

Isparljivi sastojci arome paške janjetine

Krvavica, M.¹, I. Vnućec², M. Bradaš¹, T. Jug³, J. Đugum⁴, N. Marušić Radovčić⁵

Originalni znanstveni rad

SAŽETAK

U nastavku istraživanja specifičnih isparljivih spojeva arome janjećeg mesa hrvatskih pasmina ovaca s mogućim utjecajem pasmine i zemljopisnog područja uzgoja, cilj ovog rada je bilo utvrditi isparljive sastojke arome paške janjetine. U tu svrhu izvršene su analize isparljivih spojeva toplinski obrađene paške janjetine na GC-MS (SPME metoda) pri čemu je izolirano ukupno 52 isparljiva spoja, od čega 14 aldehida (57,78%), 15 alkohola (23,28%), 3 ketona (7,78%), 5 alkana (0,82%), 2 alkena (0,49%), 5 aromatskih spojeva (3,02%), 6 heterocikličkih spojeva (3,82%), 1 furan (0,91%), 1 sumporni spoj (0,20), 1 ester (0,11%) i 4 terpena (1,72%). U odnosu na ranije istraživane isparljive sastojke dalmatinske i ličke janjetine iz kojih je izoliran znatno veći broj isparljivih spojeva (dalmatinska janjetina – 88 spojeva; lička janjetina 70 spojeva) nameće se zaključak da su najvjerojatnije način uzgoja (gotovo isključivo na majčinu mlijeku) i klaonička dob (33 dana) paške janjadi imali presudan učinak na smanjenje ukupnog broja izoliranih isparljivih spojeva, kao i na sam aroma profil paške janjetine.

Ključne riječi: paška janjetina, meso, izvorne pasmine ovaca, aroma, isparljivi spojevi

UVOD

Paška ovca nastala je na području istoimenog otoka gdje se uglavnom i danas uzgaja (Pavić i sur., 2005) u populaciji od oko 30.000 grla (HPA, 2014). Iako se radi o pasmini kombiniranih proizvodnih svojstava, paška ovca se uzgaja uglavnom radi proizvodnje mlijeka. Autohtone paške ovce stoljećima obitavaju na krškim, vegetacijom oskudnim pašnjacima otoka Paga sa znatnim udjelom ljekovitog i aromatičnog bilja obogaćenog posolicom, što se sveukupno odražava na kvalitativne odlike i okus paške janjetine. Prvi pisani tragovi o paškim jancima i janjetini sežu daleko u prošlost. Tako Pavlinić (1936) navodi da je meso paške janjadi blijedo-ružičaste boje, finih, mašču protkanih vlaknaca što sve daje mesu poseban okus i sočnost, a paška je janjetina uz to i radi svoje arome na daleko poznata i cijenjena pečenica.

Paška janjetina je meso dobiveno klanjem vrlo mlade janjadi, ojanjene od hrvatske izvorne pasmine - paške ovce i uzgojene isključivo na otoku Pagu. S obzirom na glavni proizvodni cilj paške ovce, na otoku Pagu kolju

vrlo mladu (u dobi od 25 do 45 dana) i laganu (tjelesne mase od 7 do 15 kg) sisajuću janjad (Vnućec, 2011). Naime, trupovi sisajuće janjadi tipičan su proizvod sustava uzgoja ovaca u kojemu je proizvodnja mlijeka primarna djelatnost (Santos i sur., 2007), a u Europi je mliječno ovčarstvo najviše razvijeno u području Sredozemlja (De Rancourt i sur., 2006). U proizvodnji ovčjeg mlijeka meso je obično proizvod od sekundarne važnosti što rezultira vrlo ranim klanjem janjadi, između 25 i 45 dana nakon janjenja s 9-14 kg žive vage (Lanza i sur., 2006; Rodríguez i sur., 2007).

Iako u hrvatskih potrošača prevladava mišljenje da je janjetina iz pojedinih uzgojnih područja (npr. Pag) bolja i kvalitetnija od janjetine proizvedene u nekim drugim našim područjima (npr. Istra, Dalmacija, Lika), malo je znanstvenih dokaza kojima se to može potkrijepiti. Osim što su provedena višekratna istraživanja klaoničkih pokazatelja i kakvoće mesa janjadi hrvatskih izvornih pasmina ovaca (Mioč i sur., 2007; Vnućec i sur., 2012; Mioč i sur., 2013; Krvavica i sur., 2013; Krvavica i

1 Doc. dr.sc. Marina Krvavica, prof.v.š.; Milijana Bradaš, mag.ing.agr.; Veleučilište „Marko Marulić“, Petra Krešimira IV 30, Knin,

2 Doc.dr.sc. Ivan Vnućec, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb

3 Dr. Tjaša Jug; Kmetijsko gozdarski zavod, Pri hrastu 18, Nova Gorica, Slovenija

4 Doc.dr.sc. Jelena Đugum, Ministarstvo poljoprivrede, Ul. grada Vukovara 78, Zagreb

5 Dr.sc. Nives Marušić Radovčić, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno tehnološki fakultet, Pierotieva 6, Zagreb

Autor za korespondenciju: mkrvavica@veleknin.hr

sur., 2014), analize spojeva odgovornih za formiranje arome (okusa) janječeg mesa (bilo sirovog ili termički obrađenog) gotovo da i nisu bile predmetom znanstvenog rada. Prema podacima iz dostupnih izvora, dosad su utvrđeni isparljivi spojevi odgovorni za formiranje okusa pečenog mesa samo u dalmatinske i ličke janjetine (Krvavica i sur., 2015, 2015a), unatoč tome što bi podatci ove vrste (uz analize DNA) mogli biti jedan od pouzdanijih pokazatelja za dokazivanje izvornosti i zemljopisnog podrijetla pojedinih tipova janjetine.

