 | -0,66 | 0,71 | 0,49 | -0,46 | -0,94 | -0,39 | -0,78 | 0,61 | -0,10 | 0,74 | -0,98 | -0,44 | 0,93 | -0,31 | |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | -0,57 | 0,16 | -0,90 | 0,74 | 0,72 | -0,78 | -0,57 | -0,09 | 0,44 | -0,53 | 0,70 | 0,18 | 0,14 | 0,03 | 0,53 | -0,14 | -0,80 | 0,37 | |
| glicerol [g L ⁻¹] | -0,62 | 0,93 | -0,54 | 0,82 | -0,26 | 0,19 | -0,62 | 0,08 | -0,54 | -0,89 | 0,35 | 0,30 | 0,67 | 0,31 | -0,41 | 0,03 | -0,07 | 0,67 | |
| etanol [%] | 0,19 | 0,59 | -0,11 | 0,84 | 0,26 | -0,24 | 0,19 | -0,81 | -0,38 | -0,85 | -0,27 | 0,95 | -0,30 | 0,91 | -0,38 | -0,84 | 0,18 | -0,25 | |
| Infektopen [ng mL ⁻¹] | 0,29 | -0,97 | 0,05 | -0,54 | 0,67 | -0,64 | 0,29 | -0,03 | 0,89 | 0,73 | 0,08 | -0,34 | -0,59 | -0,43 | 0,80 | -0,01 | -0,43 | -0,45 | |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 0,34 | -1,00 | 0,20 | -0,73 | 0,47 | -0,44 | 0,34 | 0,10 | 0,80 | 0,88 | 0,00 | -0,47 | -0,52 | -0,52 | 0,71 | 0,13 | -0,29 | -0,44 | |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,83 | 0,53 | -0,93 | 0,81 | 0,29 | -0,38 | -0,83 | 0,18 | 0,08 | -0,70 | 0,77 | 0,08 | 0,58 | -0,02 | 0,22 | 0,13 | -0,65 | 0,73 | |
| Zindiol [ng mL ⁻¹] | 0,34 | 0,32 | 0,74 | -0,37 | -0,94 | 0,97 | 0,34 | 0,10 | -0,79 | 0,11 | -0,62 | -0,01 | 0,17 | 0,17 | -0,83 | 0,13 | 0,88 | -0,09 | |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,65 | -0,12 | -0,92 | 0,46 | 0,76 | -0,83 | -0,65 | 0,17 | 0,69 | -0,21 | 0,84 | -0,16 | 0,19 | -0,32 | 0,78 | 0,13 | -0,96 | 0,44 | |
| Deoksitriptokuivalin A [ng mL ⁻¹] | -0,58 | 0,58 | -0,12 | 0,00 | -0,82 | 0,75 | -0,58 | 0,70 | -0,55 | -0,17 | 0,27 | -0,41 | 0,90 | -0,30 | -0,44 | 0,69 | 0,17 | 0,76 | |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,14 | -0,92 | -0,14 | -0,41 | 0,77 | -0,75 | 0,14 | 0,01 | 0,95 | 0,63 | 0,24 | -0,34 | -0,50 | -0,46 | 0,89 | 0,02 | -0,59 | -0,33 | |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | 0,16 | -0,91 | -0,14 | -0,39 | 0,79 | -0,77 | 0,16 | -0,03 | 0,95 | 0,61 | 0,22 | -0,31 | -0,53 | -0,42 | 0,88 | -0,02 | -0,58 | -0,35 | |
| Ergometrin [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,32 | -0,41 | 0,47 | 0,58 | -0,70 | -0,83 | -0,51 | -0,80 | 0,82 | -0,30 | 0,90 | -0,89 | -0,69 | 0,85 | -0,46 | |
| Ergometrinin [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,32 | -0,41 | 0,47 | 0,58 | -0,70 | -0,83 | -0,51 | -0,80 | 0,82 | -0,30 | 0,90 | -0,89 | -0,69 | 0,85 | -0,46 | |
| suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | 0,58 | 0,58 | 0,58 | 0,32 | -0,41 | 0,47 | 0,58 | -0,70 | -0,83 | -0,51 | -0,80 | 0,82 | -0,30 | 0,90 | -0,89 | -0,69 | 0,85 | -0,46 | |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | -1,00 | 0,31 | -0,87 | 0,36 | 0,01 | -0,12 | -1,00 | 0,71 | 0,18 | -0,28 | 0,93 | -0,48 | 0,86 | -0,53 | 0,34 | 0,67 | -0,70 | 0,96 | |
| Beauvericin [ng mL ⁻¹] | 0,60 | -0,90 | 0,31 | -0,51 | 0,62 | -0,56 | 0,60 | -0,33 | 0,69 | 0,66 | -0,26 | -0,05 | -0,83 | -0,12 | 0,56 | -0,30 | -0,14 | -0,74 | |
| Krisogin [ng mL ⁻¹] | -0,33 | -0,35 | -0,73 | 0,35 | 0,94 | -0,97 | -0,33 | -0,09 | 0,81 | -0,08 | 0,62 | -0,01 | -0,18 | -0,19 | 0,84 | -0,12 | -0,88 | 0,08 | |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,56 | -0,20 | -0,88 | 0,42 | 0,83 | -0,88 | -0,56 | 0,10 | 0,74 | -0,17 | 0,79 | -0,12 | 0,08 | -0,29 | 0,82 | 0,06 | -0,95 | 0,34 | |
| DON-3-Glukozid [ng mL ⁻¹] | -0,58 | 0,63 | -0,13 | 0,06 | -0,81 | 0,75 | -0,58 | 0,65 | -0,59 | -0,23 | 0,25 | -0,35 | 0,90 | -0,24 | -0,48 | 0,64 | 0,18 | 0,76 | |
| Eniatin B [ng mL ⁻¹] | 0,38 | 0,24 | -0,05 | 0,68 | 0,54 | -0,50 | 0,38 | -0,92 | -0,08 | -0,61 | -0,32 | 0,92 | -0,59 | 0,84 | -0,12 | -0,94 | 0,07 | -0,50 | |
| Fumonizin B1 [ng mL ⁻¹] | 0,66 | -0,31 | 0,93 | -0,80 | -0,60 | 0,66 | 0,66 | 0,03 | -0,31 | 0,63 | -0,72 | -0,19 | -0,28 | -0,05 | -0,42 | 0,09 | 0,75 | -0,49 | |
| Fumonizin B2 [ng mL ⁻¹] | 0,94 | -0,63 | 0,77 | -0,54 | 0,19 | -0,10 | 0,94 | -0,56 | 0,17 | 0,54 | -0,76 | 0,24 | -0,91 | 0,26 | 0,00 | -0,52 | 0,44 | -0,96 | |

