



ISPARLJIVE AROMATSKE KOMPONENTE KAO PARAMETRI KVALITETE AUTOHTONIH SIREVA - LIVANJSKOG I TRAVNIČKOG

AROMATIC COMPONENTS AS QUALITY PARAMETERS OF INDIGENOUS LIVNO AND TRAVNIK CHEESES

Amina Hrković-Porobija, Aida Hodžić, Ć. Crnkić, Z. Sarić, Nejra Hadžimusić, Marina Krvavica, M. Vegara

Izvorni znanstveni članak – Original scientific paper
Prilježeno – Received: 20. travanj – April 2017

SAŽETAK

Poznati proizvodi mljekarske industrije u Bosni i Hercegovini su autohtoni Livanjski i Travnički sir koji pripadaju grupi sireva proizvedenih od sirovog, nekuhanog ovčjeg mlijeka. Livanjski i Travnički sir su specifični zbog specifičnog biljnog pokrivača na području gdje se proizvode, kao i klimatskih uvjeta i mlijeka autohtone ovce pramenke, tako da možemo očekivati razlike u sadržaju aromatskih komponenti, koje u velikoj mjeri određuju karakteristike spomenutih sireva. Sinteza isparljivih aromatskih komponenti je dinamičan proces koji započinje sazrijevanjem sira do karakterističnog okusa, koji se razvija u vrijeme sazrijevanja. U formiranju okusa i mirisa određene vrste sira ne sudjeluje samo jedna komponenta, nego mješavina komponenti različitih koncentracija. Izuzetno je teško utvrditi koja komponenta je nosilac "tipične arome" određenog sira ili mliječnog produkta. Cilj ovog istraživanja je bio odrediti aromatske komponente u Livanjskom i Travničkom siru, komponente koje determiniraju senzorne karakteristike ovih sireva, te pratiti promjene u njihovom sadržaju ovisno o periodu uzorkovanja. Prema postavljenom cilju istraživanje je obuhvatilo uzorkovanje i analizu dvije vrste sira, bijelog mekog Travničkog (Vlašičkog) i tvrdog Livanjskog sira. Od isparljivih aromatskih komponenti u uzorcima Livanjskog i Travničkog sira najviše su bili zastupljeni etanol, acetaldehid, etilacetat i 2-butanol. Aromatske komponente u uzorcima Livanjskog i Travničkog sira su određene HSGC i GC/MS tehnikama.

Ključne riječi: Livanjski sir, Travnički sir, aromatski profil, kvalitet

UVOD

Posebno mjesto među autohtonim sirevima u Bosni i Hercegovini zauzimaju Livanjski i Travnički sir, koji svoju specifičnost mogu zahvaliti prije svega specifičnom biljnom pokrivaču planinskog područja, klimatskim uvjetima i mlijeku autohtone ovce pramenke. Na navedenim područjima botanički sastav čine pretežno zeljanice, trave i leguminoze. Osim

toga, na ispitivanim lokalitetima Livanjskog kantona prevladava skeletni tip zemljišta s plitkim oraničnim slojem koji znatno utječe na razvoj vegetacije na ovim područjima. S obzirom na nadmorsku visinu (722 m) i ostale klimatske uvjete na ispitivanim lokalitetima Livanjskog kantona radi se o planinskim prirodnim travnjacima. Planina Vlašić s nadmorskom visinom koja doseže do 1.943 m., ima planinsku

Dr.sc. Amina Hrković-Porobija, e-mail: amina.hrkovic@vfs.unsa.ba, prof.dr.sc. Aida Hodžić, prof.dr.sc. Ćazim Crnkić, dr.sc. Nejra Hadžimusić, Univerzitet u Sarajevu, Veterinarski fakultet Sarajevo, Zmaja od Bosne 90, Sarajevo; prof.dr.sc. Zlatan Sarić, Poljoprivredno - prehrambeni fakultet Sarajevo, Zmaja od Bosne 8, Sarajevo; dr.sc. Marina Krvavica, Veleučilište „Marko Marulić“ Knin, Petra Krešimira IV 30, Knin, Prof.dr. Mensur Vegara, Department of International Environment and Development Studies, NORAGRIC, Norwegian University of Life Sciences, Aas, Norway.

