

HLAPLJIVI SPOJEVI PIVA

VOLATILE COMPOUNDS OF BEER

Zvonimir Marijanović^{1*}, Melita Petrić¹, Ivana Vrca¹, Mladenka Šarolić², Tomislav Svalina², Marko Šuste²

¹Kemijsko-tehnološki fakultet, Sveučilišta u Splitu, Ruđera Boškovića 35, 21000 Split, Hrvatska

²Veleučilište “Marko Marulić” u Kninu, Petra Krešimira IV. 30, 22300 Knin, Hrvatska

*zmarijanovic@ktf-split.hr

Osijek, 16.-17. rujna 2021.



Uvod

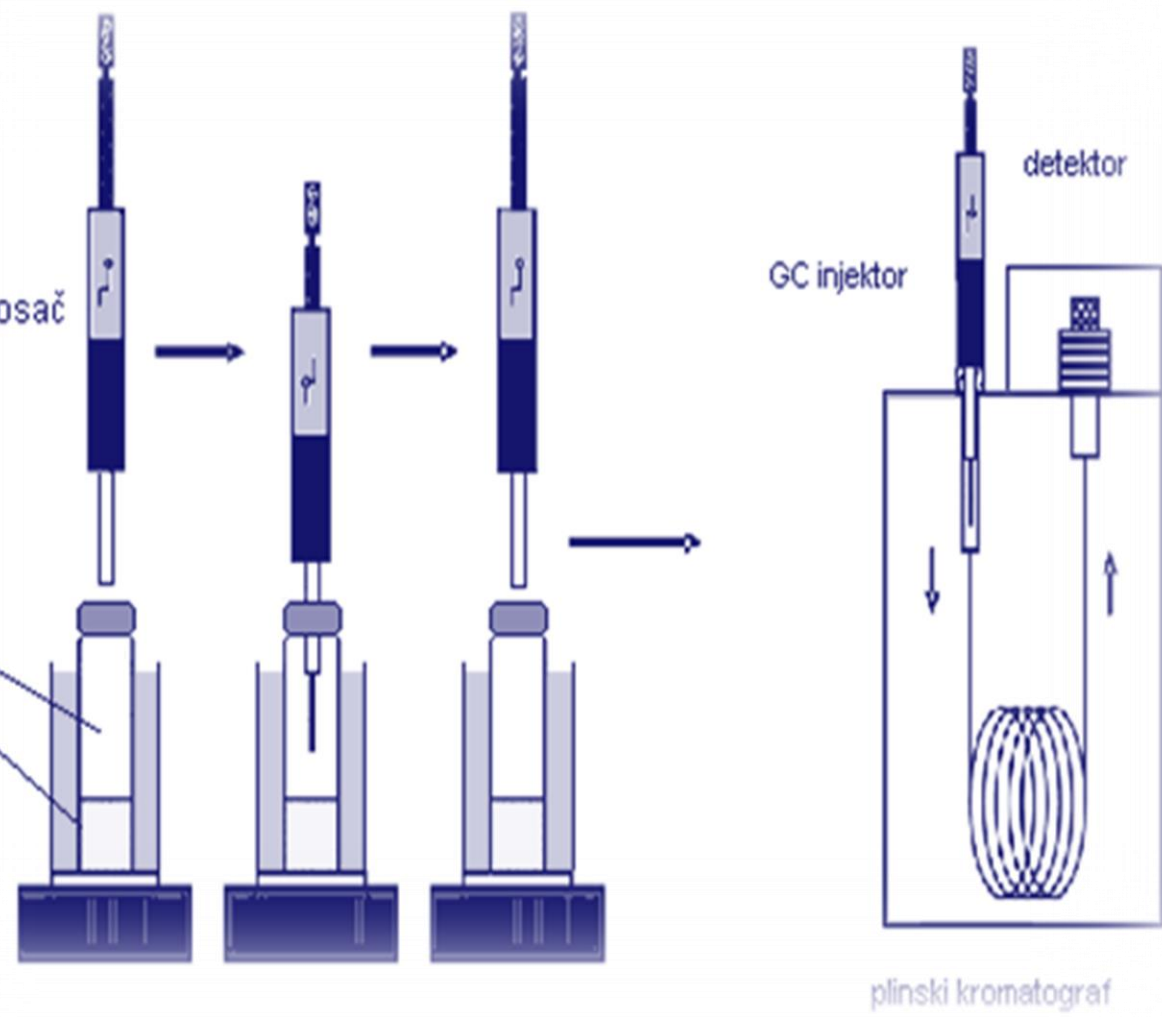
Eksperimentalni dio

Pivo je alkoholno piće dobiveno nepotpunim vrenjem vodenog ekstrakta ječmenog ili pšeničnog slada uz dodatak hmelja. U ovom radu analiziran je kemijski sastav hlapljivih spojeva komercijalnih piva stilova: *pale lager*, *dunkel*, *pale ale* i *hefeweizen*.