| Blonde Ale | Aromatično, esterno, voćno, cvjetno | Voćno | Ulje hmelja | Svježe pokošena trava | Zrnato | Karamela | Dim | Med | Butiričan | Diacetil | Sulfitni/sulfidni | Djelovanjem svjetla | Papreno/ljuto | Pljesnivo | Kiselost | Slatko | Gorko | Vodenasto |
|---|--|--------------|--------------------|----------------------------------|---------------|-----------------|--------------|------------|------------------|-----------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|-----------------|---------------|--------------|------------------|
| | <i>Fungerin [ng mL⁻¹]</i> | 0,33 | 0,33 | 0,74 | -0,37 | -0,94 | 0,97 | 0,33 | 0,10 | -0,80 | 0,10 | -0,62 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | -0,83 | 0,14 | 0,88 |
| <i>Fuzarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,58 | -0,58 | -0,58 | -0,31 | 0,42 | -0,48 | -0,58 | 0,69 | 0,84 | 0,50 | 0,80 | -0,81 | 0,30 | -0,90 | 0,89 | 0,68 | -0,85 | 0,46 |
| <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 0,48 | -0,87 | 0,13 | -0,35 | 0,77 | -0,71 | 0,48 | -0,35 | 0,78 | 0,54 | -0,12 | -0,01 | -0,80 | -0,11 | 0,67 | -0,34 | -0,30 | -0,66 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | 0,07 | -0,16 | -0,44 | 0,54 | 0,93 | -0,92 | 0,07 | -0,60 | 0,51 | -0,33 | 0,17 | 0,50 | -0,52 | 0,35 | 0,49 | -0,63 | -0,51 | -0,30 |
| <i>Bilaid A [ng mL⁻¹]</i> | 0,33 | 0,33 | 0,73 | -0,37 | -0,94 | 0,97 | 0,33 | 0,10 | -0,80 | 0,10 | -0,62 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | -0,83 | 0,13 | 0,88 | -0,09 |
| <i>Kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | -0,50 | -0,62 | -0,62 | -0,20 | 0,62 | -0,67 | -0,50 | 0,50 | 0,93 | 0,44 | 0,78 | -0,66 | 0,13 | -0,78 | 0,97 | 0,49 | -0,91 | 0,33 |
| <i>Felutinin A [ng mL⁻¹]</i> | -0,90 | 0,17 | -1,00 | 0,52 | 0,43 | -0,53 | -0,90 | 0,42 | 0,43 | -0,35 | 0,95 | -0,27 | 0,57 | -0,39 | 0,57 | 0,37 | -0,89 | 0,76 |
| <i>Kuinolaktakin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,33 | 0,33 | 0,73 | -0,37 | -0,94 | 0,97 | 0,33 | 0,10 | -0,80 | 0,10 | -0,62 | 0,00 | 0,17 | 0,17 | -0,83 | 0,13 | 0,88 | -0,09 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,86 | -0,16 | -0,88 | 0,14 | 0,40 | -0,49 | -0,86 | 0,66 | 0,64 | 0,05 | 0,99 | -0,61 | 0,55 | -0,72 | 0,76 | 0,62 | -0,94 | 0,73 |
| <i>Abscisinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,15 | -0,74 | 0,38 | -0,97 | -0,21 | 0,22 | 0,15 | 0,57 | 0,38 | 0,97 | -0,02 | -0,80 | -0,02 | -0,75 | 0,32 | 0,61 | 0,01 | -0,09 |
| <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | -0,56 | 0,69 | -0,75 | 0,97 | 0,28 | -0,34 | -0,56 | -0,18 | -0,15 | -0,91 | 0,47 | 0,45 | 0,35 | 0,37 | -0,03 | -0,24 | -0,39 | 0,48 |
| <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | -0,97 | 0,44 | -0,94 | 0,59 | 0,14 | -0,23 | -0,97 | 0,49 | 0,13 | -0,50 | 0,90 | -0,24 | 0,77 | -0,31 | 0,29 | 0,44 | -0,70 | 0,90 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,57 | 0,69 | -0,75 | 0,97 | 0,28 | -0,34 | -0,57 | -0,17 | -0,14 | -0,91 | 0,47 | 0,45 | 0,36 | 0,36 | -0,03 | -0,23 | -0,40 | 0,48 |
| <i>3-Nitropropionična kiselina</i> | 0,57 | -0,58 | 0,11 | 0,00 | 0,82 | -0,76 | 0,57 | -0,69 | 0,56 | 0,17 | -0,26 | 0,41 | -0,90 | 0,30 | 0,45 | -0,69 | -0,18 | -0,76 |
| <i>[ng mL⁻¹]</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | -0,12 | 0,57 | 0,35 | -0,14 | -0,99 | 0,97 | -0,12 | 0,39 | -0,81 | -0,11 | -0,23 | -0,16 | 0,59 | 0,00 | -0,77 | 0,40 | 0,62 | 0,36 |
| <i>Citreorsein [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 | 0,33 | -0,87 | 0,36 | 0,00 | -0,10 | -1,00 | 0,70 | 0,16 | -0,29 | 0,93 | -0,47 | 0,87 | -0,52 | 0,32 | 0,66 | -0,68 | 0,97 |
| <i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,64 | 0,79 | -0,72 | 0,94 | 0,10 | -0,16 | -0,64 | -0,06 | -0,27 | -0,92 | 0,48 | 0,38 | 0,51 | 0,32 | -0,14 | -0,11 | -0,32 | 0,59 |
| <i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,77 | 0,84 | -0,68 | 0,77 | -0,19 | 0,11 | -0,77 | 0,24 | -0,38 | -0,81 | 0,54 | 0,13 | 0,77 | 0,11 | -0,23 | 0,19 | -0,25 | 0,80 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | 0,89 | 0,12 | 0,82 | -0,05 | -0,23 | 0,32 | 0,89 | -0,78 | -0,55 | -0,10 | -0,98 | 0,71 | -0,66 | 0,79 | -0,68 | -0,75 | 0,86 | -0,81 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | 0,77 | 0,34 | 0,76 | 0,08 | -0,39 | 0,46 | 0,77 | -0,72 | -0,73 | -0,26 | -0,93 | 0,74 | -0,48 | 0,84 | -0,83 | -0,69 | 0,91 | -0,65 |
| <i>Lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -1,00 | 0,34 | -0,87 | 0,37 | 0,00 | -0,10 | -1,00 | 0,70 | 0,15 | -0,30 | 0,92 | -0,47 | 0,87 | -0,52 | 0,32 | 0,66 | -0,68 | 0,97 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 0,72 | -0,89 | 0,54 | -0,69 | 0,38 | -0,30 | 0,72 | -0,28 | 0,53 | 0,77 | -0,43 | -0,10 | -0,81 | -0,12 | 0,38 | -0,24 | 0,09 | -0,79 |
| <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | 0,30 | -0,18 | -0,21 | 0,47 | 0,86 | -0,83 | 0,30 | -0,77 | 0,40 | -0,30 | -0,08 | 0,64 | -0,69 | 0,50 | 0,35 | -0,79 | -0,29 | -0,51 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,42 | -0,12 | -0,08 | 0,47 | 0,77 | -0,73 | 0,42 | -0,86 | 0,27 | -0,33 | -0,23 | 0,74 | -0,75 | 0,62 | 0,20 | -0,88 | -0,13 | -0,60 |

| IPA | Aromatično, esterno, vćno, cvjetno | Ljuto | Izoamil acetat | Etil heksanoat | Voćno | Cvjetno | Ulje hmeja | Svježe pokošena trava | Zrnato | Sladovina | Karamela | Kava | Med | Klorofenol | Butirićan | Diacetil | Djelovanjem svjetla | Kuhano povrće | Kiselost | Slatko | Gorko | Alkalno | Metaino |
|---|--|-------|----------------|----------------|-------|---------|------------|-----------------------|--------|-----------|----------|-------|-------|------------|-----------|----------|---------------------|---------------|----------|--------|-------|---------|---------|
| | <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | 0,09 | 0,09 | 0,40 | 0,45 | 0,20 | -0,03 | 0,05 | 0,84 | -0,18 | -0,23 | 0,45 | 0,22 | 0,20 | 0,36 | -0,34 | 0,38 | 0,45 | 0,15 | -0,34 | 0,13 | 0,12 | -0,07 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | -0,10 | -0,20 | 0,40 | 0,43 | -0,06 | -0,22 | -0,15 | 0,79 | -0,30 | -0,29 | 0,27 | -0,07 | 0,23 | 0,27 | -0,26 | 0,32 | 0,37 | 0,16 | -0,14 | -0,22 | -0,01 | -0,21 | -0,26 |
| <i>Lobarićna kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,75 | 0,05 | -0,14 | -0,15 | -0,77 | -0,79 | -0,77 | 0,49 | -0,40 | 0,24 | -0,12 | -0,16 | -0,38 | 0,49 | 0,18 | 0,43 | 0,51 | 0,44 | 0,51 | -0,52 | -0,71 | -0,01 | -0,25 |
| <i>N-Benzoi-Fenilalanin [ng mL⁻¹]</i> | -0,47 | -0,03 | -0,75 | -0,77 | -0,42 | -0,13 | -0,38 | -0,42 | 0,43 | -0,28 | -0,15 | -0,66 | 0,00 | -0,05 | -0,17 | -0,20 | 0,21 | 0,11 | 0,80 | -0,67 | -0,54 | -0,47 | -0,71 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 0,94 | -0,14 | 0,72 | 0,71 | 0,87 | 0,76 | 0,86 | -0,04 | -0,04 | -0,12 | 0,00 | 0,39 | 0,58 | -0,52 | -0,37 | -0,44 | -0,47 | -0,52 | -0,96 | 0,74 | 0,89 | -0,09 | 0,48 |
| <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | 0,21 | -0,48 | 0,02 | -0,02 | 0,17 | 0,19 | -0,08 | -0,54 | -0,07 | -0,38 | 0,04 | -0,28 | 0,31 | -0,30 | -0,46 | -0,44 | -0,36 | 0,16 | 0,08 | -0,53 | 0,15 | -0,45 | -0,45 |
| <i>suma nespecifićnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 0,23 | -0,49 | 0,08 | 0,04 | 0,20 | 0,20 | -0,07 | -0,44 | -0,09 | -0,43 | 0,10 | -0,28 | 0,36 | -0,27 | -0,53 | -0,41 | -0,31 | 0,18 | 0,04 | -0,53 | 0,17 | -0,48 | -0,50 |