klimu, s dugim, hladnim i snježnim zimama, te svježim i kratkim ljetima. Svaki sir proizveden na specifičan način na određenom lokalitetu ima vlastite karakteristike. Glavni uzrok varijacija karakteristika sira proističe iz kemijskog sastava mlijeka, sezone muže, laktacije, nutritivnih činjenica, ali i tehnologije proizvodnje mlijeka, njegovog čuvanja i sabiranja. Izvorni Livanjski sir pripada grupi tvrdih sireva. Autohtono se proizvodi od ovčjeg mlijeka. U novije vrijeme za proizvodnju se koristi miješano ovčje i kravlje mlijeko u različitim omjerima (80:20) ili samo kravlje. Livanjski sir bi se mogao opisati na sljedeći način: tvrdi sir, glatke žučkaste kore, s neravninama od upotrebe sirne marama, žučkaste ili žute boje tijesta s pravilno raspoređenim sirnim okcima srednje veličine, čiji je miris karakterističan za tvrde ovčje sireve. Okus je umjereno slan, pikantan i tipičan za sireve od ovčjeg mlijeka.

Drugi, ali ne manje važan je Travnički sir. Travnički sir je bijele boje, čvrste konzistencije, blagog mliječno-kiselog okusa i spada u grupu bijelih mekih sireva koji zriju u salamuri, te se nazivaju i bijeli salamurni sirevi. Sirevi napravljeni od ovčjeg mlijeka imaju poseban okus i miris koji je vrlo različit od mirisa i okusa sireva od kravljeg mlijeka, jer se sadržajne razlike ovčjeg i kravljeg mlijeka najviše odnose na proteine i mast, što kao posljedicu ima pojavu razlika u senzorskim svojstvima.

U formiranju okusa i mirisa sira ne sudjeluje samo jedan sastojak svojom prisutnošću i određenom koncentracijom, već najčešće mješavina sastojaka različitih koncentracija. Izuzetno je teško utvrditi koja komponenta je nosilac "tipične arome" ovih sireva. Isparljive komponente sira, naročito one koje utječu na okus, uključujući mliječnu kiselinu, NaCl, mineralne soli, slobodne aminokiseline, peptide različitog tipa bile su predmet istraživanja mnogih autora. Istraženo je više vrsta sireva: Gruyère, Manchego i Ragusano, Provola dei Nebrodi, Pecorino (Milosavljević i sur., 2010.). Aroma je jedan od najvažnijih parametara kvalitete i ovisi o aromi mlijeka upotrijebljenog za proizvodnju, različitim metodama koagulacije i proizvodnje sira, tipu fermentacije, primijenjenoj starter kulturi, zrenju, pa čak i o klimatskim uvjetima koji vladaju u mjestu proizvodnje.

Stabilnost arome u različitim prehrambenim proizvodima je od velikog značenja zbog toga što se ona povezuje s kvalitetom i prihvatljivošću proizvoda, a vrlo se teško kontrolira. Proizvodnja i skla-

dištenje, ambalažni materijali i sami sastojci hrane obično izazivaju modifikaciju sveukupne arome tako da se smanjuje intenzitet spojeva arome ili dolazi do stvaranja nepoželjnih spojeva (Pichler, 2011.).

Cilj ovog istraživanja je bio odrediti aromatske komponente u Livanjskom i Travničkom siru, koje komponente determiniraju senzorne karakteristike ovih sireva, te pratiti promjene u njihovom sadržaju ovisno o periodu uzorkovanja.