Brojna dosadašnja istraživanja ukazuju na vrlo značajan utjecaj ne samo pojedinih vrsta i pasmina životinja, nego i sustava uzgoja i hranidbe (posebno ako se radi o istoj vrsti i pasmini) na sastav isparljivih komponenti arome mesa, što se osobito odnosi na meso preživača (Young i sur., 1997; Priolo i sur. 2004; Prache i sur. 2005; Vasta i Priolo, 2006; Madruga i sur. 2009; Sivadier i sur. 2010; Vasta i sur., 2012a, 2012b). Štoviše, navedena istraživanja sugeriraju na mogućnost utvrđivanja specifičnih isparljivih spojeva mesa kao markera njegovog podrijetla na temelju kojih bi se moglo zaključiti o sustavu uzgoja i načinu hranidbe životinja (ispaša vs. staja), te pasmini i dobi životinje (Young i sur. 1997; Vasta i sur. 2012b) od koje meso potječe. Također, brojni autori skreću pozornost na potrebu zaštite potrošača od prevare (Vasta i sur. 2012a), odnosno naglašavaju sve veće zahtjeve potrošača i drugih subjekata u lancu trženja mesa posebne i certificirane kvalitete (meso iz ekološkog uzgoja, meso s oznakom zaštićene kvalitete itd. kojih je na tržištu EU veliki broj, a ponuda i potražnja je sve veća) u smislu pronalazjenja jednostavne i pouzdane analitičke metode (Sivadier i sur. 2010) koja bi omogućila utvrđivanje jedinstvenih markera na temelju kojih bi se nedvojbeno mogla utvrditi razlika određene vrste mesa ili proizvoda u odnosu na druge slične proizvode na tržištu.

Iako je primjetan zaostatak Hrvatske za drugim razvijenim zemljama članicama EU u broju registriranih poljoprivrednih proizvoda koji nose neku od posebnih oznaka kvalitete, ipak se u posljednje vrijeme poduzima sve više aktivnosti u cilju zaštite autohtonih prehrambenih proizvoda na nacionalnoj i EU razini. Među najvažnijim takvim aktivnostima su i projekti s ciljem zaštite izvornosti/zemljopisnog podrijetla janječeg mesa naših izvornih pasmina ovaca (paška, dalmatinska, rapska, creska, lička i dr.). Tako Prache i sur. (2005) navode specifične odlike nekih francuskih tipova janjetine zaštićenih oznakama izvornosti kao npr. *Agneau prés-salés de la Baie du Mont Saint-Michel*, cijenjene upravo radi posebne arome mesa koja potječe od specifične flore područja na kojem se janjad uzgajaju (tipična halofilna vrsta na tim slanim močvarnim pašnjacima, tzv. *prés-salés*, je posebna vrsta slaničice *Puccinellia maritima*). Isti autori ističu da je na znanstvenicima pravi izazov identificirati spe-

cifične markere određenih životinjskih proizvoda, kroz utvrđivanje njihove prisutnosti u proizvodima i tkivima životinja te povezivanje sa zemljopisnim područjem uzgoja i hranom koju životinje konzumiraju. Uz DNA analizu, kojom se pak ne može utvrditi način uzgoja i hranidbe životinja, postoji mogućnost identifikacije i praćenja specifičnih biljnih biomarkera u proizvodima i tkivima životinja koji se pouzdano mogu povezati s načinom hranidbe i hranom (dolaze izravno iz hrane). Zatim su tu metabolički markeri kao produkti metabolizma životinjskih tkiva (neizravni markeri) i drugih potencijalni markeri (Prache i sur., 2005), kao odgovor na sve veće zahtjeve potrošača i drugih subjekata u lancu proizvodnje i distribucije hrane koji traže pouzdane dokaze o proizvodima s posebnim oznakama kvalitete (ekološki proizvodi, proizvodi s oznakom izvornosti, zemljopisnog podrijetla i tradicionalnog ugleda itd.). Zadnjih godina proveden je veći broj istraživanja (Priolo i sur., 2004; Vasta i sur. 2011; Sivadier i sur., 2008, 2009, 2010; Vasta i sur., 2012a) koja se uglavnom odnose na utvrđivanje postojanja i mogućnost praćenja markera koji ukazuju na način uzgoja i hranidbe janjadi (ispaša vs. krmne smjese), pri čemu se većina autora slaže da je analiza isparljivih spojeva prisutnih u mesu (i mlijeku) koristan alat za utvrđivanje razlika između stajskog i pašnog uzgoja janjadi s obzirom da je prisutnost određenih isparljivih spojeva u mesu i mlijeku snažno povezana s načinom hranidbe životinja (Vasta i Priolo, 2006). Većina se autora slaže da meso janjadi uzgojene na paši sadrži više fenola, terpena, indola i sumpornih spojeva, dok meso janjadi uzgojene na jakim krmivima akumulira više razgranatih isparljivih masnih kiselina kratkog lanca, nekih aldehida i laktone (Vasta i Priolo, 2006), kao i nerazgranatih kratko-lančanih masnih kiselina i metil ketona (Sebastian i sur., 2003). U literaturi se spominju 2,3-oktanedion i 3-metilindol (skatol), te terpeni (mono i seskviterpeni) kao pouzdani markeri pašnog načina uzgoja (Priolo i sur. 2004), ali i alkani dugog lanca i C7 aldehidi (Sebastian i sur., 2003), odnosno približno ukupno 125 isparljivih spojeva kao potencijalnih markera pašnog sustava uzgoja (Sivadier i sur., 2010).

Osim navedenog, isparljivi sastojci arome značajno ovise i o toplinskoj obradi mesa. Štoviše, općenito je prihvaćeno da se aroma mesa uglavnom i stvara u postupku toplinske obrade, pri čemu kao prekursori arome uglavnom služe tiamin (vitamin B1), glikogen, glikoproteini, nukleotidi, nukleozidi, bezšećerni fosfati, aminokiseline, peptidi, amini, organske kiseline i lipidi. No, i tijekom postmortalnog perioda u mesu se uglavnom zbog hidrolitičke aktivnosti, mijenja sadržaj postojećih prekursora arome (Imafidon i Spanier, 1994). Primarne reakcije o kojima ovisi aroma profil toplinski obrađenog mesa, neovisno o kojoj se vrsti mesa radi, su oksidacija lipi-

da, razgradnja tiamina te Strecker i Maillardove reakcije (Resconi i sur., 2013). Međutim, tijekom ovih reakcija i nastali produkti značajno ovise o kemijskom sastavu i strukturi mesa, odnosno profilu navedenih prekursora, među kojima su najznačajniji sastav masnih kiselina, kao i sastav i sadržaj pro- i antioksidanasa, koji zajedno presudno utječu na tijek reakcija u kojima nastaju isparljivi sastojci arome mesa. Kod mesa preživača, osim navedenog, prekursori arome toplinski obrađenog mesa nastaju i djelovanjem mikroorganizama rumena ili se u meso ugrađuju nepromijenjeni izravno iz hrane (Vasta i Priolo, 2006).