| Porter / Stout | Voćno | Karamelizirano, pečeno | Karamela | Crna ćokolada | Kava | Dim | Pjjesnivo | Kiselost | Gorko | Alkalno |
|---|-------|------------------------|----------|---------------|-------|-------|-----------|----------|-------|---------|
| | pH | 0,85 | 0,29 | 0,59 | 0,65 | 0,50 | 0,73 | -0,96 | -0,78 | -0,94 |
| EBC | 0,83 | 0,02 | 0,56 | 0,34 | 0,37 | 0,67 | -0,87 | -0,79 | -1,00 | -0,84 |
| ekstrakt [°Brix] | 0,91 | -0,17 | 0,35 | 0,29 | 0,52 | 0,49 | -0,88 | -0,63 | -0,98 | -0,70 |
| gustoća [20°/20°] | 0,87 | -0,03 | 0,49 | 0,35 | 0,44 | 0,62 | -0,89 | -0,74 | -1,00 | -0,80 |
| maltoza [g L ⁻¹] | 0,91 | -0,21 | 0,32 | 0,26 | 0,52 | 0,46 | -0,87 | -0,61 | -0,98 | -0,68 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,82 | 0,07 | 0,59 | 0,37 | 0,36 | 0,70 | -0,88 | -0,81 | -1,00 | -0,86 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,84 | -0,02 | 0,53 | 0,32 | 0,39 | 0,65 | -0,87 | -0,77 | -1,00 | -0,82 |
| Mlijeećna kiselina [g L ⁻¹] | 0,07 | -0,82 | -0,97 | -0,37 | 0,43 | -0,94 | 0,25 | 0,86 | 0,33 | 0,82 |
| glicerol [g L ⁻¹] | 0,83 | 0,39 | 0,56 | 0,77 | 0,55 | 0,71 | -0,97 | -0,73 | -0,87 | -0,83 |
| etanol [%] | 0,81 | -0,31 | 0,34 | 0,06 | 0,36 | 0,44 | -0,74 | -0,61 | -0,94 | -0,65 |
| Infektopiron [ng mL ⁻¹] | -0,50 | -0,22 | 0,31 | -0,81 | -0,85 | 0,17 | 0,52 | -0,24 | 0,09 | -0,09 |
| Tenuazonića kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,60 | -0,84 | -0,68 | -0,16 | 0,70 | -0,56 | -0,29 | 0,41 | -0,28 | 0,33 |
| suma Alternaria [ng mL ⁻¹] | -0,06 | -0,71 | -0,03 | -0,85 | -0,39 | -0,10 | 0,25 | -0,08 | -0,18 | 0,01 |
| Kojića kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,67 | -0,84 | -0,41 | -0,26 | 0,55 | -0,31 | -0,38 | 0,11 | -0,51 | 0,06 |
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | 0,91 | 0,08 | 0,00 | 0,78 | 0,93 | 0,19 | -0,91 | -0,22 | -0,66 | -0,36 |
| suma Aspergillus [ng mL ⁻¹] | 0,68 | -0,83 | -0,42 | -0,24 | 0,57 | -0,31 | -0,40 | 0,11 | -0,51 | 0,06 |
| suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | -0,20 | 0,81 | 0,14 | 0,73 | 0,11 | 0,15 | -0,03 | 0,05 | 0,34 | 0,00 |
| 15-Hidroksikulmorin [ng mL ⁻¹] | 0,82 | -0,14 | 0,47 | 0,19 | 0,35 | 0,58 | -0,81 | -0,72 | -0,98 | -0,77 |
| Beauvericin [ng mL ⁻¹] | 0,60 | -0,83 | -0,25 | -0,38 | 0,36 | -0,18 | -0,34 | -0,04 | -0,56 | -0,06 |
| Kulmorin [ng mL ⁻¹] | -0,11 | 0,84 | 0,20 | 0,79 | 0,16 | 0,23 | -0,14 | -0,03 | 0,23 | -0,09 |
| Eniatiin B [ng mL ⁻¹] | 0,87 | -0,14 | 0,43 | 0,25 | 0,43 | 0,55 | -0,85 | -0,69 | -0,99 | -0,75 |
| Eniatiin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,20 | 0,82 | 0,14 | 0,73 | 0,11 | 0,15 | -0,04 | 0,05 | 0,33 | 0,00 |
| Fumoniziiin B1 [ng mL ⁻¹] | -0,72 | 0,00 | 0,34 | -0,73 | -0,97 | 0,17 | 0,66 | -0,17 | 0,31 | -0,02 |
| Fumoniziiin B2 [ng mL ⁻¹] | 0,07 | -0,81 | -0,97 | -0,36 | 0,43 | -0,94 | 0,25 | 0,86 | 0,33 | 0,82 |
| Moniliformin [ng mL ⁻¹] | -0,18 | 0,82 | 0,15 | 0,74 | 0,12 | 0,17 | -0,06 | 0,03 | 0,31 | -0,02 |

| <i>Porter / Stout</i> | Voćno | Karamelizirano, pečeno | Karamela | Crna čokolada | Kava | Dim | Pijesnivo | Kiselo, | Gorko | Alkalno |
|--|-------|------------------------|----------|---------------|-------|-------|-----------|---------|-------|---------|
| suma <i>Fusarium</i> [ng mL ⁻¹] | 0,84 | -0,11 | 0,47 | 0,23 | 0,37 | 0,59 | -0,83 | -0,73 | -0,99 | -0,78 |
| Citrinin [ng mL ⁻¹] | -0,19 | 0,74 | 0,01 | 0,71 | 0,18 | 0,03 | -0,01 | 0,16 | 0,38 | 0,11 |
| Felutinin A [ng mL ⁻¹] | 0,90 | 0,02 | 0,48 | 0,43 | 0,50 | 0,61 | -0,93 | -0,73 | -1,00 | -0,80 |
| Mikoenolična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,20 | 0,82 | 0,14 | 0,73 | 0,11 | 0,16 | -0,04 | 0,04 | 0,33 | -0,01 |
| Kuinolaktakin B [ng mL ⁻¹] | 0,61 | 0,02 | 0,69 | 0,10 | 0,05 | 0,75 | -0,68 | -0,88 | -0,92 | -0,88 |
| suma <i>Penicillium</i> [ng mL ⁻¹] | 0,98 | 0,00 | 0,08 | 0,68 | 0,88 | 0,27 | -0,96 | -0,34 | -0,79 | -0,47 |
| Abscisinska kiselina [ng mL ⁻¹] | 0,90 | -0,14 | 0,39 | 0,30 | 0,49 | 0,52 | -0,88 | -0,67 | -0,99 | -0,73 |
| Epiheterodendrin [ng mL ⁻¹] | -0,91 | 0,23 | -0,30 | -0,24 | -0,52 | -0,44 | 0,85 | 0,59 | 0,97 | 0,66 |
| Lotaustralin [ng mL ⁻¹] | 0,23 | -0,86 | -0,93 | -0,32 | 0,53 | -0,87 | 0,10 | 0,76 | 0,17 | 0,70 |
| suma biljnih metabolita [ng mL ⁻¹] | -0,90 | 0,19 | -0,36 | -0,25 | -0,49 | -0,49 | 0,86 | 0,64 | 0,98 | 0,70 |
| Brevianamid F [ng mL ⁻¹] | 0,57 | -0,03 | 0,67 | 0,01 | 0,00 | 0,72 | -0,61 | -0,85 | -0,89 | -0,84 |
| ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,78 | -0,05 | 0,56 | 0,22 | 0,29 | 0,66 | -0,81 | -0,79 | -0,98 | -0,83 |
| ciklo (L-Leu-L-Pro) [ng mL ⁻¹] | 0,44 | 0,39 | 0,90 | 0,28 | -0,10 | 0,94 | -0,63 | -0,99 | -0,82 | -0,98 |
| ciklo (L-Pro-L-Tyr) [ng mL ⁻¹] | 0,63 | 0,25 | 0,79 | 0,32 | 0,10 | 0,86 | -0,76 | -0,94 | -0,93 | -0,96 |
| ciklo (L-Pro-L-Val) [ng mL ⁻¹] | 0,65 | 0,20 | 0,76 | 0,30 | 0,12 | 0,84 | -0,77 | -0,93 | -0,94 | -0,95 |
| Lobarična kiselina [ng mL ⁻¹] | -0,88 | -0,33 | -0,40 | -0,82 | -0,70 | -0,56 | 0,98 | 0,58 | 0,82 | 0,70 |
| Rugulusovin [ng mL ⁻¹] | 0,42 | 0,36 | 0,90 | 0,24 | -0,13 | 0,94 | -0,60 | -0,99 | -0,81 | -0,98 |
| Triptofol [ng mL ⁻¹] | -0,29 | -0,08 | -0,78 | 0,13 | 0,31 | -0,78 | 0,38 | 0,88 | 0,72 | 0,83 |
| suma nespecifičnih metabolita [ng mL ⁻¹] | 0,03 | 0,07 | -0,65 | 0,47 | 0,59 | -0,58 | 0,02 | 0,68 | 0,44 | 0,58 |