MATERIJAL I METODE

Za istraživanje su odabrana dva proizvođača, jedan s područja Livna (selo Guber) i jedan s područja Vlašića (selo Mudrike). Ispitivanja su proizvedena na ovcama pasmine pramenka. Životinje su bile označene odgovarajućim brojem ušne markice na osnovi kojih su se uzimali uzorci uvijek od istih životinja kroz različite vremenske periode. U tijeku uzimanja uzoraka hranidba ovaca bazirala se na ispaši. Istraživanje je obuhvatalo uzorkovanje svježeg ovčjeg mlijeka u tijeku jutarnje muže koja se obavljala ručno. Uzorci mlijeka uzimani su od svake životinje pojedinačno. Na području Travnika i Livna mlijeko je uzorkovano u tri termina: Travnik - srpanj (n=25), kolovoz (n=25) i rujna (n=25), a na području Livna - srpanj (n=20) i kolovoz (n=20) i rujna (n=20). Za proizvodnju Livanjskog i Travničkog sira korišteno je zbirno mlijeko ovaca od kojih smo pretходно uzorkovali mlijeko. Od mlijeka od kojeg su uzeti uzorci napravljen je sir koji je uzorkovan nakon 90 dana zrenja u izvornim ambijentalnim uvjetima. Tako je dobiveno ukupno 6 uzoraka sira (po 3 za Livanjski i po 3 za Travnički sir za svaki period uzorkovanja). Aromatske komponente (acetaldehid, dimeilsulfid, n-pentan, 2-metil-propanol, 3-metil-butanol, 2-propanol, etanol, 2-butanol, 2-heksanol, aceton, diacetil, 2-butanon, 2,3 pentadion, etilacetat, metilbutirat, izobutilacetat) u uzorcima Livanjskog i Travničkog sira određene su upotrebom tehnike direktne headspace plinske kromatografije HSGC (automatic direct headspace gas chromatography) i upotrebom gasne masene spektrofotometrije GC/MS (gas chromatography mass spectra).

Isparljive komponente sira izolirane su pomoću statičkog headspace analizatora Agilent G1888 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) koji je opremljen sa 30 m x 0,25 mm i.d. WCOT kapilarne kolone od staljenog kvarca (debljina 1.00 mikrona;

Varian, Middelburg, Netherlands), te injektora čija je temperatura na ulazu 250 °C. Plinski nosač bio je helij pri protoku 1,0 ml/min. Programirana temperatura pećnice: 330 °C u roku od 5 min, brzina zagrijavanja: 10 °C/min do 40 °C, 2 min na 40 °C, brzina zagrijavanja: 15 °C/min do 70 °C, 2 min na 70 °C, brzina zagrijavanja: 30 °C/min do 130 °C, 1 min pri 130 °C, brzina zagrijavanja: 30 °C/min do 160 °C i 5 min na 160 °C. GC kolona je bila priključena na ionski izvor (temperatura 230 °C) Agilent 5975 (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) kvadropolnog masenog spektrometra (interface line 250 °C). Maseni spektrometar je radio u sken rasponu mase m/z 30-550 na skeniranju u sekundi. Ionizacija je izvedena elektronskim udarom od 70eV, kalibracija je izvršena pomoću automatskog prilagođavanja. Spojevi su unaprijed definirani kompjuterskim pridruživanjem masenog spektra s onim u NIST 05 Mass Spectral Library (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Utvrđena je ukupna površina ispod krivulje za svaku određivanu komponentu izražena kao postotni udio (%).

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

U tablicama 1 i 2 prikazane su utvrđene vrijednosti 18 identificiranih aromatskih komponenti u uzorcima Livanjskog i Travničkog sira. U analiziranim uzorcima Livanjskog sira po periodima uzorkovanja najveće vrijednosti utvrđene su za acetaldehid, etanol i etilacetat (tablica 1), a u uzorcima Travničkog sira etanol, 2-butanol i etilacetat (tablica 2).

