

# 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:* **2024-12-30**



*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 multitoksinskom metodom odrediti koncentraciju mikotoksina u sirovinama, naročito hmelju, i konačnom proizvodu craft piva 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 multitoksinskom 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 multitoxin method, 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 multitoxin method. The presence of mycotoxins in hops was confirmed for the first time, while malt was identified as the main source of mycotoxin contamination. The QDA method was used to determine the relationship between beer sensory profiles and the correlation with the mycotoxin concentration, 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 Mastanjević, 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 mikotoksинима. 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

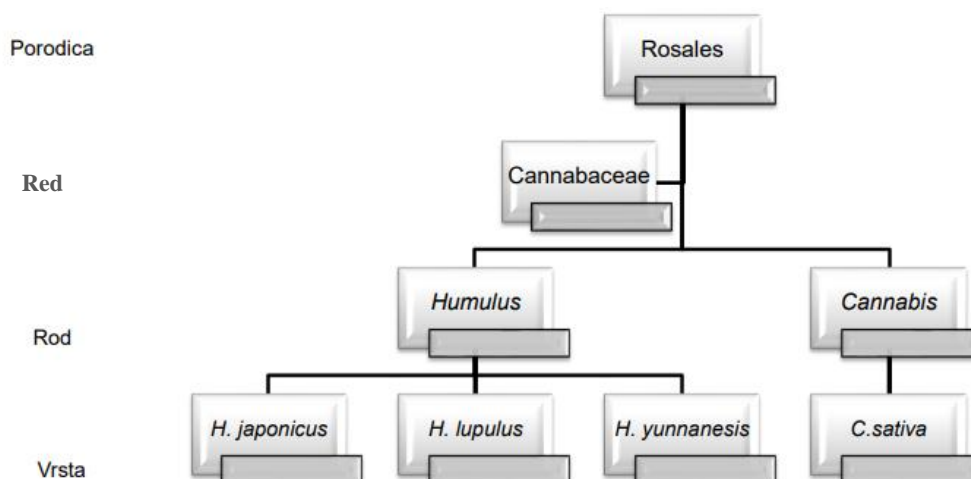
Slad se općenito može podijeliti na osnovne i specijalne sladove. Osnovni slad daje pivo zlatne boje sa slatkim i orašastim okusima. Specijalni slad, proizveden na niskim temperaturama sušenja ima slatku, aromu karamele te narančasto-smeđu boju. Sladovi podvrgnuti intenzivnijim temperaturama sušenja 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)

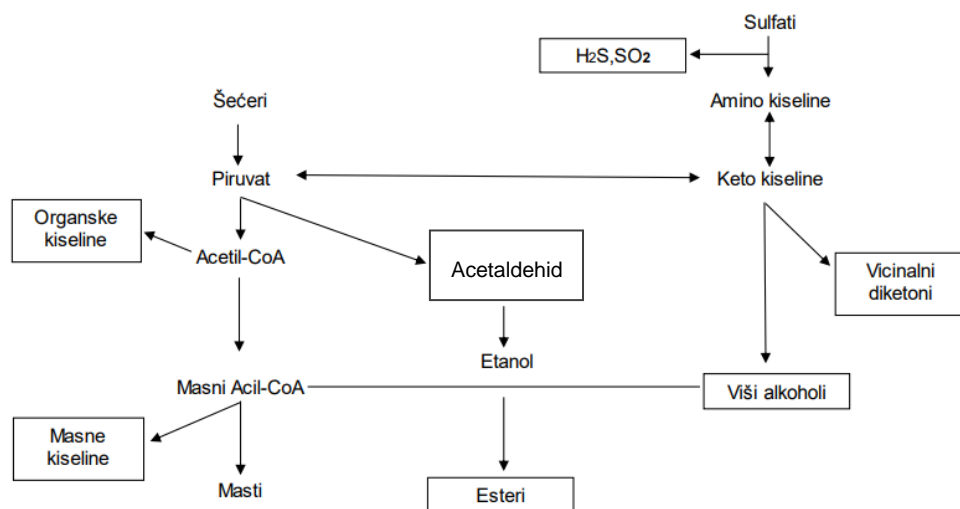
Već 1888. godine utvrđeno je da hmelj doprinosi mikrobnj stabilnosti piva te da ima blaga antifungalna svojstva na odabrane vrste plijesni, pa samim time štiti pivo od infekcija. U pivo se dodaje radi postizanja određene gorčine te za dobivanje karakteristične arome i okusa (npr. voćni, cvjetni i sl.). Spojevi odgovorni za gorak okus su smole i esencijalna ulja. Frakcija smole sastoji se od nekoliko komponenti od kojih su najznačajnije  $\alpha$ -kislone ili humuloni. Tijekom vrenja sladovine kislone se izomeriziraju do gorkih i topljivih spojeva zvanih izo- $\alpha$ -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- $\alpha$ -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, CO<sub>2</sub>, 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 (SO<sub>2</sub>), dimetil sulfida (DMS-a) (kukuruz šećerac, kuhano povrće, kupus) sa vrlo niskim pragom okusa (µg L<sup>-1</sup>) 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).

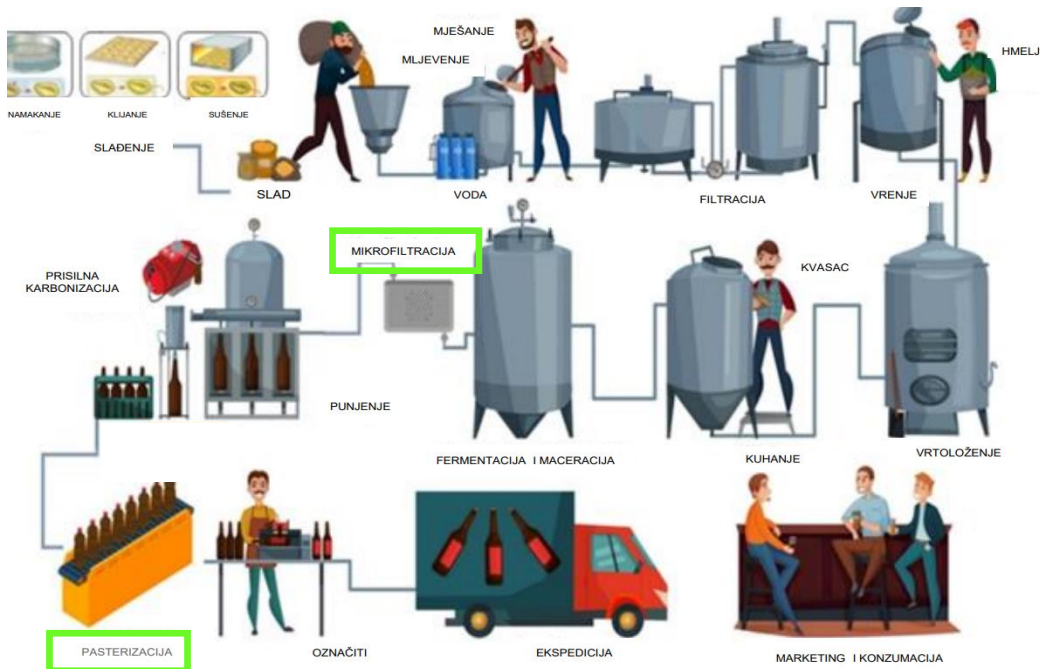
Slad je ujedno i glavni sastojak u samome procesu, a mogu se koristiti ili se koriste neslađene žitarice ili njihovi proizvodi kao dodaci u proizvodnji piva (Jaeger i sur., 2020). Kvaliteta sirovine igra važnu ulogu u senzorskim karakteristikama piva i stoga se mora uzeti u obzir tijekom procesa kuhanja 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

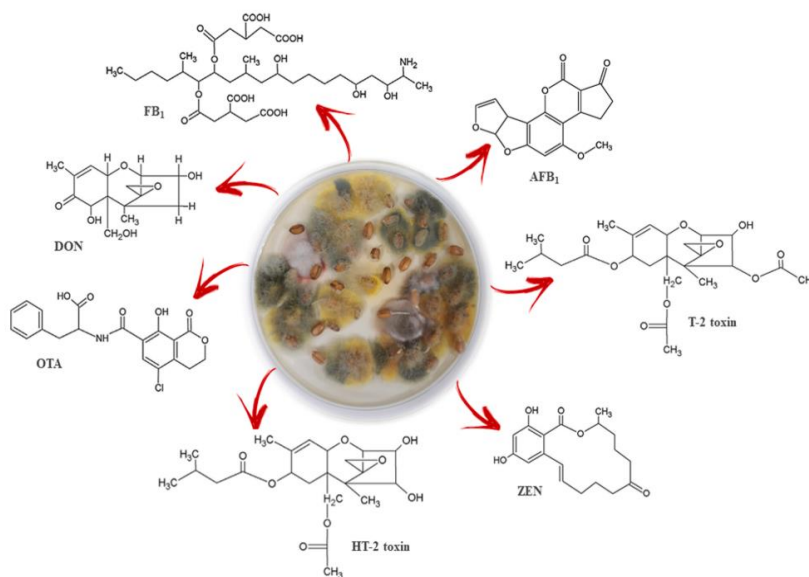
Unutar carstva gljiva velika skupina mikroorganizama su mikroskopske micelijske gljive odnosno plijesni (Markov, 2022). Plijesni proizvode sekundarne metabolite koji djeluju kao metabolički odgovor na stres iz okoliša i mogu pružiti kemijsku obranu protiv svojih antagonista. Ujedno dovode do mikrobiološkog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

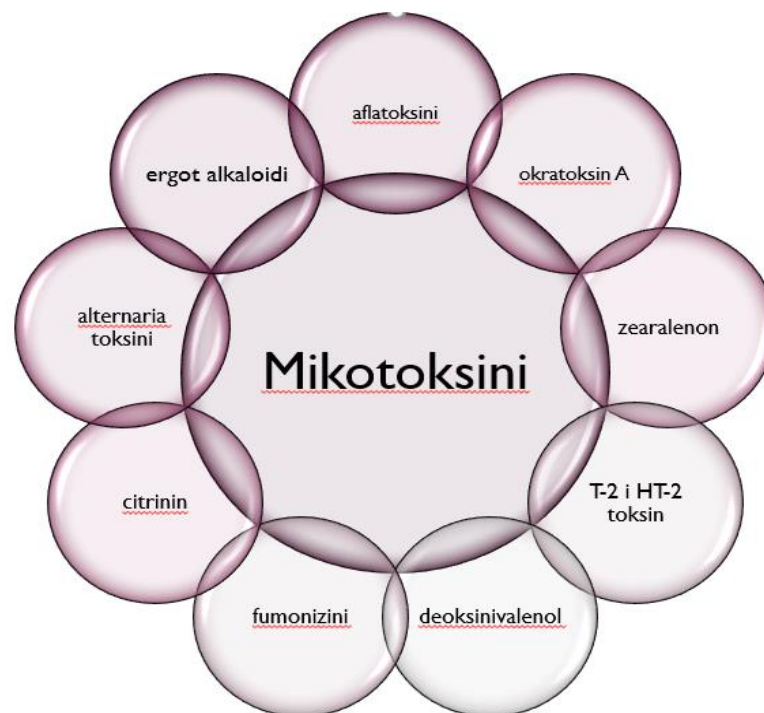
<b>Mikotoksini</b>	<b>PLIJESNI</b>
<b>Aflatoksini</b>	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>
<b>Citrinin</b>	<i>Aspergillus terreus</i> , <i>A. carneus</i> , <i>Monascus ruber</i> , <i>M. purpureus</i> , <i>P. citrinum</i> , <i>P. expansum</i> , <i>P. odoratum</i> , <i>P. radicola</i> , <i>P. verrucosum</i>
<b>Deoksinivalenol</b>	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. pseudograminearum</i>
<b>Fumonizini</b>	<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>
<b>Okratoksin A</b>	<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>
<b>Patulin</b>	<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>
<b>Zearalenon</b>	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. crookwellense</i>
<b>Ergot alkaloidi</b>	<i>Claviceps purpurea</i> , <i>C. paspali</i>
<b>T-2 i HT-2 toksin</b>	<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 (AFB<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> i G<sub>2</sub>), 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 kukuruzu 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  $\alpha$ -zearalenol koji je šezdeset puta toksičniji od zearalenona, te  $\beta$  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, začинима, 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).

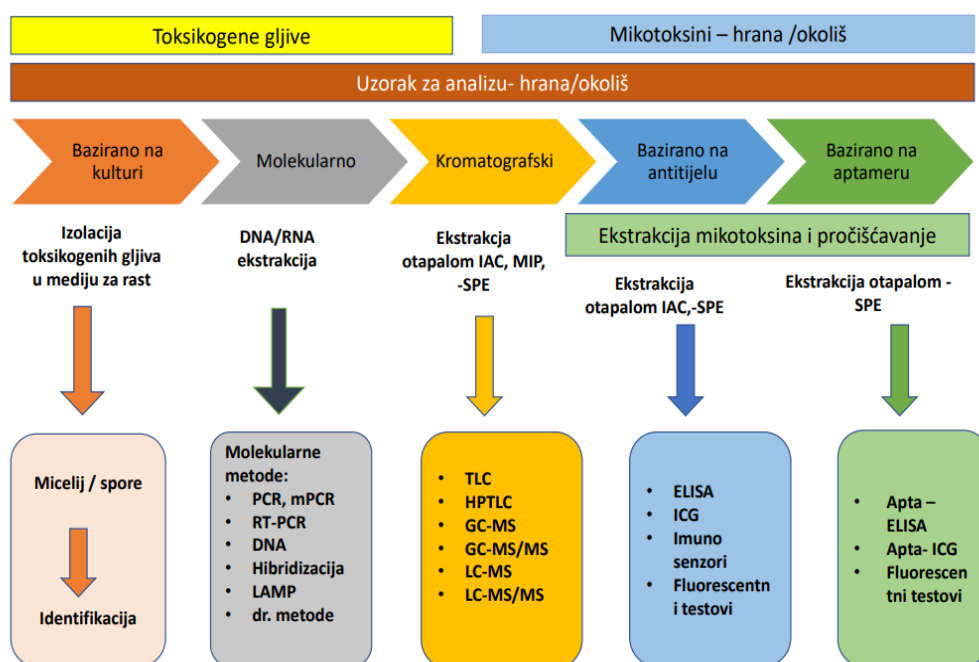
Međutim, kontaminacija mikotoksinima u craft pivu još nije obrađena kao pitanje sigurnosti hrane (Pascari i sur., 2018). Dio mikotoksina prisutnih u žitaricama može se transformirati u modificirane mikotoksine tijekom kuhanja piva, što se također može okarakterizirati kao potencijalna opasnost po zdravlje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

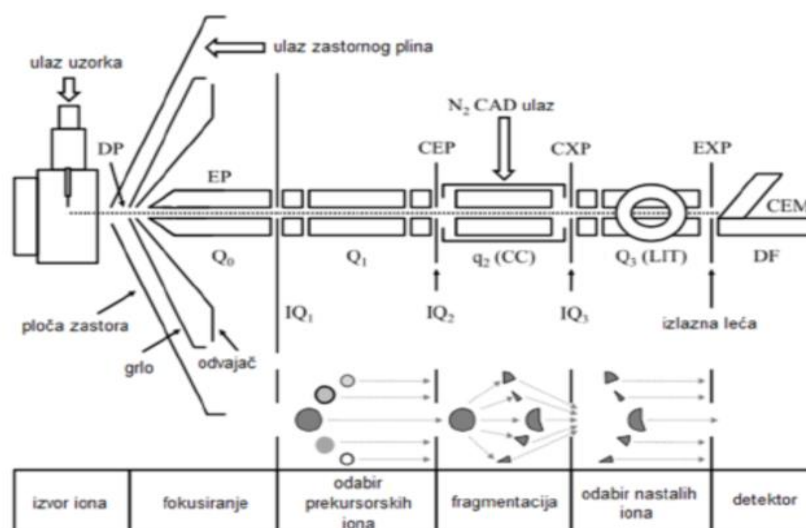
Nedostatak pristupa "razrijedi i mjeri" je taj da je potreban visokoprecizan uređaj koji će moći detektirati mikotoksine i nakon što se ekstrakti razrijede. Kad nema pročišćavanja matrice ekstrakta veća je mogućnost da će doći do supresije ili pojačanja signala te time do odstupanja od stvarnog rezultata 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).

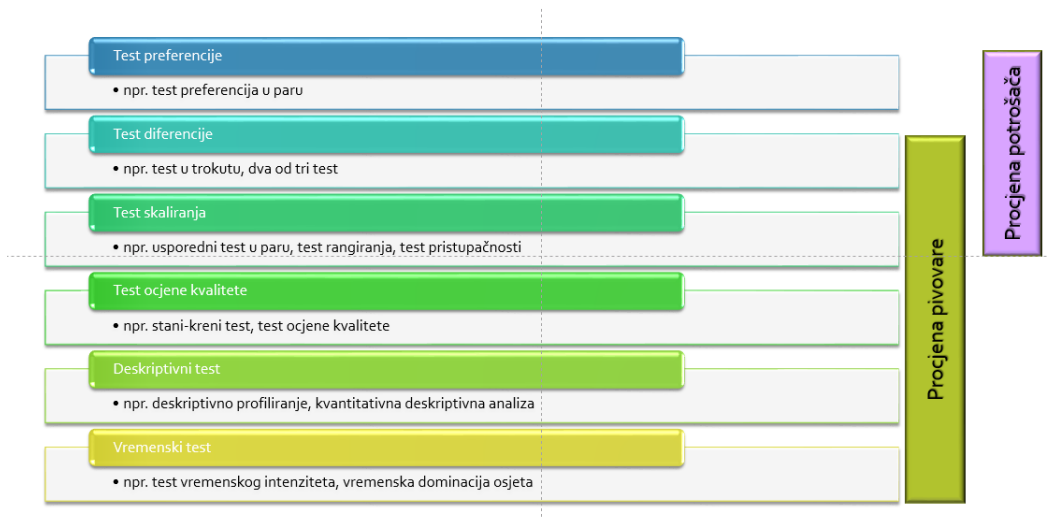
Važno je da se minimalizira mogućnost subjektivnog utjecaja pojedinog panelista na rezultate same analize. Ovisno o metodi i vrsti uzorka broj panelista varira od 5 do 10. Panelist je osoba koja prisustvuje u senzorskoj procjeni uzoraka nekog proizvoda, a može biti trenirani sa prethodnim iskustvom ili 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 pivskog 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.

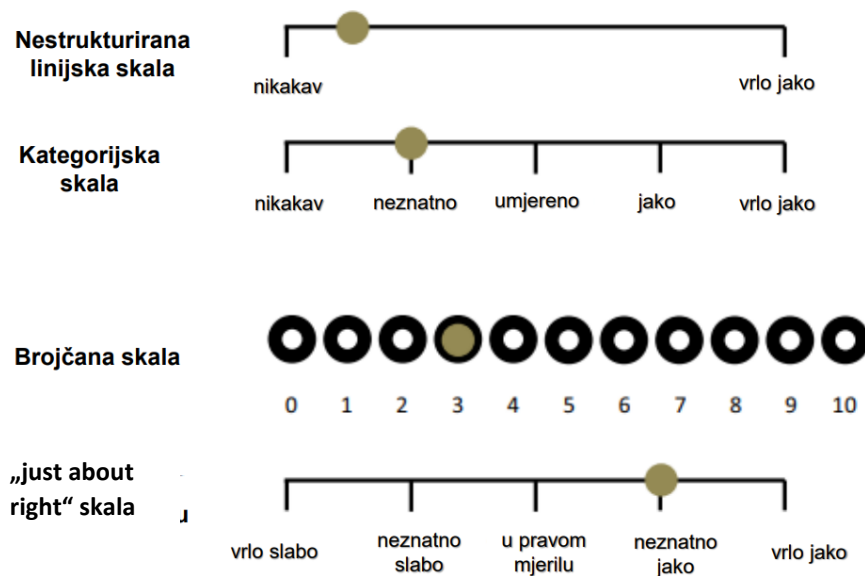
-*fokus paneli*, slična varijanta kao kod fokus grupe samo se ima puno više vremena.

-*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).



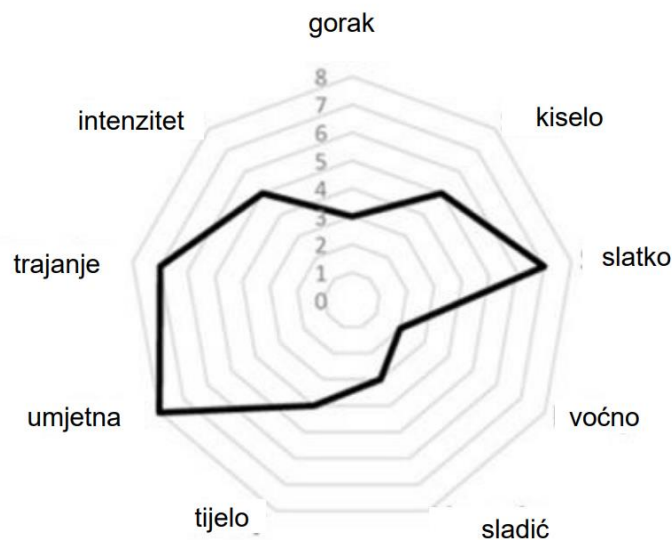
**Slika 10.** Različiti tipovi skala koji se koriste u senzorskim istraživanjima (Simpson, 2016)

**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 komponenata (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)

<b>BOJA DESKRIPTORA</b>	<b>SRM</b>
<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).

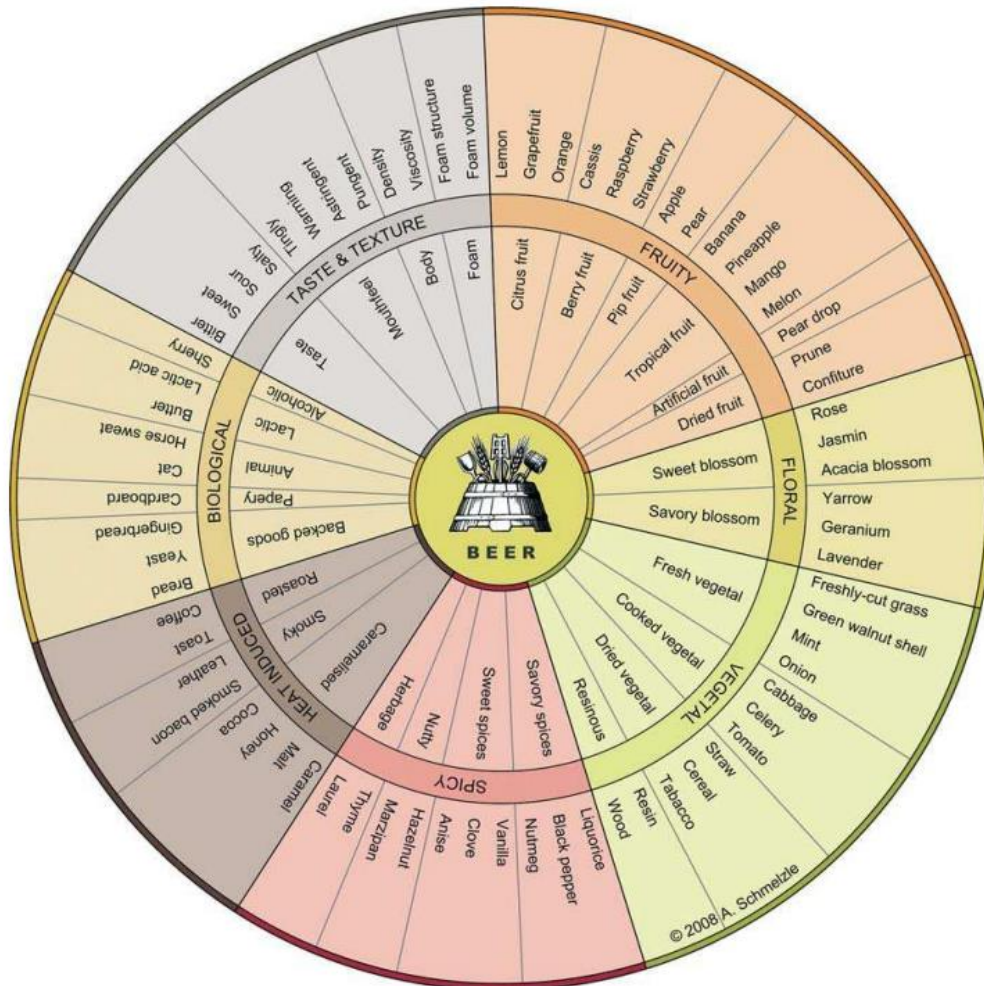
### **2.4.3. Kotač arome piva**

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)

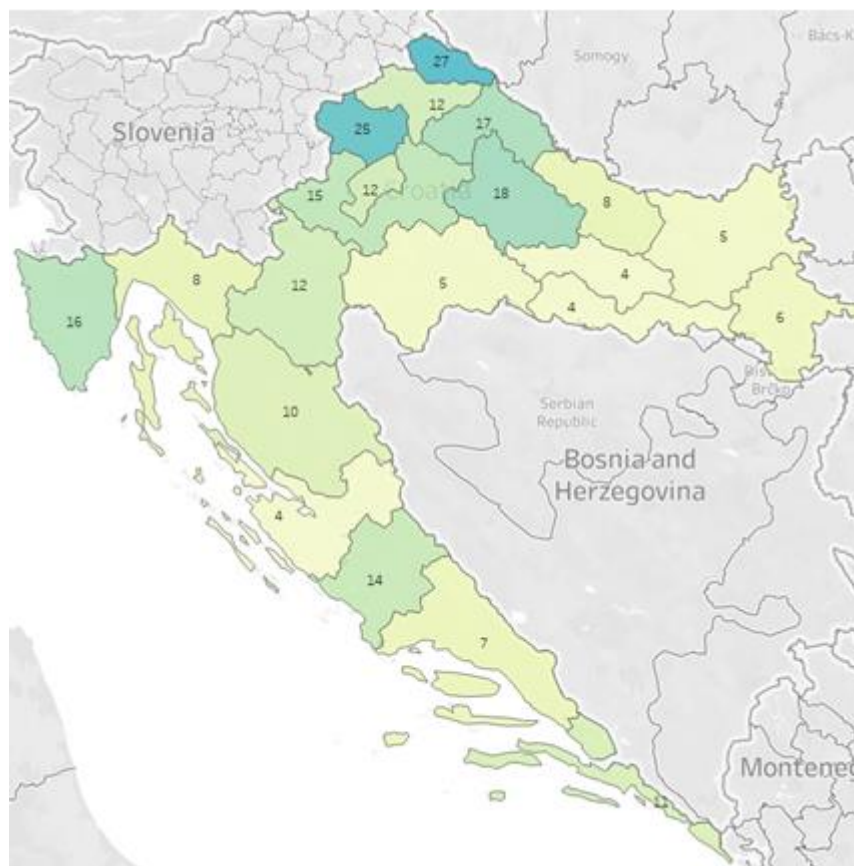
### **3. MATERIJALI I METODE**

### 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>
<b>Lager</b>	19	B01, B13, B14, B16, B17, B32-B38, B40, B42, B43, B45, B46, B48, B54
<b>Pilsner</b>	3	B41, B44, B47
<b>Pale ale</b>	9	B39, B50 – B53, B56 - B59
<b>Ale</b>	8	B03, B15, B19, B20 - B23, B55
<b>IPA</b>	7	B07 - B12, B24
<b>Amber ale</b>	2	B49, B60
<b>American blonde ale</b>	3	B02, B29, B30
<b>Blonde ale</b>	5	B25 - B28, B31
<b>Porter</b>	2	B04, B05
<b>Stout</b>	2	B06, B18
<b>Industrijska piva</b>	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>
<b>acetonitril</b>	≥ 99%	<i>Sigma-Aldrich, SAD</i>
<b>bakrov sulfat pentahidrat</b>	99%	<i>Honeywell, SAD</i>
<b>cinkov sulfat heptahidrat</b>	99%	<i>Merck KgaA, Njemačka</i>
<b>octena kiselina</b>	99,50%	<i>Avantor, SAD</i>
<b>sumporna kiselina</b>	96%	<i>Merck KgaA, Njemačka</i>
<b>HiPerSolv Chromanorm HPLC</b>	≥ 99%	<i>VWR Chemicals (Beč, Austrija)</i>
<b>gradijent acetonitrila</b>		
<b>Metanol LC-MS Chromasolv</b>	≥ 99%	<i>Honeywella (Seelze, Njemačka)</i>
<b>amonijev acetat</b>	≥ 97 %	<i>Sigma-Aldricha (Beč, Austrija)</i>
<b>glacijalna octena kiselina (p.a.)</b>	99,80%	<i>Sigma-Aldricha (Beč, Austrija)</i>
<b>Referentni sti ardi mikotoksina i gljivičnih metabolita</b>	/	<i>(Sulyok i sur.2020)</i>
<b>Kloramfenikol</b>		<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>	<b>RETSCH Riffelteiler 12.5</b>
<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 CO<sub>2</sub>. 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  $\text{ZnSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$  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<sup>+</sup> (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<sup>-1</sup> s vremenom rada od 15 minuta. Rezultati su izraženi g L<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. 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	<b>0-25</b>
<i>Ni loše ni dobro</i>	Piće s neugodnim mirisom/okusom na niskoj razini i/ili nejednakim osobinama okusa	<b>25-50</b>
<i>dobro</i>	Svježe piće koje ima karakterističnu osobinu okusa/mirisa na blago povišenoj razini	<b>50-75</b>
<i>vrlo dobro</i>	Savršen primjer pića	<b>75-100</b>