| <i>Industrijsko pivo</i> | Alkoholno | Voćno | Cvijetno | Ulje hmelja | Karamelizirano, pečeno | Karamela | Kava | Dim | Med | Butirično | Kiselo | Gorko | premalo gazirano |
|--|-----------|-------|----------|-------------|------------------------|----------|-------|-------|-------|-----------|--------|-------|------------------|
| pH | 0,81 | 0,87 | 0,90 | 0,80 | 0,49 | 0,34 | 0,19 | 0,51 | 0,49 | 0,23 | 0,36 | 0,76 | 0,37 |
| EBC | -0,63 | -0,52 | -0,61 | -0,79 | 0,20 | 0,28 | 0,50 | 0,18 | -0,03 | 0,49 | 0,48 | -0,12 | 0,33 |
| ekstrakt [°Brix] | -0,17 | -0,14 | -0,27 | 0,20 | -0,22 | -0,41 | 0,01 | 0,14 | 0,26 | -0,67 | -0,39 | -0,10 | -0,24 |
| gustoća [20°/20°] | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,56 | 0,73 | 0,67 | 0,35 | 0,61 | 0,48 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,32 |
| maltoza [g L ⁻¹] | 0,65 | 0,14 | 0,25 | 0,02 | 0,80 | 0,71 | 0,72 | 0,83 | 0,45 | 0,38 | 0,56 | 0,25 | -0,32 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 0,90 | 0,85 | 0,92 | 0,55 | 0,74 | 0,70 | 0,30 | 0,63 | 0,55 | 0,49 | 0,62 | 0,57 | 0,23 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 0,90 | 0,86 | 0,95 | 0,60 | 0,71 | 0,67 | 0,24 | 0,59 | 0,57 | 0,44 | 0,56 | 0,56 | 0,22 |
| mliječna kiselina [g L ⁻¹] | 0,81 | 0,73 | 0,82 | 0,47 | 0,84 | 0,75 | 0,53 | 0,75 | 0,56 | 0,64 | 0,75 | 0,74 | 0,39 |
| Glicerol [g L ⁻¹] | 0,93 | 0,83 | 0,92 | 0,56 | 0,66 | 0,61 | 0,26 | 0,54 | 0,37 | 0,50 | 0,55 | 0,62 | 0,19 |
| etanol [%] | 0,04 | -0,08 | -0,05 | 0,09 | 0,24 | 0,02 | 0,64 | 0,37 | -0,05 | 0,36 | 0,32 | 0,78 | 0,47 |
| <i>Alternariol</i> [ng mL ⁻¹] | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,56 | 0,73 | 0,67 | 0,35 | 0,61 | 0,48 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,32 |
| <i>Infektipiron</i> [ng mL ⁻¹] | -0,16 | -0,50 | -0,50 | -0,22 | -0,01 | -0,09 | 0,17 | 0,21 | 0,22 | -0,50 | -0,27 | -0,45 | -0,66 |
| <i>Tentoksin</i> [ng mL ⁻¹] | 0,12 | -0,22 | -0,16 | 0,18 | 0,02 | -0,10 | 0,02 | 0,24 | 0,40 | -0,64 | -0,37 | -0,32 | -0,65 |
| <i>Tenuazonska kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,23 | -0,04 | -0,08 | 0,31 | -0,84 | -0,87 | -0,69 | -0,79 | -0,61 | -0,56 | -0,77 | -0,04 | -0,01 |
| suma <i>Alternaria</i> [ng mL ⁻¹] | -0,40 | -0,53 | -0,57 | 0,00 | -0,72 | -0,81 | -0,42 | -0,47 | -0,33 | -0,91 | -0,89 | -0,48 | -0,61 |
| <i>Kojična kiselina</i> [ng mL ⁻¹] | -0,18 | -0,71 | -0,63 | -0,25 | -0,35 | -0,43 | 0,03 | -0,17 | -0,39 | -0,52 | -0,56 | -0,38 | -0,80 |
| suma <i>Aspergillus</i> [ng mL ⁻¹] | -0,18 | -0,71 | -0,63 | -0,25 | -0,35 | -0,43 | 0,03 | -0,17 | -0,39 | -0,52 | -0,56 | -0,38 | -0,80 |
| <i>Ergometrin</i> [ng mL ⁻¹] | -0,21 | -0,45 | -0,32 | -0,53 | -0,23 | -0,02 | -0,18 | -0,49 | -0,66 | 0,25 | -0,10 | -0,37 | -0,28 |

| <i>Industrijsko pivo</i> | <i>Alkoholno</i> | <i>Voćno</i> | <i>Cvjetno</i> | <i>Ulje hmelja</i> | <i>Karameliziran o, pečeno</i> | <i>Karamela</i> | <i>Kava</i> | <i>Dim</i> | <i>Med</i> | <i>Butirično</i> | <i>Kiselo</i> | <i>Gorko</i> | <i>premalo gazirano</i> |
|---|------------------|--------------|----------------|--------------------|------------------------------------|-----------------|-------------|--------------|--------------|------------------|---------------|--------------|-----------------------------|
| <i>Ergometrinin [ng mL⁻¹]</i> | -0,20 | -0,44 | -0,32 | -0,53 | -0,22 | -0,02 | -0,19 | -0,49 | -0,66 | 0,25 | -0,10 | -0,37 | -0,28 |
| <i>suma ergot alkaloida [ng mL⁻¹]</i> | -0,21 | -0,45 | -0,32 | -0,53 | -0,23 | -0,02 | -0,18 | -0,49 | -0,66 | 0,25 | -0,11 | -0,37 | -0,29 |
| <i>Butenolid [ng mL⁻¹]</i> | 0,07 | -0,15 | -0,14 | -0,16 | -0,51 | -0,41 | -0,41 | -0,59 | -0,89 | -0,10 | -0,43 | -0,25 | -0,50 |
| <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | -0,32 | -0,45 | -0,29 | -0,51 | 0,24 | 0,38 | 0,23 | 0,01 | 0,04 | 0,42 | 0,30 | -0,19 | 0,13 |
| <i>Deoksinivalenol [ng mL⁻¹]</i> | 0,01 | -0,15 | -0,14 | -0,05 | -0,64 | -0,49 | -0,74 | -0,70 | -0,60 | -0,54 | -0,72 | -0,68 | -0,79 |
| <i>Eniatin B [ng mL⁻¹]</i> | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,56 | 0,74 | 0,68 | 0,35 | 0,61 | 0,48 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,32 |
| <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 0,10 | -0,45 | -0,29 | 0,22 | 0,09 | -0,20 | 0,45 | 0,38 | 0,22 | -0,43 | -0,28 | 0,24 | -0,39 |
| <i>suma Fusarium [ng mL⁻¹]</i> | -0,21 | -0,46 | -0,53 | -0,20 | -0,63 | -0,65 | -0,32 | -0,46 | -0,63 | -0,60 | -0,69 | -0,47 | -0,74 |
| <i>suma ostalih fungalnih metabolita</i> | -0,45 | 0,10 | -0,01 | 0,32 | -0,61 | -0,66 | -0,49 | -0,53 | -0,17 | -0,35 | -0,42 | 0,18 | 0,60 |
| <i>[ng mL⁻¹]</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Citrinin [ng mL⁻¹]</i> | 0,88 | 0,80 | 0,91 | 0,55 | 0,73 | 0,68 | 0,35 | 0,60 | 0,46 | 0,57 | 0,63 | 0,68 | 0,31 |
| <i>Kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | -0,20 | 0,11 | -0,16 | -0,39 | 0,02 | 0,15 | -0,08 | 0,08 | 0,11 | 0,00 | 0,18 | -0,49 | -0,12 |
| <i>Felutanin A [ng mL⁻¹]</i> | 0,43 | 0,21 | 0,30 | 0,69 | 0,26 | -0,02 | 0,22 | 0,52 | 0,69 | -0,48 | -0,16 | 0,34 | -0,15 |
| <i>suma Penicillium [ng mL⁻¹]</i> | -0,15 | -0,15 | -0,08 | 0,51 | -0,71 | -0,83 | -0,60 | -0,57 | -0,20 | -0,85 | -0,90 | -0,06 | -0,20 |
| <i>Abscisinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | -0,19 | 0,07 | 0,04 | 0,65 | -0,41 | -0,64 | -0,27 | -0,14 | 0,27 | -0,71 | -0,55 | 0,28 | 0,29 |
| <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | -0,39 | -0,04 | -0,12 | 0,45 | -0,65 | -0,78 | -0,53 | -0,42 | 0,07 | -0,83 | -0,72 | -0,06 | 0,14 |
| <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | -0,29 | -0,08 | -0,10 | 0,55 | -0,45 | -0,68 | -0,25 | -0,17 | 0,25 | -0,76 | -0,60 | 0,19 | 0,22 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,39 | -0,04 | -0,12 | 0,45 | -0,65 | -0,78 | -0,53 | -0,42 | 0,07 | -0,83 | -0,72 | -0,06 | 0,14 |
| <i>3-Nitropropionična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 0,85 | 0,65 | 0,75 | 0,40 | 0,35 | 0,38 | 0,03 | 0,17 | -0,10 | 0,44 | 0,31 | 0,43 | -0,04 |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | -0,74 | -0,79 | -0,81 | -0,31 | -0,35 | -0,46 | 0,07 | -0,11 | 0,07 | -0,56 | -0,43 | -0,35 | -0,15 |
| <i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | -0,52 | -0,45 | -0,48 | -0,82 | 0,25 | 0,41 | 0,39 | 0,09 | -0,10 | 0,62 | 0,53 | -0,20 | 0,28 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | -0,89 | -0,71 | -0,78 | -0,70 | -0,22 | -0,13 | 0,05 | -0,21 | -0,06 | -0,05 | -0,05 | -0,48 | 0,12 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | -0,77 | -0,60 | -0,70 | -0,14 | -0,62 | -0,72 | -0,23 | -0,35 | -0,06 | -0,74 | -0,63 | -0,35 | -0,07 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | -0,24 | -0,69 | -0,66 | -0,30 | -0,13 | -0,25 | 0,23 | 0,11 | -0,05 | -0,49 | -0,36 | -0,37 | -0,69 |
| <i>Triptofol [ng mL⁻¹]</i> | -0,10 | -0,27 | -0,24 | -0,34 | -0,57 | -0,35 | -0,60 | -0,75 | -0,84 | -0,17 | -0,49 | -0,61 | -0,62 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | -0,49 | -0,57 | -0,58 | -0,60 | -0,66 | -0,43 | -0,55 | -0,80 | -0,82 | -0,22 | -0,52 | -0,78 | -0,54 |