Proces nastanka isparljivih aromatskih komponenti animalnih proizvoda i njihovih prekursora teško je pratiti te oni nisu pouzdan pokazatelj geografskog područja ispaše, ali njihova prisutnost ipak ukazuje na sustav uzgoja i hranidbe životinja (paša/staja). U literaturi je geografsko područje ispaše jasno istaknuto kao važan čimbenik koji utječe na formiranje specifične arome animalnih proizvoda, te se u tom smislu znanstvenici slažu da vezu treba tražiti u specifičnom botaničkom sastavu livada i pašnjaka na kojima se životinje uzgajaju (Krvavica i sur. 2016.). Područje Livna svojim geografskim položajem, konfiguracijom terena i karakterističnom

Tablica 1. Isparljive aromatske komponente u uzorcima Livanjskog sira po periodima uzorkovanja

Table 1 The aromatic compounds in samples of Livno cheese in sampling periods

Isparljive aromatske komponente (%) Volatile aromatic compounds (%)	I. uzorkovanje I sampling	II. uzorkovanje II sampling	III. uzorkovanje III sampling
Acetaldehid	25,14	9,11	13,86
Aceton	0,58	0,44	0,18
Ali alkohol	0,00	0,00	0,00
2-butanol	4,43	0,41	1,82
2-butanon	2,46	0,75	1,12
Diacetil	0,06	0,06	0,13
Dimetilsulfid	0,27	0,05	0,04
Izobutilacetat	3,05	1,20	0,69
2-heksanol	0,78	0,66	0,28
2-heksanon	0,15	0,42	0,32
Etanol	45,36	77,36	75,24
Etilacetat	15,46	8,58	5,67
n-pentan	0,00	0,00	0,00
2-propanol	1,73	0,50	0,49
Metilbutirat	0,30	0,24	0,07
2-metil-1-propanol	0,06	0,04	0,02
3 metilbutanal	0,17	0,14	0,06
2,3- pentadion	0,00	0,04	0,02

I, II, III – periodi uzorkovanja: srpanj, kolovoz i rujna

I, II, III – sampling periods: July, August and September

klimom predstavlja područje jedinstvene flore s velikim brojem interesantnih biljnih vrsta. Botanički sastav krmnih biljaka i njihova procentualna zastupljenost na ovim lokalitetima Livanjskog kantona, koji se s obzirom na nadmorsku visinu i ostale klimatsko-edafske uvjete mogu svrstati u planinske prirodne travnjake, karakterističan je po sadržaju zeljanica (*Scabiosa columbaria*, *Knautia arvensis*) i trava (*Nardus stricta*, *Festuca sp.*) što ukazuje na određenu kiselost zemljišta jer navedene biljke nastanjuju tla kisele reakcije.

Detektivne isparljive aromatske materije u uzorcima oba ispitivana sira pripadaju alkoholima, esterima, ketonima i aldehidima. U ispitivanim uzorcima Livanjskog sira najzastupljeniji je bio etanol čiji je postotni udio varirao po periodima uzorkovanja. Prisutnost etanola upućuje na činjenicu da najveći broj identificiranih estera čine etil-derivati (etil-acetat). Kako je koncentracija alkohola limitirajući faktor u sintezi estera, etanol u mliječnim proizvodima omogućava veću sintezu etil estera u odnosu na estere

drugih alkohola (Holland, 2004.). Postotni udio acetaldehida u uzorcima Livanjskog sira je varirao po periodima uzorkovanja (tablica 1) što je moguća posljedica povećanja suhe materije sirovog mlijeka koja može utjecati na količinu acetaldehida. U ovom istraživanju rezultati ispitivanja uzoraka Livanjskog sira pokazuju manju postotnu zastupljenost acetaldehida, a povećanu etanola, što ukazuje da je u tijku fermentacije došlo do redukcije acetaldehida do etanola, što je u skladu s rezultatima koji su dobili Martinović i sur. (2006.). Mnoge starter kulture koje se koriste u proizvodnji fermentiranih mlijeka metaboliziraju acetaldehid do etanola (Hruškar i sur., 2005). Produkcija acetaldehida je evidentna tijekom fermentacije i raste maksimalno pri pH=4,2, a stabilizira se pri pH=4. Povećanje suhe materije mlijeka i termički tretman mlijeka mogu utjecati na količinu acetaldehida. Koncentracija etilacetata u ispitivanim uzorcima Livanjskog sira imala je trend pada prema III. periodu uzorkovanja (tablica 1). Hayalouglu i Brechany (2007.) ukazuju na razliku u koncentraciji