Specifične odlike pašnjaka i livada otoka Paga

S obzirom da sustav uzgoja i hranidbe ovaca i janjadi ima značajan utjecaj na aromu janječeg mesa, odnosno na sastav isparljivih spojeva mesa, prilikom planiranja ovog istraživanja autori su pošli od pretpostavke da će specifičnost botaničkog sastava pašnjaka na kojima se ovce uzgajaju imati najveći utjecaj na sastav isparljivih spojeva arome paške janjetine. Paška janjetina specifičnog je okusa i blagog mirisa kao posljedice klanja mlade sisajuće janjadi te osobito utjecaja uzgojnog mediteranskog područja u kojemu obitavaju ovce i janjad. Kameniti, krški prirodni pašnjaci, visoka koncentracija soli u tlu i česte posolice izravno utječu na zastupljenost i kvalitetu biljnih vrsta, sa značajnim udjelom aromatičnog i ljekovitog bilja što se izravno odražava ne samo na količinu ovčjih proizvoda (mesa i mlijeka) nego i na njihov kemijski sastav i organoleptička svojstva, dajući im specifičnu i prepoznatljivu aromu (Barać i sur., 2008).

Prirodno-geografsku osnovu otoka Paga čini krški reljef oblikovan karbonatnim stijenama koji geološki pripada kraškom području sa svim svojim kraškim fenomenima. Osebnju ljepotu paškom krajolikom daju burom ogoljeni krševiti pašnjaci, uzduž i poprijeko omeđeni nepreglednom mrežom suhozida koji stoljećima ograđuju pašnjake za ovce, maslinike i plodna vinogradska polja.

Oko 90% površine otoka je bez šumskog vegetacijskog pokrova. Ovakva priroda je jedinstvena u Hrvatskoj te je cijelo područje otoka Paga u širem smislu riječi svojevrsna geografska posebnost. Niti jedan naš otok nije pod toliko izraženim djelovanjem bure zbog koje je „najogoljeliji“ otok u hrvatskom Jadranu. Najveći dio površine otoka čine kamenjarski pašnjaci primorskog brdena i kršina (*Asphodelo – Chrysopogonetum typicum*) na čijoj se bioprodukciji temelji pašno ovčarstvo otoka te kamenjar kovilja i ljekovite kadulje. Oskudnu vegetaciju kamenjara sačinjavaju sitne, suši prilagođene biljne vrste. Aromatično i ljekovito bilje: kadulja (*Salvia officinalis*), stolisnik (*Achillea millefolium L.*), pelin (*Artemisia absinthium L.*), komorač (*Foeniculum vulgare Mill.*), smilje (*Helichrysum italicum*), gospina trava (*Hypericum officinalis L.*), metvica (*Mentha sp.*), rutvica (*Ruta graveo-*

lens L.) i majčina dušica (*Thymus vulgaris L.*) te osoljeni pašnjaci, zajednička su odlika različitih krajolika otoka Paga koji utječu na specifičan okus proizvoda paškog ovčarstva: paškog sira i paške janjetine. Najzastupljenije porodice su *Poaceae* (trave), zatim *Asteraceae* (glavočike), *Fabaceae* (mahunarke), *Laminaceae* (usnjače), *Liliaceae* (ljiljani), *Caryophyllaceae* (klinčići), *Brassicaceae* (krstašice) i *Apiaceae* (štitarke), *Rosaceae* (ružovke) i *Euphorbiaceae* (mlječike). Sve ostale porodice zastupljene su samo s jednom ili malim brojem svojiti (Ljubičić i sur., 2013). Paška ovca zahvaljujući šiljatom obliku glave, pokretljivosti vilica i usana može doseći vlati trave između i ispod kamena, u kamenu i žbunju te opstaje i preživljava i na najnepristupačnijim i najsirovijim terenima.

S obzirom na specifičnosti zemljopisnog područja uzgoja paške ovce – otoka Paga, kao i same paške ovce, prilikom planiranja ovog istraživanja autori su pošli od pretpostavke da će isparljivi spojevi paške janjetine biti specifični s obzirom na janjetine drugih istraživanih pasmina ovaca i područja njihova uzgoja. Stoga je cilj ovog istraživanja bio dati inicijalni doprinos identifikaciji isparljivih spojeva arome paške janjetine te eventualno ukazati na moguće specifične biomarkere i metaboličke markere svojstvene samo paškoj janjetini koji bi mogli poslužiti kao dodatni dokaz izvornosti proizvoda, bilo u postupku registracije oznake izvornosti ili kasnije u daljnjim postupcima njenog trženja.

MATERIJAL I METODE

Uzgoj janjadi i uzimanje uzoraka mesa:

Na otoku Pagu ovce tradicionalno danonoćno borave tijekom cijele godine na otvorenom, na prirodnim pašnjacima ograđenih suhozidom i podijeljenim u peregone. Na pašnjacima postoje manje, vrlo jednostavno konstruirane zidane staje ili češće nadstrešnice, zatvorene sa sjeverne strane, koje se koriste za sklanjanje ovaca od bure i kiše, te mužnju i skladištenje manjih količina sijena. Manje se količine sijena proizvode na samom otoku, a u većoj mjeri dovozi ga se iz Like, Istre i Gorskog kotara. Uglavnom se za hranidbu ovaca koristi livadno, a u manjoj mjeri i sijeno lucerne. U zimskom razdoblju ovce dobivaju između 1,3 i 1,5 kg sijena dnevno po grlu. Uz sijeno, ovce tijekom posljednjih mjesec dana pred janjenje dnevno dobivaju oko 150 g prekrupljenog kukuruza po grlu, a tijekom prva dva mjeseca laktacije oko 500 g navedenog krmiva podijeljenog u dva obroka (nakon mužnje). Hranidba sijenom i kukuruznom prekrupom traje uglavnom do razdoblja porasta vegetacije (travanj), nakon čega ovce konzumiraju isključivo pašu.