Prilog 9 Prikaz rezultata usporedba p- vrijednosti Mann Whitney –im U testom između craft i industrijskih piva gdje su statističko značajne razlike označene crvenom bojom

| Varijabla | Rank suma (craft) | Rank suma (industrijska) | U | Z | p- vrijednost |
|--|----------------------------------|-------------------------------------|----------|----------|--------------------------|
| srednja ocjena uzorka (0-100) | 18626 | 1075 | 98 | -3,45 | 0,00 |
| pH | 2003 | 143 | 122 | 1,25 | 0,21 |
| SRM | 1962 | 249 | 132 | -1,06 | 0,29 |
| EBC | 1963 | 248 | 133 | -1,04 | 0,30 |
| ekstrakt [°Brix] | 1914 | 297 | 84 | -2,13 | 0,03 |
| gustoća [20°/20°] | 1919 | 293 | 89 | -2,03 | 0,04 |
| maltoza [g L ⁻¹] | 1954 | 257 | 124 | -1,24 | 0,22 |
| glukoza [g L ⁻¹] | 1490 | 221 | 112 | -1,11 | 0,27 |
| fruktoza [g L ⁻¹] | 1792 | 224 | 139 | -0,74 | 0,46 |
| mlječna kiselina [g L ⁻¹] | 2044 | 168 | 147 | 0,74 | 0,46 |
| glicerol [g L ⁻¹] | 1995 | 150 | 129 | 1,08 | 0,28 |
| etanol [%] | 1906 | 239 | 136 | -0,92 | 0,36 |
| Altenuisol [ng mL ⁻¹] | 28483 | 1652 | 1547 | 0,27 | 0,79 |
| Altenusin [ng mL ⁻¹] | 28539 | 1596 | 1491 | 0,49 | 0,63 |
| Alternariol [ng mL ⁻¹] | 28436 | 1699 | 1594 | 0,09 | 0,93 |
| Alternariol-9-glukozid [ng mL ⁻¹] | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| Alternariol monometil eter [ng mL ⁻¹] | 28281 | 1854 | 1485 | -0,51 | 0,61 |
| Alternariol monometil eter - glukozid [ng mL ⁻¹] | 28525 | 1610 | 1505 | 0,43 | 0,66 |
| Altersetin [ng mL ⁻¹] | 28709 | 1427 | 1322 | 1,15 | 0,25 |
| Infektopiron [ng mL ⁻¹] | 28125 | 2010 | 1329 | -1,12 | 0,26 |
| Radikinin [ng mL ⁻¹] | 28497 | 1638 | 1533 | 0,32 | 0,75 |
| Tentoksin [ng mL ⁻¹] | 28296 | 1840 | 1500 | -0,45 | 0,65 |
| Tenuazonska kiselina [ng mL ⁻¹] | 28560 | 1575 | 1470 | 0,57 | 0,57 |
| Zindiol [ng mL ⁻¹] | 28700 | 1435 | 1330 | 1,11 | 0,27 |
| Zinniamid [ng mL ⁻¹] | 28441 | 1694 | 1589 | 0,11 | 0,91 |
| suma Alternaria toksina [ng mL ⁻¹] | 28491 | 1644 | 1539 | 0,30 | 0,76 |
| Aflatoksin B1 [ng mL ⁻¹] | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| Aflatoksin B2 [ng mL ⁻¹] | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| Asperfuran [ng mL ⁻¹] | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| Butirolakton I [ng mL ⁻¹] | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| Kokliokinon A [ng mL ⁻¹] | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| Deoksinortriptokivalin [ng mL ⁻¹] | 28609 | 1526 | 1421 | 0,76 | 0,45 |
| Deoksitriptokivalin A [ng mL ⁻¹] | 28749 | 1386 | 1281 | 1,30 | 0,19 |
| Fumitremorgin B [ng mL ⁻¹] | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| Fumitremorgin C [ng mL ⁻¹] | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| Kojična kiselina [ng mL ⁻¹] | 27604 | 2532 | 808 | -3,14 | 0,00 |
| Kotantin A [ng mL ⁻¹] | 28518 | 1617 | 1512 | 0,41 | 0,68 |
| Melein [ng mL ⁻¹] | 28847 | 1288 | 1183 | 1,68 | 0,09 |
| Fenopirozin [ng mL ⁻¹] | 27981 | 2154 | 1185 | -1,68 | 0,09 |
| Kinadolin A [ng mL ⁻¹] | 28469 | 1666 | 1561 | 0,22 | 0,83 |
| Rozeličalasin [ng mL ⁻¹] | 28448 | 1687 | 1582 | 0,13 | 0,89 |
| Sterigmatocistin [ng mL ⁻¹] | 28107 | 2029 | 1311 | -1,19 | 0,23 |
| Tereciklična kiselina [ng mL ⁻¹] | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| Triprostatin A [ng mL ⁻¹] | 28567 | 1568 | 1463 | 0,60 | 0,55 |
| Triptokivalin A [ng mL ⁻¹] | 28574 | 1561 | 1456 | 0,62 | 0,53 |