Tablica 2. Isparljive aromatske komponente u uzorcima Travničkog sira po periodima uzorkovanja

Table 2 The aromatic compounds in samples of Travnik cheese per sampling periods

Isparljive aromatske komponente (%) Volatile aromatic compounds (%)	I. uzorkovanje I sampling	II. uzorkovanje II sampling	III. uzorkovanje III sampling
Acetaldehid	5,41	6,01	2,69
Aceton	0,14	0,26	0,12
Ali alkohol	0,60	0,03	0,04
2-butanol	24,91	20,49	3,18
2-butanon	8,64	4,71	0,85
Diacetil	0,07	0,05	0,05
Dimetilsulfid	0,06	0,02	0,00
Izobutilacetat	0,76	7,60	1,37
2-heksanol	0,49	1,12	0,55
2-heksanon	0,16	0,53	0,10
Etanol	44,44	39,51	84,14
Etilacetat	13,60	18,43	5,58
n-pentan	0,00	0,00	0,00
2-propanol	0,25	0,40	0,16
Metilbutirat	0,04	0,13	0,06
2-metilpropanol	0,00	0,07	0,01
3 metilbutanal	0,11	0,24	0,05
2,3 pentadion	0,31	0,40	1,06

I, II, III – periodi uzorkovanja: srpanj, kolovoz i rujan
I, II, III- sampling periods: July, August and September

etilacetata između uzoraka dobivenih od sirovog i pastereziranog mlijeka, gdje je zabilježena viša koncentracija kod sireva od sirovog mlijeka. Ovo je u skladu i s navodima Ortigosa i sur. (2001.), koji mikrofluor sirovog mlijeka povezuje s pojačanim nastajanjem estera, bez obzira na tip sira.

Postotni udio izobutilacetata u uzorcima Livanjskog sira imao je trend pada po periodima uzorkovanja, od 3,05% u I periodu uzorkovanja do 0,69% u III periodu uzorkovanja (tablica 1). U analiziranim uzorcima Livanjskog sira prisutnost 2-butanola i 2-butanona je varirala po periodima uzorkovanja s tim da je najveća vrijednost utvrđena u I periodu uzorkovanja (tablica 1). U uzorcima Livanjskog sira, osim navedenih aromatskih materija u manjem postotku identificirani su aceton, diacetil, dimetilsulfid, 2-heksanol, 2-heksanon, metilbutirat, 2-metil-1-propanol, 2,3-pentadion u sva tri perioda uzorkovanja.

U uzorcima Travničkog sira najveća postotna zastupljenost etanola utvrđena je u III. periodu uzorkovanja (84,14%) (tablica 2). Prema Matutinović i sur. (2007.), tijekom fermentacije koncentracija etanola se povećavala analogno dužini trajanja inkubacije, a maksimalne vrijednosti dostignute su nakon 24 sata.

Značajan doprinos formiranju željenog ili neželjenog okusa ili mirisa pokazuju i druga jedinjenja kao što su esteri koji uzrokuju „voćkast“ okus i miris, tioestri, aldehidi, ketoni i laktoni (Milosavljević i sur., 2010.), a nastaju kao produkti transformacije slobodnih masnih kiselina.