Pripust ovaca obavlja se u razdoblju srpanj – kolovoz kako bi se ovce janjile već u prosincu te što bolje iskoristile proljetnu pašu za proizvodnju većih količina

mlijeka (sira). Parenje se provodi slobodnim načinom, odnosno „divljim skokom“, pri čemu jedan ovan tijekom pripusne sezone osjemeni prosječno 30 ovaca. Ovce se janje u razdoblju od 15. prosinca do 11. siječnja, i to na pašnjaku i/ili u zatvorenom prostoru, ovisno o vanjskim uvjetima (temperatura, oborine, vjetar). Svo vrijeme, od partusa do klanja, janjad borave zajedno s ovcama (na pašnjaku i u staji) i konzumiraju mlijeko, dok je konzumacija voluminozne krme (sijena i paše) zanemariva. Janjad koja su korištena za potrebe ovog istraživanja su nakon janjenja boravila s ovcama na pašnjaku prosječno 33 dana nakon čega su otpremljena u klaonicu. Navedena tehnologiju uzgoja paške janjadi i proizvodnje janječeg mesa na otoku Pagu prakticira se desetljećima, osobito posljednjih pet do sedam desetljeća otkako je mlijeko primarni cilj uzgoja paške ovce.

Nakon klanja i klaoničke obrade životinja, s trupova dva muška janjeta uzgojena na otoku Pagu za potrebe analize isparljivih spojeva uzeti su uzorci mesa približne mase 200 g zajedno s kostima i pripadajućim vezivnim i masnim tkivom (m.longissimus dorsi s lijeve strane trupa u visini 2. i 3. rebra). Uzorci su do provedbe analiza vakumirani i zamrznuti na -18°C.

Priprema uzoraka i analiza isparljivih organskih spojeva:

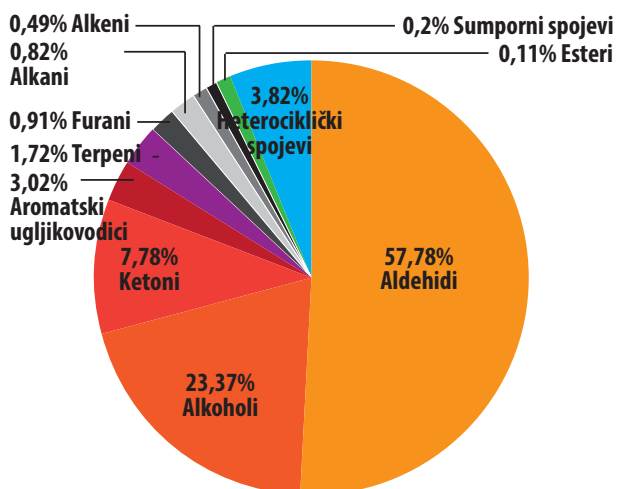
Nakon odmrzavanja svaki je uzorak stavljen u posebnu vrećicu za pečenje s dodatkom 2% kuhinjske soli, nakon čega su vrećice zavarene i stavljene u sterilizator na 174°C u trajanju od 1 sat i 20 min. Nakon pečenja još toplo meso je odvojeno od kostiju i hrskavica te homogenizirano. Potom je u vijalice odvagano 4 g uzorka i 5 µL 1-oktanola kao interni standard. Napravljene su dvije paralelne analize na GCMS-u pri čemu je protok kroz kolonu bio 1 ml/min. Za pripremu uzoraka korištena je tehnika mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME - solid phase microextraction). Za analizu je korišteno DVB/CAR/PDMS (divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxan) SPME vlakno dimenzija 20 mm 50/30 µm (Supelco, Bellfonte, PA, USA). Svaki uzorak je prethodno kondicioniran 15 min na 60°C, a ekstrakcija je trajala 60 minuta na 60°C u vodenoj kupelji. Nakon toga uzorak je injektiran u plinski kromatograf s masenim detektorom (GC-MS - Agilent 6890 Series GC System s Agilent 5973 Mass Selective Detector). Temperatura injektora u splitless modu bila je 270°C, a vrijeme desorpcije 10 minuta. Separacija isparljivih spojeva izvršena je na Rtx-20 koloni (60 m, 0,25 mmID, 1 µm, Restek, USA) ovim temperaturnim programom: početna temperatura 50°C (2 min) – 10°C min⁻¹ – 150°C (3 min) – 10°C min⁻¹ – 250°C (5 min). Ukupno vrijeme trajanja programa je bilo 30 min. Uvjeti rada MS: elektronska ionizacija 70 eV, temperatura MS Quada 150°C, ion source na 230°C. Isparljive

komponente arome su identificirane pomoću AMDIS 3.2 programa, verzija 2.26 na temelju njihovih retencijskih vremena (RT) i masenih spektara (MS) korištenjem NIST 2005 verzija 2.0 spektra podataka (NIST, Gaithersburg, MD, USA) kao i usporedbom dobivenih RT s podacima iz literature (Adams, 2001 i vlastitih podataka). Površina pika je kvantificirana mjerenjem u TIC kromatogramu.

Statistička obrada podataka: Za izračun osnovnih statističkih pokazatelja korišten je softverski paket Tools (Data Analysis). Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost % ukupne površine pikova dvije ponovljene analize.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

Analizom vršnih para uzoraka toplinski obrađene paške janjetine izolirano je ukupno 52 isparljiva spoja (Tablica 1; Slika 1), od čega 14 aldehida (57,78%), 15 alkohola (23,28%), 3 ketona (7,78%), 5 alkana (0,82%), 2 alkena (0,49%), 5 aromatskih spojeva (3,02%), 6 heterocikličkih spojeva (3,82%), 1 furan (0,91%), 1 sumporni spoj (0,20), 1 ester (0,11%) i 4 terpena (1,72%). Mnogi od isparljivih spojeva utvrđenih ovim istraživanjem već su ranijim istraživanjima izolirani kao sastavni dio isparljivih spojeva masnog i mišićnog tkiva janjadi (Sebastian i sur., 2003; Sivadier i sur., 2010; Priolo i sur., 2004; Sivadier i sur., 2009; Vasta i Priolo, 2006; Vasta i sur., 2012b). Međutim, usporedbom rezultata ovog istraživanja s podacima ranije istraživane dalmatinske i ličke janjetine (Krvavica i sur., 2015; 2015a), utvrđeno je da aroma paške janjetine sadrži znatno manji broj različitih isparljivih spojeva, čak 36 manje nego dalmatinska i 18 manje nego lička janjetina. No, navedene razlike su i očekivane s obzirom na značajne razlike u načinu ugoja i hranidbe paške janjadi koja su uzgojena gotovo isključivo na majčinu mlijeku, a osim toga radi se i o znatno mlađoj janjadi (33 dana) nego što su to bila janjad dalmatinske i ličke pramen-



Grafikon 1. Isparljivi spojevi aroma paške janjetine (% ukupne površine pika)

ke (cca 3,5 mjeseca), koja još nemaju dovoljno razvijenu mikrofloru rumena.