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**

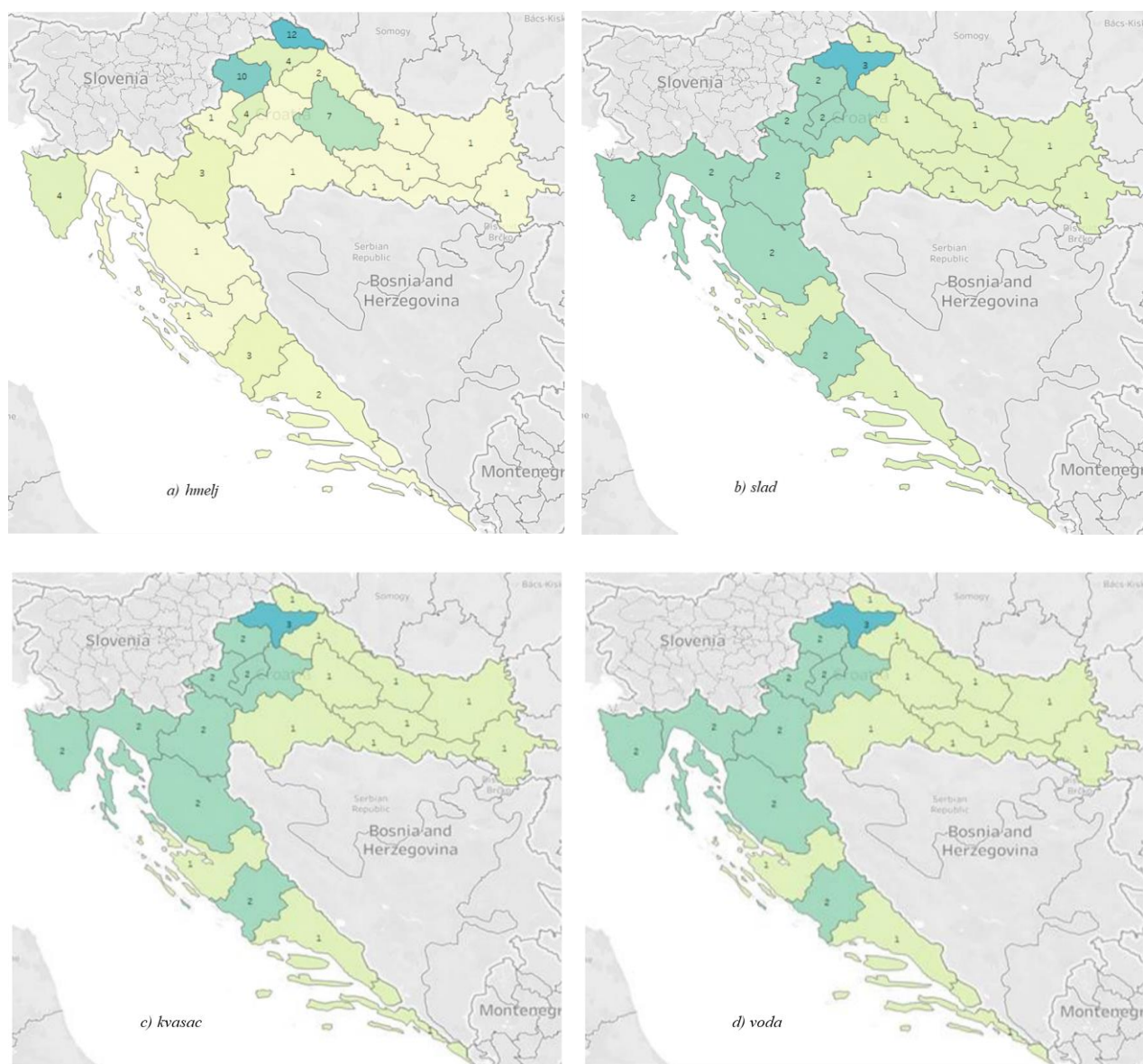
Statistička analiza podataka provedena je upotrebom Microsoft Excel 2016, Statistica 13.3, Tableau 2023.1.1. te Minitab 20.4. softverskog paketa. Rezultati dobiveni QDA metodom grafički su prikazani „paukovim“ mrežama. Osnovna deskriptivna statistika pripremljena je korištenjem Statistica 13.3. paketa. 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**

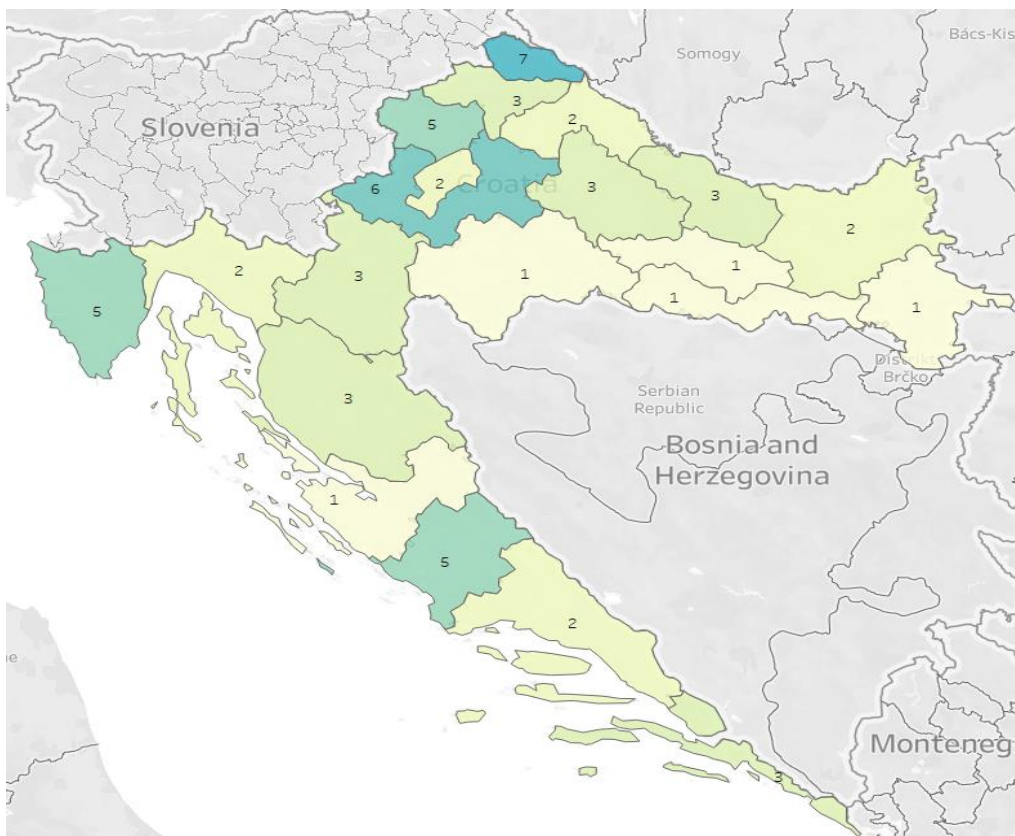


#### 4.1. Uzorkovanje sirovina i piva

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



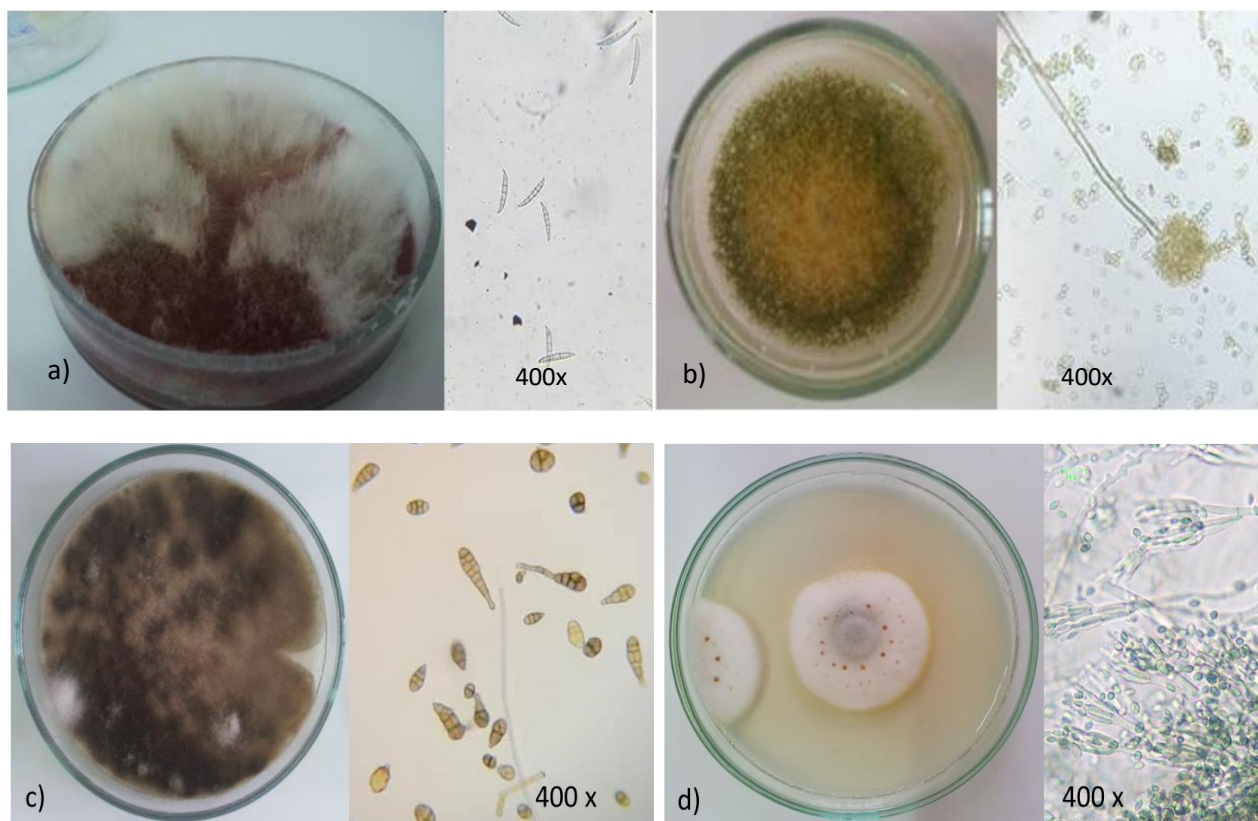
**Slika 16.** Distribucija uzorkovanja craft piva po županijama. Veći broj uzoraka je tamno zelene boje, a manji broj uzoraka je svjetlije zelene boje

#### 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°]	maltotrioza [g L <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [%]
<b>srednja vrijednost</b>	4,86	14,52	29,00	5,96	1,03	3,01	2,83	0,57	0,36	1,19	1,97	4,87
<b>standardna devijacija</b>	0,31	18,18	36,35	0,78	0,04	1,60	1,23	0,80	0,17	1,12	0,92	0,98
<b>min. vrijednost</b>	4,10	3,49	6,87	5,00	1,02	1,30	0,89	0,01	0,04	0,11	0,42	3,61
<b>maks. vrijednost</b>	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°]	maltotrioza [g L <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [%]
<b>srednja vrijednost</b>	5,07	4,95	9,90	5,60	1,02	0	2,82	0,04	0,39	0,92	1,96	4,82
<b>standardna devijacija</b>	0,12	1,05	2,09	0,60	0,00	0	0,76	0,03	0,03	0,50	0,10	0,14
<b>min. vrijednost</b>	5,00	4,28	8,55	5,00	1,02	0	2,03	0,00	0,36	0,37	1,86	4,67
<b>maks. vrijednost</b>	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [ %]
<b>srednja vrijednost</b>	4,87	8,27	16,54	5,36	1,02	2,75	3,71	0,23	0,43	1,21	1,89	4,69
<b>standardna devijacija</b>	0,20	3,24	6,47	0,67	0,00	4,68	2,97	0,41	0,19	0,62	0,22	0,52
<b>min. vrijednost</b>	4,50	2,76	5,53	4,20	1,02	0,37	1,27	0,00	0,06	0,76	1,58	3,91
<b>maks. vrijednost</b>	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [ %]
<b>srednja vrijednost</b>	4,85	15,50	31,00	6,13	1,05	5,18	2,24	0,10	0,41	0,92	2,38	4,94
<b>standardna devijacija</b>	0,30	14,82	29,65	1,10	0,06	0,94	2,11	0,15	0,15	0,66	0,53	1,13
<b>min. vrijednost</b>	4,50	3,25	6,50	5,00	1,02	4,51	0,40	0,01	0,27	0,11	1,51	3,26
<b>maks. vrijednost</b>	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [ %]
<b>srednja vrijednost</b>	4,95	15,30	30,59	6,40	1,03	0	3,60	0,02	0,38	0,71	2,20	5,71
<b>standardna devijacija</b>	0,07	2,60	5,21	0,57	0	0	2,85	0,02	0,24	0,77	0,32	0,42
<b>min. vrijednost</b>	4,90	13,46	26,91	6,00	1,02	0	1,58	0,00	0,21	0,17	1,98	5,42
<b>maks. vrijednost</b>	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [%]
<b>srednja vrijednost</b>	4,97	8,17	16,33	5,20	1,02	0,87	2,47	0,84	0,26	0,80	1,99	4,43
<b>standardna devijacija</b>	0,15	2,61	5,21	0,35	0,00	0,00	1,41	1,45	0,15	0,32	0,31	1,24
<b>min. vrijednost</b>	4,80	5,53	11,05	5,00	1,02	0,87	1,53	0,00	0,09	0,57	1,73	3,11
<b>maks. vrijednost</b>	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	Fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [%]
<b>srednja vrijednost</b>	4,90	5,23	10,47	6,00	1,02	0	1,26	0,06	0,35	1,02	1,61	4,82
<b>standardna devijacija</b>	0,14	2,58	5,17	0,49	0,00	0	0,24	0,07	0,13	0,24	0,65	0,55
<b>min. vrijednost</b>	4,80	2,49	4,99	5,20	1,02	0	1,02	0,00	0,13	0,74	0,46	4,31
<b>maks. vrijednost</b>	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	Fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [%]
<b>srednja vrijednost</b>	5,14	12,12	24,08	7,31	1,03	10,07	5,00	0,10	0,59	1,71	2,13	6,06
<b>standardna devijacija</b>	0,25	5,12	10,12	1,02	0,00	5,51	4,23	0,09	0,19	1,58	0,86	0,93
<b>min. vrijednost</b>	4,60	3,77	7,42	5,60	1,02	2,84	1,18	0,00	0,30	0,54	0,48	4,56
<b>maks. vrijednost</b>	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	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

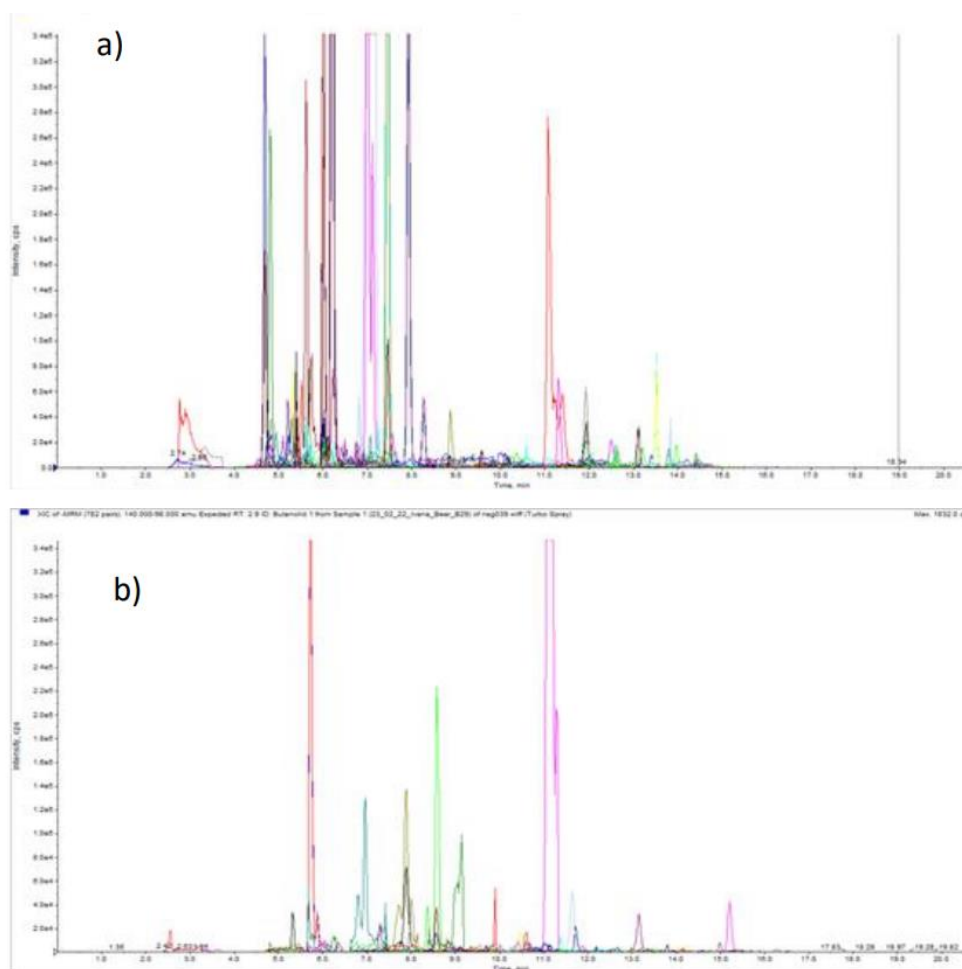
FK parametri parametri	pH	SRM	EBC	ekstrakt [°Brix]	gustoća [20°/20°]	maltotrioza [g L <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	etanol [%]
srednja vrijednost	4,90	141,32	279,46	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kis. [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	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 prikazane 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 <sup>-1</sup> ]	summa <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	summa biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	summa nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma bakterijskih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma ergot alkalida [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma ostalih fungálnih metabolita	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma ostalih fungálnih metabolita	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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

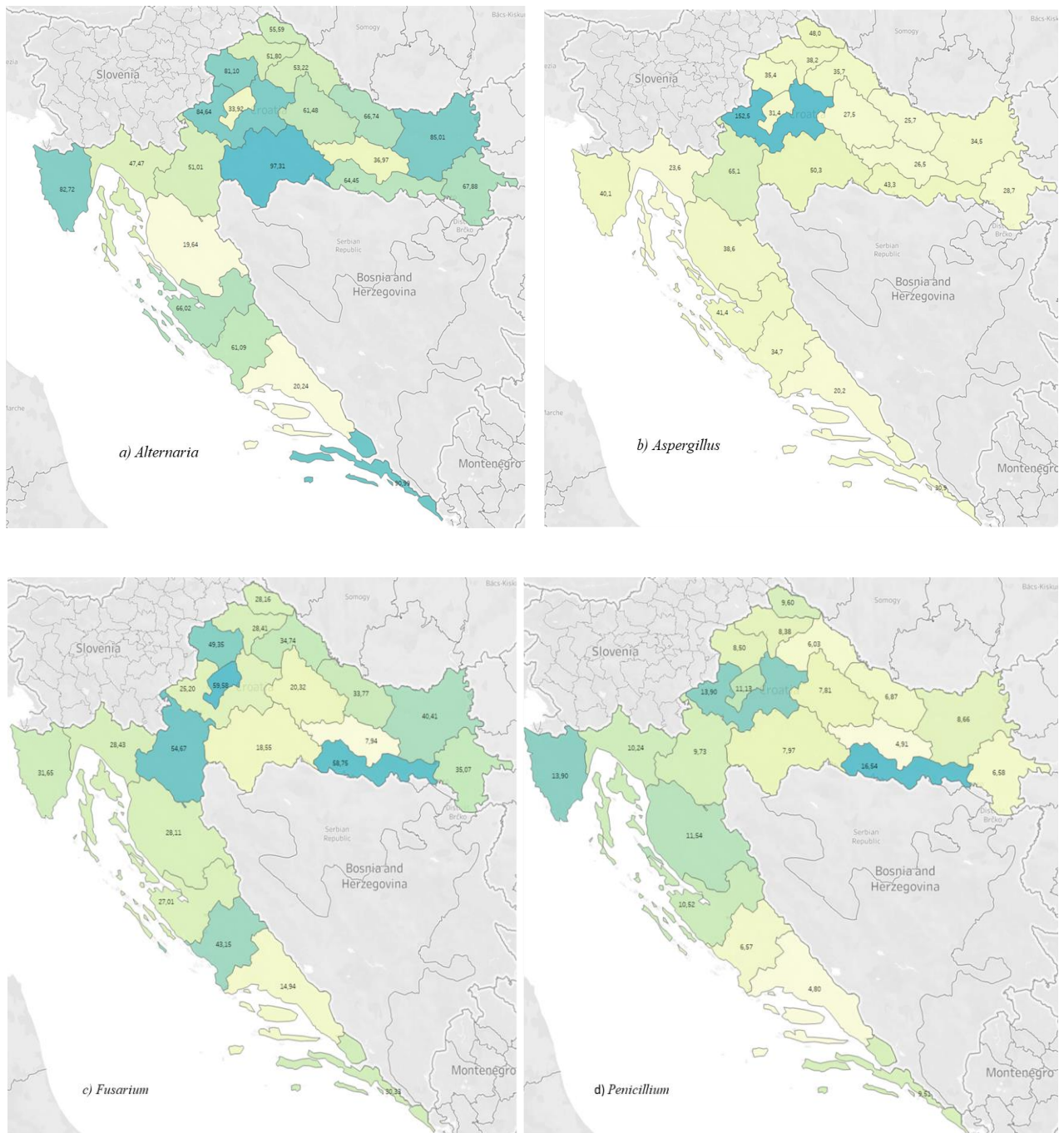
metaboliti parametri	suma bakterijskih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]		suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]		suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]		suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]		suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	
	SV	SD	SV	SD	SV	SD	SV	SD	SV	SD
	<b>LAGER</b>	2,34	0,00	0,24	0,17	0,63	0,84	2520,64	2348,36	2288,47
<b>PILSNER</b>	0,61	0,00	0,67	0,00	0,03	0,00	2141,04	1012,41	1208,32	235,74
<b>AMBER ALE</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	3238,26	1624,84	2781,34	2420,07
<b>AMERICAN BLONDE ALE</b>	0,00	0,00	0,11	0,03	0,18	0,15	1376,03	1093,67	3082,70	1816,60
<b>BLONDE ALE</b>	0,00	0,00	0,35	0,23	0,23	0,16	3278,73	2055,58	1248,67	418,63
<b>IPA</b>	0,00	0,00	0,26	0,42	0,28	0,32	1744,30	1105,39	1601,78	998,90
<b>PALE ALE</b>	0,00	0,00	0,20	0,09	0,78	1,03	3531,07	2372,46	2387,65	2075,74
<b>ALE</b>	0,00	0,00	0,18	0,13	0,60	3,08	4199,87	2667,65	3354,58	1392,55
<b>PORTER</b>	0,00	0,00	0,31	0,21	0,11	0,00	3010,83	279,39	3863,08	1430,42
<b>STOUT</b>	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	mikotoksini i metaboliti								
	suma <i>Alternaria</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma <i>Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma ergot alkalida [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma ostalih fungalnih metabolita	suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	suma bakterijskih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]
<b>LAGER</b>	66,24	39,11	41,26	8,05	<LOD	<LOD	1435,68	3093,23	<LOD
<b>STOUT</b>	28,99	20,72	10,46	6,23	<LOD	43,35	281,96	2243,10	<LOD
<b>IPA</b>	80,29	48,56	34,37	8,13	2,17	0,49	3423,69	990,93	<LOD
<b>STOUT</b>	39,72	20,79	24,18	5,06	0,31	<LOD	1298,28	1158,75	<LOD
<b>BLONDE ALE</b>	67,68	26,52	27,31	7,26	0,06	0,21	3644,57	1760,46	<LOD
<b>PALE ALE</b>	59,12	12,30	17,76	9,24	1,07	549,6	7153,72	1179,19	<LOD

>LOD - broj izmjerenih podataka iznad limita detekcije

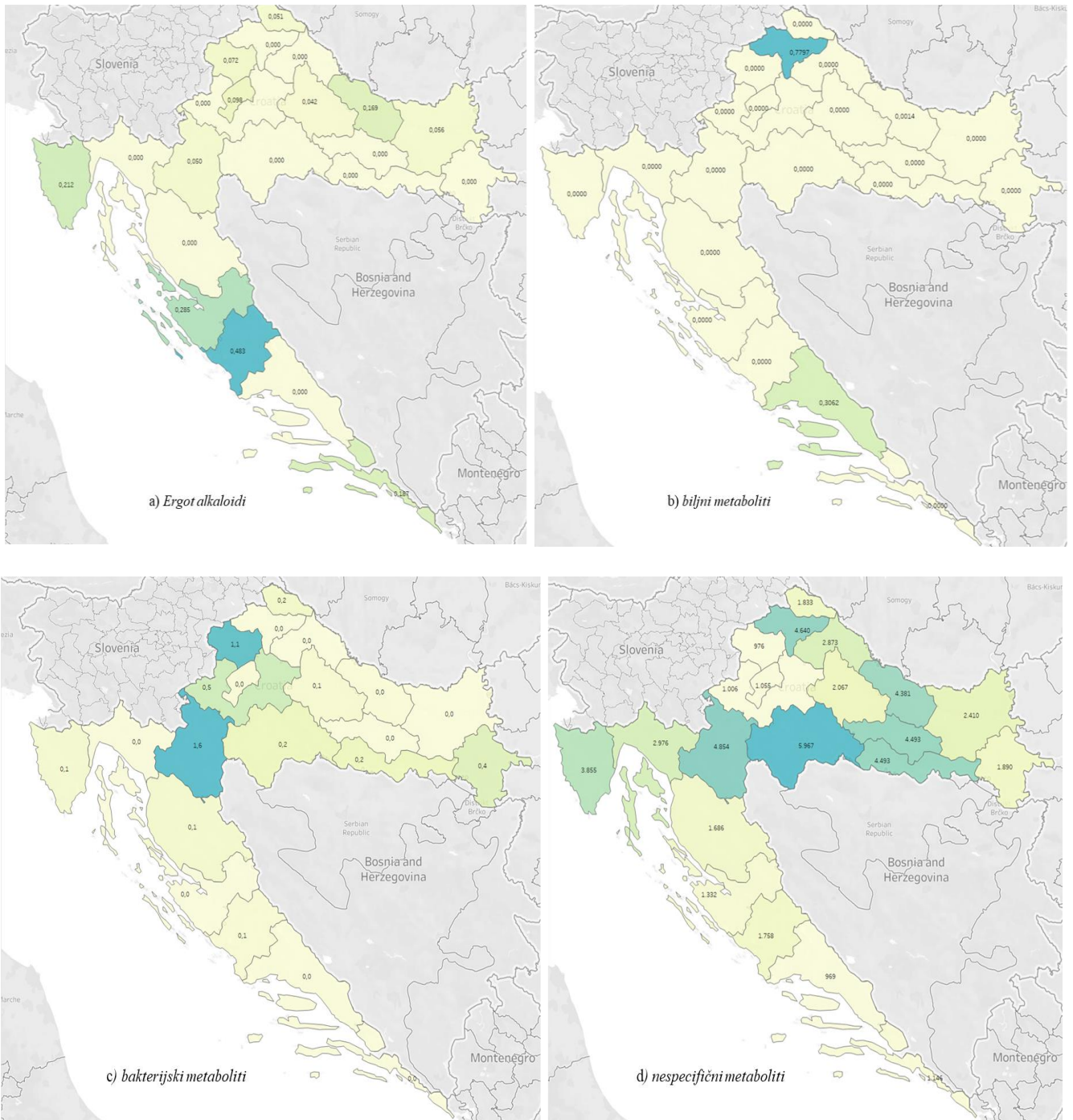
U nastavku slijedi prikaz toplinskih mapa presjeka pojavnosti mikotoksina u pojedinim županijama (slike 19 –20).



**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:

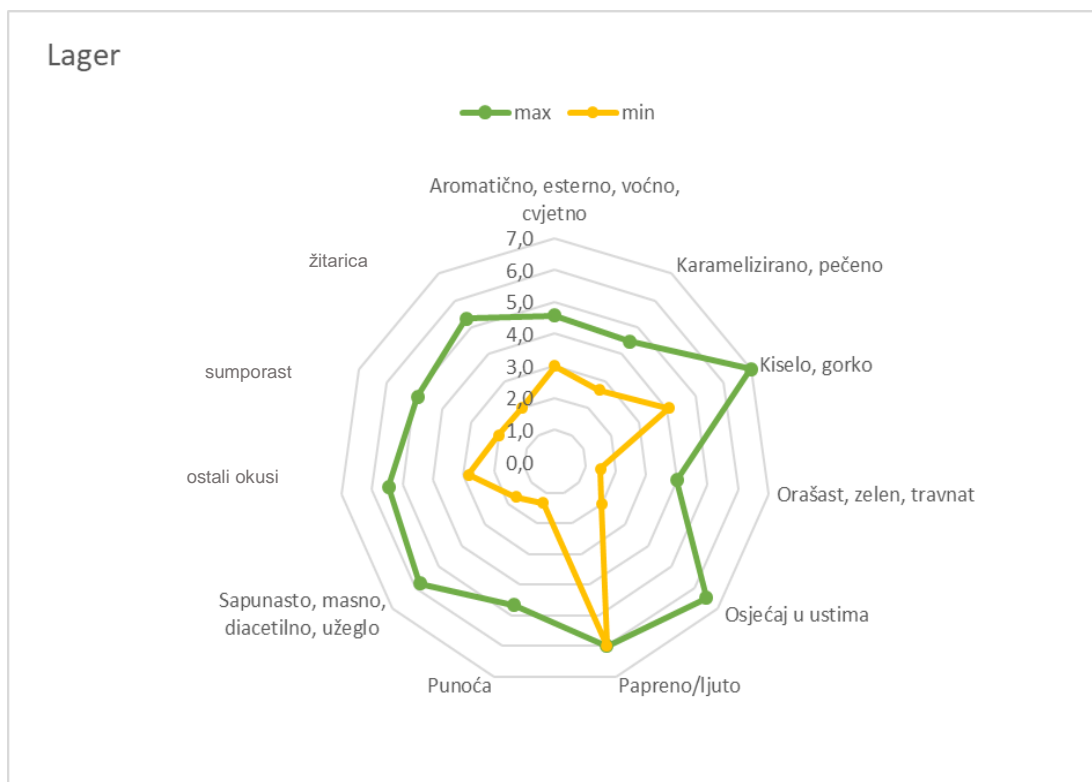
- a) ergot alkaloidi, b) biljni metaboliti, c) bakterijski metaboliti i ostali fungalni metaboliti
- d) nespecifični metaboliti

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<sup>-1</sup>. U Zagrebačkoj županiji najveća je pojavaost *Aspergillus* mikotoksina s prosječnom koncentracijom od 152,5 ng mL<sup>-1</sup>. Najveća pojavaost *Fusarium* mikotoksina je u gradu Zagrebu s prosječnom koncentracijom svih analiziranih uzoraka piva od 59,58 ng mL<sup>-1</sup>, dok je prosječna koncentracija pojavnosti *Penicillium* mikotoksina od 16,54 ng mL<sup>-1</sup> zabilježena u Brodsko-posavskoj županiji. Pojavnosti *ergot alkaloida* u Šibensko-kninskoj županiji iznosi 0,483 ng mL<sup>-1</sup>, biljnih i bakterijskih metabolita u Varaždinskoj županiji 0,7797 ng mL<sup>-1</sup>, a ostalih fungalnih metabolita u Karlovačkoj županiji 1,6 ng mL<sup>-1</sup>. U Sisačko-moslavačkoj županiji zabilježena je najveća pojavaost ostalih nespecifičnih metabolita u pivu od 5,967 ng mL<sup>-1</sup>.