Etanol u mliječnim proizvodima omogućava veću sintezu etil estera u odnosu na estere drugih alkohola (Holland, 2004.). U uzorcima Travničkog sira izobutilacetat pokazuje velika variranja po periodima uzorkovanja, od 0,76 % u I. periodu uzorkovanja, velikog porasta u II. periodu uzorkovanja (7,60%) te pada na 1,37% u III. periodu uzorkovanja (tablica 2).

Alifatični aldehidi karakteristični su po svom biljnom mirisu na zelenu travu i nastaju kao glavni produkti autooksidacije nezasićenih masnih kiselina, katabolizmom masnih kiselina i dekarboksilacijom i dezaminacijom aminokiselina (Milosavljević i sur., 2010.). U svim uzorcima Travničkog sira detektiran je i 3-metilbutanal koji nastaje metabolizmom

leucina i daje ugodan miris svježim sirevima (tablica 2). Različiti alkoholi (primarni i sekundarni) nađeni su u različitim sirevima npr. Parmigiano, Roquefort i Cheddar (Engels i sur., 1997.); sekundarni alkoholi su posebno važne komponente za okus tzv. plavih sireva gdje se stvaraju redukcijom metil ketona. Alifatični primarni alkoholi kao 1-butanol, 1-pentanol i 1-heksanol daju voćnu notu okusu sira. Milosavljević i sur. (2010.) objavljuju da je najzastupljeniji alkohol u Cheddar siru etanol; 2-butanol i 1-propanol su također otkriveni u većim količinama u nekim vrstama sira kao što su Cheddar, Feta i Roncal.

U uzorcima Travničkog sira postotna zastupljenost 2-butanola je bila najveća u trećem periodu uzorkovanja (tablica 2). U pojedinim fazama proizvodnje i zrenja sireva prisutne su kemijske i enzimatske promjene, kao što je fermentacija laktoze u pirogrožđanu kiselinu (piruvat), pri čemu su prisutni i drugi proizvodi, kao: 2-butanon i 2-butanol (porijeklom iz metabolizma acetatnih bakterija s bakterijama mliječne kiseline). Koncentracija nije mjerilo aromatične dominantnosti, jer neki spojevi prisutni u manjim udjelima mogu utjecati mnogo više na ukupnu aromu nego spojevi prisutni u većim udjelima. Dominantnost nekog spoja u aromi više je posljedica njegove kemijske strukture nego koncentracije. Proizvodnja diacetila ovisi o metabolizmu citrata.

Diacetil i acetoin nastaju kao rezultat metaboličke aktivnosti bakterije *Streptococcus thermophilus* i njihova koncentracija je vrlo niska, samo 0,5 mg/kg. Znatne količine diacetila mogu nastati u prisutnosti organskih kiselina, npr. limunske koja se preko piruvata konvertira u diacetil. Postotna zastupljenost diacetila u uzorcima Travničkog sira je bila veća u I. u odnosu na II. i III. period uzorkovanja (tablica 2), što može biti posljedica vrste i soja bakterija mliječne kiseline.

Diacetil i etanol nastaju djelovanjem mezofilnih i termofilnih bakterija mliječne kiseline i jedni su od najvažnijih sastojaka arome u fermentiranom mlijeku. Stoga, određena senzorska svojstva fermentiranih mlijeka ovise o koncentraciji prisutnih sastojaka arome. Diacetil je komponenta koja je vjerojatno došla iz mlijeka u sir, ili je formirana u tijeku prve faze proizvodnje sira. Dimetilsulfid nastaje razgradnjom metionina s propionsko-kiselim bakterijama (Mikulec i sur., 2010.).