Međutim, uz znatno manji broj različitih isparljivih spojeva, aroma profil paške janjetine se i po sastavu isparljivih spojeva razlikuje od dalmatinske i ličke janjetine. Aldehidi, alkoholi i ketoni su najzastupljenije skupine isparljivih spojeva i čine 88,84% ukupne površine identificiranih spojeva istraživane paške janjetine, što je znatno sličnije ranije istraživanom aroma profilu ličke janjetine (88,52%; Krvavica i sur., 2015a), nego aroma profilu dalmatinske janjetine (80%; Krvavica i sur., 2015). U odnosu na ličku (16 aldehida) i dalmatinsku janjetinu (17 aldehida), aroma profil istraživane paške janjetine sadrži 14 aldehida, od kojih 2-heptenal nije utvrđen u ličkoj janjetini. Međutim, aroma profil ličke janjetine je sadržavao aldehide 5-heksanal, tridekanal i heksadekanal, a aroma profil dalmatinske janjetine aldehide 5-heksanal, 2,6-nonadienal i tridekanal koji nisu izolirani kod paške janjetine. Interesantno je primjetiti da je i po ukupnom udjelu aldehida (57,78%), aroma profil paške janjetine sličniji ličkoj (58,52%) nego dalmatinskoj janjetini (47,45%). Isti je slučaj i s udjelom dva najzastupljenija spoja, aldehidom heksanalom (25,19%)

i alkoholom etanolom (16,71%). Navedene razlike se mogu objasniti upravo razlikama u načinu uzgoja i hranidbe te dobi zaklane paške janjadi. Kako su aldehidi i alkoholi produkti lipidne razgradnje i oksidacije, navedene razlike su vjerojatno posljedica razlika u sastavu masnih kiselina i udjelu oksidoprotektivnih spojeva (dalmatinski pašnjaci obiluju biljnim vrstama bogatim oksidoprotektivnim spojevima). Naime, znatno manja zastupljenost aldehida, osobito heksanala, ali i prisutnost alkadienala kao što je 2,6-nonadienal koji nije utvrđen u ličkoj i paškoj janjetini, a nastaje u procesu razgradnje i oksidacije α -linolenske masne kiseline (Sebastian i sur., 2003; Young i sur., 2003) te alkohola etanola u dalmatinskoj janjetini najvjerojatnije su posljedica načina uzgoja janjadi dalmatinske pramenke i botaničkog sastava dalmatinskih pašnjaka.

Pri toplinskoj obradi mesa s većim udjelom polinezasićenih masnih kiselina nastaje veći udio produkata lipidne oksidacije, posebno zasićenih i nezasićenih alifatskih aldehida (Elmore i sur., 2000). Međutim, na produkciju navedenih spojeva, osim načina hranidbe janjadi utječu i drugi čimbenici, osobito način toplinske obrade mesa, pa čak i temperatura ekstrakcije isparljivi

Tablica 1. Aroma profil ličke janjetine (*m. longissimus dorsi*), izraženo kao % ukupne površine pika

R.br.	RT	ISPARLJIVI SPOJEVI	Uzorak (%)		\bar{x}	SD	CV, %
			I	II			
ALDEHIDI			58,69	56,87	57,78	1,28	2,22
1.	4.785	Etanal (Acetaldehide)	0,61	0,70	0,65	0,06	9,73
2.	5.946	Propanal	1,14	1,27	1,21	0,09	7,31
3.	7.599	Butanal	0,13	0,11	0,12	0,01	6,31
4.	9.752	Pentanal	5,33	3,82	4,58	1,07	23,29
5.	11.939	Heksanal	25,77	24,61	25,19	0,82	3,26
6.	13.342	2-Heksanal	0,50	0,33	0,41	0,12	28,72
7.	14.152	Heptanal	9,79	8,86	9,33	0,66	7,05
8.	14.294	4-Heptenal	1,28	1,26	1,27	0,02	1,38
9.	15.863	2-Heptenal*	0,48	0,54	0,51	0,04	7,87
10.	16.678	Oktanal	4,78	4,86	4,82	0,06	1,17
11.	18.316	2-Oktenal	0,83	0,95	0,89	0,08	9,19
12.	19.042	Nonanal	7,26	8,59	7,93	0,94	11,87
13.	20.497	2-Nonenal	0,61	0,75	0,68	0,10	14,70
14.	21.144	Dekanal	0,18	0,23	0,21	0,03	15,78
ALKOHOLI			19,40	21,81	20,60	1,21	5,85
15.	5.259	Etanol	15,22	18,19	16,71	2,10	12,59
16.	9.150	1-Penten-3-ol	0,49	0,49	0,49	0,00	0,75
17.	10.218	3-Metil-1-butanol**	0,21	0,16	0,18	0,03	16,12
18.	13.103	1-Heksanol*	1,21	1,05	1,13	0,11	10,11
19.	15.553	Heptanol	0,50	0,47	0,49	0,02	3,60
20.	15.786	1-Okten-3-ol	2,23	2,20	2,22	0,02	1,01
21.	18.199	2-Okten-1-ol**	0,57	0,65	0,61	0,05	8,79
22.	18.562	2-Dodekanol**	0,16	0,15	0,16	0,01	6,00
23.	19.234	1,2-Heptanediol	0,54	0,49	0,51	0,04	7,62
24.	23.741	2,4,7,9-Tetrametil-5-dicin-4,7-diol**	0,94	0,63	0,79	0,22	27,50
KETONI			7,73	8,01	7,87	0,20	2,49
25.	7.686	2-Butanon	0,18	0,17	0,18	0,01	4,86
26.	10.376	3-Hidroksi-2-butanon	0,46	0,34	0,40	0,08	21,40
27.	16.062	2,3-Oktanediol	7,10	7,51	7,30	0,29	3,97
ALIFATSKI UGLJIKOVODICI			1,05	1,56	1,31	0,36	27,84
Alkani			0,70	0,94	0,82	0,17	21,25
28.	15.079	2,2,4,6,6-Pentametil-heptan	0,23	0,46	0,35	0,16	47,32