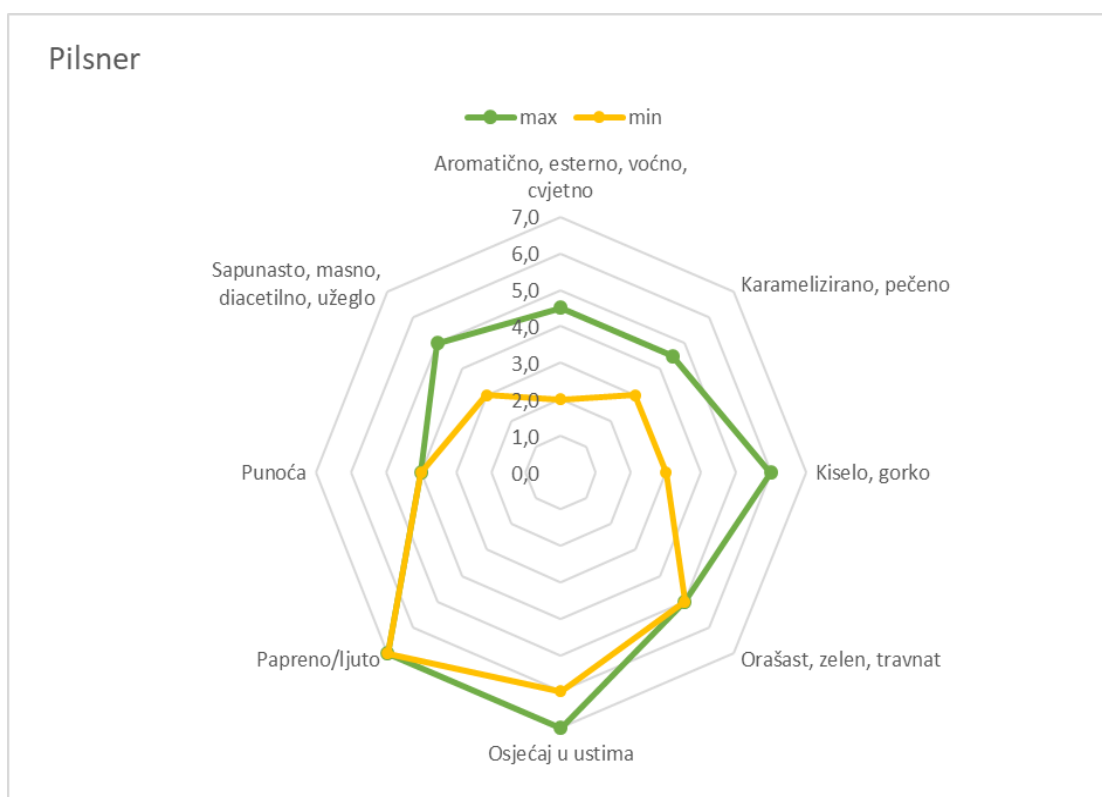
Rezultati istoga se ne mogu usporediti sa rezultatima drugih istraživanja jer nema nikakvih podataka o pojavnosti mikotoksina po županijama u Republici Hrvatskoj.

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

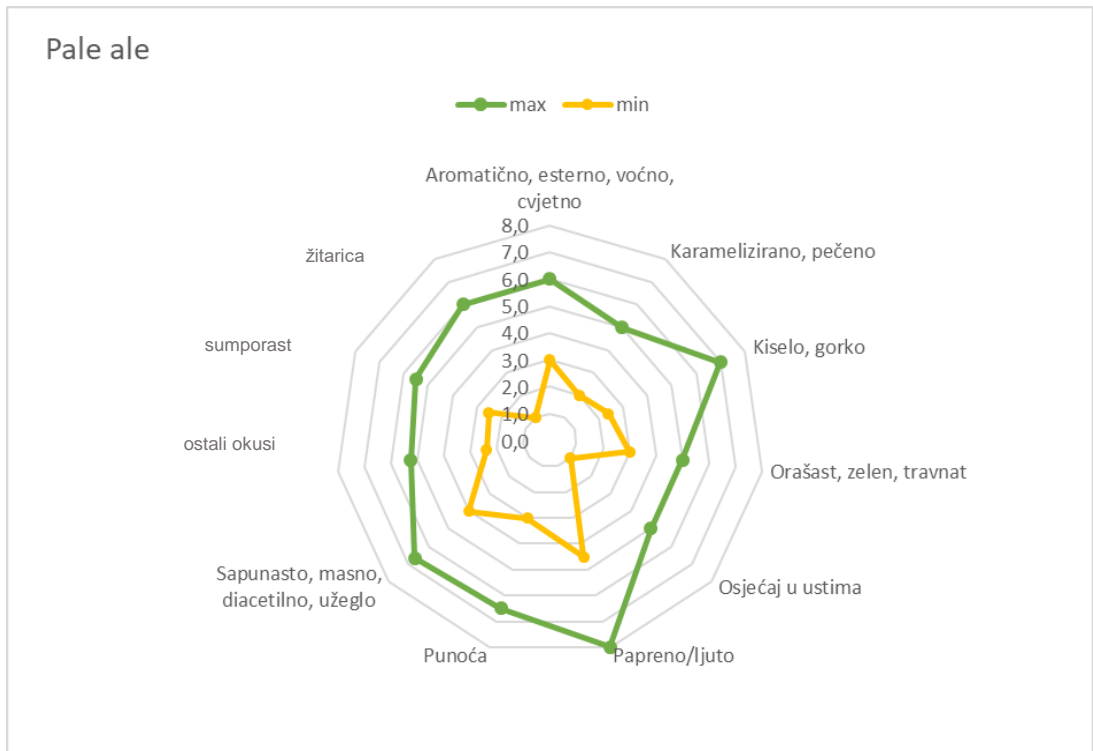
Prema cilju istraživanja za provođenje senzorske analize na svim prikupljenim uzorcima craft piva korištena je QDA metoda. Metoda uključuje educirane paneliste kako bi se utvrdilo senzorski profil craft piva. Dobiveni rezultati QDA metode ocjenjeni od strane panelista grafički i su prikazani „paukovim“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



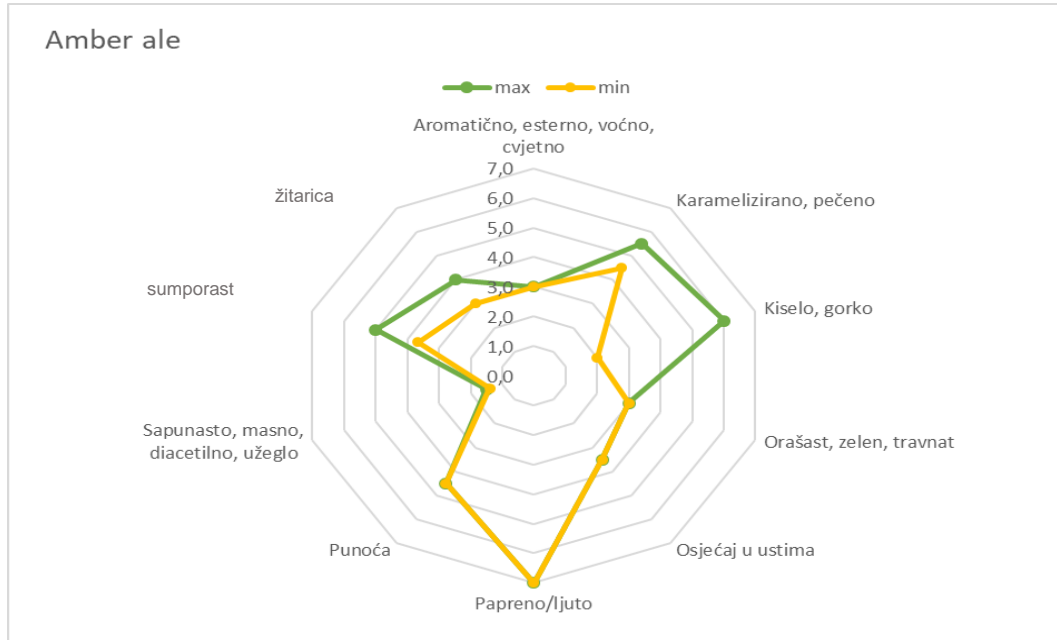
**Slika 21.** Senzorski profil za *lager* craft piva



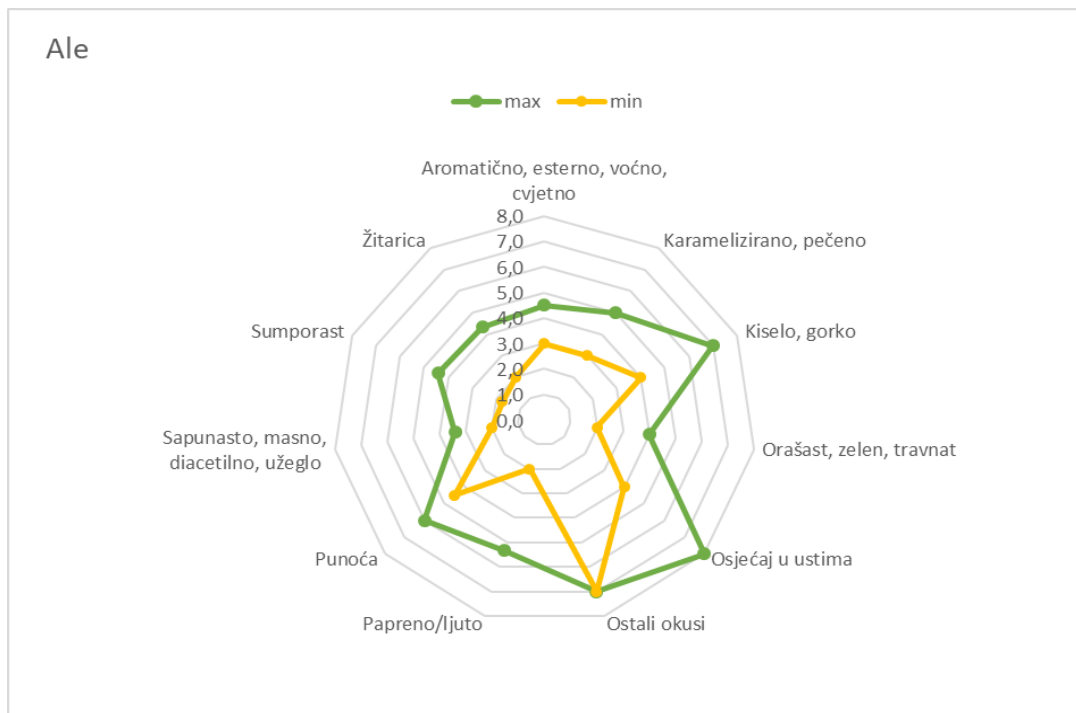
**Slika 22.** Senzorski profil za *pilsner* craft piva



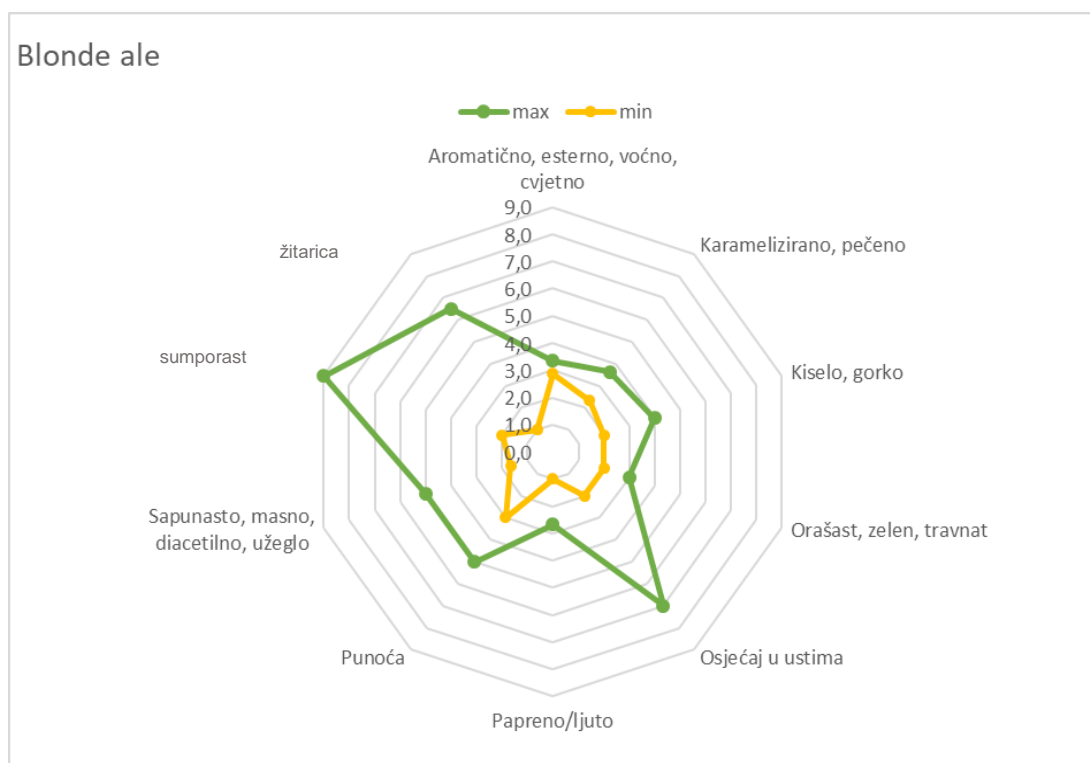
**Slika 23.** Senzorski profil za *pale ale* craft piva



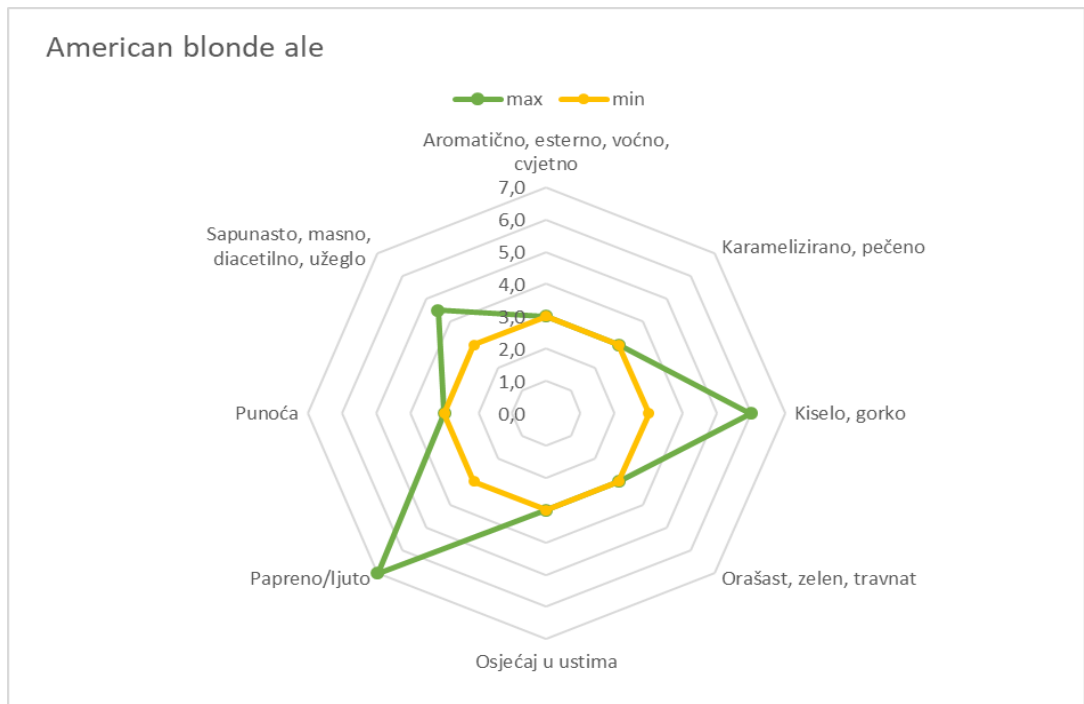
**Slika 24.** Senzorski profil za *amber ale* craft piva



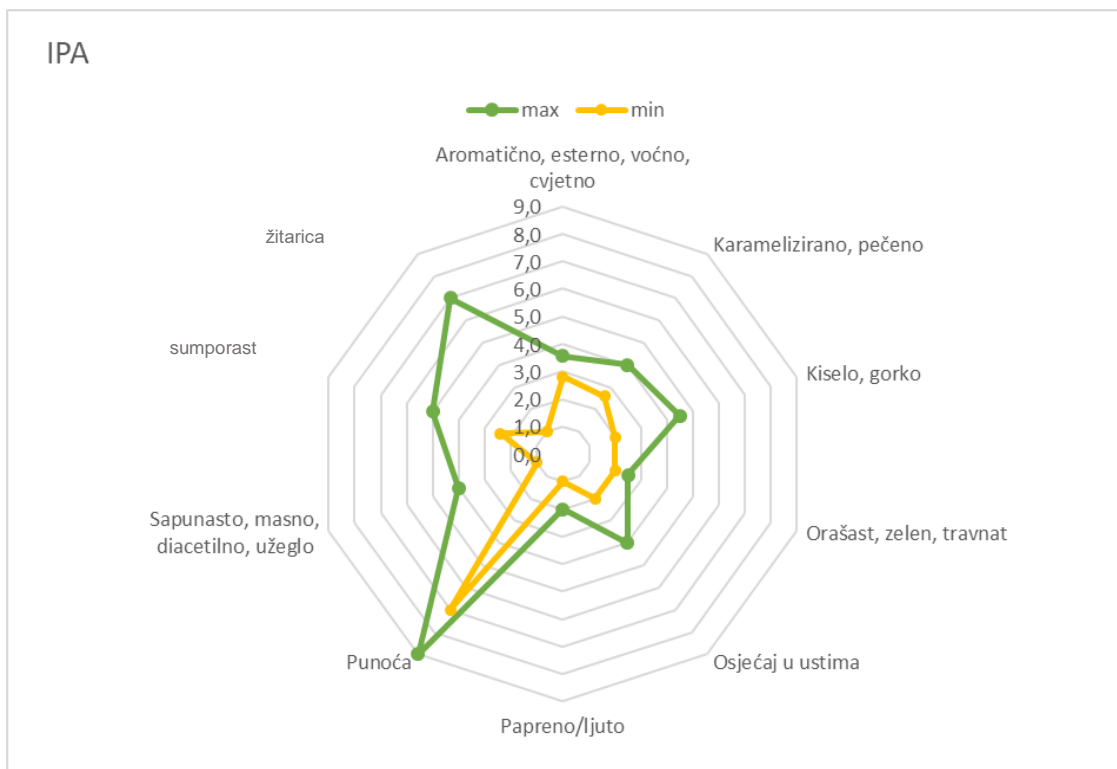
**Slika 25.** Senzorski profil za *ale* craft piva



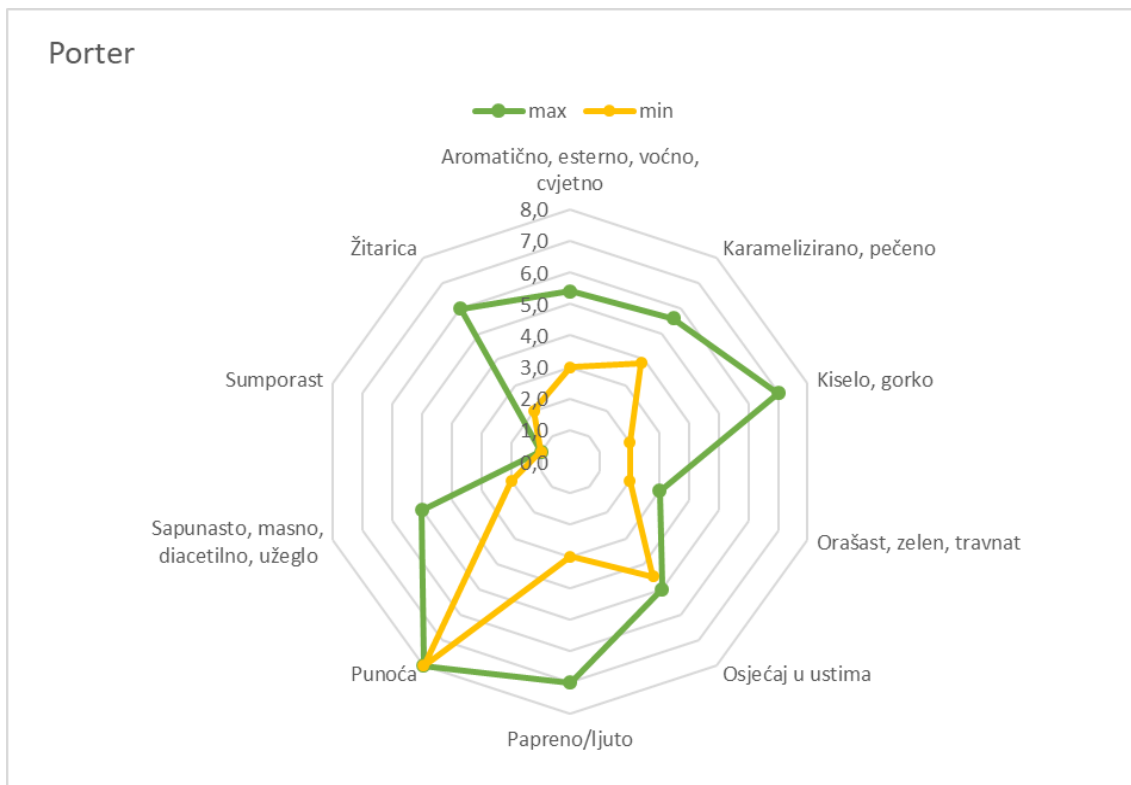
**Slika 26.** Senzorski profil za *blonde ale* craft piva



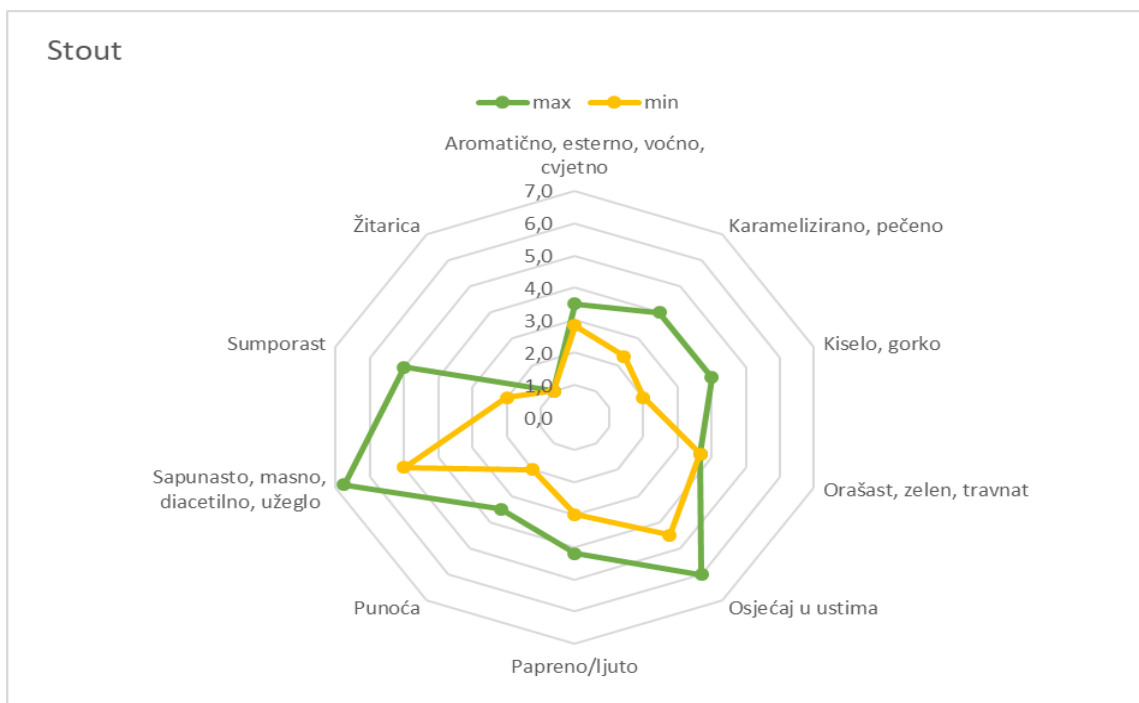
Slika 27. Senzorski profil za *american blonde ale* craft piva



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



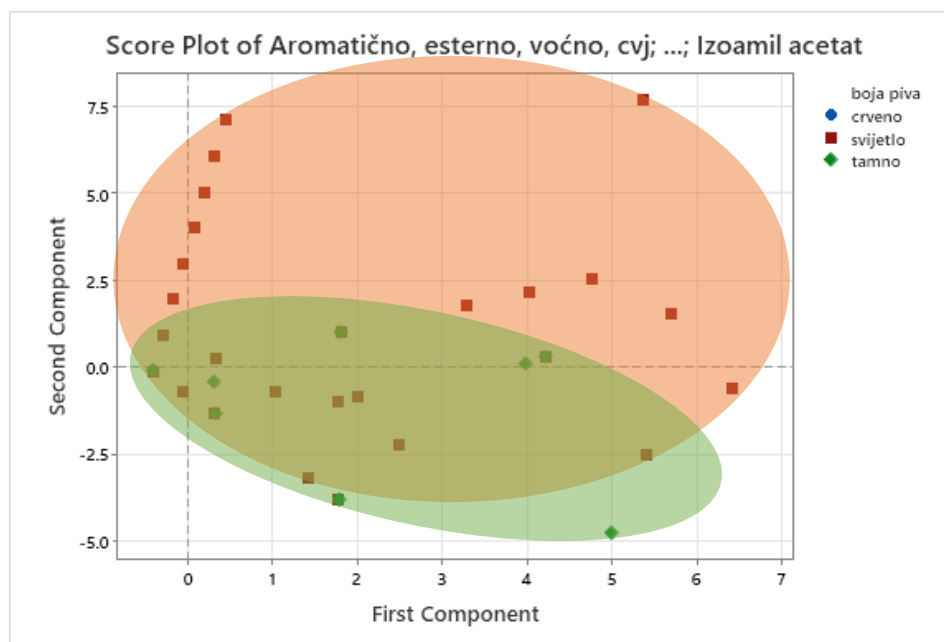
Slika 29. Senzorski profil za *porter* craft piva



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<sup>-1</sup>]</i>			0,14	
<i>maltoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,43	0,09	0,01	-0,12
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,40	-0,37	0,66	<b>-0,76</b>
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,26	-0,22	0,70	0,11
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,11	0,99	-0,92	-0,55
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,12	-0,85	0,25	0,068
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,44	-0,98	0,02	-0,11
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,41	0,37	0,52	-0,09
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,50	0,20		<b>-0,84</b>
<i>suma ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>			0,09	-0,24
<i>suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,04	0	-0,87	0,66
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,48	0,88	<b>-1,00</b>	0,40
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,44	<b>-1,00</b>	0,77	0,17
<i>epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>			<b>-1,00</b>	
<i>asperfenamate [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>0,82</b>
<i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>-0,80</b>
<i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>-0,85</b>
<i>ciklo (L-Pro-L-Val) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>-0,79</b>
<i>lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>-0,84</b>
<i>rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>-0,88</b>
<i>felutanin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>-0,92</b>
<i>lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>				<b>-0,84</b>

- 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>
<b>Varijable</b>	<b>srednja ocjena profila okusa craft piva</b>			
<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<sup>-1</sup>]</i>			0,79	
<i>gustoća [20°/20°]</i>	0,85	-0,99		
<i>maltoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,02	0,45	0,47	0,05
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>		0,62	0,27	0,30
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,17	-0,29	-0,16	0,22
<i>mlječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,57	-0,99	-0,92	-0,82
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,51	-0,27	-0,98	-0,71
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,46	-0,02	-0,70	-0,65
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,05	-0,57	-0,65	0,13
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,63	0,47		0,26
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,76	0,83	-0,92	-0,07
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>		-0,59		0,05
<i>suma ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,23		0,52	0,75
<i>fumonizin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	1,00			
<i>lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,96			
<i>ciklo (L-Leu-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,96			
<i>infektopiron [ng mL<sup>-1</sup>]</i>			-0,98	
<i>dihidroksikalonektrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>			-1,00	
<i>moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>			0,98	
<i>absicinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>			-0,97	
<i>linamarin [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,13
<i>maltoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,25
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,12
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,01
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,80</b>
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,22
<i>etanol [%]</i>	-0,43
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,05
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,19
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,08
<i>suma Ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,05
<i>suma ostalih fungalnih [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,05
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,05
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,57
<i>Bovericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,66</b>
<i>Bikaverin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,70</b>
<i>Kotantin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,70</b>
<i>Eniatin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,74</b>
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,71</b>
<i>Zearalenon-4-sulfat [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,68</b>
<i>Felutantin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,63</b>
<i>Kvestomicin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,69</b>
<i>Asperfenamat [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,71</b>
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,79</b>
<i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,64</b>