Istraživanja drugih znanstvenika (Verdier-Metz i sur., 2000.) su pokazala značajne razlike u okusu sireva ovisno o nadmorskoj visini pašnjaka i botaničkom sastavu. Navedeni autori ukazuju na „nestabilni“ sastav sireva. Pretpostavlja se da postoji određeni tip mikroflore u svakoj proizvodnoj zoni, što bi moglo dovesti do značajnijih odstupanja u senzornoj kvaliteti sira. Floristički sastav brdskih pašnjaka je kvalitetniji u odnosu na planinske u pogledu botaničkog sastava (Žan i sur., 2006.). Pašnjačke površine pretežno se sastoje od biljnih vrsta koje su izložene naglim promjenama hranidbene vrijednosti, posebno u fazi rasta. Tijekom proljeća intenzivniji je porast biomase, paše je više za razliku od ljeta kada su pod utjecajem visokih temperatura i nedostatka padavina pašnjaci znatno oskudniji (Ljubičić i sur., 2012.). Pažnju treba obratiti flori planine Vlašić i njenoj starosti. Planina Vlašić svojim geografskim položajem, konfiguracijom terena i planinskom klimom znatno utječe na sastav, raspored i dinamiku pojavljivanja određenih biljnih vrsta u ovom ekosistemu. Ako se promatra kvaliteta paše s ovog lokaliteta može se konstatirati da najkvalitetniju hranu daju biljne vrste iz grupe leguminoza. Karakterističnom okusu i aromi Travničkog sira, uz specifičnu tehnologiju proizvodnje, doprinosi i specifična vegetacija ovoga kraja, posebno ako se uzme u obzir činjenica da su neke biljke vrijedne i svojstvene samo ovim prostorima (*Festuca pungens*, *Gentiana dinarica*, *Silene bosniaca*). S obzirom na činjenicu da je paša bila osnovni dio obroka ovaca sa oba područja uzorkovanja u periodu našeg istraživanja, vegetacijske promjene neupitno su se odrazile na pojedine isparljive aromatske komponente.

Mlijeko veoma lako prima okus i miris hrane, pa hraniva koja sadrže sastojke s jakim mirisom ili posebnim okusom mogu prenijeti ta svoja svojstva na mlijeko. To je u nekim slučajevima povoljno i od važnosti ne samo za mlijeko, već i za mliječne predačevine (sir). Takva je, na primjer, planinska paša koja je bogata aromatičnim travama. Međutim, ukoliko se na paši nalaze pelin, kamilica, a naročito divlji luk, to se može veoma loše odraziti na okus i miris samog mlijeka (Popović-Vranješ i sur., 2011.).

Na miris mlijeka negativno utječe više hraniva, a među njima naročito silaža bilo koje vrste (biljnog porijekla). Taj se negativan utjecaj pripisuje isparljivim sastojcima iz silaže koji nastaju u tijeku fermentacije. Zbog toga se proizvođačima preporučuje da sva hraniva koja negativno utječu na miris i okus mlijeka treba davati poslije obavljene muže. Nakon završenog obroka treba ukloniti sve nepojedene ostatke iz jasala i staju dobro provjetriti. Narednu mužu treba obavljati najmanje 6 sati poslije hranjenja hranivima koja negativno utječu na miris mlijeka. Ukoliko je u pitanju ručna muža, otvorene sudove mlijeka treba odmah iznijeti iz staje.

ZAKLJUČAK

Aromatske komponente Livanjskog i Travničkog sira značajno su se razlikovale, što je i očekivano s obzirom na razlike u vrsti i tehnologiji proizvodnje ovih sireva. Kod proizvodnje autohtonih sireva najznačajniju ulogu igra prirodna mikroflora ovčjeg mlijeka koja stvara specifičnu aromu tijekom njihovog zrenja.

LITERATURA

1. Engels W.J.M., Dekker R., de Jong C., Neeter R., Visser S.A. (1997.): A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. Intern. Dairy J., 7: 255-263.
2. Hayalouglu A.A., Brechany E.Y. (2007.): Influence of milk pasteurization and scalding temperature on the volatile compounds of malatya, a farmhouse Halloumi-type cheese. Lait, 87: 39-57.
3. Holland R. (2004.): Esterases of lactic acid bacteria and cheese flavour. IDF symposium on cheese ripening, characterization & technology. Czech Republic, 25.
4. Hruškar M., Krpan M., Bucak I., Vahčić N. (2005.): Promjene koncentracije sastojaka arome u običnom i probiotičkom jogurtu tijekom skladištenja. Mljekarstvo 55: 31-39.
5. Ljubičić I., Britvec M., Mioč B., Prpić Z., Pavić V., Vnučec I. (2012.): Florni sastav ovčarskih pašnjaka otoka Paga. Mljekarstvo 62: 269-277.