R.br.	RT	ISPARLJIVI SPOJEVI	Uzorak (%)		\bar{x}	SD	CV, %
			I	II			
29.	17.632	Undekan	0,17	0,14	0,15	0,02	14,61
30.	19.854	Dodekan	0,14	0,14	0,14	0,00	1,66
31.	21.811	Tridekan	0,07	0,09	0,08	0,02	18,83
32.	23.549	Tetradekan*	0,09	0,11	0,10	0,02	15,94
Alkeni			0,35	0,62	0,49	0,19	38,98
33.	15.215	1-Decen	0,10	0,14	0,12	0,03	25,44
34.	25.096	1-Tetradecen	0,25	0,48	0,36	0,16	43,47
AROMATSKI SPOJEVI			2,93	3,10	3,02	0,13	4,17
35.	11.352	Toluen	0,42	0,50	0,46	0,06	12,28
36.	17.133	Benzaldehid	1,83	2,04	1,94	0,15	7,78
37.	18.670	2-Acetiliazol**	0,19	0,18	0,19	0,01	5,92
38.	19.153	Benzenacetaldhid	0,17	0,16	0,17	0,00	2,10
39.	21.615	4-Etil-benzaldehid	0,31	0,22	0,26	0,07	25,49
HETEROCIKLIČKI SPOJEVI			4,70	2,93	3,82	1,26	32,93
40.	9.580	4-Metil-cikloheksen**	0,13	0,11	0,12	0,01	9,83
41.	13.035	Metoksi-fenil-oksim	3,44	1,89	2,67	1,09	40,97
42.	17.775	4,4-Dimetil-cikloheks-2-en-1-ol**	0,25	0,20	0,23	0,04	16,52
43.	18.818	1,5-Ciklotetradekadien**	0,45	0,43	0,44	0,01	3,24
44.	19.673	1-Feniletanon	0,09	0,09	0,09	0,00	1,69
45.	20.373	1-(1-metiletil)-ciklopenten*	0,35	0,20	0,28	0,10	37,08
FURANI			0,87	0,94	0,91	0,05	5,51
46.	16.178	2-Pentil-furan	0,87	0,94	0,91	0,05	5,51
SUMPORNI SPOJEVI			0,58	0,56	0,57	0,01	1,70
47.	5.045	Metanetiol*	0,15	0,25	0,20	0,07	35,43
ESTERI							
48.	20.653	Etil ester oktanoične kiseline*	0,08	0,13	0,11	0,04	38,76
TERPENI			1,73	1,70	1,72	0,02	1,01
49.	14.701	α -Pinen	0,68	0,62	0,65	0,04	6,69
50.	17.265	D-Limonen	0,58	0,49	0,54	0,06	11,65
51.	24.543	α -Kopaen	0,22	0,24	0,23	0,02	6,96
52.	25.628	Kariofilen	0,25	0,35	0,30	0,07	23,89

RT- vrijeme retencije; \bar{x} – srednja vrijednost; SD – standardna devijacija; CV – Koeficijent varijacije; * – isparljivi spojevi koji nisu izolirani u mesu ličke janjetine; # – isparljivi spojevi nisu izolirani u mesu dalmatinske janjetine; ** – isparljivi spojevi nisu izolirani niti u mesu ličke niti dalmatinske janjetine

vih spojeva (Sivadier i sur., 2010). Tako neki autori smatraju da udio heksanala i ostalih aldehida nije povezan s načinom uzgoja i hranidbe janjadi (Young i sur., 1997; Sivadier i sur. 2010; Vasta i Priolo, 2006). Suprotno navedenom, Vasta i sur. (2012b) su utvrdili značajno veći udio heksan-3-metila u svježem mesu (bez prethodne toplinske obrade) janjadi uzgojene na paši, a Sebastian i sur. (2003) veći udio C7 aldehida u mesu pašne janjadi. Ukupna površina C7 aldehida (uključujući aromatski benzaldehid) u ovom istraživanju iznosi 13,05% (dok isti udio u dalmatinskoj janjetini iznosi 11,56%, a u ličkoj 10,78%), od čega najviše ima heptanala (9,33%) koji je treći po udjelu najzastupljeniji spoj u istraživanim uzorcima. Navedeno, zajedno s visokim udjelom ketona 2,3-oktanedion (7,30%) upućuje na moguću utjecaj pašnog sustava uzgoja na aroma profil paške janjetine, pri čemu su prekursori navedenih spojeva (masne kiseline) u meso paške janjadi najvećim dijelom dospjeli putem majčinog mlijeka, s obzirom da se radi o veoma mladoj sisajućoj janjadi s još nedovoljno razvijenom mikroflorom rumena. Veći udio ketona 2,3-oktanediona u tkivima životinja uzgojenih na paši autori povezuju s većim udjelom enzima lipoksigenaze u lišću biljaka kojega ima znatno manje u krmnim smjesama (Prache i sur., 2005), što bi moglo biti objašnjenje za nešto veći udio navedenog ketona u aroma profilu ličke janjetine (9,01%) u odnosu na pašku i dalmatinsku janjetinu (7,25%), a sve kao posljedica flornog sastava pašnjaka.