- 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<sup>-1</sup>]</i>	0,57
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,00
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,04
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,21
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,22
<i>etanol [ %]</i>	0,38
<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,77
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,82</b>
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,61
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,35
<i>suma ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,37
<i>suma ostalih fungalnih metabolite [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,27
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,18
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,39
<i>Kojična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,82</b>
<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,97</b>
<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,85</b>

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>Svjjež 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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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; Cvijetno; 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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	0,44	<b>0,51</b>	<b>0,58</b>	-0,16	<b>0,56</b>	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 <sup>-1</sup> ]	-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	<b>0,60</b>	-0,22	-0,12	0,11	-0,11
<i>Epiheterodendrin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,08	-0,08	<b>0,61</b>	-0,12	0,12	0,26	0,06	-0,12	-0,02	0,09	0,06	0,17	-0,01	-0,12	<b>-0,55</b>	-0,16	0,02	<b>0,69</b>	-0,16
<i>suma biljnih metabolita</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09	-0,08	<b>0,60</b>	-0,12	0,12	0,26	0,07	-0,12	-0,02	0,08	0,06	0,18	0,01	-0,13	<b>-0,56</b>	-0,16	0,01	<b>0,68</b>	-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<sup>-1</sup>]</i>	-0,86	-0,82	0,70	0,38	0,43	0,58	-0,93	0,75	-0,33
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,69	0,94	-0,35	0,82	-0,27	0,82	-0,96	0,99	0,84
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,80	0,88	-0,83	-0,79	-0,83	0,62	-0,27	0,18	-0,20
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,31	-0,73	-0,76	-0,87	0,66	-0,33	0,12	-0,27	-0,21
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,83	0,16	-0,87	-0,60	-0,48	0,35	-0,69	-0,49	-0,73
<i>suma Aspergillus [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,25	0,77	-0,31	-0,30	-0,52	0,25	0,10	-0,46	-0,30
<i>suma Fusarium [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,69	-0,94	0,60	-0,76	0,58	-0,71	0,51	-0,77	0,38
<i>suma Penicillium [g L<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	0,80	-0,22	-0,39	0,16	0,37	-0,33	0,00	-0,31	0,02
<i>Tentoksin [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,82	0,18	0,34	-0,06	0,11	0,31	0,34	-0,01	-0,68
<i>Tenuazonska kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	-1,00	-0,36	-0,99	-0,71	-0,80	-0,70	0,08	-0,86	-0,24
<i>Kojična kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,22	0,79	0,74	0,22	-0,36	0,59	-0,15	0,41	0,26
<i>kulmorin [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,96	-0,64	0,37	1,00	-0,97	0,99	0,92	1,00	0,60
<i>Eniatin B1 [g L<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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 <sup>-1</sup> ]	-	-	-	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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	<b>0,83</b>	-0,02	0,47	-0,56	-0,70	<b>0,95</b>	<b>0,84</b>	0,33
ekstrakt [°Brix]	0,02	-0,50	-0,19	-0,59	0,66	0,39	-0,10	0,19	-0,39	<b>0,80</b>	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	<b>0,79</b>	0,09	-0,62	0,34	0,34	0,40
maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,31	<b>0,76</b>	-0,37	0,21	-0,68	-0,22	-0,40	0,08	-0,60	-0,05	0,09	-0,24	0,41	<b>0,82</b>	0,09
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,62	0,55	-0,41	-0,22	-0,54	<b>-0,79</b>	-0,37	-0,48	-0,38	-0,13	0,45	0,59	-0,10	0,12	-0,70
Alternariol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	<b>0,78</b>	-0,02	0,65	<b>-0,81</b>	-0,27	-0,31	0,25	0,10	-0,48	-0,38	0,20	0,20	0,38	-0,37
Alternariolmetileter [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>1,00</b>	-0,42	0,15	0,49	0,28	0,45	0,20	0,65	0,70	0,09	<b>-0,82</b>	-0,36	-0,03	-0,10	0,08
Tentoksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,17	0,36	-0,50	<b>0,83</b>	-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 <sup>-1</sup> ]	-0,53	0,31	-0,16	-0,06	-0,20	0,26	-0,16	0,26	-0,46	0,42	0,10	-0,39	<b>0,81</b>	<b>0,83</b>	0,21
suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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	<b>0,92</b>	0,48
suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	0,09	0,41	0,36	0,21	-0,37	-0,49	-0,18	-0,44	0,10	<b>-0,94</b>	0,08	0,63	-0,67	-0,63	-0,21
suma Ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17	0,14	0,50	-0,03	-0,11	-0,38	-0,05	-0,45	0,32	-0,69	0,13	<b>0,87</b>	-0,49	<b>-0,79</b>	-0,51
Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09	0,38	0,53	-0,26	-0,06	-0,34	<b>-0,79</b>	-0,08	0,04	-0,38	-0,18	0,72	0,02	-0,32	<b>-0,76</b>
Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,35	0,09	<b>0,91</b>	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 <sup>-1</sup> ]	0,38	0,01	<b>0,93</b>	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 <sup>-1</sup> ]	-0,55	-0,14	0,36	<b>-0,79</b>	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	<b>1,00</b>	-0,41	0,15	0,49	0,28	0,45	0,20	0,66	0,70	0,10	<b>-0,82</b>	-0,37	-0,02	-0,09	0,09
suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,89</b>	0,18	-0,37	-0,66	-0,09	-0,50	-0,11	<b>-0,77</b>	<b>-0,81</b>	0,08	<b>0,95</b>	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	Vočno	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	<b>0,98</b>	0,05	-0,41	<b>1,00</b>	
<i>EBC</i>	0,52	0,48	0,27	0,60	0,09	-0,04	0,52	-0,61	<b>1,00</b>	-0,50	-0,56	0,49	-0,52	
<i>ekstrakt [°Brix]</i>	0,93	-0,13	<b>0,98</b>	-0,44	-0,37	0,47	0,93	<b>-0,98</b>	0,37	-0,62	-0,59	0,89	-0,80	
<i>gustoća [20°/20°]</i>	<b>0,96</b>	-0,19	<b>0,96</b>	-0,42	-0,27	0,37	<b>0,96</b>	<b>-0,98</b>	0,41	-0,70	-0,52	0,85	-0,86	
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,49	0,61	0,65	0,15	-0,66	0,71	0,49	-0,78	0,61	-0,10	<b>-0,98</b>	0,93	-0,31	
<i>etanol [ %]</i>	0,19	0,59	-0,11	0,84	0,26	-0,24	0,19	-0,27	<b>0,95</b>	-0,30	-0,38	0,18	-0,25	
<i>Tentoksin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,34	<b>-1,00</b>	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<sup>-1</sup>]</i>	-0,65	-0,12	-0,92	0,46	0,76	-0,83	-0,65	0,84	-0,16	0,19	0,78	<b>-0,96</b>	0,44	
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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	<b>-0,96</b>	
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,86	-0,16	-0,88	0,14	0,40	-0,49	-0,86	<b>0,99</b>	-0,61	0,55	0,76	-0,94	0,73	
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,57	0,69	-0,75	<b>0,97</b>	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	<b>-1,00</b>
<i>ekstrakt [°Brix]</i>	0,28	<b>1,00</b>	-0,97	-0,19	0,84
<i>gustoća [20°/20°]</i>	0,28	<b>1,00</b>	-0,97	-0,19	0,84
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,91	0,14	0,10	<b>-1,00</b>	0,66
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,53	0,96	<b>-1,00</b>	0,08	0,66
<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,92	0,13	0,12	<b>-1,00</b>	0,65
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,99	-0,13	0,36	-0,95	0,43
<i>Beauvericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-1,00</b>	-0,32	0,54	-0,87	0,25
<i>kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,88	0,22	0,03	<b>-1,00</b>	0,71
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,31	-0,83	0,67	0,71	<b>-1,00</b>
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,74	0,44	-0,21	-0,97	0,86
<i>kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,35	<b>-1,00</b>	0,99	0,11	-0,80
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,94	-0,59	0,77	-0,68	-0,06
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,66	-0,90	0,98	-0,25	-0,52
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,23	-0,87	0,73	0,65	<b>-1,00</b>

- 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	deskriptori															
	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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>Pijesivo</i>	<i>Kiseo</i>	<i>Gorko</i>	<i>Alkalno</i>
<i>pH</i>	0,85	0,59	0,50	<b>-0,96</b>	-0,78	-0,94	-0,87
<i>EBC</i>	0,83	0,56	0,37	-0,87	0,79	<b>-1,00</b>	-0,84
<i>ekstrakt [°Brix]</i>	0,91	0,35	0,52	-0,88	-0,63	<b>-0,98</b>	-0,70
<i>gustoća [20°/20°]</i>	0,87	0,49	0,44	-0,89	-0,74	<b>-1,00</b>	-0,80
<i>maltoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,91	0,32	0,52	-0,87	-0,61	<b>-0,98</b>	-0,68
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,82	0,59	0,36	-0,88	-0,81	<b>-1,00</b>	-0,86
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,84	0,53	0,39	-0,87	-0,77	<b>-1,00</b>	-0,82
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,07	<b>-0,97</b>	0,43	0,25	0,86	0,33	0,82
<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,06	-0,03	-0,39	0,25	-0,08	-0,18	0,01
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,68	-0,42	0,57	-0,40	0,11	-0,51	0,06
<i>suma ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,20	0,14	0,11	-0,03	0,05	0,34	0,00
<i>Eniatin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,87	0,43	0,43	-0,85	-0,69	<b>-0,99</b>	-0,75
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,72	0,34	<b>-0,97</b>	0,66	-0,17	0,31	-0,02
<i>Fumonizin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,07	<b>-0,97</b>	0,43	0,25	0,86	0,33	0,82
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,84	0,47	0,37	-0,83	-0,73	<b>-0,99</b>	-0,78
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,98</b>	0,08	0,88	<b>0,96</b>	-0,34	-0,79	-0,47
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,90	-0,36	-0,49	0,86	0,64	<b>0,98</b>	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	Vočno	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-0,39	-0,04	-0,12	0,45	-0,65	-0,78	-0,42	0,07	-0,83	-0,72	-0,06	0,14

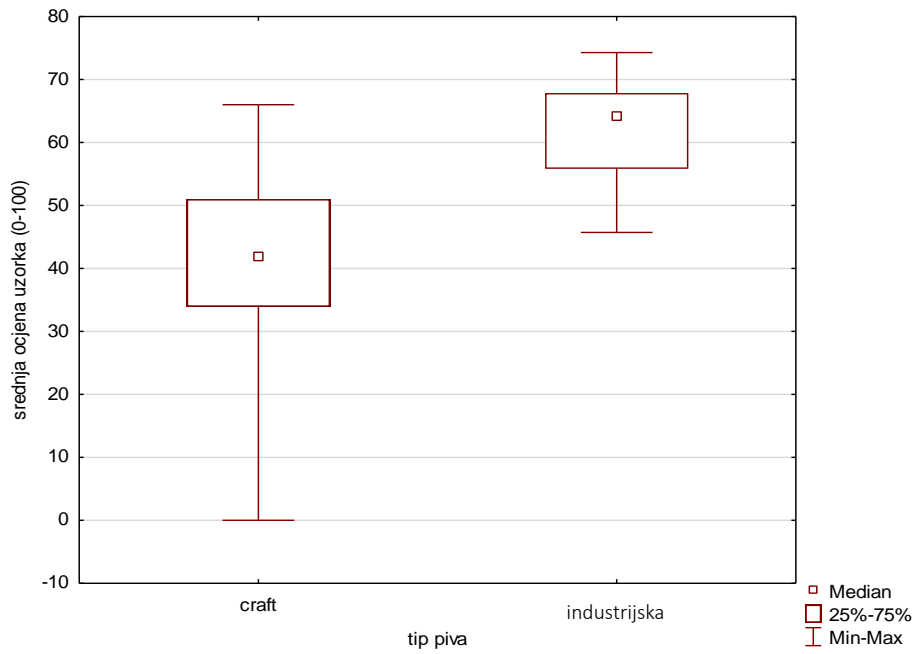
- crveno označeni koeficijenti su statistički značajni

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

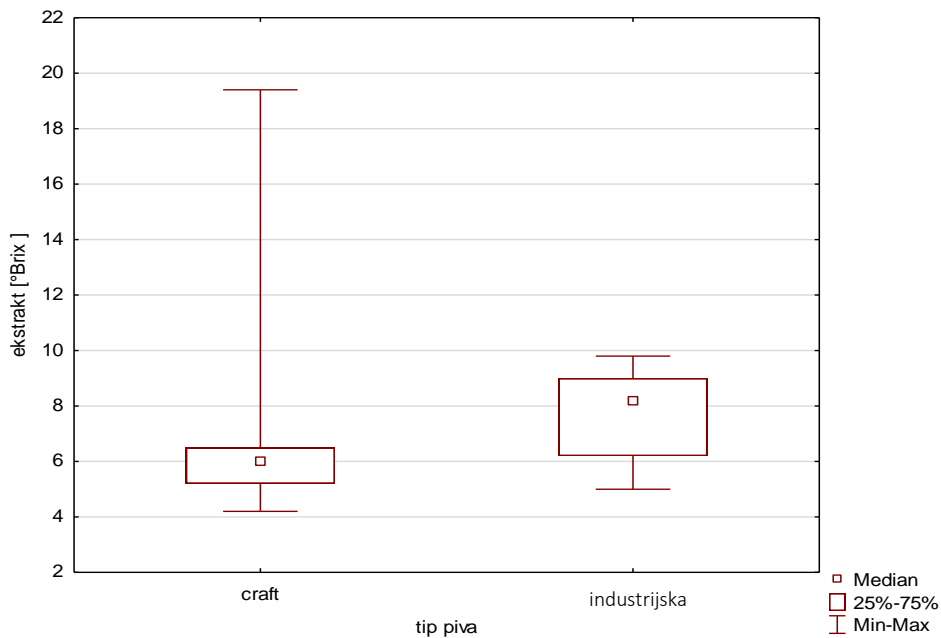
<i>Varijabla</i>	<i>Rank suma (craft)</i>	<i>Rank suma (industrijska)</i>	<i>p- vrijednost</i>
<i>srednja ocjena piva (0-100)</i>	18626	1075	<b>0,00</b>
<i>pH</i>	2003	143	0,21
<i>SRM</i>	1962	249	0,29
<i>EBC</i>	1963	248	0,30
<i>ekstrakt [°Brix ]</i>	1914	297	<b>0,03</b>
<i>gustoća [20°/20°]</i>	1919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

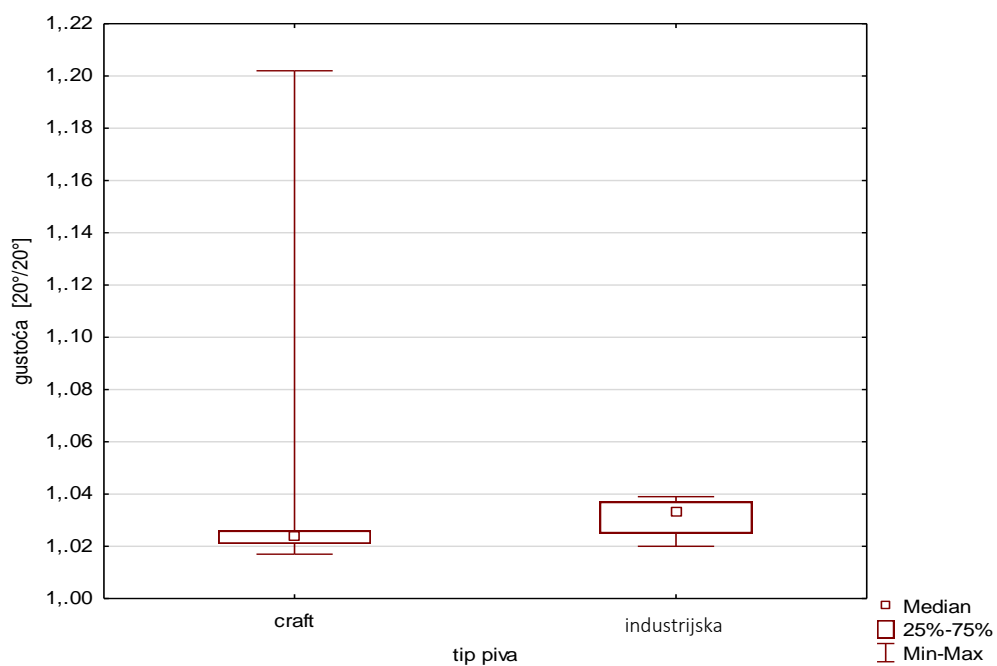


**Slika 32.** Kutijasti dijagram prosječne ocjene senzorskog profila craft i industrijskog piva

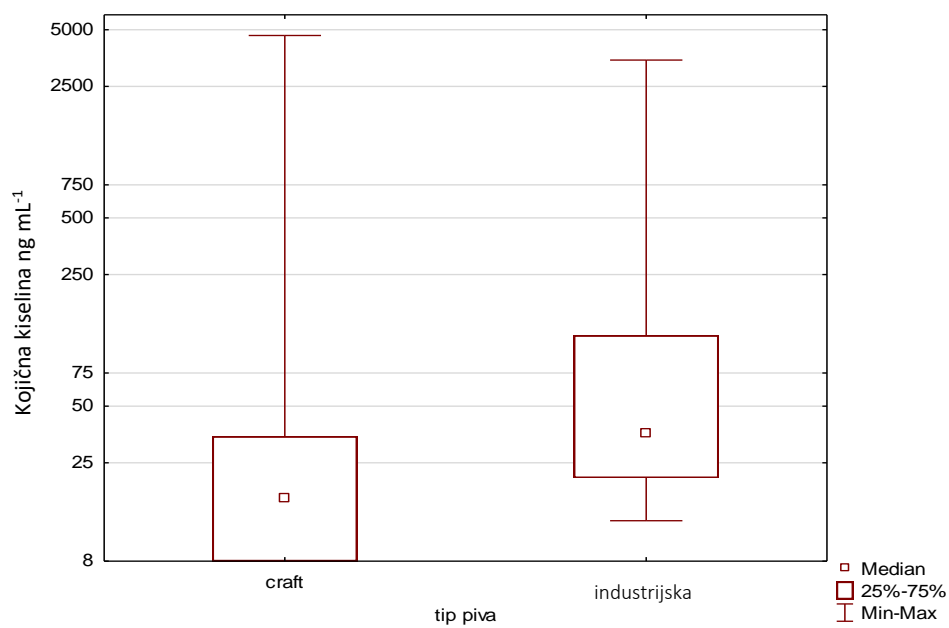


**Slika 33.** Kutijasti dijagram udjela ekstrakta u craft i industrijskom pivu

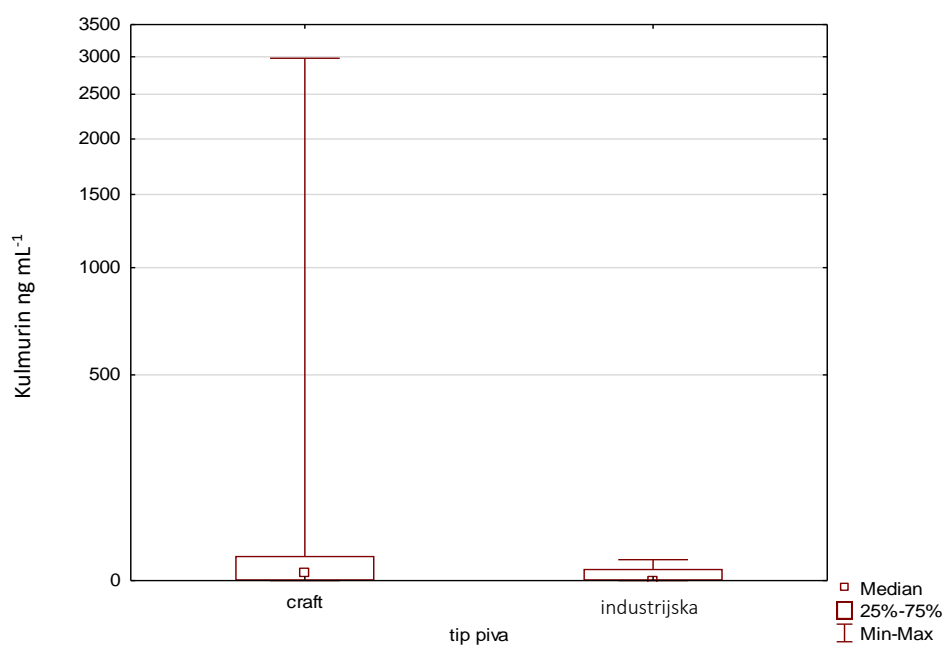




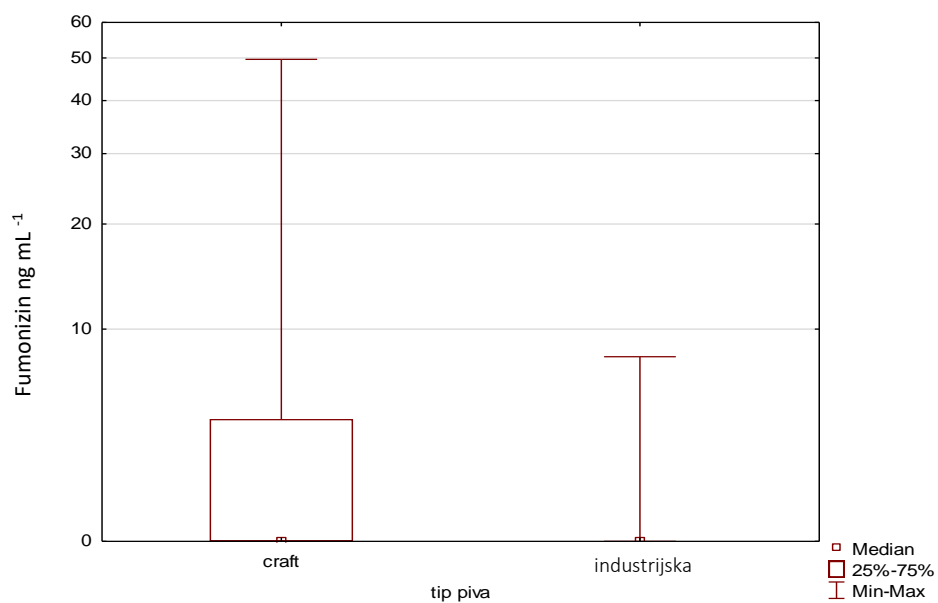
**Slika 34.** Kutijasti dijagram specifične gustoće, craft i industrijskog piva



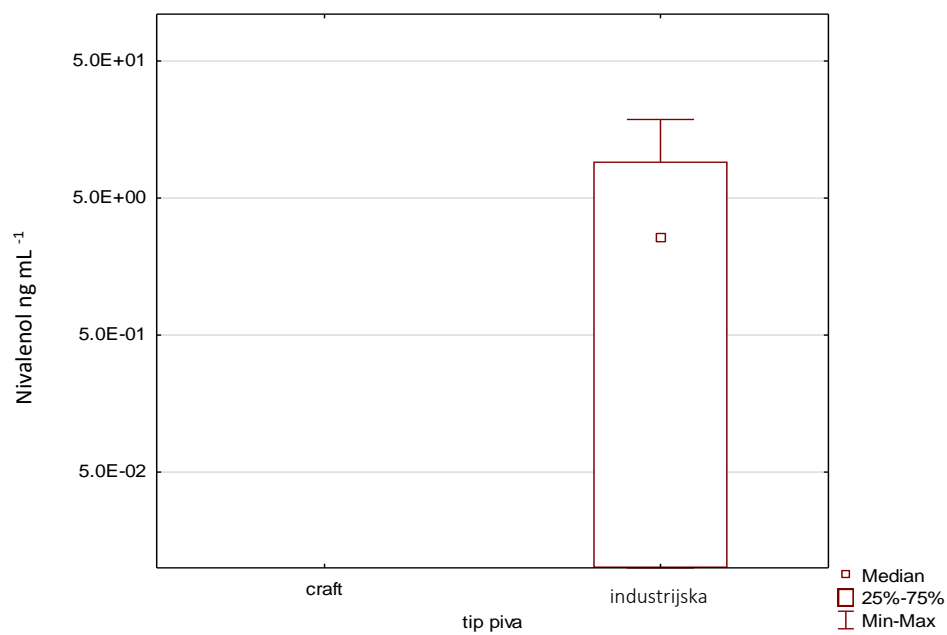
**Slika 35.** Kutijasti dijagram udjela kojične kiseline u craft i industrijskom pivu



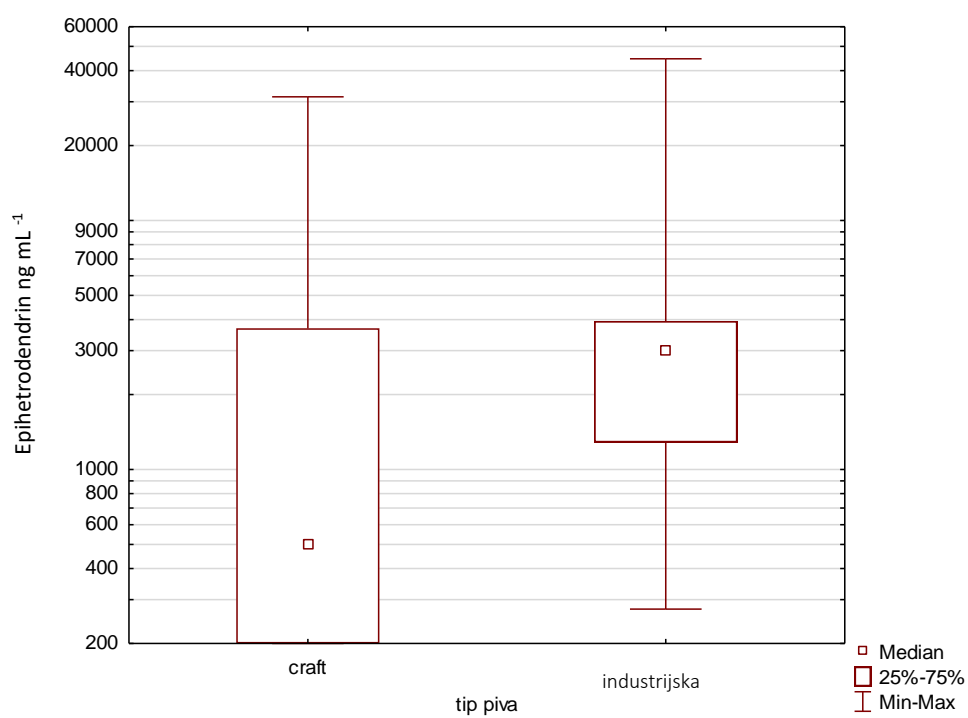
**Slika 36.** Kutijasti dijagram udjela kulmorina u craft i industrijskom pivu



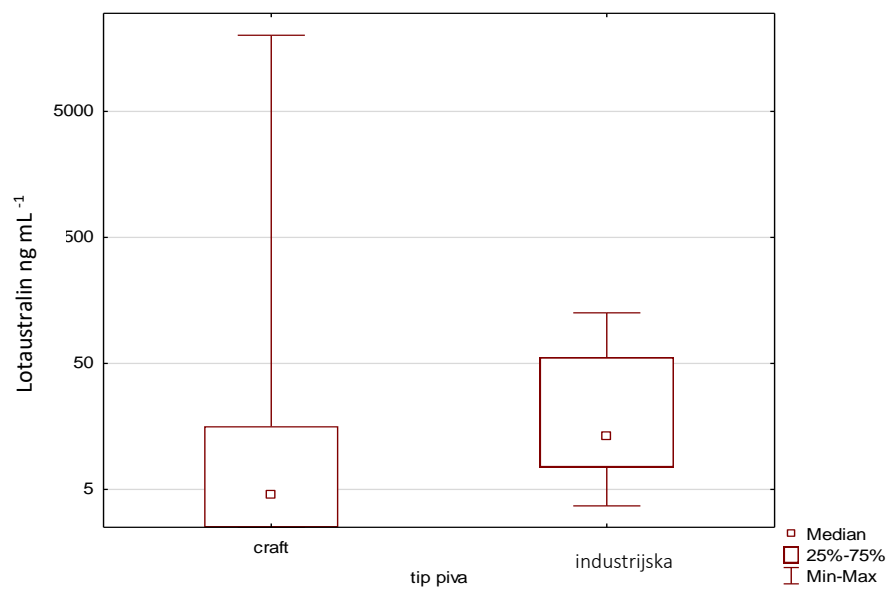
**Slika 37.** Kutijasti dijagram udjela fumonizina B1 u craft i industrijskom