6. Martinović A., Abrahamsen R.K., Obradović D. (2006.): Biohemijske aktivnosti selektovanih sojeva bakterija mlečne kiseline. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 22: 139-151.
7. Matutinović S., Rasko A., Kalit S., Havranek J. (2007.): Značaj tradicijskih sireva s posebnim osvrtom na Lečevački sir. *Mljekarstvo* 57: 49-65
8. Mikulec N., Habuš I., Antunac N., Vitale Lj., Havranek J. (2010.): Utjecaj peptida i aminokiselina na formiranje arome sira. *Mljekarstvo*, 60: 219-227.
9. Milosavljević N., Joković N., Radulović N., Blagojević P., Savić D. (2010.): Isparljiva jedinjenja Pirotskog kačkavalja od ovčijeg mleka. *Preh.ind.-Mleko i ml. proiz.*, 21: 122-126.
10. Ortigosa M., Torre P., Izco J.M. (2001.): Effect of pasteurization of ewes milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristics of Roncal cheese. *J. Dairy Sci.*, 84: 1320-30.
11. Pichler A. (2011.): Utjecaj dodatka i skladištenja na kvalitetu, reološka i termofizikalna svojstva paste od maline. Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
12. Popović-Vranješ A., Pejanović R., Ostojić M., Bauman F., Cvetanović D., Glavaš-Tribić D., Tomaš M. (2011.): Proizvodnja Sjeničkog sira u industrijskim uslovima. *Mleko i ml. proizvodi* 1: 47-51.
13. Krvavica M., Rogošić J., Vnučec I., Jug T., Đugum J., Marušić Radović N. (2016): Isparljivi spojevi arome creske janjetine. *Meso* 1: 53-63
14. Verdier-Metz I., Coulon J.B., Pradel P., Viallon C., Albouy H., Berdagué J.L. (2000.): Effect of the botanical composition of hay and casein genetic variants on the chemical and sensory characteristics of ripened Saint-Nectaire type cheeses. *Lait*, 80: 361-370.
15. Žan M., Stibilj V., Rogelj I. (2006.): Milk fatty acid composition of goats grazing on alpine pasture. *Small Rum. Res.*, 64: 45-52.

SUMMARY

Famous brands of dairy industry in Bosnia and Herzegovina are indigenous Livno and Travnik cheeses which belong to the group of cheeses produced from raw uncooked sheep milk. Livno cheese and Travnik cheese are specific due to specific vegetation in the area where they are produced, as well as climatic conditions and milk of Pramenka, an indigenous sheep breed, so we can expect differences in the aromatic components, that largely determine the characteristics of the aforementioned cheese. Synthesis of aromatic components does not participate in the formation of taste and smell of a certain kind of cheese, but usually a mixture of ingredients of different concentrations. It is almost impossible to reliably determine which ingredient aroma is the carrier of typical aroma of a certain cheese or milk product. The aim of our study was to determine the aromatic components in indigenous sheep of Bosnia and Herzegovina cheeses (Livno and Travnik), which determine the sensory characteristics of these cheeses, as well as to monitor changes in their content depending on the sampling period. According to our goal, we investigated two types of cheese: white pickled Travnik (Vlašić) and hard cheese from Livno. In both types of cheese the most abundant volatile aromatic compounds were ethanol, acetaldehyde, ethyl acetate and 2-buthanol. Aromatic components in samples of Livno cheese and Travnik cheese were determined using HSGC and GC/MS techniques.

Key words: Livno cheese, Travnik cheese, aromatic profile, quality