| Varijabla | Rank suma (craft) | Rank suma (industrijska) | U | Z | p- vrijednost |
|---|-------------------------|-----------------------------|------|-------|------------------|
| <i>Triptokivalin D [ng mL⁻¹]</i> | 28483 | 1652 | 1547 | 0,27 | 0,79 |
| suma <i>Aspergillus metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28513 | 1622 | 1517 | 0,39 | 0,70 |
| <i>Dokсорubicin [ng mL⁻¹]</i> | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| <i>Monaktin [ng mL⁻¹]</i> | 28462 | 1673 | 1568 | 0,19 | 0,85 |
| <i>Nonaktin [ng mL⁻¹]</i> | 28476 | 1659 | 1554 | 0,24 | 0,81 |
| <i>Staurosporin [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| suma bakterijskih metabolita [ng mL ⁻¹] | 28504 | 1631 | 1526 | 0,35 | 0,73 |
| <i>Ergin [ng mL⁻¹]</i> | 28112 | 2023 | 1316 | -1,17 | 0,24 |
| <i>Ergokornin [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>Ergokristin [ng mL⁻¹]</i> | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| <i>Ergokriptin [ng mL⁻¹]</i> | 28434 | 1701 | 1596 | 0,08 | 0,94 |
| <i>Ergometrin [ng mL⁻¹]</i> | 28130 | 2005 | 1334 | -1,10 | 0,27 |
| <i>Ergometrinin [ng mL⁻¹]</i> | 28139 | 1996 | 1343 | -1,06 | 0,29 |
| <i>Ergozin [ng mL⁻¹]</i> | 28384 | 1752 | 1588 | -0,11 | 0,91 |
| <i>Ergozinin [ng mL⁻¹]</i> | 28375 | 1760 | 1579 | -0,15 | 0,88 |
| <i>Ergotamin [ng mL⁻¹]</i> | 28462 | 1673 | 1568 | 0,19 | 0,85 |
| <i>Ergotaminin [ng mL⁻¹]</i> | 28462 | 1673 | 1568 | 0,19 | 0,85 |
| suma ergot alkaloida [ng mL ⁻¹] | 28236 | 1899 | 1440 | -0,69 | 0,49 |
| <i>15-Acetildeoksinivalenol [ng mL⁻¹]</i> | 28398 | 1737 | 1602 | -0,06 | 0,96 |
| <i>15-Hidroksikulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 28397 | 1738 | 1601 | -0,06 | 0,95 |
| <i>3-Acetildeoksinivalenol [ng mL⁻¹]</i> | 28490 | 1645 | 1540 | 0,30 | 0,77 |
| <i>5-Hidroksikulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 28441 | 1694 | 1589 | 0,11 | 0,91 |
| <i>alfa-Zearalenol [ng mL⁻¹]</i> | 28434 | 1701 | 1596 | 0,08 | 0,94 |
| <i>Antibiotik Y [ng mL⁻¹]</i> | 28630 | 1505 | 1400 | 0,84 | 0,40 |
| <i>Apicidin [ng mL⁻¹]</i> | 28499 | 1636 | 1531 | 0,33 | 0,74 |
| <i>Aurofuzarin [ng mL⁻¹]</i> | 28476 | 1659 | 1554 | 0,24 | 0,81 |
| <i>Bovericin [ng mL⁻¹]</i> | 28377 | 1758 | 1581 | -0,14 | 0,89 |
| <i>BovericinA [ng mL⁻¹]</i> | 28061 | 2074 | 1265 | -1,37 | 0,17 |
| <i>beta-Zearalenol [ng mL⁻¹]</i> | 28476 | 1659 | 1554 | 0,24 | 0,81 |
| <i>Bikaverin [ng mL⁻¹]</i> | 28532 | 1603 | 1498 | 0,46 | 0,65 |
| <i>Butenolid [ng mL⁻¹]</i> | 28480 | 1656 | 1551 | 0,26 | 0,80 |
| <i>Klamidospordiол [ng mL⁻¹]</i> | 28553 | 1582 | 1477 | 0,54 | 0,59 |
| <i>Klamidosporol [ng mL⁻¹]</i> | 28528 | 1607 | 1502 | 0,44 | 0,66 |
| <i>Krizogin [ng mL⁻¹]</i> | 28673 | 1462 | 1357 | 1,01 | 0,31 |
| <i>Kulmorin [ng mL⁻¹]</i> | 28942 | 1193 | 1088 | 2,05 | 0,04 |
| <i>Deoksinivalenol [ng mL⁻¹]</i> | 28179 | 1956 | 1383 | -0,91 | 0,36 |
| <i>Diacetoksiscirpenol [ng mL⁻¹]</i> | 28440 | 1696 | 1591 | 0,10 | 0,92 |
| <i>Dihidroksikalonektrin [ng mL⁻¹]</i> | 28560 | 1575 | 1470 | 0,57 | 0,57 |
| <i>Deoksinivalenol-3-glukozid [ng mL⁻¹]</i> | 28270 | 1865 | 1474 | -0,55 | 0,58 |
| <i>Enniatin A [ng mL⁻¹]</i> | 28145 | 1990 | 1349 | -1,04 | 0,30 |
| <i>Enniatin A1 [ng mL⁻¹]</i> | 28187 | 1948 | 1391 | -0,88 | 0,38 |
| <i>Eniatin B [ng mL⁻¹]</i> | 28118 | 2017 | 1322 | -1,14 | 0,25 |
| <i>Eniatin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 28338 | 1797 | 1542 | -0,29 | 0,77 |
| <i>Enniatin B2 [ng mL⁻¹]</i> | 28119 | 2016 | 1323 | -1,14 | 0,25 |
| <i>Enniatin B3 [ng mL⁻¹]</i> | 28336 | 1799 | 1540 | -0,30 | 0,77 |
| <i>Epi-ekvisetin [ng mL⁻¹]</i> | 28574 | 1561 | 1456 | 0,62 | 0,53 |
| <i>Ekvisetin [ng mL⁻¹]</i> | 28301 | 1834 | 1505 | -0,43 | 0,66 |
| <i>Fumonizin B1 [ng mL⁻¹]</i> | 28869 | 1266 | 1161 | 1,77 | 0,08 |
| <i>Fumonizin B2 [ng mL⁻¹]</i> | 28611 | 1524 | 1419 | 0,77 | 0,44 |