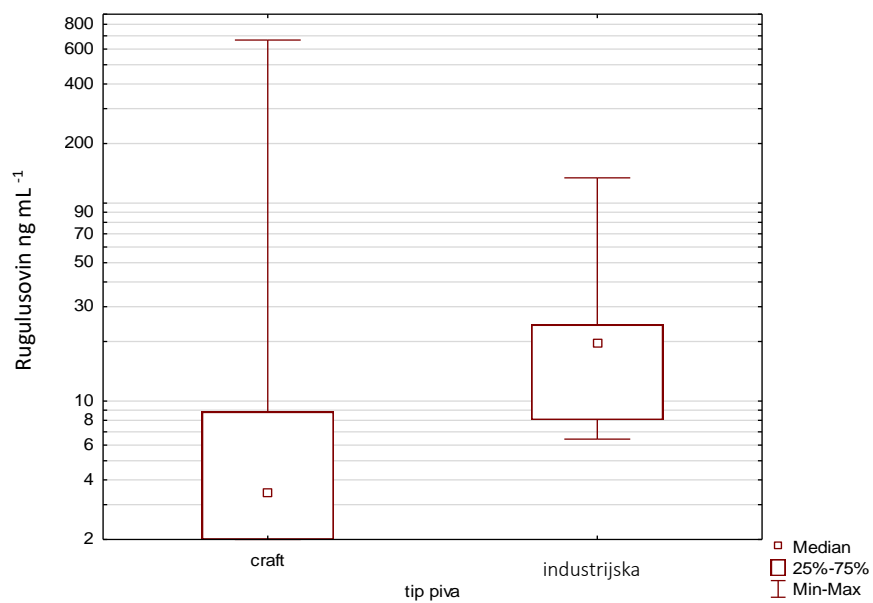
**Slika 38.** Kutijasti dijagram udjela nivalenola u craft i industrijskom pivu



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

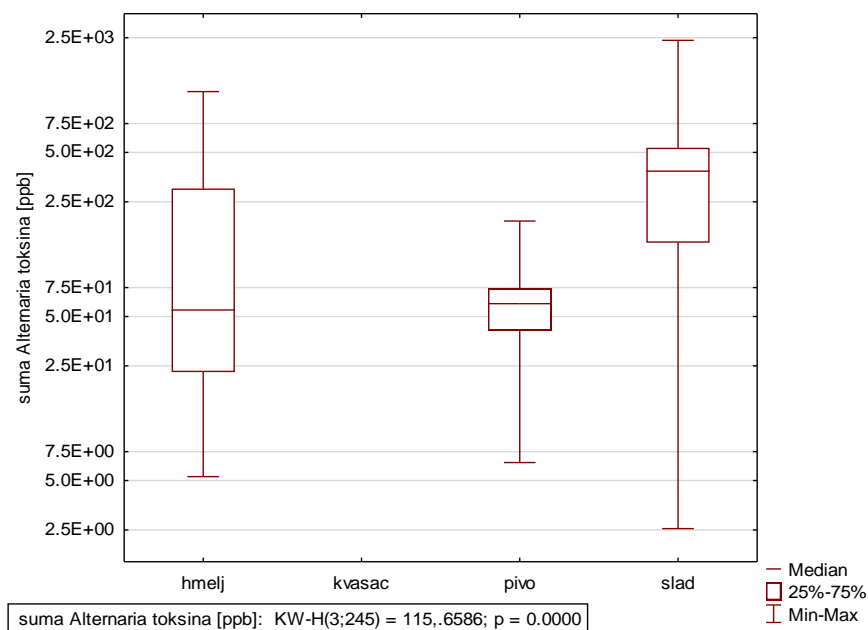


**Slika 40.** Kutijasti dijagram udjela lotaustralina u craft i industrijskom pivu

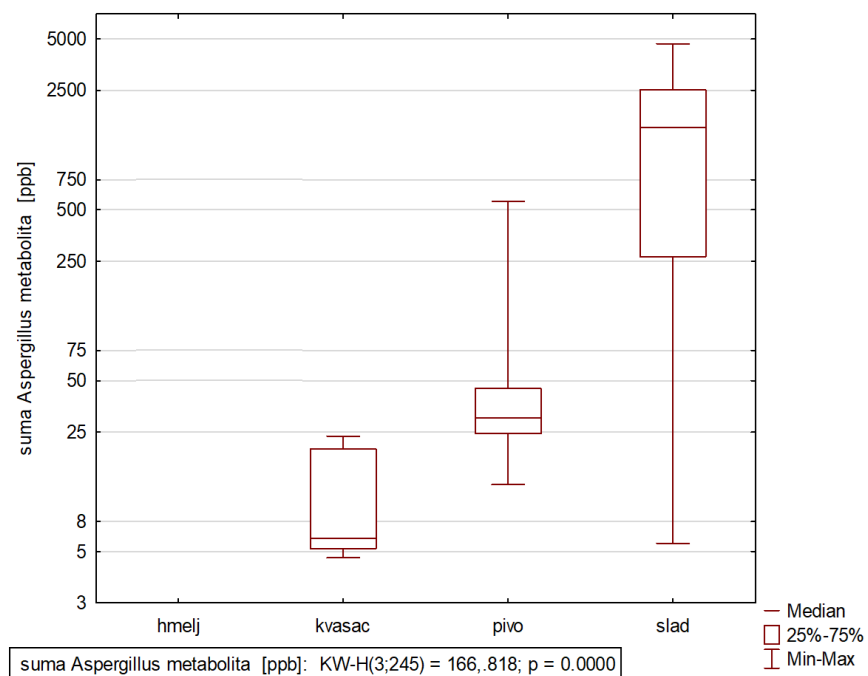


**Slika 41.** Kutijasti dijagram udjela rugulusovina u craft i industrijskom pivu

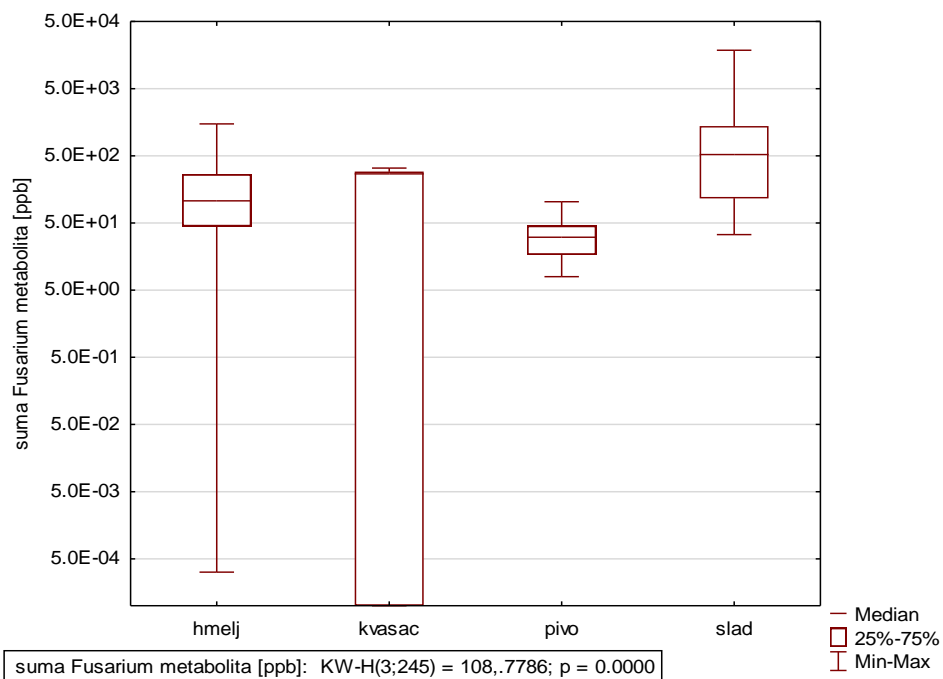
U nastavku su prikazani odabrani statistički značajno rezultati dobiveni **Kruskal- Wallis ANOVOM** (slike 42-49).



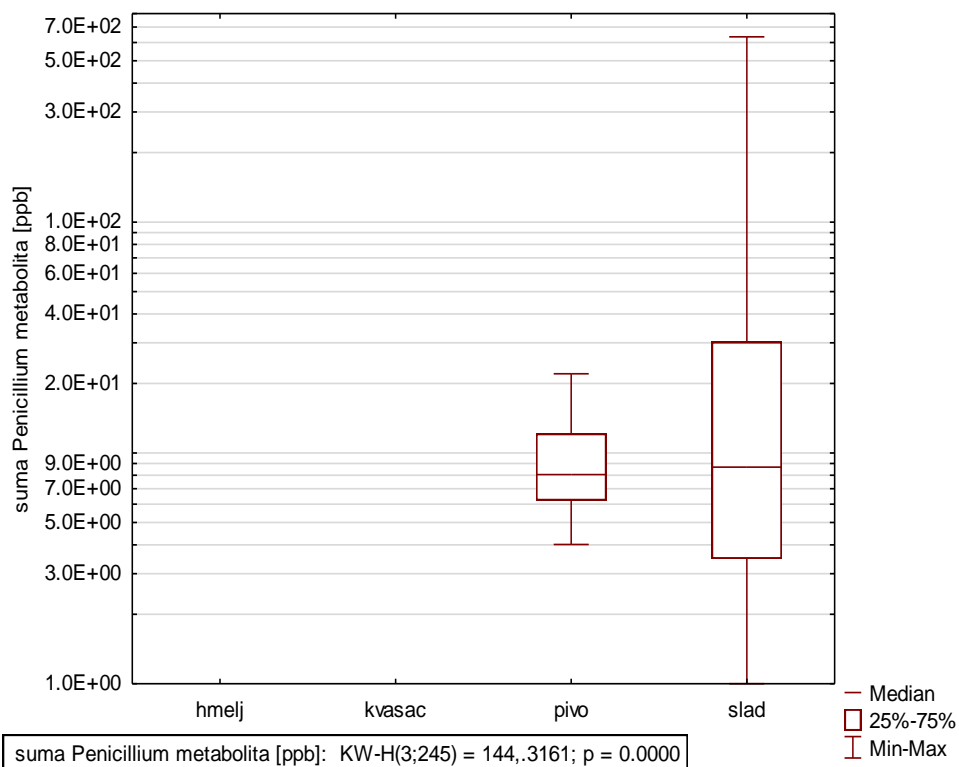
**Slika 42.** Kutijasti dijagram usporedbe ukupnih *Alternaria* mikotoksina u analiziranim sirovinama hemlja, kvasca, piva i slada



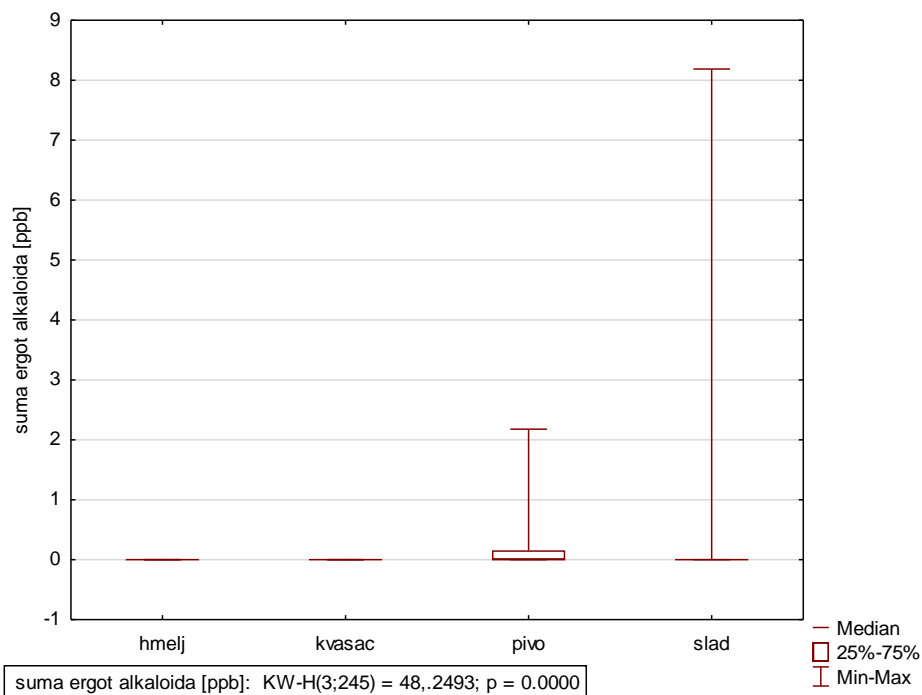
**Slika 43.** Kutijasti dijagram ukupnih *Aspergillus* mikotoksina u analiziranim sirovinama hemlja, kvasca, piva i slada



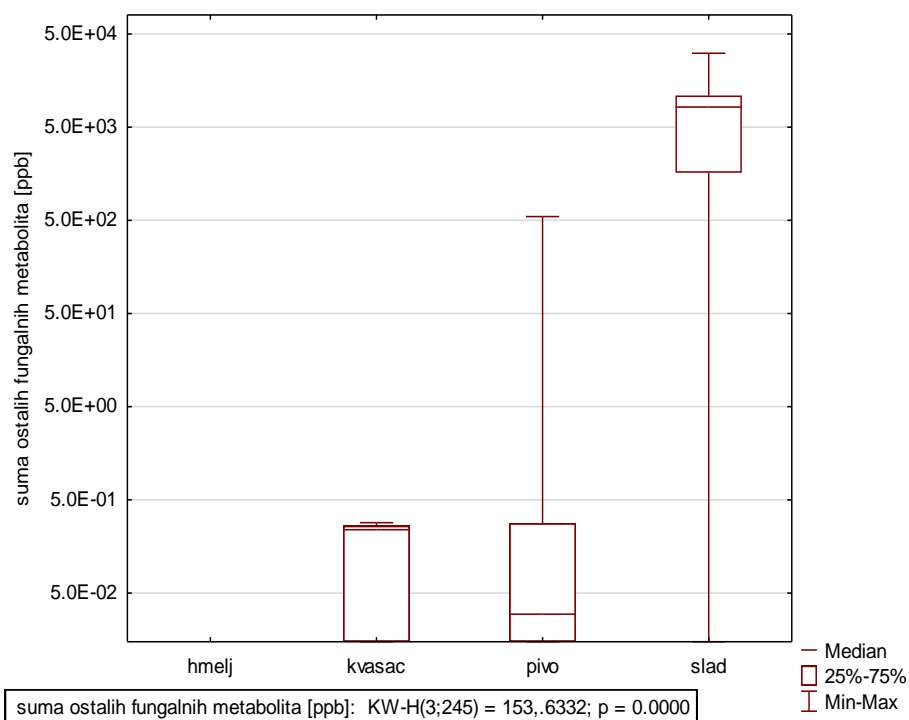
**Slika 44.** Kutijasti dijagram ukupnih *Fusarium* mikotoksina u analiziranim sirovinama hmelja, kvasca, piva i slada



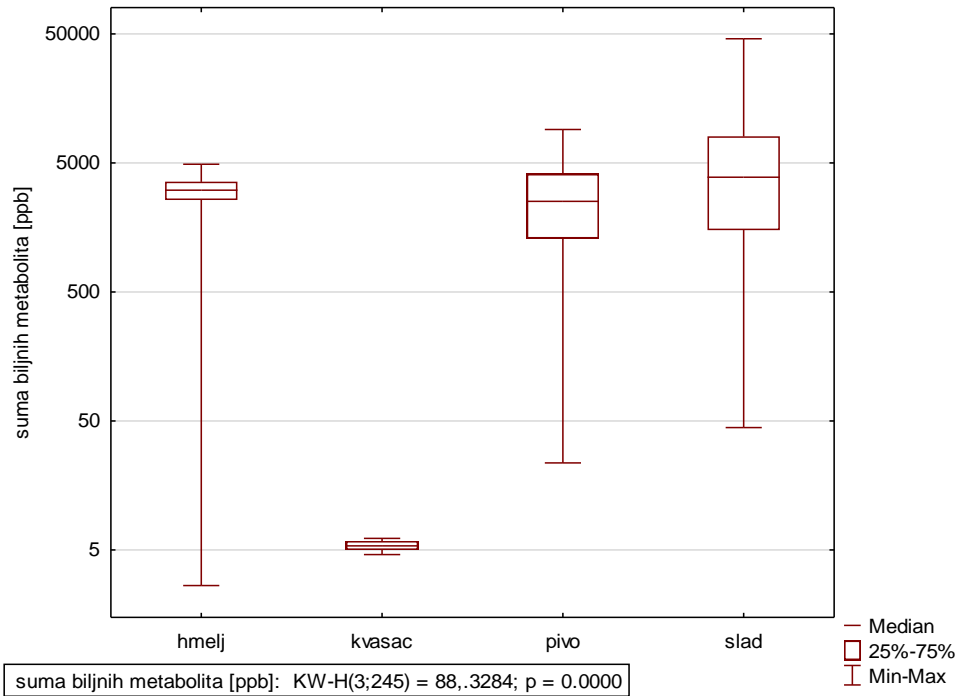
**Slika 45.** Kutijasti dijagram ukupnih *Penicillium* mikotoksina u analiziranim sirovinama hmelja, kvasca, piva i slada



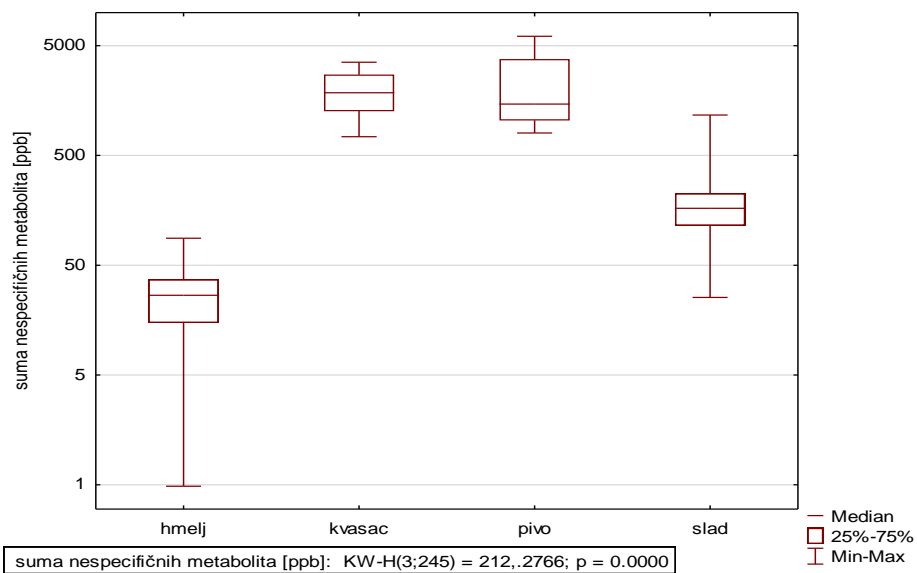
**Slika 46.** Kutijasti dijagram ukupnih *ergot alkaloida* u analiziranim sirovinama hmelja, kvasca, piva i slada



**Slika 47.** Kutijasti dijagram ukupnih ostalih fungalnih metabolita u analiziranim sirovinama hmelja, 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<sup>-1</sup> do 2,682 mg mL<sup>-1</sup>. U ovom istraživanju srednja vrijednost za glicerol u analiziranim uzorcima piva kretala se od 0,35 mg mL<sup>-1</sup> do 3,84 mg mL<sup>-1</sup> (Tablica 7-17, Prilog1). Prema istraživanju Mastanjević i sur. (2018) vrijednost za glicerol u pšeničnom pivu iznosila je 2,0 g L<sup>-1</sup>.

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  $2-6 \text{ g L}^{-1}$ . Piva u kojima je kvasac bio prisutan od početka fermentacije ili je dodan nakon 24 sata, sadržaj mliječne kiseline je dosegao oko  $2 \text{ g L}^{-1}$ . Kada je fermentacija mliječne kiseline provedena u odsutnosti kvasca najmanje 48 sati piva su sadržavala čak  $6 \text{ g L}^{-1}$  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  $1,001-1,050 \text{ g cm}^{-3}$  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- 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 4,41-6,68 % 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>, odnosno 0,68 ng g<sup>-1</sup> te prelaze maksimalno dozvoljene koncentracije za žitarice i proizvode. Najveća dopuštena količina za AFB1 iznosi 2 ng g<sup>-1</sup> odnosno za sumu (AFB1, AFB2 AFG1 i AFG2 ) iznosi 4 ng g<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>) je veća, nego što je dokazano za sami DON od 3,56 ng g<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>). U ispitivanim uzorcima detekiran je i  $\alpha$  – ZOL u 8% uzoraka. EFSA je u svom izvješću izračunala da je  $\alpha$  - 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>.

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<sup>-1</sup>, penicilinska kiselina u 17% uzoraka s maksimalnom koncentracijom od 331 ng g<sup>-1</sup>. 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  $\text{mg kg}^{-1}$  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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>) u odnosu na ostale prisutne mikotoksine, zatim EA (0,63 ng mL<sup>-1</sup>) (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<sup>-1</sup>, *Alternaria* toksini 86,54 ng mL<sup>-1</sup> i *Fusarium* toksini 45,43 ng mL<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>; 65,91 ng mL<sup>-1</sup>). Prosječna vrijednost za ukupne biljne metabolite bila je najveća za ale piva te je iznosila 4199,87 ng mL<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>, EA 0,23 mg mL<sup>-1</sup> a fungalnih metabolita 0,16 mg mL<sup>-1</sup> (Tablica 27 i 31, Prilog 5), dok je kod industrijskog blonde ale piva prosječna koncentracija *Alternaria* mikotoksina iznosila 67,68 mg mL<sup>-1</sup>, za EA 0,06 mg mL<sup>-1</sup> i ostalih fungalnih metabolita 0,21 mg mL<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>) te nespecifičnih metabolita (Tablica 23, Prilog 5).

Iznos prosječne koncentracije mikotoksina za *porter* piva skoro je podjednak za *Alternaria* (63,58 ng mL<sup>-1</sup>) i *Aspergillus* mikotoksine (61,24 ng mL<sup>-1</sup>). Nešto manja vrijednost istih mikotoksina zabilježena je kod *stout* craft piva, ali utvrđena je najveća koncentracija *Penicillium* mikotoksina (18,25 ng mL<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup>. Regulirana je prema Uredbi (EC 553/2022) u hrani baziranoj na žitaricama za djecu i dojenčad u najvećoj dopuštenoj količini od 500 ng g<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. 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<sup>-1</sup>. U ovom istraživanju najveća izmjerena koncentracija TeA kiseline bila je u pale ale pivu i iznosila je 99,5 ng mL<sup>-1</sup>, a prosječna koncentracija iznosila je 45,6 ng mL<sup>-1</sup>.

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  $\beta$ -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  $1 \text{ ng mL}^{-1}$  (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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> 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  $0,6 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$  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  $0,6 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$  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 sumporstog 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  $\alpha$ -kiseline koje se nalaze u smolama hmelja termički se izomeriziraju u izo- $\alpha$ -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 CO<sub>2</sub> 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 interkvartilni 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 interkvartilne 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<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>.

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  $\alpha$ -kiselina u gorke izo- $\alpha$ -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](https://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](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](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 Deoxinivalenol 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](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-ToksinContent 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).  $\beta$ -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](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-mycotoxin method 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). Deoxynivalenol 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-Híjar, 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](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](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](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 Ochratoxin A 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](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](https://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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	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	<LOD	11.4	208	<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	<LOD	511	532	<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	<LOD	1164	1174	<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	<LOD	3.74	17.8	<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	<LOD	9.72	18.6	<LOD	<LOD	4.74	<LOD	57.8	0.030	<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	<LOD	68.3	74.9	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<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	<LOD	9.49	20.1	<LOD	<LOD	8.51	<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	3864	<LOD	0.12	<LOD	<LOD	<LOD	0.48	0.60	0.48	0.60	
Celeia	<LOD	0.02	11.19	<LOD	<LOD	783	795	<LOD	<LOD	<LOD	1053	<LOD	0.36	0.161	<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	<LOD	14.1	24.8	<LOD	<LOD	2.03	68.8	<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	<LOD	10.2	22.9	<LOD	<LOD	<LOD	4.31	<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	<LOD	<LOD	<LOD	34.6	52.7	<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	<LOD	31.6	39.6	<LOD	<LOD	7.82	23.6	<LOD	0.23	0.005	<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	<LOD	376	699	<LOD	<LOD	8.12	46.9	<LOD	0.51	0.310	<LOD	<LOD	<LOD	112	168	3578	0.91	0.87	0.67	4.13	37.7	43.2	37.7	43.2		
Chinook	<LOD	0.63	2.81	<LOD	<LOD	6.92	10.4	<LOD	<LOD	<LOD	197	2.78	<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	<LOD	13.4	23.3	<LOD	<LOD	<LOD	153	<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		
Citra	<LOD	0.49	9.90	<LOD	<LOD	11.6	22.0	<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	<LOD	4.49	22.5	<LOD	<LOD	<LOD	5.25	<LOD	21.3	0.022	<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	<LOD	<LOD	<LOD	23.0	47.9	<LOD	<LOD	6.26	93.2	<LOD	0.058	<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	<LOD	31.3	46.8	<LOD	<LOD	<LOD	90.9	<LOD	0.008	0.080	<LOD	<LOD	<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	<LOD	56.5	262	<LOD	<LOD	30.9	15.1	0.92	0.379	<LOD	<LOD	15.9	<LOD	89.1	152	2202	0.51	1.05	<LOD	3.26	62.1	67.0	62.1	67.0		
Gerweiss Magnum	<LOD	0.74	6.75	<LOD	<LOD	473	480	0.06	<LOD	29.2	12.5	<LOD	<LOD	0.597	0.208	<LOD	<LOD	162	265	2816	<LOD	0.68	<LOD	1.41	34.0	36.1	34.0	36.1		
Golding	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	864	883	0.29	<LOD	<LOD	27.3	<LOD	0.32	0.339	<LOD	<LOD	<LOD	515	559	2982	<LOD	0.29	<LOD	0.15	2.34	2.77	2.34	2.77		
H.M.180	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	34.5	48.1	0.15	<LOD	4.93	<LOD	17.7	1.68	0.698	<LOD	<LOD	<LOD	92.4	118	3187	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	4.92	4.92	4.92	4.92	
Hallerbauer Magnum	<LOD	0.71	9.12	<LOD	<LOD	351	361	0.88	<LOD	26.2	13.6	18.1	2.54	0.750	<LOD	<LOD	<LOD	197	278	2790	<LOD	0.35	0.05	2.07	27.5	30.0	27.5	30.0		
Hopsi, Seaz	<LOD	0.18	13.74	<LOD	<LOD	42.9	56.8	<LOD	<LOD	10.8	<LOD	<LOD	0.11	0.095	<LOD	<LOD	<LOD	64.7	80.1	3947	<LOD	0.18	<LOD	0.64	21.6	22.5	21.6	22.5		
Local Wild	<LOD	0.20	17.39	<LOD	<LOD	91.8	109	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.19	0.026	<LOD	<LOD	<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	<LOD	21.2	35.0	0.13	<LOD	7.70	<LOD	<LOD	0.13	<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	<LOD	45.4	172	<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	<LOD	22.0	45.4	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	33.2	2.00	0.314	<LOD	<LOD	<LOD	55.7	90.6	4013	<LOD	0.29	<LOD	<LOD	21.7	22.0	21.7	22.0		
Magnum	<LOD	0.79	6.55	<LOD	<LOD	711	718	0.62	<LOD	26.0	12.2	<LOD	2.50	0.970	<LOD	<LOD	<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	<LOD	292	301	0.20	<LOD	39.1	<LOD	<LOD	1.36	0.452	<LOD	<LOD	<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	<LOD	349	356	<LOD	<LOD	39.4	19.1	<LOD	2.95	0.791	0.199	0.002	14.9	<LOD	264	3016	<LOD	0.67	<LOD	1.83	43.9	46.4	43.9	46.4		
Magnum (Aba)	<LOD	0.82	5.30	<LOD	<LOD	377	383	<LOD	<LOD	31.2	29.9	<LOD	1.07	0.405	<LOD	<LOD	<LOD	151	284	3096	<LOD	0.60	<LOD	2.37	34.9	37.9	34.9	37.9		
Magnum 2018	<LOD	0.35	25.41	<LOD	<LOD	349	374	0.05	<LOD	9.22	44.8	<LOD	1.34	0.588	<LOD	<LOD	<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	<LOD	47.6	50.8	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0.004	<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		
	µg/kg	%	µg/kg	%		µg/kg	%	
sum Alternaria [µg/kg]	41.7	44.2	<LOD	<LOD	15.1	<LOD	2.90	376
Tenuazonic acid [µg/kg]	0.19	3.68	<LOD	<LOD	0.15	<LOD	0.51	7.90
Tentoxin [µg/kg]	0.86	11.00	<LOD	<LOD	0.13	<LOD	0.42	5.36
Infectopyrone [µg/kg]	0.64	12.44	<LOD	<LOD	0.002	<LOD	0.42	5.36
Altersetin [µg/kg]	0.84	10.80	<LOD	<LOD	0.002	<LOD	0.42	5.36
Alternariolmethylether [µg/kg]	0.27	13.63	<LOD	<LOD	0.002	<LOD	0.42	5.36
Altermarol [µg/kg]	0.75	13.71	<LOD	<LOD	0.002	<LOD	0.42	5.36
Altenuis [µg/kg]	0.12	17.01	<LOD	<LOD	0.002	<LOD	0.42	5.36
sum Fusarium [µg/kg]	47.0	59.5	<LOD	<LOD	0.094	<LOD	1.24	15.6
T-2 toxin [µg/kg]	0.24	12.64	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Siccanol [µg/kg]	0.17	17.09	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Nivalenol [µg/kg]	0.20	15.61	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Moniliformin [µg/kg]	0.33	24.69	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
HT-2 toxin [µg/kg]	1.02	6.22	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Fumonisin B1 [µg/kg]	0.32	16.51	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Enniatin B3 [µg/kg]	0.18	20.08	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Enniatin B2 [µg/kg]	0.33	13.80	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Enniatin B1 [µg/kg]	0.24	8.57	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Enniatin B [µg/kg]	0.06	12.47	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Deoxynivalenol [µg/kg]	0.08	15.30	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Culmorin [µg/kg]	0.23	24.69	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Butenolid [µg/kg]	1.02	6.22	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Bikaverin [µg/kg]	0.32	16.51	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Beauvericin [µg/kg]	0.18	20.08	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
sum unspecific [µg/kg]	0.51	7.90	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Tryptophol [µg/kg]	0.42	5.36	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
cyclo(L-Pro-L-Val) [µg/kg]	0.42	5.36	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Citreosone [µg/kg]	0.42	5.36	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Brevianamid F [µg/kg]	0.42	5.36	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
3-Nitropropionic acid [µg/kg]	0.42	5.36	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66
Abscisic acid [µg/kg]	0.42	5.36	<LOD	<LOD	0.020	<LOD	0.29	3.66