Kemijski profil hlapljivih spojeva uzoraka piva dobiven je mikroekstrakcijom vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME) koristeći vlakna s DVB/Carboxen/PDMS (sivo vlakno) i PDMS/DVB (plavo vlakno) prevlakom. Analiza izoliranih hlapljivih spojeva provedena je vezanim sustavom plinska kromatografija-spektrometrija masa (GC-MS) koristeći kolonu HP-5MS.



Piva



Aparatura za mikroekstrakciju vršnih para na krutoj fazi, headspace solid-phase microextraction (HS-SPME)

Vezani sustav plinska kromatografija-spektrometrija masa (GC-MS); Agilent Technologies GC 7890 A i MSD 5977



Rezultati

Kemijski sastav i udio hlapljivih spojeva korištenjem HS-SPME/GC-MS metode u komercijalnom pivu stila *pale lager* izoliranog pomoću sivog i plavog vlakna

Redni broj	RI	Spoj	Udio (%)	
			Sivo vlakno	Plavo vlakno
1.	<900	3-metil-butan-1-ol	11,62	14,22
2.	<900	2-metil-butan-1-ol	3,92	3,97
3.	<900	etil-butanoat	0,64	/
4.	<900	3-metil-butan-1-ol-acetat	17,28	21,22
5.	996	etil-heksanoat	11,98	13,13
6.	1116	2-feniletanol	10,41	6,43
7.	1195	oktanska kiselina	2,06	/
8.	1198	etil-oktanoat	25,93	30,61
9.	1261	geraniol	7,40	4,09
10.	1593	etil-dekanoat	4,01	4,53
Ukupno identificirano			95,25 %	98,20 %

Kemijski sastav i udio hlapljivih spojeva korištenjem HS-SPME/GC-MS metode u komercijalnom pivu stila *dunkel* izoliranog pomoću sivog i plavog vlakna

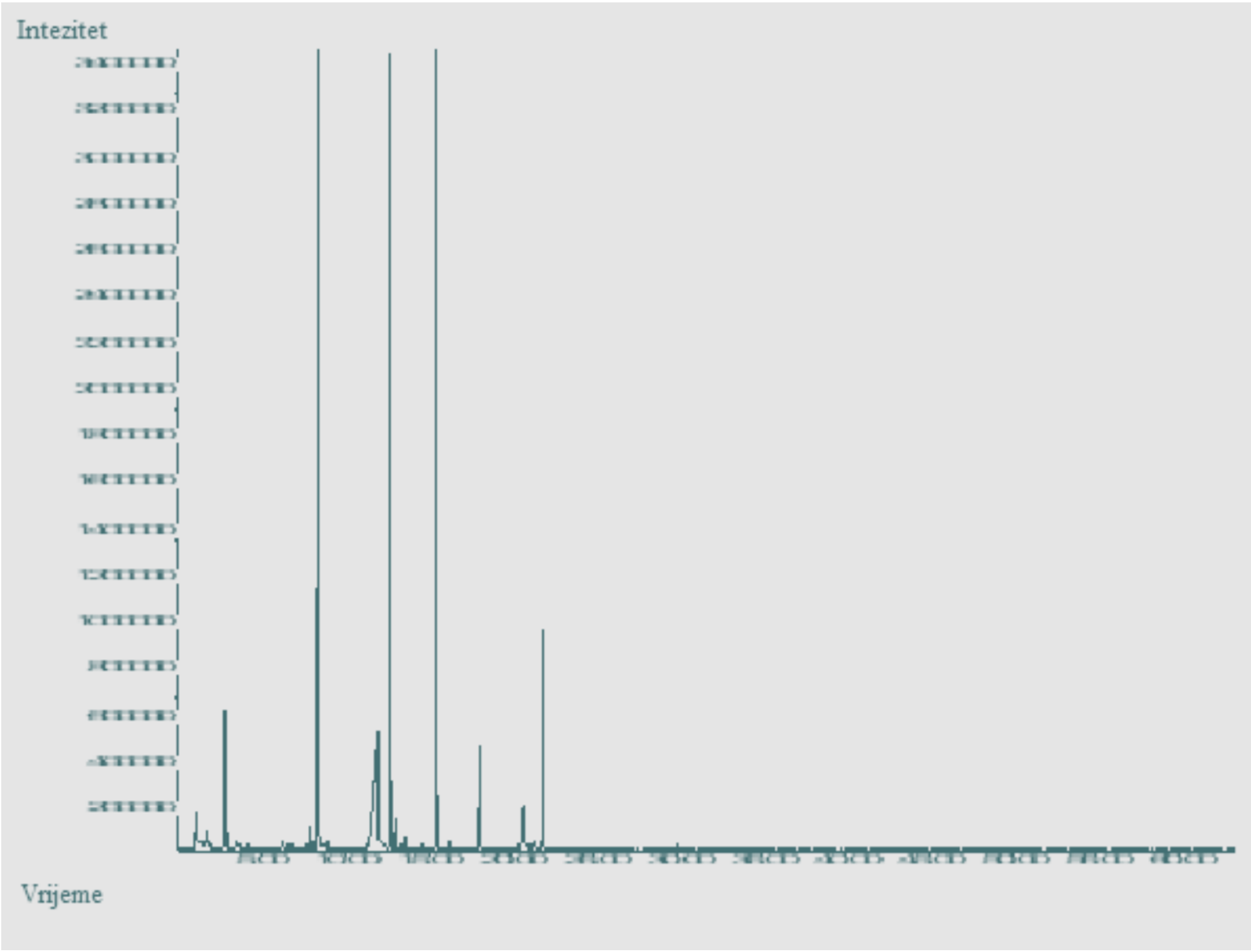
Redni broj	RI	Spoj	Udio (%)	
			Sivo vlakno	Plavo vlakno
1.	<900	etil-acetat	0,47	/
2.	<900	3-metil-butan-1-ol	4,96	11,39
3.	<900	2-metil-butan-1-ol	2,17	4,27
4.	<900	etil-butanoat	0,20	/
5.	<900	3-metil-butan-1-ol-acetat	6,68	9,14
6.	974	heksanska kiselina	0,64	/
7.	996	etil-heksanoat	6,10	6,79
8.	1007	oktanal	0,40	/
9.	1105	nonanal	1,55	0,70
10.	1116	2-feniletanol	16,66	20,53
11.	1189	oktanska kiselina	13,80	6,38
12.	1198	etil-oktanoat	15,25	16,93
13.	1207	dekanal	0,77	1,09
14.	1253	2-feniletol-acetat	14,33	14,44
15.	1379	dekanska kiselina	1,67	/
16.	1397	etil-dekanoat	3,69	4,38
17.	1593	etil-dodekanoat	0,93	1,22
Ukupno identificirano			90,27 %	96,96 %