| Varijabla | Rank suma (craft) | Rank suma (industrijska) | U | Z | p- vrijednost |
|---|-------------------------|-----------------------------|------|-------|------------------|
| <i>Fumonizin B3 [ng mL⁻¹]</i> | 28143 | 1993 | 1347 | -1,05 | 0,29 |
| <i>Fungerin [ng mL⁻¹]</i> | 28763 | 1372 | 1267 | 1,36 | 0,17 |
| <i>Fuzaproliferin [ng mL⁻¹]</i> | 28434 | 1701 | 1596 | 0,08 | 0,94 |
| <i>Fuzarinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28569 | 1566 | 1461 | 0,60 | 0,55 |
| <i>Giberelinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28130 | 2006 | 1334 | -1,10 | 0,27 |
| <i>HT-2 glukozid [ng mL⁻¹]</i> | 28389 | 1747 | 1593 | -0,09 | 0,93 |
| <i>HT-2 toksin [ng mL⁻¹]</i> | 28326 | 1809 | 1530 | -0,34 | 0,74 |
| <i>Moniliformin [ng mL⁻¹]</i> | 28038 | 2098 | 1242 | -1,46 | 0,15 |
| <i>Monoacetoksiscirpenol [ng mL⁻¹]</i> | 28502 | 1633 | 1528 | 0,34 | 0,73 |
| <i>Nivalenol [ng mL⁻¹]</i> | 27940 | 2195 | 1144 | -1,84 | 0,07 |
| <i>Nivalenol-3-glukozid [ng mL⁻¹]</i> | 28182 | 1953 | 1386 | -0,90 | 0,37 |
| <i>Rubrofuzarin [ng mL⁻¹]</i> | 28441 | 1694 | 1589 | 0,11 | 0,91 |
| <i>Sambutoksin [ng mL⁻¹]</i> | 28506 | 1630 | 1525 | 0,36 | 0,72 |
| <i>Sikanol [ng mL⁻¹]</i> | 28719 | 1416 | 1311 | 1,19 | 0,24 |
| <i>T-2 toksin [ng mL⁻¹]</i> | 28539 | 1596 | 1491 | 0,49 | 0,63 |
| <i>Zearalenon [ng mL⁻¹]</i> | 28686 | 1449 | 1344 | 1,06 | 0,29 |
| <i>Zearalenon-4-sulfat [ng mL⁻¹]</i> | 28622 | 1513 | 1408 | 0,81 | 0,42 |
| <i>suma Fusarium metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28628 | 1507 | 1402 | 0,83 | 0,40 |
| <i>Bazianolid [ng mL⁻¹]</i> | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| <i>Cerkosporamid [ng mL⁻¹]</i> | 28441 | 1694 | 1589 | 0,11 | 0,91 |
| <i>Kladosporin [ng mL⁻¹]</i> | 28497 | 1638 | 1533 | 0,32 | 0,75 |
| <i>Citohalasin B [ng mL⁻¹]</i> | 28298 | 1838 | 1502 | -0,45 | 0,66 |
| <i>Citohalasin E [ng mL⁻¹]</i> | 28588 | 1547 | 1442 | 0,68 | 0,50 |
| <i>Destruksin B [ng mL⁻¹]</i> | 28182 | 1953 | 1386 | -0,90 | 0,37 |
| <i>Emestrin [ng mL⁻¹]</i> | 28441 | 1694 | 1589 | 0,11 | 0,91 |
| <i>Monocerin [ng mL⁻¹]</i> | 28378 | 1757 | 1582 | -0,13 | 0,89 |
| <i>Neoečinulin A [ng mL⁻¹]</i> | 28384 | 1752 | 1588 | -0,11 | 0,91 |
| <i>Rubelin D [ng mL⁻¹]</i> | 28385 | 1750 | 1589 | -0,11 | 0,91 |
| <i>Teragin [ppb]</i> | 28145 | 1990 | 1349 | -1,04 | 0,30 |
| <i>suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28062 | 2073 | 1266 | -1,36 | 0,17 |
| <i>1-Deoksipebrolid [ng mL⁻¹]</i> | 28448 | 1687 | 1582 | 0,13 | 0,89 |
| <i>Anacin [ng mL⁻¹]</i> | 28298 | 1838 | 1502 | -0,45 | 0,66 |
| <i>Andrastin A [ng mL⁻¹]</i> | 28553 | 1582 | 1477 | 0,54 | 0,59 |
| <i>Andrastin B [ng mL⁻¹]</i> | 28434 | 1701 | 1596 | 0,08 | 0,94 |
| <i>Andrastin C [ng mL⁻¹]</i> | 28434 | 1701 | 1596 | 0,08 | 0,94 |
| <i>Atlantinon A [ng mL⁻¹]</i> | 28504 | 1631 | 1526 | 0,35 | 0,73 |
| <i>Aurantiamin A [ng mL⁻¹]</i> | 28376 | 1760 | 1580 | -0,14 | 0,89 |
| <i>Aurantin [ng mL⁻¹]</i> | 28483 | 1652 | 1547 | 0,27 | 0,79 |
| <i>Bilaid A [ng mL⁻¹]</i> | 28672 | 1463 | 1358 | 1,00 | 0,32 |
| <i>Ketoglobozin D [ng mL⁻¹]</i> | 28448 | 1687 | 1582 | 0,13 | 0,89 |
| <i>Citreohibridinol [ng mL⁻¹]</i> | 28393 | 1743 | 1597 | -0,08 | 0,94 |
| <i>Citreoviridin [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>Citrinin [ng mL⁻¹]</i> | 28217 | 1919 | 1421 | -0,76 | 0,45 |
| <i>Kurvulin [ng mL⁻¹]</i> | 28453 | 1682 | 1577 | 0,15 | 0,88 |
| <i>Ciklopenin [ng mL⁻¹]</i> | 28051 | 2085 | 1255 | -1,41 | 0,16 |
| <i>Ciklofenol [ng mL⁻¹]</i> | 28455 | 1680 | 1575 | 0,16 | 0,87 |
| <i>Ciklopeptin [ng mL⁻¹]</i> | 28298 | 1838 | 1502 | -0,45 | 0,66 |
| <i>Decklorogrizeofulvin [ng mL⁻¹]</i> | 28497 | 1638 | 1533 | 0,32 | 0,75 |
| <i>Dehidrogrizeofulvin [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |

| Varijabla | Rank suma (craft) | Rank suma (industrijska) | U | Z | p- vrijednost |
|---|-------------------------|-----------------------------|------|-------|------------------|
| <i>Dihidrogrizeofulvin [ng mL⁻¹]</i> | 28546 | 1589 | 1484 | 0,51 | 0,61 |
| <i>Epibenzomalvin E [ng mL⁻¹]</i> | 28434 | 1701 | 1596 | 0,08 | 0,94 |
| <i>Felutinin A [ng mL⁻¹]</i> | 28164 | 1971 | 1368 | -0,97 | 0,33 |
| <i>Grizeofulvin [ng mL⁻¹]</i> | 28595 | 1540 | 1435 | 0,70 | 0,48 |
| <i>Hidroksikurvularin [ng mL⁻¹]</i> | 28413 | 1722 | 1617 | 0,00 | 1,00 |
| <i>Mikofenolna kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28470 | 1665 | 1560 | 0,22 | 0,83 |
| <i>Norverukozidin [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>Okratoksin A [ng mL⁻¹]</i> | 28448 | 1687 | 1582 | 0,13 | 0,89 |
| <i>Okratoksin B [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>O-Metilviridikatin [ng mL⁻¹]</i> | 28343 | 1792 | 1547 | -0,27 | 0,79 |
| <i>Penicilinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28518 | 1617 | 1512 | 0,41 | 0,68 |
| <i>Pirenokin A [ng mL⁻¹]</i> | 28542 | 1593 | 1488 | 0,50 | 0,62 |
| <i>Kvestomicin [ng mL⁻¹]</i> | 28462 | 1673 | 1568 | 0,19 | 0,85 |
| <i>Kinolaktacin A [ng mL⁻¹]</i> | 28476 | 1659 | 1554 | 0,24 | 0,81 |
| <i>Kinolaktacin B [ng mL⁻¹]</i> | 28588 | 1547 | 1442 | 0,68 | 0,50 |
| <i>Rokefortin C [ng mL⁻¹]</i> | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| <i>Rugulozin [ng mL⁻¹]</i> | 28089 | 2046 | 1293 | -1,26 | 0,21 |
| <i>Rugulovazin A [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>Skalusamid A [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>semi Ksantomegnin [ng mL⁻¹]</i> | 28427 | 1708 | 1603 | 0,05 | 0,96 |
| <i>Sidovinin A [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>suma Penicillium metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28377 | 1758 | 1581 | -0,14 | 0,89 |
| <i>Biokanin [ng mL⁻¹]</i> | 28637 | 1498 | 1393 | 0,87 | 0,39 |
| <i>Kumestrol [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>Daidzein [ng mL⁻¹]</i> | 28420 | 1715 | 1610 | 0,03 | 0,98 |
| <i>suma fitoestrogena [ng mL⁻¹]</i> | 28644 | 1491 | 1386 | 0,90 | 0,37 |
| <i>Apocisinska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28927 | 1208 | 1103 | 1,99 | 0,05 |
| <i>Kakonin [ng mL⁻¹]</i> | 28651 | 1484 | 1379 | 0,92 | 0,36 |
| <i>Epiheterodendrin [ng mL⁻¹]</i> | 27740 | 2395 | 944 | -2,61 | 0,01 |
| <i>Linamarin [ng mL⁻¹]</i> | 28511 | 1624 | 1519 | 0,38 | 0,70 |
| <i>Lotaustralin [ng mL⁻¹]</i> | 27651 | 2484 | 855 | -2,96 | 0,00 |
| <i>Ksantotoksin [ng mL⁻¹]</i> | 28483 | 1652 | 1547 | 0,27 | 0,79 |
| <i>suma biljnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28239 | 1896 | 1443 | -0,67 | 0,50 |
| <i>3-Nitropropionska kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28356 | 1779 | 1560 | -0,22 | 0,83 |
| <i>Asperglaucid [ng mL⁻¹]</i> | 28481 | 1654 | 1549 | 0,26 | 0,79 |
| <i>Asperfenamat [ng mL⁻¹]</i> | 28345 | 1790 | 1549 | -0,26 | 0,79 |
| <i>Brevianamid F [ng mL⁻¹]</i> | 27559 | 2576 | 763 | -3,31 | 0,00 |
| <i>Citreorozein [ng mL⁻¹]</i> | 28677 | 1458 | 1353 | 1,02 | 0,31 |
| <i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | 28833 | 1302 | 1197 | 1,63 | 0,10 |
| <i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL⁻¹]</i> | 28091 | 2044 | 1295 | -1,25 | 0,21 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL⁻¹]</i> | 28028 | 2107 | 1232 | -1,49 | 0,14 |
| <i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL⁻¹]</i> | 28287 | 1848 | 1491 | -0,49 | 0,63 |
| <i>Emodin [ng mL⁻¹]</i> | 28240 | 1895 | 1444 | -0,67 | 0,50 |
| <i>Endokroèin [ng mL⁻¹]</i> | 28433 | 1702 | 1597 | 0,08 | 0,94 |
| <i>Lobarična kiselina [ng mL⁻¹]</i> | 28833 | 1302 | 1197 | 1,63 | 0,10 |
| <i>N-Benzoil-Fenilalanin [ng mL⁻¹]</i> | 28546 | 1589 | 1484 | 0,51 | 0,61 |
| <i>Pirenoforin [ng mL⁻¹]</i> | 28213 | 1922 | 1417 | -0,77 | 0,44 |
| <i>Rugulusovin [ng mL⁻¹]</i> | 27306 | 2829 | 510 | -4,30 | 0,00 |
| <i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL⁻¹]</i> | 28045 | 2090 | 1249 | -1,43 | 0,15 |