Najveće razlike su pak utvrđene u sastavu alkohola (paška – 10%, dalmatinska – 11%, lička – 12% od ukupne površine pika), odnosno broju identificiranih vrsta alkohola. Tako aroma paške janjetine sadrži 3-metil-1-butanol, 2-okten-1-ol, 2-dodekanol i 2,4,7,9-tetrametil-5-dicin-4,7-diol koji nisu utvrđeni u dalmatinskoj i ličkoj janjetini, te 1-heksanol koji nije utvrđen u ličkoj janjetini. No, aroma dalmatinske janjetine sadržavala je 5 različitih alkohola koji nisu utvrđeni u paškoj janjetini, a lička čak 7 alkohola koji nisu izolirani iz paške janjetine. S obzirom da u procesima lipidne oksidacije nastaju ravnolančani aldehidi, ketoni, ugljikovodici, alkoholi i alkilfurani, kod interpretacije rezultata navedenih spojeva svakako treba, osim načina uzgoja i hranidbe životinja, uzeti u obzir i utjecaj ruminalne mikroflora na produkciju prekursora navedenih spojeva. S tim u svezi valja pretpostaviti da će slabije razvijena mikroflora rumena paške janjadi imati značajan utjecaj na navedene biokemijske procese te broj i količinu nastalih isparljivih produkata.

Poznato je da tipična aroma ovčjeg mesa (potrošačima nerijetko odbojna) uvelike ovisi o udjelu nerazgranatih i razgranatih masnih kiselina kratkog lanca te njihovih estera, koje su utvrđene i u uzorcima dalmatinske i ličke janjetine. Međutim, u uzorcima paške janjetine nisu uopće izolirane karboksilne kiseline, dok je izoliran

samo jedan ester (etil ester oktanoične kiseline) koji je pak utvrđen i u mesu ličke, ali ne i dalmatinske janjetine. Poznato je da su kratkolančane masne kiseline, osobito razgranate, svojstvene upravo mesu preživača, a nastaju metaboličkim djelovanjem mikroflora rumena. Njihov udio u tjelesnim lipidima raste s porastom dobi janjadi što u manjoj mjeri može negativno utjecati na kvalitetu mesa do dobi od 2 godine, premda pašni sustav uzgoja značajno doprinosi poništavanju negativnog učinka dobi životinje (Young i sur., 1997). Općenito, pašni sustav uzgoja i obroci s manje energije, djeluju na smanjenje sadržaja navedenih masnih kiselina u lipidima ovčjeg mesa (Young i sur., 1997; Priolo i sur., 2001; 2002).

Relativno malo (po broju i ukupnoj površini) produkata Maillardovih reakcija (Streckerovi aldehidi, pirazini, tiofeni, heterociklički ugljikovodici, furani, sumporni spojevi) na čiji nastanak u velikoj mjeri utječe temperatura toplinske obrade mesa, vjerojatno je rezultat primjene relativno niske temperature pečenja istraživanih uzoraka (174°C), što potvrđuju i rezultati Roldán i sur. (2015), premda neki furani (kao što je utvrđeni 2-pentilfuran) nastaju i oksidacijom nezasićenih α - i γ -linolenske masne kiseline (Elmore i sur., 1999), kao i iz brojnih drugih prekursora prisutnih u mesu (aminokiseline, zasićene masne kiseline, karotenoidi itd.). Međutim, čini se da furani kao produkti oksidacije nezasićenih masnih kiselina nastaju pri nižim temperaturama pečenja (Roldán i sur., 2015). Sumporni spojevi nastaju u procesima degradacije aminokiselina i/ili tiamina, pri čemu važnu ulogu ima metionin kao najznačajniji izvor isparljivih spojeva sumpora kao što je metanetiol i dimetil sulfidi (oboje utvrđeni u uzorcima dalmatinske i ličke janjetine). Međutim, kao međuprodukt razgradnje metionina najprije nastaje aldehid metional (Roldán i sur., 2015; cit. Toldrá i Flores, 2006) koji prelazi u metanetiol (utvrđen u paškoj i dalmatinskoj janjetini), koji je pak prekursor dimetilsulfida (Madruga i sur., 2013). Prema tome, prisutnost metanetiola u istraživanim uzorcima može se također objasniti primjenom relativno niske temperature pečenja istraživanih uzoraka (174°C). Sumporni spojevi igraju vrlo važnu ulogu u stvaranju poželjne blage arome toplinski tretiranog mesa, i to zahvaljujući njihovoj blagoj karakterističnoj aromi (Roldán i sur., 2015; cit. Motram, 1998).

Posebno je zanimljivo primijetiti kod aroma profila paške janjetine relativno dosta izoliranih terpena (isti sastav terpena kao i kod ličke janjetine), skupine spojeva koji se iz biljaka nepromijenjeni ugrađuju u tjelesna tkiva janjadi (Priolo i sur. 2004) ili nastaju kao rezultat razgradnje klorofila pod utjecajem mikroflora rumena (Prache i sur, 2005; Vasta i Priolo, 2006), te se kao takvi mogu smatrati pouzdanim biljnim biomarkerima. Sivadier i sur. (2010) kao potencijalne postojeće biomar-

kere pašnog sustava uzgoja janjadi navode prisutnost dimetil sulfona te terpena α -kopaena i β -kariofilena, a Priolo i sur. (2004) navode prisutnost α -kubabena i β -bisabolena u masnom tkivu istraživane janjadi. Svi spomenuti spojevi utvrđeni su u mesu dalmatinske janjetine (Krvavica i sur, 2015), dok je u mesu ličke i paške janjetine utvrđeno postojanje α -kopaena i β -kariofilena. Kao izravni biljni biomarkeri u literaturi se najčešće spominju terpeni, 2,3-oktanedion (utvrđeni u sve tri istraživane vrste janjetine) i skatol (Priolo i sur., 2004) koji nije utvrđen kao sastojak arome dalmatinske, ličke i paške janjetine. S obzirom na klaoničku dob paške janjadi i nedovoljno razvijenu mikrofloru rumena, nameće se zaključak da bi terpeni utvrđeni u mesu paške janjetine najvećim dijelom trebali potjecati iz majčinog mlijeka. Iako je terpenski profil paške janjetine po sastavu terpena isti kao i lička janjetina, ipak je ukupan udio terpena paške janjetine (1,72%) znatno veći nego ličke (0,55%), što bi se moglo pripisati specifičnom flornom sastavu pašnjaka otoka Paga (bogatstvo biljnim vrstama iz klase dvosupnica, osobito iz porodica štitarki, glavočika i usnatica) i vjerojatno visokom udjelu terpena u mlijeku paških ovaca.