Kemijski sastav i udio hlapljivih spojeva korištenjem HS-SPME/GC-MS metode u komercijalnom pivu stila *pale ale* izoliranog pomoću sivog i plavog vlakna

Redni broj	RI	Spoj	Udio (%)	
			Sivo vlakno	Plavo vlakno
1.	<900	etil-acetat	0,85	0,51
2.	<900	3-metil-butan-1-ol	4,97	5,83
3.	<900	2-metil-butan-1-ol	2,00	2,03
4.	<900	3-metil-butan-1-ol-acetat	10,10	6,79
5.	993	β -mircen	5,38	4,68
6.	996	etil-heksanoat	4,36	6,49
7.	1021	α -terpinen	0,79	3,24
8.	1103	linalol	15,10	11,16
9.	1116	2-feniletanol	17,58	19,02
10.	1189	oktanska kiselina	/	2,02
11.	1198	etil-oktanoat	12,29	9,85
12.	1208	dekanal	1,25	/
13.	1261	geraniol	15,01	18,45
14.	1294	undekan-2-on	1,40	0,97
15.	1694	heptadeken	1,17	1,17
Ukupno identificirano			92,25%	92,21%

Kemijski sastav i udio hlapljivih spojeva korištenjem HS-SPME/GC-MS metode u komercijalnom pivu stila *hefeweizen* izoliranog pomoću sivog i plavog vlakna

Redni broj	RI	Spoj	Udio (%)	
			Sivo vlakno	Plavo vlakno
1.	<900	etil-acetat	1,04	/
2.	<900	3-metil-butan-1-ol	7,03	/
3.	<900	2-metil-butan-1-ol	2,46	/
4.	<900	3-metil-butan-1-ol-acetat	16,34	/
5.	<900	stiren	1,50	/
6.	996	etil-heksanoat	6,08	3,70
7.	1116	2-feniletanol	11,68	24,03
8.	1195	oktanska kiselina	3,61	13,41
9.	1198	etil-oktanoat	29,54	22,44
10.	1208	dekanal	/	0,82
11.	1261	geraniol	14,04	23,78
12.	1315	4-vinil-2-metoksifenol	/	2,96
13.	1370	dekanska kiselina	/	2,26
14.	1397	etil-dekanoat	5,03	6,13
Ukupno identificirano			98,35 %	99,53%



Reprezentativni kromatogram ukupne ionske struje hlapljivih spojeva piva stila *hefeweizen* izoliranih HS-SPME metodom s ovojnicom PDMS/DVB (plavo vlakno)

Zaključak

Analizom rezultata može se zaključiti da su najzastupljenije skupine spojeva alkoholi, esteri, organske kiseline te karbonalni i terpenški spojevi. U svim uzorcima korištenjem sivog i plavog vlakna, identificirani su etil-oktanoat i etil-heksanoat koji pripadaju skupini estera te 2-feniletanol koji je predstavnik viših alkohola. Najviše spojeva identificirano je u pivu stila *dunkel*, budući da je to pivo jedino tamne boje koja je nastala kao produkt karamelizacije slada. 4-vinil-2-metoksifenol identificiran je samo u pivu stila *hefeweizen*, što odgovara činjenici da nastaje metabolizmom sojeva kvasaca koji se koriste za proizvodnju pšeničnog piva. Najviše je terpenških spojeva identificirano u pivu stila *pale ale*, a oni potječu od šišarki hmelja. Dobiveni rezultati su pokazali da je aromatični profil komercijalnih piva različitih stilova sličan, s manjim odstupanjima kod određenih stilova piva.