\*mikotoksini regulirani u EC 553/2022

\*\*mikotoksinisni 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 <sup>-1</sup> ]*	Alternariol-9-Gluco-side [ng g <sup>-1</sup> ]	Alternariolmethylether [ng g <sup>-1</sup> ]*	Alternariolmethylether-Gluco-side [ng g <sup>-1</sup> ]	Altersetin [ng g <sup>-1</sup> ]	Infectopyrone [ng g <sup>-1</sup> ]	Radichin [ng g <sup>-1</sup> ]	Tentoxin [ng g <sup>-1</sup> ]**	Tenuzonic acid [ng g <sup>-1</sup> ]*	Zinndiol [ng g <sup>-1</sup> ]	Zinlamide [ng g <sup>-1</sup> ]	sum Alternaria [ng g <sup>-1</sup> ]
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

\*\*mikotoksin 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 <sup>-1</sup> ]	Atlatoxin B2 [ng g <sup>-1</sup> ]	Asperfuran [ng g <sup>-1</sup> ]	Cochliolone A [ng g <sup>-1</sup> ]	Deoxytrypothiquivalin [ng g <sup>-1</sup> ]	Deoxytryptothiquivaline A [ng g <sup>-1</sup> ]	Fumitremorgin B [ng g <sup>-1</sup> ]	Kojic acid [ng g <sup>-1</sup> ]	Kotaniol A [ng g <sup>-1</sup> ]	Phenopyrrolin [ng g <sup>-1</sup> ]	Rosellichalasin [ng g <sup>-1</sup> ]	Sterigmatocystin [ng g <sup>-1</sup> ]	Tryptosatin A [ng g <sup>-1</sup> ]	Trypotoquivaline A [ng g <sup>-1</sup> ]	Trypotoquivaline D [ng g <sup>-1</sup> ]	sum Aspergillus [ng g <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Atlatonin B2 [ng g <sup>-1</sup> ]	Asperfuran [ng g <sup>-1</sup> ]	Cochliquinone A [ng g <sup>-1</sup> ]	Deoxytrypicovaline [ng g <sup>-1</sup> ]	Deoxytrypicovaline A [ng g <sup>-1</sup> ]	Fumitremogin B [ng g <sup>-1</sup> ]	Kojic acid [ng g <sup>-1</sup> ]	Kanamit A [ng g <sup>-1</sup> ]	Phenopyrozin [ng g <sup>-1</sup> ]	Rosellichalin [ng g <sup>-1</sup> ]	Sterigmatocystin [ng g <sup>-1</sup> ]	Tryprostatin A [ng g <sup>-1</sup> ]	Tryprovaline A [ng g <sup>-1</sup> ]	Tryprovaline D [ng g <sup>-1</sup> ]	sum Aspergillus [ng g <sup>-1</sup> ]
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	478.28
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 <sup>-1</sup> ]	Ergocristine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergocryptine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergometrine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergometrine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergosin [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergosinin [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergotamine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergotaminine [ng g <sup>-1</sup> ]	sum ergot alkaloids [ng g <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Ergocristine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergocryptine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergometrine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergometrine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergosin [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergosinin [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergotamine [ng g <sup>-1</sup> ]	Ergotamine [ng g <sup>-1</sup> ]	sum ergot alkaloids [ng g <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Nonactin [ng g <sup>-1</sup> ]	sum bacterial metabolites [ng g <sup>-1</sup> ]	Biochanin [ng g <sup>-1</sup> ]	Coumestrol [ng g <sup>-1</sup> ]	Daidzein [ng g <sup>-1</sup> ]	sum phytoestrogen [ng g <sup>-1</sup> ]	Baesianolide [ng g <sup>-1</sup> ]	Cytochalasin E [ng g <sup>-1</sup> ]	Destrukin B [ng g <sup>-1</sup> ]	Emestrin [ng g <sup>-1</sup> ]	Monocerin [ng g <sup>-1</sup> ]	Rubellin D [ng g <sup>-1</sup> ]	Terragine [ng g <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	Nonacrin [ng g <sup>-1</sup> ]	sum bacterial metabolites [ng g <sup>-1</sup> ]	Biochanin [ng g <sup>-1</sup> ]	Coumestrol [ng g <sup>-1</sup> ]	Daidzein [ng g <sup>-1</sup> ]	sum phytoestrogen [ng g <sup>-1</sup> ]	Baastanolide [ng g <sup>-1</sup> ]	Cyochalasin E [ng g <sup>-1</sup> ]	Destrukin B [ng g <sup>-1</sup> ]	Emestrin [ng g <sup>-1</sup> ]	Monocerin [ng g <sup>-1</sup> ]	Rubellin D [ng g <sup>-1</sup> ]	Terragine [ng g <sup>-1</sup> ]	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	
prosjeak	<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 <sup>-1</sup> ]	Epigallocatechin [ng g <sup>-1</sup> ]	Linamarin [ng g <sup>-1</sup> ]	Lotaustriin [ng g <sup>-1</sup> ]	Xanthoxin [ng g <sup>-1</sup> ]	sum plant metabolites [ng g <sup>-1</sup> ]	3-Nitropropionic acid [ng g <sup>-1</sup> ]	Asperglaucide [ng g <sup>-1</sup> ]	Brevianamid F [ng g <sup>-1</sup> ]	Citreoselin [ng g <sup>-1</sup> ]	Emodin [ng g <sup>-1</sup> ]	Physcion [ng g <sup>-1</sup> ]	Pyrenophorin [ng g <sup>-1</sup> ]	Rugulosovin [ng g <sup>-1</sup> ]	Siccantin [ng g <sup>-1</sup> ]	Tryptophol [ng g <sup>-1</sup> ]	sum unspecific [ng g <sup>-1</sup> ]
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	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	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	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	3.3376	134.96	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	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	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	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	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 <sup>-1</sup> ]	Epithederandrin [ng g <sup>-1</sup> ]	Linamarin [ng g <sup>-1</sup> ]	Lotaustralin [ng g <sup>-1</sup> ]	Xanthoxin [ng g <sup>-1</sup> ]	sum plant metabolites [ng g <sup>-1</sup> ]	3-Nitropropionic acid [ng g <sup>-1</sup> ]	Asperglaucide [ng g <sup>-1</sup> ]	Brevianamid F [ng g <sup>-1</sup> ]	Citreosein [ng g <sup>-1</sup> ]	Emodin [ng g <sup>-1</sup> ]	Physcion [ng g <sup>-1</sup> ]	Pyrenophorin [ng g <sup>-1</sup> ]	Rugulosein [ng g <sup>-1</sup> ]	Siccantin [ng g <sup>-1</sup> ]	Tryptophol [ng g <sup>-1</sup> ]	sum unspecific [ng g <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Phenopyrrozin [ng g <sup>-1</sup> ]	sum Aspergillus [ng g <sup>-1</sup> ]	Aurofusarin [ng g <sup>-1</sup> ]	Beauvericin [ng g <sup>-1</sup> ]	Chlamydo孢子 [ng g <sup>-1</sup> ]	Culmorin [ng g <sup>-1</sup> ]	Enniatin A [ng g <sup>-1</sup> ]	Enniatin A.1 [ng g <sup>-1</sup> ]	Enniatin B [ng g <sup>-1</sup> ]	Epi-eniustin [ng g <sup>-1</sup> ]	Equsetin [ng g <sup>-1</sup> ]	Fusaric acid [ng g <sup>-1</sup> ]	Zearalenone [ng g <sup>-1</sup> ]	Zearalenone-sulfate [ng g <sup>-1</sup> ]	sum Fusarium [ng g <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Alternariol [ng mL <sup>-1</sup> ]*	Alternariolmethylether [ng mL <sup>-1</sup> ]*	Alternariolmethylether-Glucoside [ng mL <sup>-1</sup> ]	Infectopyrone [ng mL <sup>-1</sup> ]	Tentoxin [ng mL <sup>-1</sup> ]**	Tenuazonic acid [ng mL <sup>-1</sup> ]*	Ziindiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]
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	Altenuisoi [ng mL <sup>-1</sup> ]	Alternariol [ng mL <sup>-1</sup> ]*	Alternariolmethyl ether [ng mL <sup>-1</sup> ]*	Alternariolmethyl ether-Glucoside [ng mL <sup>-1</sup> ]	Infectopyrone [ng mL <sup>-1</sup> ]	Tenotoxin [ng mL <sup>-1</sup> **	Tenuazonic acid [ng mL <sup>-1</sup> ]*	Zinndiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum <i>Alternaria</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Deoxytryptocovaline A [ng mL <sup>-1</sup> ]	Fumitremorgin C [ng mL <sup>-1</sup> ]	Kojic acid [ng mL <sup>-1</sup> ]	Kotantin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	Phenopyrrozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Quinadoline A [ng mL <sup>-1</sup> ]	Terrecyclic acid [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Deoxytryptovaline A [ng ml <sup>-1</sup> ]	Fumitremorgin C [ng ml <sup>-1</sup> ]	Kojic acid [ng ml <sup>-1</sup> ]	Kotatin A [ng ml <sup>-1</sup> ]	Phenopyrrozin [ng ml <sup>-1</sup> ]	Quinadoline A [ng ml <sup>-1</sup> ]	Terrecyclic acid [ng ml <sup>-1</sup> ]	sum Aspergillus [ng ml <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Ergocryptine [ng mL <sup>-1</sup> ]	Ergometrine [ng mL <sup>-1</sup> ]	Ergometrinine [ng mL <sup>-1</sup> ]	Ergosin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Ergosinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	alkaloids sum ergot [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Ergocryptine [ng ml <sup>-1</sup> ]	Ergometrine [ng ml <sup>-1</sup> ]	Ergometrine [ng ml <sup>-1</sup> ]	Ergosin [ng ml <sup>-1</sup> ]	Ergosinin [ng ml <sup>-1</sup> ]	sum ergot alkaloids [ng ml <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Epilhetodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Linamarin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum plant metabolites [ng mL <sup>-1</sup> ]	Cercosporamide [ng mL <sup>-1</sup> ]	Cladosporin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Cytochalasin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	Destrukin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	Monocerin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Neoechinulin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	Rubellin D [ng mL <sup>-1</sup> ]	Terragine [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum other fungal metabolites	Doxorubicin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Staurosporin [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum bacterial metabolites [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 namings	Abscisic acid [ng ml <sup>-1</sup> ]	Epitheterodendrin [ng ml <sup>-1</sup> ]	Linamarin [ng ml <sup>-1</sup> ]	Lotaustralin [ng ml <sup>-1</sup> ]	sum plant metabolites [ng ml <sup>-1</sup> ]	Cercosporamide [ng ml <sup>-1</sup> ]	Cladosporin [ng ml <sup>-1</sup> ]	Cytochalasin B [ng ml <sup>-1</sup> ]	Destruxin B [ng ml <sup>-1</sup> ]	Monocerin [ng ml <sup>-1</sup> ]	Neoechinulin A [ng ml <sup>-1</sup> ]	Rubellin D [ng ml <sup>-1</sup> ]	Terragline [ng ml <sup>-1</sup> ]	sum other fungal metabolites	Doxorubicin [ng ml <sup>-1</sup> ]	Staurosporin [ng ml <sup>-1</sup> ]	sum bacterial metabolites [ng ml <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Asperphenamate [ng mL <sup>-1</sup> ]	Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	Citreossein [ng mL <sup>-1</sup> ]	cydo(L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	cydo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	cydo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	cydo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	Endocrocin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Lobartnic acid [ng mL <sup>-1</sup> ]	N-Benzoyl-Phenylalanine [ng mL <sup>-1</sup> ]	Rugulosoivin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Tryptophol [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum unspecific [ng mL <sup>-1</sup> ]
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 <sup>-1</sup> ]	Asperphenamate [ng mL <sup>-1</sup> ]	Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	Citroseoin [ng mL <sup>-1</sup> ]	cyclo(L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	cyclo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	cyclo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	cyclo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	Endocrocin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Lobartc acid [ng mL <sup>-1</sup> ]	Phenylalanine [ng mL <sup>-1</sup> ]	N-Benzoyl-Rugulovoin [ng mL <sup>-1</sup> ]	Tryptophol [ng mL <sup>-1</sup> ]	sum unspecific [ng mL <sup>-1</sup> ]
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				
<b>OPĆI DOJAM (ocjena 1-9)</b>				
<b>Aromatično, esterno, voćno, cvjetno</b>				
Alkoholno				
Ijuto				
plastika, aceton, boja				
Izoamilni acetat				
Etil heksanoat				
Etil acetat				
Voćno				
Acetalaldehid				
Cvjetno				
Kuhani hmelj				
Ulje hmelja				
<b>Orašast, zelen, travnat</b>				
Drvenasto				
Badem				
Svježe pokošena trava				
<b>Žitarice</b>				
Zrnato				
Sladno				
Sladovina				
Biskvitno				
Prženo, bijeli kruh				
<b>Karamelizirano, pečeno</b>				
Karamela				
Crna čokolada				
Kava				
Čaj				
Dim				
Med				
Tobasko				
<b>Fenol, aseptično</b>				
Klorfenol				
<b>Sapunasto, masno, diacetil, užeglo</b>				
Masne kiseline				
Izovalerično				
Butirično				
Diacetil				
<b>Sulfatno</b>				
Sulfatno/sulfidno				
H <sub>2</sub> S				
Merkaptan				
Djelovanjem svjetla				
Autolizirano				
Zagorena guma				
Kuhano povrće				
DMS				

**Prilog 6** Obrazac A (nastavak)

Kvasac				
Papreno/ljuto				
Voćno				
Mliječno				
<b>Ustajalo, oksidirano,</b>				
<b>pljesnivo</b>				
Po mački				
Po koži				
Zemljano				
Pljesnivo				
<b>Kiselo</b>				
Octeno/ vinsko				
Slatko				
Slano				
Gorko				
Voćno				
<b>Osjećaj u ustima</b>				
Alkalno				
Metalno				
Astringentno/oporo				
Negazirano				
Pjenušavo				
<b>Punoća</b>				
Vodenasto				
Beskarakterno				
<b>OSTALI OKUSI</b>				

**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 <sup>-1</sup> ]	-0,43	<i>gustoća</i> [20°/20°]	0,90
<i>glukoza</i> [gL <sup>-1</sup> ]	0,40	<i>maltoza</i> [g L <sup>-1</sup> ]	0,10
<i>fruktoza</i> [gL <sup>-1</sup> ]	0,26	<i>glukoza</i> [g L <sup>-1</sup> ]	-0,37
<i>mliječna kiselina</i> [gL <sup>-1</sup> ]	0,11	<i>fruktoza</i> [g L <sup>-1</sup> ]	-0,22
<i>glicerol</i> [gL <sup>-1</sup> ]	0,00	<i>mliječna kiselina</i> [g L <sup>-1</sup> ]	0,99
<i>etanol</i> [%]	-0,04	<i>glicerol</i> [g L <sup>-1</sup> ]	-0,98
<i>Infektopiron</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,07	<i>etanol</i> [%]	0,00
<i>Tentoksin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,30	<i>Infektopiron</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,87
<i>Tenuazonična kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20	<i>Tentoksin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,86
<i>suma Alternaria</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,13	<i>Tenuazonjska kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,47
<i>Kojična kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,45	<i>suma Alternaria</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,85
<i>Fenopirozin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,18	<i>Kojična kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,98
<i>suma Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,44	<i>suma Aspergillus</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,98
<i>15-Hidroksikulmorin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,33	<i>15-Hidroksikulmorin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,53
<i>Beauvericin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,14	<i>Beauvericin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,32
<i>Krisogin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,27	<i>Krisogin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,62
<i>Kulmorin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,14	<i>Kulmorin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,16
<i>Eniatin B</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,30	<i>Eniatin B1</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,45
<i>Eniatin B1</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,16	<i>suma Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,37
<i>Fumonizin B1</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,34	<i>Citrinin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,98
<i>Fumonizin B2</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,30	<i>Kurvulin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,77
<i>Moniliformin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,13	<i>Felutanin A</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,51
<i>Zearalenon-sulfat</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,44	<i>suma Penicillium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,20
<i>suma Fusarium</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,41	<i>Abscisična kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,24
<i>Rubelin D</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,04	<i>Epiheterodendrin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,88
<i>suma ostalih fungalnih metabolita</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,04	<i>Lotaustralin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,16
<i>Bilaid A</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	<i>suma biljnih metabolita</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,88
<i>Citrinin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,14	<i>3-Nitropropionična kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,99
<i>Kurvulin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	<i>Brevianamid F</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,98
<i>Felutanin A</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,19	<i>ciklo (L-Ala-L-Pro)</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	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<sup>-1</sup>]</i>	-0,50	<i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,96
<i>Abscisična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,37	<i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,94
<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,47	<i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,87
<i>Lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,08	<i>Lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,46
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,48	<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,73
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,45	<i>Triptofol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,97
<i>ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,07	<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-1,00</b>
<i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,08		
<i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,30		
<i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,21		
<i>Lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,36		
<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,49		
<i>Triptofol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,40		
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</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 <sup>-1</sup> ]	0,14	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,12
maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,01	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,76
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,66	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,11
fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,70	mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	-0,55
mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	-0,92	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	0,03
glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	-0,81	etanol [%]	0,27
etanol [%]	-0,60	Alternariol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,15
Infektopiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,16	Alternariolmetileter [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,73
Tentoksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,13	Alternariolmetileter [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,08
Tenuazonska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,14	Infektopiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,06
Zindiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,10	Tentoksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,32
suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,25	Tenuazonska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,02
Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,02	Zindiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,02
Fenopirozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,86	suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,07
suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,02	Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,11
Ergin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,86	Fenopirozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,07
Ergometrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,11
suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	Ergometrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,14
15-Acetildeoksinivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,75	Ergometrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17
15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,65	suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,24
Beauvericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,68	15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,06
Klamidospordiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,75	Beauvericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,04
Krisogin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,68	Bikaverin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,70
Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,47	Butenolid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
Dihidroksikalonektrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,11	Klamidospordiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,02
DON-3-Glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,63	Krisogin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,02	Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,01
Eniatin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,77	Dihidroksikalonektrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,50
Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,76	DON-3-Glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,58
Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,50	Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,32
Fungerin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,10	Eniatin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,37
Fuzarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,10	Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
HT-2 Glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,75	Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-0,01	Fungerin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,41	HT-2 Glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
Nivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,01	Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,58
T-2 toksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,10	Nivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,28
suma Fusarium [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,52	Zearalenon-sulfat [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,12
Kladosporin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,86	suma Fusarium [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09
suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,87	Neoečinulin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,08
Citrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,76	suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,66
Kurvulin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,93	Bilaid A [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,57
Felutanin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,64	Citreohibridinol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,02
Grizeofulvin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,13	Citrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,73
Mikoenfolična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	Kurvulin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,66
suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,61	Felutanin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,92</b>
Abscisična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,06	Grizeofulvin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-1,00</b>	Hidroksikurvularin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,33
Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,63	Mikoenfolična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,49
suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-1,00</b>	Kuinolaktakin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,06
3-Nitropropionična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,87	suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,84</b>
Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,88	Abscisična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,52
ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,24	Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,43
ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,42	Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,84</b>
ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,29	suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,40
ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,16	3-Nitropropionična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,02
Lobarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,33	Asperfenamat [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>0,82</b>
Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,19	Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,74
Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,77	ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,80</b>
suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,77	ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,15
		ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,85</b>
		ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,79</b>
		Endokrokin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
		Lobarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,84</b>
		N-Benzoil-Fenilalanin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20
		Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,88</b>
		Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	0,45	<i>maltoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,02
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,62	<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup> ]</i>	0,17
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup> ]</i>	-0,29	<i>mlječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,57
<i>mlječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	-1,00	<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,87
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,91	<i>etanol [ %]</i>	-0,12
<i>etanol [ %]</i>	0,86	<i>Infektopiron [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,60
<i>Infektopiron [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,97	<i>Tentoksin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,66
<i>Tenuazonična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,70	<i>Tenuazonska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,90
<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,27	<i>Zindiol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,19
<i>Kojična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,08	<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,51
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,02	<i>Deoksitriptokuivalin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,64
<i>15-Hidroksikulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,95	<i>Kojična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,45
<i>Beauvericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,18	<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,46
<i>Krisogin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-1,00	<i>Ergometrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,23
<i>Kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,36	<i>Ergometrinin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,23
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,90	<i>suma ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,23
<i>Fumonizin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,98	<i>15-Hidroksikulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,92
<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,97	<i>Beauvericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,82
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,57	<i>Krisogin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,17
<i>Kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,97	<i>Kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,42
<i>Felutinin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,85	<i>DON-3-Glukozid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,66
<i>Kuinolaktakin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,85	<i>Eniatin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,15
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,47	<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,69
<i>Abscisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,77	<i>Fumonizin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,99
<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,75	<i>Fungerin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,19
<i>Lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,61	<i>Fuzarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,23
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,83	<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,70
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,93	<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,05
<i>ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,48	<i>Bilaid A [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	0,35	<i>Kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,16
<i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,48	<i>Felutinin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,81
<i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,57	<i>Kuinolaktakin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,19
<i>Lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,62	<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,63
<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,62	<i>Abscisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,45
<i>Triptofol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,56	<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,76
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,59	<i>Lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,96</b>
		<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,77
		<i>3-Nitropropionična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,64
		<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,27
		<i>Citreorosein [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,92
		<i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,85
		<i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,96</b>
		<i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,66
		<i>ciklo(L-Pro-L-Val [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,48
		<i>Lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,93
		<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,92
		<i>Triptofol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,25
		<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,32

Varijable	srednja ocjena profila okusa za IPA (0-100)	Varijable	srednja ocjena profila okusa za PORTER / STOUT (0-100)
pH	-0,36	pH	0,53
SRM	-0,32	SRM	0,26
EBC	-0,33	EBC	0,26
ekstrakt [°Brix ]	-0,02	ekstrakt [°Brix ]	0,09
gustoća [20°/20°]	-0,09	gustoća [20°/20°]	0,22
maltotrijoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,79	maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,05
maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,47	glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,30
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,27	fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,22
fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,16	mliječna kiselina[g L <sup>-1</sup> ]	-0,82
mliječna kiselina[g L <sup>-1</sup> ]	-0,92	glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	0,62
glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	0,02	etanol [ %]	-0,08
etanol [ %]	0,16	Infektopiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,34
Infektopiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,98</b>	Tenuazonska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,69
Tenuazonična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,52	suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,71
Zindiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,37	Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,67
suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,98</b>	Fenopirozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,32
Deoksitriptokuivalin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,44	suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,65
Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,70	suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,75
suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,70	15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,10
Ergometrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,52	Beauvericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,66
suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,52	Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,81
15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,30	Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,11
Beauvericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,67	Eniatin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,75
Krisogin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,73	Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17
Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,45	Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,82
[ng mL <sup>-1</sup> ]	0,93	Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,77
Dihidroksikalonektrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-1,00</b>	suma Fusarium [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,13
DON-3-Glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,43	Citrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,67
Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,72	Felutanin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,27
Eniatin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,02	Mikoenfolična kiselina[ng mL <sup>-1</sup> ]	0,76
Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,12	Kuinolaktakin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,21
Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,02	suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,26
Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>0,98</b>	Abscisinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,12
Nivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,54	Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,02
suma Fusarium [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,65	Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,81
Kurvulin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,76	suma biljnih metabolita	-0,07

Varijable	srednja ocjena profila okusa za IPA (0-100)	Varijable	srednja ocjena profila okusa za PORTER / STOUT (0-100)
		[ng mL <sup>-1</sup> ]	
Felutinin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,72	Brevianamid [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,14
Mikoenfolična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,94	ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,18
Kuinolaktakin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,02	ciklo(L-Leu-L-Pro)[ng mL <sup>-1</sup> ]	0,53
suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,19	ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,43
Abscisinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,97	ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,40
Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,91	Lobarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,57
Linamarin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,98	Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,50
Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,18
suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,92	suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,05
Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,61		
ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,75		
ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,15		
ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,25		
ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,30		
Lobarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09		
N-Benzoil-Fenilalanin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,52		
Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,10		
Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,16		
suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	0,57
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,00
fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,04
mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	0,21



srednja ocjena profila okusa za industrijska piva  
(0-100)

Varijable	
glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	0,22
etanol [ %]	0,38
Alternariolmetileter [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,25
Infektopiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,65
Tentoksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,66
Tenuazonska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,03
suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,77
Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,82
suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,82
Ergometrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,37
Ergometrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,38
suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,37
Butenolid [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,05
Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,46
Deoksinivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,03
Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,41
Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,97
suma Fusarium [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,61
suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,27
Citrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,43
Kurvulin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,23
Felutinin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,77
suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,35
Abcisinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,35
Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,18
Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,40
suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,18
3-Nitropropionična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,01
Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,54
ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,54
ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,48
ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,45
Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,85
Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,22
suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-0,132
maltoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,246
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,118
fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	-0,007
mlječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	<b>-0,795</b>
glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	-0,216
etanol [ %]	-0,434
Altenuisol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,181
Alternariol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,051
Alternariol monometil eter [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,481
Alternariol monometil eter - glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,401
Infektopiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,284
Tentoksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,115
Tenuazonska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,058
Zindiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,039
suma Alternaria toksina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,240
Butirolakton I [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,401
Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,053
Kotantin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,700</b>
Fenopirozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,070
suma Aspergillus metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,052
Ergin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,202
Ergometrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,041
Ergometrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,083
suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,050
15-Acetildeoksinivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,062
15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,308
Bovericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,656</b>
Bikaverin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,700</b>
Butenolid [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,029
Klamidospordioli [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,062
Krizogin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,106
Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,256
Deoksinivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,427
Dihidroksikalonektrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,590
Deoksinivalenol-3-glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,182
Eniatiin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,604
Eniatiin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,739</b>
Fumonizini B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>0,704</b>
Fumonizini B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,409
Fumonizini B3 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,130
Fungerin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,023
Fuzarinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,078
HT-2 glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,293
HT-2 toksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,009

**Varijable**

**srednja ocjena svih uzorka craft piva (0-100)**

Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,546
Nivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,237
T-2 toksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,066
Zearalenon [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,460
Zearalenon-4-sulfat [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>0,683</b>
suma Fusarium metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,186
Cerksosporamid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,368
Kladosporin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,042
Neoečinulin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,041
suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,051
Anacin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,560
Atlantinon A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,040
Aurantiamin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,131
Aurantin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,079
Bilaid A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,545
Citrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,107
Kurvulin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,327
Dihidrogrizeofulvin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,064
Felutanin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,632</b>
Grizeofulvin [ppb]	-0,040
Hidroksikurvularin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,411
Mikofenolna kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,131
O-Metilviridikatin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,064
Kvestomicin [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,693</b>
Kinolaktakin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,345
Rugulozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,189
Rugulovazin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,064
suma Penicillium metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,081
Apscizinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,298
Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,108
Linamarin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,304
Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,618
suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,051
3-Nitropropionska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,477
Asperfenamat [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,713</b>
Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,794</b>
Citreorozein [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,040
ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	<b>-0,642</b>
ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,438
ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,069
ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,590
Endokrokin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,025
Lobarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,214
N-Benzoil-Fenilalanin [ppb]	-0,282
Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,396
Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,621
suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 hmeja	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	<b>0,75</b>	<b>0,51</b>	<b>0,64</b>	<b>0,60</b>	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	<b>-0,53</b>	<b>0,53</b>	0,07	-0,14	<b>0,55</b>	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-0,08	<b>0,57</b>	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	-0,04	<b>0,60</b>	0,07	-0,33	-0,01	
mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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	<b>0,53</b>
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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	0,43	-0,03	0,23	0,48	0,45	0,47	0,22	0,36	0,08	0,16	<b>0,84</b>	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-0,38	0,42	-0,09	-0,15	-0,19	-0,29	0,37	0,37	0,03	<b>0,56</b>	0,06	-0,04	<b>0,61</b>	-0,10	0,12	-0,12	-0,24	0,12	0,35	-0,07	<b>0,52</b>	0,07	0,09	0,28
Fenopirozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,02	<b>0,61</b>	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	<b>-0,54</b>	-0,23	-0,01	-0,27	-0,16	0,16
suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,38	0,41	-0,10	-0,15	-0,19	-0,29	0,37	0,37	0,03	<b>0,56</b>	0,05	-0,04	<b>0,61</b>	-0,09	0,11	-0,12	-0,25	0,13	0,36	-0,06	<b>0,52</b>	0,07	0,09	0,28
15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	0,13	0,36	0,21	<b>0,59</b>	-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 <sup>-1</sup> ]	0,21	0,34	-0,08	<b>0,55</b>	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 <sup>-1</sup> ]	<b>0,60</b>	-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	<b>0,52</b>	-0,27	0,34	0,16	0,09	-0,18	-0,28	-0,04	<b>0,60</b>	-0,06
Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	<b>0,66</b>	-0,02	<b>0,57</b>	-0,24	-0,22	-0,23	-0,20	0,37	-0,22	0,00	0,03	-0,15	-0,11	-0,27	<b>0,63</b>	-0,34	<b>0,57</b>	0,32	0,28	0,12	0,40	-0,08	0,12	-0,28
Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17	0,42	-0,16	-0,08	-0,09	-0,10	0,25	-0,15	-0,19	-0,13	-0,21	-0,15	<b>0,57</b>	-0,18	-0,09	-0,15	-0,14	-0,14	0,10	-0,09	0,32	0,14	0,48	<b>0,65</b>
Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	0,43	-0,20	0,20	-0,14	0,00	0,27	-0,32	-0,26	-0,05	<b>-0,58</b>	-0,15	-0,23	<b>-0,68</b>	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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	<b>-0,59</b>	-0,49
suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	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	<b>-0,68</b>	-0,14	-0,34	-0,34
Bilaid A [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	0,44	<b>0,68</b>	<b>0,51</b>	<b>0,68</b>	-0,08	<b>0,58</b>	0,05	-0,15	-0,19	-0,16	<b>0,56</b>	<b>0,54</b>	0,33	<b>0,54</b>	-0,10	-0,13	-0,13	-0,17	-0,33	-0,10	-0,19	-0,18	-0,22	-0,13
Felutinin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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
Abscisinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,22	0,51	-0,14	-0,15	-0,11	-0,07	0,34	-0,09	-0,15	-0,09	-0,23	-0,17	<b>0,58</b>	-0,08	-0,10	-0,08	-0,11	-0,09	0,10	-0,17	0,42	0,18	0,37	<b>0,57</b>
Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,08	0,07	-0,08	0,02	<b>0,80</b>	<b>0,61</b>	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	<b>0,84</b>	0,10	-0,01
Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,24	0,03	-0,06	-0,15	-0,04	-0,07	-0,26	0,12	<b>0,70</b>	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	<b>0,57</b>