Popis oznaka, kratica i simbola

| | |
|------------|---|
| 15-Ac-DON | 15-acetildeoksinivalenol |
| 3-Ac-DON | 3-acetildeoksinivalenol |
| ALT | altersetin |
| AF | aflatoksini |
| AFB1 | aflatoksin B1 |
| AFB2 | aflatoksin B2 |
| AFG1 | aflatoksin G1 |
| AFG2 | aflatoksin G2 |
| AFM1 | aflatoksin M1 |
| AFM2 | aflatoksin M2 |
| AME | alternariol monometil eter |
| AOH | alternariol |
| ASTM | Američko društvo za ispitivanje i materijale, (eng. <i>American Society for Testing and Materials</i>) |
| ATA | alimentarna toksična aleukija |
| BEA | beauvericin |
| BKV | bikaverin |
| BUT | butenolid |
| BWS | Metoda najbolje-najgore skaliranje |
| CATA | Metodologija check-all-that-apply |
| CUL | kulmorin |
| DCE | Metoda diskretnog izbora |
| DMS | Dimetilsulfid |
| DNA | deoksiribonukleinska kiselina |
| DON | deoksinivalenol |
| DON-3-Glc | deoksinivalenol-3-glukozid |
| DON-3-GlcA | deoksinivalenol-3-glukuronid |
| EA | Ergot alkalidi |
| EBC | Europska konvencije o pivarstvu |
| ENNs | enniatini |
| ENNA | enniatin A |
| ENNA1 | enniatin A1 |
| ENNB | enniatin B |
| ENNB1 | enniatin B1 |
| ENNB2 | enniatin B2 |
| ENNB3 | enniatin B3 |
| ESI | ionizacija elektrosprejom |
| FB | fumonizini |
| FB1 | fumonizin B1 |
| FB2 | fumonizin B2 |

| | |
|----------|--|
| FB3 | fumonizin B3 |
| FB4 | fumonizin B4 |
| FB6 | fumonizin B6 |
| FCP | profiliranje po slobonom izboru (eng. <i>Free-choice profiling</i>) |
| HACCP | Analiza opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (eng. <i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i>) |
| HT-2 | HT-2 toksin |
| HPLC | Visoko učinkovita/tlačna tekućinska kromatografija |
| IBU | Međunarodna jedinica za gorčinu (eng. <i>International bittering unit IBU</i>) |
| IPA | Indijski pale ale (eng. <i>Indian Pale Ale</i>) |
| IRAC | Međunarodna agencija za istraživanje raka (IARC; eng. <i>International Agency for Research on Cancer</i>) |
| ISO | Međunarodna standardizacijska agencija (eng. <i>International Standardization Agency</i>) |
| LC-MS/MS | tekućinska kromatografija u kombinaciji s tandemskom masenom spektrometrijom |
| LOD | granica detekcije (eng. <i>limit of detection</i>) |
| LOQ | granica kvantifikacije (eng. <i>limit of quantification</i>) |
| MBT | 3-metil-2-buten-1-tiol |
| MON | moliliformin |
| MS | maseni spektrometar |
| NIV | nivalenol |
| NMR | nuklearne magnetske rezonancije |
| OTA | okratoksin A |
| PAE | Metoda preferiranih atributa |
| PCA | analiza glavnih komponenata |
| PDA | Krumpirov dekstrozni agar |
| PM | Projektivno mapiranje |
| PSP | Polarizirano senzorsko pozicioniranje |
| QDA | kvantitativna deskriptivna analiza (eng. <i>Quality descriptive analysis</i>) |
| RATA | ocjeni sve na što se odnosi (eng. <i>Rate-all-that-apply</i>) |
| RNA | ribonukleinska kiselina |
| SIC | sikanol |
| SRM | Standardna referentna metoda (eng. <i>Standard Reference Method</i>) |
| T-2 | T2 toksin |
| TC | trihoteceni |
| TDS | vremenska dominacija osjeta (eng. <i>Temporal Dominance of Sensations</i>) |
| TeA | tenuazonska kiselina |
| TTX | tentoksin |
| UFP | ultra-flash profiliranjem |
| UGT | uridinfosaglukoziltransferaza |
| U-HPLC | ultravisokotlačne tekućinske kromatografije |
| UV | Ultra ljubičasto |
| WHO | Svjetska zdravstvena organizacija (eng. <i>World health organization</i>) |
| ZEN | zearalenon |

9. ŽIVOTOPIS

Ivana Dodlek Šarkanj rođena je 14. prosinca 1984. godine u Čakovcu. Nakon završene srednje Medicinske škole u Varaždinu, 2003. upisuje Prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku, smjer Prehrambeno inženjerstvo.

Diplomira 2008. godine te stječe stručno zvanje diplomirani inženjer prehrambene tehnologije i procesnog inženjerstva. Od veljače 2015. godine zapošljava se na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu u Osijeku kao tehnički suradnik na Katedri za kakvoću hrane, Katedri za prehranu u sklopu Zavoda za ispitivanje hrane i prehrane.

Na Sveučilištu Sjever počinje raditi 2019. godine kao stručni suradnik, dok 2020. godine pa sve do danas radi u svojstvu predavača na Odjelu za prehrambenu tehnologiju, Sveučilišta Sjever Koprivnica. Iste godine na Fakultetu organizacije i informatike u Zagrebu stječe pedagoške kompetencije.

Godine 2021./2022. upisuje poslijediplomski studij na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu u Zagrebu prehrambeno inženjerstvo.

Svojom predanošću, odgovornosti u nastavi u svojstvu predavača te odnosu prema studentima od rektora dobiva priznanje za izvrsnost u nastavi i radu sa studentima u akademskoj godini 2022./2023. na prijediplomskom studiju Prehrambena tehnologija, Sveučilišta Sjever.

Svojim doprinosom u znanosti doprinjela je objavom tri znanstvena rada iz skupine a1, jedan iz skupine a2, jedan iz skupine a3 te sudjelovala na međunarodnim i domaćim znanstvenim skupovima.

Objavljeni znanstveni radovi:

A1 radovi

Dodlek Šarkanj, I.; Vahčić, N.; Markov, K.; Haramija, J.; Uršulin-Trstenjak, N.; Hajdek, K.; Sulyok, M.; Krska, R.; Šarkanj, B. First Report on Mycotoksin Contamination of Hops (*Humulus lupulus* L.). *Toxins*, **16** (2024), 7; 293-307. doi: 10.3390/toxins16070293 IF=3,9 (Q1)

Uršulin-Trstenjak, N.; **Dodlek Šarkanj, I.**; Sajko, M.; Vitez, D.; Živoder, I. (2021, 9. listopada) Determination of the Personal Nutritional Status of Elderly Populations Based on Basic Foodomics Elements. *Foods*, **10**(10); 2391, doi:10.3390/foods10102391. IF=5,2 (Q1)

Kovač, M.; Bulaić, M.; Jakovljević, J.; Nevistić, A.; Rot, T.; Kovač, T.; **Dodlek Šarkanj, I.**; Šarkanj, B. (2021, 21. siječnja) Mycotoxins, Pesticide Residues, and Heavy Metals Analysis

of Croatian Cereals. *Microorganisms*, **9** (2); 216, doi:10.3390/microorganisms9020216. IF=4,5 (Q2)

A2 rad

Knežević, N., Palfi, M., Vrandečić, K., **Dodlek Šarkanj, I.**, Ćosić, J. (2021). Oznake zemljopisnog porijekla poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda. *Meso*. 23(5), 420-429
CROSBI ID:1151735

A3 rad

Šarkanj, B., **Dodlek Šarkanj, I.**, Shamtsyan, M. Mycotoxins in food – how to prevent and what to do when things go bad. E3S Web of Conf. Volume 215, 2020 International Scientific Conference on Biotechnology and Food Technology (BFT-2020) / M. Shamtsyan, S. Ignateva (ur.). Saint Petersburg Russia 27-29. listopad 2020. ISSN 2267-1242.
WOS:000659677100004