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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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	-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

[ng mL<sup>-1</sup>]

Lager	Masna kiselina	Izovalerijana	Butirično	Diacetil	Sulfidni/sulfidni	H <sub>2</sub> 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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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
Infektopyron [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sub>2</sub> S	Merkaptan	Djelovanjem svjetla	Autolizirano	Kuhano povrće	Kvasac	Papreno/ljuto	Ustajao, oksidirano	Po koži	Pjjesnivo	Kiselio, kiselo	Octena kiselina / ocat	Slatko	Slano	Gorko	Metalno	Oporost	premao gazirano	Punoća	Vodenasto	Bezkarakteran
<i>Fenopirozin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>15-Hidroksikulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Beauvericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Krisogin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Eniatin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Eniatin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Fumonizin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Zearalenon-sulfat [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Rubelin D [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Bilaid A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Citrinin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Felutinin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Abscisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Lotaustalin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Triptofol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>suma nespecificnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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

<b>Pilsner</b>	<b>voćno, aromatično, o, esterno</b>	<b>dim</b>	<b>kiselo</b>	<b>gorko</b>	<b>diacetil/užeglo</b>	<b>papreno/ ljuto</b>	<b>orašasto</b>	<b>Punoća okusa</b>	<b>karmelizirano</b>
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 <sup>-1</sup> ]	-0,86	-0,82	0,70	0,38	0,43	0,58	-0,93	0,75	-0,33
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,69	0,94	-0,35	0,82	-0,27	0,82	-0,96	0,99	0,84
fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,80	0,88	-0,83	-0,79	-0,83	0,62	-0,27	0,18	-0,20
mliječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	0,31	-0,73	-0,76	-0,87	0,66	-0,33	0,12	-0,27	-0,21
glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	-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
Infektopen [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,81	0,20	-0,69	0,23	0,84	0,84	0,70	0,63	0,92
Tentoksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,82	0,18	0,34	-0,06	0,11	0,31	0,34	-0,01	-0,68
Tenuazonska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-1,00	-0,36	-0,99	-0,71	-0,80	-0,70	0,08	-0,86	-0,24
suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,83	0,16	-0,87	-0,60	-0,48	0,35	-0,69	-0,49	-0,73
Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,22	0,79	0,74	0,22	-0,36	0,59	-0,15	0,41	0,26
suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,25	0,77	-0,31	-0,30	-0,52	0,25	0,10	-0,46	-0,30
15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,99	-0,30	0,08	-0,22	-0,04	-0,16	-0,09	-0,27	0,09
Beauvericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	1,00	0,50	0,60	-0,25	0,21	-0,18	-0,13	0,05	-0,59
Krisogin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,97	-0,19	1,00	0,95	0,86	-0,36	0,50	0,77	0,93
Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,96	-0,64	0,37	1,00	-0,97	0,99	0,92	1,00	0,60
Eniatin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-1,00	-0,38	0,42	0,33	-0,40	-0,27	-0,42	0,57	0,00
suma Fusarium [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,69	-0,94	0,60	-0,76	0,58	-0,71	0,51	-0,77	0,38
Citrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,59	-0,49	0,47	-0,42	0,45	-0,52	-0,43	-0,14	-0,22
Kurvulin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,25	-0,98	0,08	0,31	-0,55	0,10	-0,54	-0,09	0,20
Felutinin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,57	-0,98	-0,77	0,30	-0,60	0,92	0,98	-0,69	0,97
suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,81	-0,87	0,66	-0,96	0,82	-0,42	-0,21	0,20	0,87
Abcisinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,78	0,89	-0,57	0,32	0,38	0,10	0,05	0,05	0,20
Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,79	-0,22	0,71	0,30	-0,30	0,20	0,02	0,21	0,01
Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,83	0,85	0,93	0,37	-0,18	0,91	-0,28	-0,03	-0,61
suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,80	-0,22	-0,39	0,16	0,37	-0,33	0,00	-0,31	0,02
3-Nitropropionična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,56	0,52	0,21	0,26	0,43	0,26	-0,28	0,93	0,37
Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-0,09	-0,94	-0,26	-0,24	-0,17	0,72	-0,22	-0,04	0,20
Lobarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,62	0,97	-0,06	-0,30	-0,57	-0,35	-0,44	-0,42	-0,45
Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,32	-0,99	-0,94	0,88	0,91	0,91	0,91	0,91	0,03
Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,19	0,81	0,06	0,06	0,76	-0,89	0,06	0,28	0,64
suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sub>2</sub> S	Kuhano povrće	Ustajao, oksidirano	Po mački	Kiselo,	Ocena 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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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
Infektosporin [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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
Ergometrinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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-Acetildeoksivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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
Klamidosporiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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
Eniatiin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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
Eniatiin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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>Abciscinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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

<i>ALE</i>	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>pH</i>	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
<i>EBC</i>	-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
<i>ekstrakt [°Brix]</i>	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
<i>gustoća [20°/20°]</i>	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
<i>maltoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>etanol [%]</i>	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
<i>Alternariol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Alternariolmetileter [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Alternariolmetileter-Glukozid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Infektopiron [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Tentoksin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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
<i>Tenuazonska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Zindiol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Kojična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Fenopirozin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-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
<i>Ergometrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	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	Pijesivo	Kiselo, kiselo	Octena kiselina / ocat	Slatko	Gorko	Vodenasto
Ergometrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,35	-0,47	-0,33	-0,38	0,23	-0,31	0,37	0,32	0,47	0,09	0,15	-0,10	0,41	-0,06	0,33	0,25	0,26	0,17	0,24	-0,23	0,09	0,41	0,17	-0,30	-0,45
suma ergot alkaloida [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17	0,17	0,14	0,22	0,50	-0,03	0,54	-0,11	-0,17	-0,38	-0,05	-0,35	-0,18	-0,45	0,32	-0,24	-0,09	0,35	-0,69	0,32	0,13	0,87	-0,49	-0,79	-0,51
15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,33	0,28	-0,06	0,14	-0,47	0,17	0,09	-0,12	-0,10	-0,22	0,27	0,10	-0,11	-0,23	-0,20	-0,01	0,13	0,09	-0,14	0,55	0,19	-0,32	-0,57	-0,04	0,44
Beauvericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,40	0,19	0,07	0,07	-0,51	0,43	0,18	-0,34	-0,13	-0,24	0,33	0,09	-0,12	-0,13	-0,06	-0,16	0,17	0,29	-0,24	0,56	0,05	-0,29	-0,53	0,05	0,36
Bikaverin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,40	0,15	0,45	0,21	0,14	0,89	-0,19	-0,54	-0,19	0,34	0,05	0,38	-0,01	0,64	0,31	-0,70	-0,11	0,35	-0,28	0,03	-0,65	-0,33	0,43	0,52	0,20
Butenolid [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	-0,09	-0,51	-0,03	0,36	-0,35	0,58	0,50	0,09	-0,14	0,10	-0,30	0,21	-0,27	0,51	0,38	0,40	0,26	-0,09	0,09	0,02	0,63	-0,46	-0,89	-0,53
Klamidosporidiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17	-0,42	0,48	-0,30	0,15	0,38	0,18	-0,51	-0,17	-0,18	-0,18	-0,35	-0,18	0,18	0,32	-0,24	-0,09	0,35	-0,26	-0,36	-0,29	0,47	0,30	0,13	-0,65
Krisogin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09	0,10	0,37	0,22	0,53	-0,27	-0,17	-0,05	-0,73	-0,34	-0,79	-0,68	-0,64	-0,08	0,04	0,13	-0,40	-0,27	-0,38	-0,52	-0,17	0,72	0,01	-0,33	-0,76
Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,21	0,11	-0,49	-0,04	-0,50	-0,02	0,15	0,25	0,44	0,12	0,58	0,43	0,40	-0,15	-0,14	0,14	0,38	0,07	0,29	0,56	0,28	-0,56	-0,37	0,00	0,67
Dihidroksikalonektrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,08	-0,10	-0,57	-0,03	0,36	0,08	0,18	0,50	0,73	0,73	0,51	0,67	0,86	0,41	0,51	-0,11	0,40	0,26	0,38	0,08	-0,27	-0,27	0,41	-0,05	0,27
DON-3-Glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,73	-0,58	0,56	-0,57	-0,39	-0,18	-0,12	-0,52	-0,06	-0,49	-0,33	-0,54	-0,40	-0,26	-0,48	0,11	-0,37	-0,21	0,08	-0,50	0,39	0,29	0,29	0,46	-0,45
Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,44	0,38	-0,30	0,29	0,19	-0,53	0,17	0,38	0,42	0,00	0,23	0,26	0,22	-0,60	-0,31	-0,07	-0,14	-0,20	-0,09	0,55	0,66	0,12	-0,37	-0,49	0,41
Eniatin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,49	0,39	-0,22	0,30	0,19	-0,52	0,19	0,31	0,37	-0,08	0,20	0,20	0,15	-0,66	-0,34	-0,11	-0,19	-0,19	-0,17	0,58	0,70	0,18	-0,41	-0,50	0,38
Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09	0,09	0,38	0,22	0,53	-0,26	-0,17	-0,06	-0,73	-0,34	-0,79	-0,68	-0,64	-0,08	0,04	0,12	-0,40	-0,26	-0,38	-0,52	-0,18	0,72	0,02	-0,32	-0,76
Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,35	0,47	0,09	0,62	0,91	0,09	-0,37	0,24	-0,47	0,43	-0,51	0,10	-0,13	0,51	0,38	-0,25	-0,26	-0,17	-0,24	-0,34	-0,68	0,15	0,39	-0,17	-0,18
Fungerin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09	0,09	0,39	0,22	0,52	-0,26	-0,18	-0,06	-0,73	-0,34	-0,79	-0,68	-0,64	-0,07	0,04	0,12	-0,40	-0,26	-0,38	-0,53	-0,18	0,71	0,02	-0,32	-0,76
HT-2 Glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,55	-0,08	0,42	-0,02	0,36	0,09	0,30	-0,38	0,08	-0,22	-0,04	-0,16	-0,09	-0,27	0,09	-0,46	-0,31	0,26	-0,49	0,09	0,19	0,63	0,05	-0,21	-0,37
Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,38	0,51	0,01	0,66	0,93	0,04	-0,38	0,33	-0,44	0,48	-0,49	0,14	-0,09	0,51	0,38	-0,21	-0,23	-0,20	-0,20	-0,32	-0,66	0,12	0,37	-0,21	-0,13
Nivalenol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,55	-0,10	-0,14	-0,03	0,36	-0,79	-0,36	0,50	0,10	0,13	-0,45	-0,16	-0,01	-0,10	-0,31	0,38	-0,30	-0,64	0,38	-0,57	0,25	0,20	0,41	-0,05	-0,21
Zearalenon-sulfat [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,42	-0,16	0,58	-0,05	0,31	-0,14	-0,42	-0,28	-0,42	-0,12	-0,70	-0,42	-0,48	0,13	-0,20	-0,06	-0,55	-0,36	-0,09	-0,72	-0,12	0,36	0,56	0,30	-0,52
suma Fusarium [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,02	-0,07	-0,20	-0,23	-0,71	0,10	0,08	-0,07	0,47	0,02	0,57	0,38	0,30	-0,17	-0,33	0,01	0,23	0,07	0,29	0,48	0,39	-0,61	-0,20	0,33	0,67
Neoečinulin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,42	0,17	0,48	0,22	0,15	0,49	0,18	-0,51	-0,75	-0,43	-0,31	-0,47	-0,58	0,02	0,32	-0,24	-0,09	0,35	-0,69	0,04	-0,39	0,47	-0,36	-0,26	-0,51
suma ostalih fungalnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,75	0,42	0,18	0,47	0,32	0,78	0,07	-0,27	-0,41	0,19	0,06	0,23	-0,08	0,45	0,56	-0,52	0,10	0,47	-0,51	0,29	-0,70	-0,08	-0,11	-0,09	0,07
Bilaid A [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,35	0,47	0,09	0,62	0,91	0,08	-0,37	0,24	-0,47	0,43	-0,51	0,10	-0,13	0,51	0,38	-0,25	-0,26	-0,17	-0,24	-0,34	-0,67	0,15	0,39	-0,17	-0,18
Citreohibridinol [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17	-0,41	0,48	-0,29	0,15	0,38	0,17	-0,51	-0,17	-0,19	-0,18	-0,35	-0,18	0,18	0,32	-0,24	-0,09	0,35	-0,27	-0,36	-0,29	0,47	0,30	0,13	-0,65
Citrinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	1,00	0,16	-0,41	0,22	0,15	0,49	0,05	0,28	-0,16	0,45	0,20	0,30	0,29	0,66	0,70	0,06	0,55	0,35	0,10	0,04	-0,82	-0,37	-0,02	-0,09	0,09
Kurvulin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,35	-0,34	-0,45	-0,34	-0,12	-0,88	0,16	0,55	0,12	-0,31	-0,16	-0,51	0,00	-0,48	-0,19	0,83	0,17	-0,35	0,39	-0,30	0,48	0,39	-0,27	-0,45	-0,43
Felutinin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,56	-0,29	-0,01	-0,34	-0,25	-0,59	0,50	-0,02	0,00	-0,79	-0,07	-0,72	-0,29	-0,88	-0,26	0,43	-0,01	-0,01	-0,18	0,11	0,75	0,76	-0,66	-0,59	-0,55
Grizeofulvin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,09	-0,09	-0,51	-0,03	0,36	-0,35	0,58	0,50	0,09	-0,13	0,10	-0,30	0,21	-0,27	0,51	0,38	0,40	0,26	-0,09	0,09	0,02	0,63	-0,46	-0,89	-0,53
Hidroksikurvularin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,16	-0,17	0,42	-0,23	-0,50	0,43	0,44	-0,69	-0,41	-0,74	0,06	-0,55	-0,48	-0,34	0,05	-0,07	0,09	0,47	-0,52	0,29	0,10	0,36	-0,63	-0,13	-0,37
Mikoenfolična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09	-0,54	0,20	-0,54	-0,37	0,23	0,77	-0,50	-0,10	-0,75	0,18	-0,68	-0,21	-0,42	0,31	0,12	0,30	0,65	-0,38	0,14	0,16	0,71	-0,57	-0,38	-0,76
Kuinolaktakin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,17	0,42	0,58	0,47	0,31	-0,02	-0,42	-0,28	-1,00	-0,37	-0,83	-0,55	-0,88	-0,02	-0,20	-0,07	-0,55	-0,35	-0,52	-0,32	-0,22	0,36	-0,10	-0,08	-0,38
suma Penicillium [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,89	-0,15	0,18	-0,26	-0,37	-0,66	-0,04	-0,09	0,21	-0,50	-0,11	-0,30	-0,24	-0,77	-0,81	0,20	-0,39	-0,45	0,08	0,04	0,95	0,22	-0,18	0,03	0,05
Abciscinska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,38	0,17	-0,37	0,11	-0,22	0,12	-0,44	0,33	0,32	0,66	0,28	0,71	0,44	0,51	-0,12	0,03	0,19	-0,23	0,57	0,04	-0,23	-0,97	0,37	0,55	0,81
Epiheterodendrin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,19	-0,15	-0,18	-0,12	0,08	0,07	-0,33	0,21	0,63	0,73	0,26	0,70	0,60	0,51	-0,02	-0,19	0,01	-0,14	0,56	-0,20	-0,15	-0,62	0,81	0,61	0,50
Lotaustralin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,54	-0,38	0,44	-0,38	-0,25	-0,43	0,11	-0,34	-0,43	-0,85	-0,51	-0,96	-0,68	-0,60	-0,38	0,39	-0,30	-0,20	-0,21	-0,38	0,47	0,74	-0,29	-0,17	-0,78
suma biljnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,22	-0,18	-0,17	-0,15	0,06	0,05	-0,34	0,20	0,62	0,71	0,24	0,67	0,58	0,49	-0,05	-0,17	0,00	-0,15	0,57	-0,23	-0,12	-0,60	0,82	0,62	0,47
3-Nitropropionična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,17	-0,42	0,48	-0,30	0,15	0,38	0,17	-0,51	-0,17	-0,18	-0,18	-0,35	-0,18	0,18	0,32	-0,24	-0,09	0,35	-0,26	-0,36	-0,29	0,47	0,30	0,13	-0,65
Asperfenamat [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,47	0,35	-0,41	0,35	0,23	0,42	-0,15	0,32	0,47	0,87	0,51	0,98	0,69	0,61	0,33	-0,40	0,26	0,17	0,24	0,34	-0,44	-0,77	0,36	0,24	0,80
Brevianamid F [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,37	-0,57	0,37	-0,57	-0,42	-0,09	0,47	-0,51	-0,26	-0,89	-0,16	-0,90	-0,49	-0,55	-0,07	0,29	0,01	0,24	-0,28	-0,15	0,37	0,75	-0,44	-0,22	-0,83
ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,23	-0,15	0,25	-0,24	-0,51	-0,33	0,22	-0,30	-0,42	-0,90	-0,25	-0,80	-0,64	-0,72	-0,42	0,39	-0,11	-0,10	-0,26	0,06	0,56	0,49	-0,70	-0,28	-0,42
ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,42	0,59	0,10	0,46	0,06	-0,22	-0,16	0,00	0,23	0,04	0,14	0,44	0,00	-0,46	-0,58	-0,43	-0,45	-0,30	-0,23	0,62	0,61	-0,20	-0,20	-0,04	0,75
ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,46	-0,04	-0,01	-0,17	-0,42	-0,49	0,42	-0,07	0,04	-0,75	0,09	-0,47	-0,28	-0,94	-0,45	0,28	-0,05	-0,05	-0,23	0,43	0,86	0,45	-0,81	-0,49	-0,11
ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,25	-0,37	0,26	-0,39	-0,40	-0,26	0,40	-0,33	-0,41	-0,93	-0,25	-0,95	-0,59	-0,65	-0,17	0,43	0,00	0,09	-0,29	-0,09	0,42	0,73	-0,64	-0,38	-0,75
Endokrokin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,09	0,09	0,38	0,22	0,53	-0,27	-0,17	-0,05	-0,73	-0,34	-0,79	-0,68	-0,64	-0,08	0,04	0,13	-0,40	-0,26	-0,37	-0,53	-0,17	0,72	0,02	-0,33	-0,76

<b>ALE</b>	<b>Aromatično, esterno, voćno, cvjetno</b>	<b>Etil heksanoat</b>	<b>Voćno</b>	<b>Cvjetno</b>	<b>Hmelj tijekom kuhanja</b>	<b>Ulje hmelja</b>	<b>Zrnato</b>	<b>Sladovina</b>	<b>Karamelizirano, pečeno</b>	<b>Karamelno</b>	<b>Kava</b>	<b>Dim</b>	<b>Med</b>	<b>Butiričan</b>	<b>Diacetil</b>	<b>Kuhano povrće</b>	<b>DMS (dimetil sulfid)</b>	<b>Kvasac</b>	<b>Ustajao, oksidirati</b>	<b>Pljesnivo</b>	<b>Kiselo, kiselo</b>	<b>Octena kiselina / ocat</b>	<b>Slatko</b>	<b>Gorko</b>	<b>Vodenasto</b>
<i>Lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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 <sup>-1</sup> ]																									

<b>American Blodne Ale</b>	<b>Voćno</b>	<b>Cvjetno</b>	<b>Zrnato</b>	<b>Dim</b>	<b>Vodenasto</b>
<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<sup>-1</sup>]</i>	-0,94	-0,58	0,76	-0,69	-0,04
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,69	-0,50	0,28	0,94	-0,89
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,91	0,14	0,10	-1,00	0,66
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,14	0,99	-0,93	-0,32	0,91
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,10	0,93	-0,81	-0,54	0,98
<i>Tenuazonična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,80	-0,79	0,92	-0,45	-0,34
<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,92	0,13	0,12	-1,00	0,65
<i>Kojična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-1,00	-0,23	0,46	-0,91	0,34
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,99	-0,13	0,36	-0,95	0,43
<i>15-Hidroksikulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,44	0,98	-1,00	-0,02	0,73
<i>Beauvericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-1,00	-0,32	0,54	-0,87	0,25
<i>Krisogin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,22	1,00	-0,95	-0,25	0,87
<i>Kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,88	0,22	0,03	-1,00	0,71
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,31	-0,83	0,67	0,71	-1,00
<i>Fumonizin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,06	0,94	-0,83	-0,51	0,97
<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,37	1,00	-0,99	-0,09	0,78
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,74	0,44	-0,21	-0,97	0,86
<i>Kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,35	-1,00	0,99	0,11	-0,80
<i>Felutanin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,63	-0,92	0,99	-0,21	-0,56
<i>Kuinolaktakin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,41	0,76	-0,58	-0,78	0,99
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,94	-0,59	0,77	-0,68	-0,06
<i>Abcisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,53	0,67	-0,47	-0,86	0,97
<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,76	-0,84	0,94	-0,38	-0,41
<i>Lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,71	-0,48	0,26	0,95	-0,88
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</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 <sup>-1</sup> ]	0,23	-0,87	0,73	0,65	-1,00
ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,93	-0,60	0,78	-0,67	-0,07
ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,97	-0,48	0,68	-0,77	0,07
ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,81	0,35	-0,11	-0,99	0,80
ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,89	-0,69	0,84	-0,58	-0,18
Lobarična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,70	-0,49	0,27	0,95	-0,89
Rugulusovin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,86	-0,73	0,87	-0,54	-0,24
Triptofol [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,89	0,68	-0,84	0,59	0,17
suma nespecifičnih metabolita [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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	
Infektipiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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	

<b>Blonde Ale</b>	<b>Aromatično, esterno, voćno, cvjetno</b>	<b>Voćno</b>	<b>Ulje hmelja</b>	<b>Svježe pokošena trava</b>	<b>Zrnato</b>	<b>Karamela</b>	<b>Dim</b>	<b>Med</b>	<b>Butiričan</b>	<b>Diacetil</b>	<b>Sulfitni/sulfidni</b>	<b>Djelovanjem svjetla</b>	<b>Papreno/ljuto</b>	<b>Pijesnivo</b>	<b>Kiselost</b>	<b>Slatko</b>	<b>Gorko</b>	<b>Vodenasto</b>
	<i>Fungerin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,33	0,33	0,74	-0,37	-0,94	<b>0,97</b>	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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	0,33	0,33	0,73	-0,37	-0,94	<b>0,97</b>	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<sup>-1</sup>]</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	<b>0,97</b>	0,49	-0,91	0,33
<i>Felutinin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,90	0,17	<b>-1,00</b>	0,52	0,43	-0,53	-0,90	0,42	0,43	-0,35	<b>0,95</b>	-0,27	0,57	-0,39	0,57	0,37	-0,89	0,76
<i>Kuinolaktakin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,33	0,33	0,73	-0,37	-0,94	<b>0,97</b>	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<sup>-1</sup>]</i>	-0,86	-0,16	-0,88	0,14	0,40	-0,49	-0,86	0,66	0,64	0,05	<b>0,99</b>	-0,61	0,55	-0,72	0,76	0,62	-0,94	0,73
<i>Abscisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,15	-0,74	0,38	<b>-0,97</b>	-0,21	0,22	0,15	0,57	0,38	<b>0,97</b>	-0,02	-0,80	-0,02	-0,75	0,32	0,61	0,01	-0,09
<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,56	0,69	-0,75	<b>0,97</b>	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<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,97</b>	0,44	-0,94	0,59	0,14	-0,23	<b>-0,97</b>	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<sup>-1</sup>]</i>	-0,57	0,69	-0,75	<b>0,97</b>	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<sup>-1</sup>]</i>																		
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,12	0,57	0,35	-0,14	<b>-0,99</b>	<b>0,97</b>	-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<sup>-1</sup>]</i>	<b>-1,00</b>	0,33	-0,87	0,36	0,00	-0,10	<b>-1,00</b>	0,70	0,16	-0,29	0,93	-0,47	0,87	-0,52	0,32	0,66	-0,68	<b>0,97</b>
<i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	0,89	0,12	0,82	-0,05	-0,23	0,32	0,89	-0,78	-0,55	-0,10	<b>-0,98</b>	0,71	-0,66	0,79	-0,68	-0,75	0,86	-0,81
<i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	<b>-1,00</b>	0,34	-0,87	0,37	0,00	-0,10	<b>-1,00</b>	0,70	0,15	-0,30	0,92	-0,47	0,87	-0,52	0,32	0,66	-0,68	<b>0,97</b>
<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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		Izoamil acetat	Etil heksanoat	Voćno	Cvjetno	Ulje hmeja	Svježe pokošena trava	Zrnato	Sladovina	Karamela	Kava	Med	Klorofenol	Butirićan	Diacetil	Djelovanjem svjetla	Kuhano povrće	Kiselo	Slatko	Gorko	Alkalno	Metalno
	Ljuto																						
<i>pH</i>	<b>0,95</b>	-0,12	0,54	0,54	<b>0,91</b>	<b>0,84</b>	<b>0,90</b>	-0,28	0,13	-0,14	0,04	0,35	0,52	-0,57	-0,28	-0,49	-0,58	-0,53	<b>-0,87</b>	0,73	<b>0,91</b>	-0,01	0,47
<i>EBC</i>	-0,15	0,22	-0,35	-0,32	0,06	-0,15	-0,38	-0,08	0,05	-0,15	0,74	0,22	-0,36	0,59	-0,15	0,41	0,26	0,73	0,29	-0,33	-0,21	0,22	-0,53
<i>ekstrakt [°Brix]</i>	0,74	0,00	0,61	0,57	0,60	0,59	0,74	-0,15	-0,12	0,24	-0,38	0,39	0,39	-0,58	-0,17	-0,52	-0,46	-0,61	<b>-0,83</b>	<b>0,82</b>	0,66	-0,04	0,69
<i>gustoća [20°/20°]</i>	0,72	-0,03	0,62	0,58	0,55	0,54	0,70	-0,18	-0,17	0,28	-0,43	0,39	0,36	-0,59	-0,12	-0,53	-0,50	-0,60	<b>-0,82</b>	<b>0,79</b>	0,64	-0,01	0,72
<i>maltotrioza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,38	0,60	0,02	0,03	0,51	0,52	0,49	0,27	0,34	-0,06	0,11	0,31	0,34	-0,01	-0,68	-0,17	0,45	-0,26	-0,40	0,67	0,15	-0,34	-0,14
<i>maltoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,40	-0,18	0,54	0,51	0,29	0,33	0,41	0,25	-0,15	-0,11	-0,35	-0,04	0,59	-0,44	-0,46	-0,42	-0,07	-0,48	-0,52	0,30	0,35	-0,49	0,14
<i>glukoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	-0,23	-0,21	-0,19	-0,14	-0,26	-0,06	0,15	0,10	0,38	-0,18	-0,21	-0,49	0,04	-0,19	0,59	0,11	-0,11	-0,45	0,24	-0,05	0,00	0,14	0,24
<i>fruktoza [g L<sup>-1</sup>]</i>	0,30	-0,18	0,08	0,17	0,40	0,32	0,42	0,07	0,35	-0,41	0,47	-0,02	0,14	-0,04	0,24	0,21	-0,24	-0,17	-0,23	0,16	0,48	0,31	0,14
<i>mliječna kiselina [g L<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,89</b>	0,27	-0,44	-0,44	<b>-0,91</b>	<b>-0,90</b>	<b>-0,82</b>	0,16	-0,28	0,59	-0,14	0,03	<b>-0,86</b>	0,61	<b>0,76</b>	0,61	0,34	0,50	0,69	-0,36	<b>-0,81</b>	0,54	0,10
<i>glicerol [g L<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,84</b>	0,32	0,23	0,22	<b>0,87</b>	<b>0,83</b>	<b>0,79</b>	-0,35	0,26	0,03	0,06	0,50	0,35	-0,38	-0,48	-0,48	-0,26	-0,38	-0,71	<b>0,84</b>	0,63	-0,08	0,28
<i>etanol [%]</i>	0,38	0,56	-0,15	-0,10	0,54	0,54	0,60	0,05	0,56	-0,04	0,29	0,35	0,07	0,02	-0,09	0,05	0,16	-0,30	-0,33	<b>0,76</b>	0,30	0,19	0,18
<i>Infektopiron [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,24	0,30	0,33	0,29	0,17	-0,12	-0,04	-0,22	-0,56	<b>0,79</b>	0,06	<b>0,91</b>	-0,59	0,23	0,39	0,17	-0,33	0,33	-0,44	0,54	0,17	<b>0,78</b>	0,72
<i>Tenuazonaska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,14	<b>-0,80</b>	0,33	0,37	-0,24	-0,22	-0,02	0,30	-0,13	-0,41	-0,07	-0,56	0,24	-0,21	0,47	0,15	-0,34	-0,23	0,05	-0,47	0,21	0,04	0,15
<i>Zindiol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,26	0,35	0,30	0,32	0,37	0,22	0,24	0,59	-0,04	-0,07	0,27	0,36	0,25	0,20	-0,56	0,10	0,45	-0,01	-0,44	0,43	0,14	-0,20	-0,12
<i>suma Alternaria [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,24	0,24	0,36	0,33	0,16	-0,13	-0,04	-0,22	-0,58	<b>0,77</b>	0,06	<b>0,89</b>	-0,59	0,22	0,44	0,19	-0,38	0,32	-0,45	0,51	0,19	<b>0,81</b>	0,75
<i>Deoksitriptonkuivalin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,35	0,75	-0,61	-0,58	-0,14	-0,23	-0,33	0,03	0,24	0,28	0,50	0,40	-0,66	0,70	0,17	0,54	0,52	0,54	0,37	0,12	-0,47	0,47	-0,21
<i>Kojična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,35	-0,61	0,55	0,56	0,17	0,14	0,40	-0,12	-0,19	-0,01	-0,25	-0,06	0,18	-0,49	0,55	-0,14	<b>-0,76</b>	-0,46	-0,43	0,17	0,60	0,32	0,73
<i>suma Aspergillus [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,34	-0,61	0,55	0,56	0,16	0,14	0,39	-0,12	-0,19	-0,01	-0,25	-0,06	0,18	-0,48	0,56	-0,14	<b>-0,76</b>	-0,46	-0,43	0,16	0,59	0,32	0,73
<i>Ergometrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,25	-0,21	-0,13	-0,07	0,27	0,51	0,62	-0,12	0,68	-0,50	-0,11	-0,49	0,48	-0,51	0,09	-0,27	-0,22	-0,71	-0,06	0,18	0,38	-0,19	0,08
<i>suma ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,25	-0,21	-0,13	-0,07	0,27	0,51	0,62	-0,12	0,68	-0,50	-0,11	-0,49	0,48	-0,51	0,09	-0,27	-0,22	-0,71	-0,06	0,18	0,38	-0,19	0,08
<i>15-Hidroksikulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,05	<b>-0,79</b>	0,33	0,32	-0,15	-0,19	-0,27	0,04	-0,38	-0,43	-0,01	-0,46	0,33	-0,17	-0,19	-0,13	-0,26	0,16	0,08	-0,75	0,08	-0,38	-0,33
<i>Beauvericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,26	0,15	-0,38	-0,41	-0,30	-0,30	-0,37	-0,59	-0,10	0,49	-0,05	0,21	-0,66	0,19	0,56	0,13	-0,26	0,36	0,36	-0,11	-0,28	0,55	0,22
<i>Krisogin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,02	<b>-0,94</b>	0,42	0,45	-0,13	-0,09	0,05	0,10	-0,19	-0,46	-0,16	-0,58	0,38	-0,40	0,30	-0,08	-0,51	-0,27	-0,04	-0,51	0,33	-0,11	0,12
<i>Kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,24	-0,67	0,16	0,15	-0,30	-0,31	-0,41	0,12	-0,32	-0,41	-0,01	-0,52	0,24	-0,04	-0,18	-0,03	-0,06	0,23	0,27	<b>-0,83</b>	-0,12	-0,41	-0,46
<i>Deoksinivalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,36	0,57	-0,16	-0,13	0,54	0,63	0,55	0,23	0,60	-0,30	0,20	0,10	0,45	-0,06	-0,75	-0,20	0,51	-0,34	-0,27	0,57	0,14	-0,48	-0,34
<i>Dihidroksikalonektrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,11	0,15	0,35	0,34	0,07	-0,29	-0,20	-0,08	-0,64	0,67	0,26	<b>0,86</b>	-0,68	0,40	0,54	0,41	-0,33	0,51	-0,34	0,31	0,14	<b>0,92</b>	0,66
<i>DON-3-Glukozid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,34	-0,13	0,42	0,31	0,12	0,07	0,00	-0,53	-0,59	0,52	-0,49	0,37	-0,01	-0,36	-0,16	-0,53	-0,51	0,01	-0,37	0,18	0,18	-0,05	0,39
<i>Eniatin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,17	-0,64	0,20	0,14	0,06	0,06	-0,15	-0,44	-0,27	-0,32	-0,07	-0,31	0,31	-0,33	-0,35	-0,42	-0,44	0,15	0,04	-0,60	0,16	-0,42	-0,33
<i>Eniatin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,26	-0,32	0,30	0,32	0,36	0,09	-0,10	0,16	-0,24	-0,50	0,65	0,08	0,24	0,21	-0,55	0,11	0,00	0,47	-0,19	-0,39	0,25	-0,19	-0,52
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,21	-0,75	0,28	0,21	-0,04	0,15	0,12	-0,57	-0,19	-0,13	-0,64	-0,48	0,42	<b>-0,76</b>	-0,02	-0,69	-0,72	-0,39	-0,06	-0,34	0,28	-0,41	0,15
<i>Fumonizin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,26	-0,32	0,30	0,32	0,36	0,09	-0,10	0,16	-0,23	-0,50	0,65	0,08	0,24	0,21	-0,55	0,11	0,00	0,47	-0,19	-0,39	0,25	-0,19	-0,52
<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,20	<b>-0,84</b>	0,51	0,54	0,07	0,08	0,29	0,15	-0,09	-0,44	-0,11	-0,45	0,43	-0,44	0,35	-0,07	-0,56	-0,43	-0,24	-0,22	0,51	0,00	0,31
<i>Nivalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,47	-0,02	-0,56	-0,50	-0,41	-0,13	-0,03	0,11	0,61	-0,30	-0,13	-0,66	0,01	-0,03	0,40	0,16	0,23	-0,32	0,57	-0,25	-0,31	-0,06	-0,17
<i>suma Fusarium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,21	<b>-0,78</b>	0,50	0,52	-0,31	-0,54	-0,43	0,32	-0,66	-0,15	0,18	-0,16	-0,11	-0,17	0,44	0,39	-0,33	0,36	0,01	-0,65	0,09	0,29	0,11
<i>Kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,18	-0,49	0,33	0,37	-0,31	-0,32	-0,01	0,31	-0,22	0,03	-0,19	-0,22	-0,07	-0,10	<b>0,77</b>	0,28	-0,32	-0,25	-0,05	-0,10	0,15	0,40	0,55
<i>Felutinin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,64	0,18	0,34	0,34	0,70	0,67	0,62	0,16	0,18	-0,26	0,07	0,20	0,63	-0,30	<b>-0,82</b>	-0,41	0,12	-0,36	-0,62	0,54	0,46	-0,52	-0,11
<i>Mikoenfolična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,36	-0,75	0,62	0,58	0,14	-0,02	0,06	-0,42	-0,58	0,11	-0,15	0,11	0,00	-0,37	0,41	-0,20	<b>-0,94</b>	0,00	-0,38	-0,14	0,53	0,35	0,58
<i>Kuinolaktakin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,35	-0,75	0,61	0,66	0,38	0,13	0,15	0,34	-0,24	-0,68	0,54	-0,15	0,44	-0,05	-0,17	0,15	-0,31	0,11	-0,37	-0,37	0,57	-0,06	-0,16
<i>suma Penicillium [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,46	0,24	0,48	0,52	0,58	0,33	0,39	0,60	-0,07	-0,16	0,48	0,48	0,28	0,20	-0,48	0,18	0,28	0,01	-0,65	0,51	0,40	-0,02	0,01
<i>Abscisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,30	-0,33	0,52	0,56	0,23	0,07	0,36	0,16	-0,19	0,06	0,09	0,22	-0,03	-0,13	0,62	0,21	-0,51	-0,25	-0,48	0,34	0,55	0,60	0,74
<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,28	-0,34	0,72	0,67	0,10	-0,24	-0,14	-0,16	<b>-0,91</b>	0,54	-0,01	0,64	-0,35	0,04	0,41	0,09	-0,66	0,34	-0,51	0,11	0,35	0,63	0,71
<i>Linamarin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,10	0,11	0,26	0,22	0,00	-0,27	-0,21	-0,35	-0,62	<b>0,76</b>	0,03	<b>0,77</b>	-0,68	0,23	0,55	0,20	-0,46	0,43	-0,26	0,27	0,09	<b>0,83</b>	0,68
<i>Lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,34	0,52	0,01	-0,07	0,24	0,40	0,42	-0,37	0,09	0,56	-0,59	0,38	0,05	-0,38	-0,19	-0,54	-0,08	-0,45	-0,34	<b>0,79</b>	0,09	-0,11	0,45
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,31	-0,19	0,65	0,59	0,12	-0,18	-0,08	-0,25	<b>-0,84</b>	0,66	-0,08	0,72	-0,40	0,01	0,42	0,04	-0,65	0,28	-0,53	0,26	0,33	0,67	<b>0,78</b>
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	0,24	0,29	0,17	0,21	0,39	0,32	0,31	0,61	0,19	-0,34	0,33	0,11	0,43	0,14	-0,68	0,06	0,54	-0,11	-0,33	0,31	0,14	-0,40	-0,34
<i>ciklo (L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,17	-0,52	0,27	0,33	-0,25	-0,16	0,11	0,54	0,02	-0,34	-0,17	-0,52	0,30	-0,18	0,39	0,17	-0,06	-0,42	0,00	-0,20	0,13	-0,05	0,18
<i>ciklo (L-Leu-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,03	-0,50	0,42	0,40	-0,10	-0,23	-0,31	0,26	-0,52	-0,23	0,06	-0,16	0,23	0,03	-0,33	-0,02	-0,03	0,28	-0,06	-0,52	0,02	-0,33	-0,30

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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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 <sup>-1</sup> ]	0,91	-0,21	0,32	0,26	0,52	0,46	-0,87	-0,61	-0,98	-0,68
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,82	0,07	0,59	0,37	0,36	0,70	-0,88	-0,81	-1,00	-0,86
fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	0,84	-0,02	0,53	0,32	0,39	0,65	-0,87	-0,77	-1,00	-0,82
Mlijeećna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	0,07	-0,82	-0,97	-0,37	0,43	-0,94	0,25	0,86	0,33	0,82
glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-0,50	-0,22	0,31	-0,81	-0,85	0,17	0,52	-0,24	0,09	-0,09
Tenuazonića kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,60	-0,84	-0,68	-0,16	0,70	-0,56	-0,29	0,41	-0,28	0,33
suma Alternaria [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,06	-0,71	-0,03	-0,85	-0,39	-0,10	0,25	-0,08	-0,18	0,01
Kojića kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,67	-0,84	-0,41	-0,26	0,55	-0,31	-0,38	0,11	-0,51	0,06
Fenopirozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,91	0,08	0,00	0,78	0,93	0,19	-0,91	-0,22	-0,66	-0,36
suma Aspergillus [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-0,20	0,81	0,14	0,73	0,11	0,15	-0,03	0,05	0,34	0,00
15-Hidroksikulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,82	-0,14	0,47	0,19	0,35	0,58	-0,81	-0,72	-0,98	-0,77
Beauvericin [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,60	-0,83	-0,25	-0,38	0,36	-0,18	-0,34	-0,04	-0,56	-0,06
Kulmorin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,11	0,84	0,20	0,79	0,16	0,23	-0,14	-0,03	0,23	-0,09
Eniatin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,87	-0,14	0,43	0,25	0,43	0,55	-0,85	-0,69	-0,99	-0,75
Eniatin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20	0,82	0,14	0,73	0,11	0,15	-0,04	0,05	0,33	0,00
Fumonizin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,72	0,00	0,34	-0,73	-0,97	0,17	0,66	-0,17	0,31	-0,02
Fumonizin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,07	-0,81	-0,97	-0,36	0,43	-0,94	0,25	0,86	0,33	0,82
Moniliformin [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	0,84	-0,11	0,47	0,23	0,37	0,59	-0,83	-0,73	-0,99	-0,78
<i>Citrinin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,19	0,74	0,01	0,71	0,18	0,03	-0,01	0,16	0,38	0,11
<i>Felutinin A</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,90	0,02	0,48	0,43	0,50	0,61	-0,93	-0,73	-1,00	-0,80
<i>Mikoenolična kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,20	0,82	0,14	0,73	0,11	0,16	-0,04	0,04	0,33	-0,01
<i>Kuinolaktakin B</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	0,98	0,00	0,08	0,68	0,88	0,27	-0,96	-0,34	-0,79	-0,47
<i>Abscisinska kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,90	-0,14	0,39	0,30	0,49	0,52	-0,88	-0,67	-0,99	-0,73
<i>Epiheterodendrin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,91	0,23	-0,30	-0,24	-0,52	-0,44	0,85	0,59	0,97	0,66
<i>Lotaustralin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-0,90	0,19	-0,36	-0,25	-0,49	-0,49	0,86	0,64	0,98	0,70
<i>Brevianamid F</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,57	-0,03	0,67	0,01	0,00	0,72	-0,61	-0,85	-0,89	-0,84
<i>ciklo (L-Ala-L-Pro)</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,78	-0,05	0,56	0,22	0,29	0,66	-0,81	-0,79	-0,98	-0,83
<i>ciklo (L-Leu-L-Pro)</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,44	0,39	0,90	0,28	-0,10	0,94	-0,63	-0,99	-0,82	-0,98
<i>ciklo (L-Pro-L-Tyr)</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,63	0,25	0,79	0,32	0,10	0,86	-0,76	-0,94	-0,93	-0,96
<i>ciklo (L-Pro-L-Val)</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,65	0,20	0,76	0,30	0,12	0,84	-0,77	-0,93	-0,94	-0,95
<i>Lobarična kiselina</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-0,88	-0,33	-0,40	-0,82	-0,70	-0,56	0,98	0,58	0,82	0,70
<i>Rugulusovin</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	0,42	0,36	0,90	0,24	-0,13	0,94	-0,60	-0,99	-0,81	-0,98
<i>Triptofol</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	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>Alternariolmetileter</i> [ng mL <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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 <sup>-1</sup> ]	-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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	0,07	-0,15	-0,14	-0,16	-0,51	-0,41	-0,41	-0,59	<b>-0,89</b>	-0,10	-0,43	-0,25	-0,50
<i>Kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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	<b>-0,79</b>
<i>Eniatin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,88</b>	<b>0,80</b>	<b>0,91</b>	0,56	0,74	0,68	0,35	0,61	0,48	0,56	0,63	0,69	0,32
<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>													
<i>Citrinin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,88</b>	<b>0,80</b>	<b>0,91</b>	0,55	0,73	0,68	0,35	0,60	0,46	0,57	0,63	0,68	0,31
<i>Kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,15	-0,15	-0,08	0,51	-0,71	<b>-0,83</b>	-0,60	-0,57	-0,20	<b>-0,85</b>	<b>-0,90</b>	-0,06	-0,20
<i>Abcisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,39	-0,04	-0,12	0,45	-0,65	<b>-0,78</b>	-0,53	-0,42	0,07	<b>-0,83</b>	-0,72	-0,06	0,14
<i>Lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,29	-0,08	-0,10	0,55	-0,45	-0,68	-0,25	-0,17	0,25	<b>-0,76</b>	-0,60	0,19	0,22
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,39	-0,04	-0,12	0,45	-0,65	<b>-0,78</b>	-0,53	-0,42	0,07	<b>-0,83</b>	-0,72	-0,06	0,14
<i>3-Nitropropionična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	<b>0,85</b>	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<sup>-1</sup>]</i>	-0,74	<b>-0,79</b>	<b>-0,81</b>	-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<sup>-1</sup>]</i>	-0,52	-0,45	-0,48	<b>-0,82</b>	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<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,89</b>	-0,71	<b>-0,78</b>	-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<sup>-1</sup>]</i>	<b>-0,77</b>	-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<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	-0,10	-0,27	-0,24	-0,34	-0,57	-0,35	-0,60	-0,75	<b>-0,84</b>	-0,17	-0,49	-0,61	-0,62
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	-0,49	-0,57	-0,58	-0,60	-0,66	-0,43	-0,55	<b>-0,80</b>	<b>-0,82</b>	-0,22	-0,52	<b>-0,78</b>	-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

<b>Varijabla</b>	<b>Rank suma (craft)</b>	<b>Rank suma (industrijska)</b>	<b>U</b>	<b>Z</b>	<b>p- vrijednost</b>
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 <sup>-1</sup> ]	1954	257	124	-1,24	0,22
glukoza [g L <sup>-1</sup> ]	1490	221	112	-1,11	0,27
fruktoza [g L <sup>-1</sup> ]	1792	224	139	-0,74	0,46
mlječna kiselina [g L <sup>-1</sup> ]	2044	168	147	0,74	0,46
glicerol [g L <sup>-1</sup> ]	1995	150	129	1,08	0,28
etanol [ %]	1906	239	136	-0,92	0,36
Altenuisol [ng mL <sup>-1</sup> ]	28483	1652	1547	0,27	0,79
Altenusin [ng mL <sup>-1</sup> ]	28539	1596	1491	0,49	0,63
Alternariol [ng mL <sup>-1</sup> ]	28436	1699	1594	0,09	0,93
Alternariol-9-glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	28427	1708	1603	0,05	0,96
Alternariol monometil eter [ng mL <sup>-1</sup> ]	28281	1854	1485	-0,51	0,61
Alternariol monometil eter - glukozid [ng mL <sup>-1</sup> ]	28525	1610	1505	0,43	0,66
Altersetin [ng mL <sup>-1</sup> ]	28709	1427	1322	1,15	0,25
Infektopiron [ng mL <sup>-1</sup> ]	28125	2010	1329	-1,12	0,26
Radikinin [ng mL <sup>-1</sup> ]	28497	1638	1533	0,32	0,75
Tentoksin [ng mL <sup>-1</sup> ]	28296	1840	1500	-0,45	0,65
Tenuazonska kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	28560	1575	1470	0,57	0,57
Zindiol [ng mL <sup>-1</sup> ]	28700	1435	1330	1,11	0,27
Zinniamid [ng mL <sup>-1</sup> ]	28441	1694	1589	0,11	0,91
suma Alternaria toksina [ng mL <sup>-1</sup> ]	28491	1644	1539	0,30	0,76
Aflatoksin B1 [ng mL <sup>-1</sup> ]	28420	1715	1610	0,03	0,98
Aflatoksin B2 [ng mL <sup>-1</sup> ]	28420	1715	1610	0,03	0,98
Asperfuran [ng mL <sup>-1</sup> ]	28427	1708	1603	0,05	0,96
Butirolakton I [ng mL <sup>-1</sup> ]	28427	1708	1603	0,05	0,96
Kokliokinon A [ng mL <sup>-1</sup> ]	28427	1708	1603	0,05	0,96
Deoksinortriptokivalin [ng mL <sup>-1</sup> ]	28609	1526	1421	0,76	0,45
Deoksitriptokivalin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	28749	1386	1281	1,30	0,19
Fumitremorgin B [ng mL <sup>-1</sup> ]	28427	1708	1603	0,05	0,96
Fumitremorgin C [ng mL <sup>-1</sup> ]	28420	1715	1610	0,03	0,98
Kojična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	27604	2532	808	-3,14	0,00
Kotantin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	28518	1617	1512	0,41	0,68
Melein [ng mL <sup>-1</sup> ]	28847	1288	1183	1,68	0,09
Fenopirozin [ng mL <sup>-1</sup> ]	27981	2154	1185	-1,68	0,09
Kinadolin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	28469	1666	1561	0,22	0,83
Rozeličalasin [ng mL <sup>-1</sup> ]	28448	1687	1582	0,13	0,89
Sterigmatocistin [ng mL <sup>-1</sup> ]	28107	2029	1311	-1,19	0,23
Tereciklična kiselina [ng mL <sup>-1</sup> ]	28420	1715	1610	0,03	0,98
Triprostatin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	28567	1568	1463	0,60	0,55
Triptokivalin A [ng mL <sup>-1</sup> ]	28574	1561	1456	0,62	0,53

Varijabla	Rank suma (craft)	Rank suma (industrijska)	U	Z	p- vrijednost
<i>Triptokivalin D [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28483	1652	1547	0,27	0,79
suma <i>Aspergillus metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28513	1622	1517	0,39	0,70
<i>Doksorubicin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28427	1708	1603	0,05	0,96
<i>Monaktin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28462	1673	1568	0,19	0,85
<i>Nonaktin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28476	1659	1554	0,24	0,81
<i>Staurosporin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
suma <i>bakterijskih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28504	1631	1526	0,35	0,73
<i>Ergin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28112	2023	1316	-1,17	0,24
<i>Ergokornin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>Ergokristin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28427	1708	1603	0,05	0,96
<i>Ergokriptin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28434	1701	1596	0,08	0,94
<i>Ergometrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28130	2005	1334	-1,10	0,27
<i>Ergometrinin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28139	1996	1343	-1,06	0,29
<i>Ergozin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28384	1752	1588	-0,11	0,91
<i>Ergozinin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28375	1760	1579	-0,15	0,88
<i>Ergotamin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28462	1673	1568	0,19	0,85
<i>Ergotaminin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28462	1673	1568	0,19	0,85
suma <i>ergot alkaloida [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28236	1899	1440	-0,69	0,49
<i>15-Acetildeoksinivalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28398	1737	1602	-0,06	0,96
<i>15-Hidroksikulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28397	1738	1601	-0,06	0,95
<i>3-Acetildeoksinivalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28490	1645	1540	0,30	0,77
<i>5-Hidroksikulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28441	1694	1589	0,11	0,91
<i>alfa-Zearalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28434	1701	1596	0,08	0,94
<i>Antibiotik Y [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28630	1505	1400	0,84	0,40
<i>Apicidin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28499	1636	1531	0,33	0,74
<i>Aurofuzarin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28476	1659	1554	0,24	0,81
<i>Bovericin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28377	1758	1581	-0,14	0,89
<i>BovericinA [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28061	2074	1265	-1,37	0,17
<i>beta-Zearalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28476	1659	1554	0,24	0,81
<i>Bikaverin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28532	1603	1498	0,46	0,65
<i>Butenolid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28480	1656	1551	0,26	0,80
<i>Klamidospordioli [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28553	1582	1477	0,54	0,59
<i>Klamidosporol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28528	1607	1502	0,44	0,66
<i>Krizogin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28673	1462	1357	1,01	0,31
<i>Kulmorin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28942	1193	1088	2,05	0,04
<i>Deoksinivalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28179	1956	1383	-0,91	0,36
<i>Diacetoksiscirpenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28440	1696	1591	0,10	0,92
<i>Dihidroksikalonektrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28560	1575	1470	0,57	0,57
<i>Deoksinivalenol-3-glukozid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28270	1865	1474	-0,55	0,58
<i>Enniatin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28145	1990	1349	-1,04	0,30
<i>Enniatin A1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28187	1948	1391	-0,88	0,38
<i>Eniatin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28118	2017	1322	-1,14	0,25
<i>Eniatin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28338	1797	1542	-0,29	0,77
<i>Enniatin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28119	2016	1323	-1,14	0,25
<i>Enniatin B3 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28336	1799	1540	-0,30	0,77
<i>Epi-ekvisetin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28574	1561	1456	0,62	0,53
<i>Ekvisetin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28301	1834	1505	-0,43	0,66
<i>Fumonizin B1 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28869	1266	1161	1,77	0,08
<i>Fumonizin B2 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28611	1524	1419	0,77	0,44

Varijabla	Rank suma (craft)	Rank suma (industrijska)	U	Z	p- vrijednost
<i>Fumonizin B3 [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28143	1993	1347	-1,05	0,29
<i>Fungerin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28763	1372	1267	1,36	0,17
<i>Fuzaproliferin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28434	1701	1596	0,08	0,94
<i>Fuzarinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28569	1566	1461	0,60	0,55
<i>Giberelinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28130	2006	1334	-1,10	0,27
<i>HT-2 glukozid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28389	1747	1593	-0,09	0,93
<i>HT-2 toksin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28326	1809	1530	-0,34	0,74
<i>Moniliformin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28038	2098	1242	-1,46	0,15
<i>Monoacetoksiscirpenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28502	1633	1528	0,34	0,73
<i>Nivalenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	27940	2195	1144	-1,84	0,07
<i>Nivalenol-3-glukozid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28182	1953	1386	-0,90	0,37
<i>Rubrofuzarin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28441	1694	1589	0,11	0,91
<i>Sambutoksin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28506	1630	1525	0,36	0,72
<i>Sikanol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28719	1416	1311	1,19	0,24
<i>T-2 toksin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28539	1596	1491	0,49	0,63
<i>Zearalenon [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28686	1449	1344	1,06	0,29
<i>Zearalenon-4-sulfat [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28622	1513	1408	0,81	0,42
<i>suma Fusarium metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28628	1507	1402	0,83	0,40
<i>Bazianolid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28427	1708	1603	0,05	0,96
<i>Cerkosporamid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28441	1694	1589	0,11	0,91
<i>Kladosporin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28497	1638	1533	0,32	0,75
<i>Citohalasin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28298	1838	1502	-0,45	0,66
<i>Citohalasin E [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28588	1547	1442	0,68	0,50
<i>Destruksin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28182	1953	1386	-0,90	0,37
<i>Emestrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28441	1694	1589	0,11	0,91
<i>Monocerin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28378	1757	1582	-0,13	0,89
<i>Neoečinulin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28384	1752	1588	-0,11	0,91
<i>Rubelin D [ng mL<sup>-1</sup>]</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<sup>-1</sup>]</i>	28062	2073	1266	-1,36	0,17
<i>1-Deoksipebrolid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28448	1687	1582	0,13	0,89
<i>Anacin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28298	1838	1502	-0,45	0,66
<i>Andrastin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28553	1582	1477	0,54	0,59
<i>Andrastin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28434	1701	1596	0,08	0,94
<i>Andrastin C [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28434	1701	1596	0,08	0,94
<i>Atlantinon A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28504	1631	1526	0,35	0,73
<i>Aurantiamin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28376	1760	1580	-0,14	0,89
<i>Aurantin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28483	1652	1547	0,27	0,79
<i>Bilaid A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28672	1463	1358	1,00	0,32
<i>Ketoglobozin D [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28448	1687	1582	0,13	0,89
<i>Citreohibridinol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28393	1743	1597	-0,08	0,94
<i>Citreoviridin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>Citrinin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28217	1919	1421	-0,76	0,45
<i>Kurvulin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28453	1682	1577	0,15	0,88
<i>Ciklopenin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28051	2085	1255	-1,41	0,16
<i>Ciklofenol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28455	1680	1575	0,16	0,87
<i>Ciklopeptin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28298	1838	1502	-0,45	0,66
<i>Decklorogrizeofulvin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28497	1638	1533	0,32	0,75
<i>Dehidrogrizeofulvin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98

Varijabla	Rank suma (craft)	Rank suma (industrijska)	U	Z	p- vrijednost
<i>Dihidrogrizeofulvin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28546	1589	1484	0,51	0,61
<i>Epibenzomalvin E [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28434	1701	1596	0,08	0,94
<i>Felutinin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28164	1971	1368	-0,97	0,33
<i>Grizeofulvin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28595	1540	1435	0,70	0,48
<i>Hidroksikurvularin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28413	1722	1617	0,00	1,00
<i>Mikofenolna kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28470	1665	1560	0,22	0,83
<i>Norverukozidin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>Okratoksin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28448	1687	1582	0,13	0,89
<i>Okratoksin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>O-Metilviridikatin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28343	1792	1547	-0,27	0,79
<i>Penicilinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28518	1617	1512	0,41	0,68
<i>Pirenokin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28542	1593	1488	0,50	0,62
<i>Kvestomicin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28462	1673	1568	0,19	0,85
<i>Kinolaktacin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28476	1659	1554	0,24	0,81
<i>Kinolaktacin B [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28588	1547	1442	0,68	0,50
<i>Rokefortin C [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28427	1708	1603	0,05	0,96
<i>Rugulozin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28089	2046	1293	-1,26	0,21
<i>Rugulovazin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>Skalusamid A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>semi Ksantomegnin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28427	1708	1603	0,05	0,96
<i>Sidovinin A [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>suma Penicillium metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28377	1758	1581	-0,14	0,89
<i>Biokanin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28637	1498	1393	0,87	0,39
<i>Kumestrol [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>Daidzein [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28420	1715	1610	0,03	0,98
<i>suma fitoestrogena [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28644	1491	1386	0,90	0,37
<i>Apocisinska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28927	1208	1103	1,99	0,05
<i>Kakonin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28651	1484	1379	0,92	0,36
<i>Epiheterodendrin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	27740	2395	944	-2,61	0,01
<i>Linamarin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28511	1624	1519	0,38	0,70
<i>Lotaustralin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	27651	2484	855	-2,96	0,00
<i>Ksantotoksin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28483	1652	1547	0,27	0,79
<i>suma biljnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28239	1896	1443	-0,67	0,50
<i>3-Nitropropionska kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28356	1779	1560	-0,22	0,83
<i>Asperglaucid [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28481	1654	1549	0,26	0,79
<i>Asperfenamat [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28345	1790	1549	-0,26	0,79
<i>Brevianamid F [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	27559	2576	763	-3,31	0,00
<i>Citreorozein [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28677	1458	1353	1,02	0,31
<i>ciklo(L-Ala-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28833	1302	1197	1,63	0,10
<i>ciklo(L-Leu-L-Pro) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28091	2044	1295	-1,25	0,21
<i>ciklo(L-Pro-L-Tyr) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28028	2107	1232	-1,49	0,14
<i>ciklo(L-Pro-L-Val) [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28287	1848	1491	-0,49	0,63
<i>Emodin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28240	1895	1444	-0,67	0,50
<i>Endokroèin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28433	1702	1597	0,08	0,94
<i>Lobarična kiselina [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28833	1302	1197	1,63	0,10
<i>N-Benzoil-Fenilalanin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28546	1589	1484	0,51	0,61
<i>Pirenoforin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	28213	1922	1417	-0,77	0,44
<i>Rugulusovin [ng mL<sup>-1</sup>]</i>	27306	2829	510	-4,30	0,00
<i>suma nespecifičnih metabolita [ng mL<sup>-1</sup>]</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