ZAKLJUČAK

Stvaranje isparljivih komponenata arome bilo kojeg proizvoda, pa tako i mesa, vrlo je složen proces, te je unatoč brojnim istraživanjima s ciljem identifikacije i kemizma stvaranja pojedinih isparljivih spojeva arome različitih vrsta mesa provedenih posljednjih 20-ak godina, još uvijek teško sa sigurnošću donositi zaključke o njihovu podrijetlu i procesu nastanka. Osobito je teško o profilu paške janjetine donositi zaključke samo na temelju jednog istraživanja. Međutim, kako se radi o rezultatima istraživanja aroma profila već treće janjetine hrvatskih pasmina ovaca, neki se zaključci ipak nameću. Tako je ukupno znatno manji broj izoliranih spojeva arome paške janjetine vjerojatno posljedica načina uzgoja i hranidbe janjadi (gotovo isključivo na mlijeku) kao i klaoničke dobi janjadi (33 dana), odnosno nedovoljne razvijenosti mikroflora rumena. S obzirom na navedene odlike uzgoja janjadi, relativno visok udio terpena u mesu paške janjadi vjerojatno je posljedica izravne ugradnje iz majčinog mlijeka, s obzirom da ovce najveći dio potreba za hranom podmiruju ispašom na specifičnim škrtnim pašnjacima otoka Paga, na kojima prevladavaju florne vrste bogate terpenima. Ipak, za donošenje preciznijih zaključaka potrebno je u ovom smjeru provoditi daljnja istraživanja, koja osim navedenog istraživanja aroma profila mesa, trebaju obuhvatiti istraživanja flornog sastava pašnjaka i kemijskog sastava pašnjačkih vrsta te ostalih hranjiva koja se koriste u hranidbi ovaca i janjadi (kemijski sastav mlijeka).

LITERATURA

- Adams, R.P. (2001). *Identification of essential oil components by GCMS (3rd edition)*. Carol Stream IL.: Allured Publishing Corporation.
- Barać Z., Mioč B., Havranek J., Samaržija D. (2008). Paška ovca: hrvatska izvorna pasmina. Grad Novalja; Matica Hrvatska, Novalja.
- De Rancourt M., N. Fois, M.P. Lavín, E. Tchakerian, F. Vallerand (2006). *Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future*. Small Ruminant Research 62, 167-179.
- Elmore, J.S., D.S. Mottram, M. Enser, J.D. Wood (1999). Effect of the Polyunsaturated Fatty Acid Composition of Beef Muscles on the Profile of Aroma Volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47, 1619-1625.
- Elmore, J.S., D.S. Mottram, M. Enser, J.D. Wood (2000). The effects of diet and breed on the volatile compounds of cooked lamb. *Meat Science* 55, 149-159.
- Engel, E., J. Ratel (2007). *Correction of the data generated by mass spectrometry analyses of biological tissue: application to food authentication*. *Journal of Chromatography A* 1154, 331-341.
- HPA (2014). Ovcarstvo, kozarstvo i male životinje. Godišnje izvješće za 2013.
- Imafidon, G.I., A.M. Spanier (1994). Unraveling the secret of meat flavor. *Trends in Food Science and Technology* 5, 315-321.
- Krvavica, M., J. Rogošić, T. Šarić, I. Župan, A. Ganić, A. Madir (2013). Pokazatelji klaoničke vrijednosti i kvalitete trupa janjadi dalmatinske pramenke. *Meso* 6, 455-463.
- Krvavica, M., M. Konjačić, J. Rogošić, T. Šarić, I. Župan, A. Ganić, J. Đugum (2014). Some slaughter and carcass traits of the lambs of Dalmatian pramenka reared in three different fattening systems. *International Symposium on Animal Science 2014, Belgrade, Serbia. Proceedings* 610-615.
- Krvavica, M., I. Boltar, M. Bradaš, T. Jug, I. Vnućec, N. Marušić Radovčić (2015). Isparljivi sastojci arome dalmatinske janjetine. *Meso XVII* (1), 57-64.
- Krvavica, M., M. Bradaš, J. Rogošić, T. Jug, I. Vnućec, N. Marušić Radovčić (2015a). Isparljivi spojevi arome ličke janjetine. *Meso XVII* (3), 238-246.
- Lanza M., M. Bella, A. Priolo, D. Barbagallo, V. Galofaro, C. Landi, P. Pennisi (2006). Lamb meat quality as affected by a natural or artificial milk feeding regime. *Meat Science* 73, 313-318.
- Ljubičić, I., M. Britvec, B. Mioč, Z. Prpić, V. Pavić, I. Vnućec (2013). Florni sastav ovčarskih pašnjaka otoka Paga. *Mljekarstvo* 62(4), 269-277.
- Madruga, M.S., J.S. Elmore, A.T. Dodson, D.S. Mottram (2009). Volatile flavour profile of goat meat extracted by three widely used techniques. *Food Chemistry* 115, 1081-1087.
- Madruga, M., I. Dantas, A. Queiroz, L. Brasil, Y. Ishihara (2013). Volatiles and Water- and Fat-Soluble Precursors of Saanen Goat and Cross Suffolk Lamb Flavour. *Molecules* 18, 2150-2165.
- Maruri, J.L., D.K. Larick (1992). Volatile concentration and flavour of beef as influenced by diet. *Journal of Food Science* 57, 1275-1281.
- Mastelić, J., O. Politeo, I. Jerković (2008). Contribution to the Analysis of the Essential Oil of *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don. – Determination of Ester Bonded Acids and Phenols. *Molecules* 13, 795-803.
- Mioč, B., V. Pavić, I. Vnućec, Z. Barać, Z. Prpić (2007). Mesne odlike hrvatskih pasmina ovaca, Deveto savjetovanje uzgajivača ovaca i koza u Republici Hrvatskoj. Toplice Sveti Martin, 25 - 26. 10. Zbornik predavanja, 42-56.
- Mioč, B., V. Držaić, I. Vnućec, Z. Barać, Z. Prpić, V. Pavić (2013). Utjecaj spola na klaoničke pokazatelje paške janjadi. *Stočarstvo* 66(2), 95-106.
- Osorio, M.T., J.M. Zumalacárregui, E.A. Cabeza, A. Figueira, J. Mateo (2008). Effect of rearing system on some meat quality traits and volatile compounds of suckling lamb meat. *Small Ruminant Research* 78, 1-12.
- Pavić, V., B. Mioč, Z. Barać, I. Vnućec, V. Sušić, N. Antunac, D. Samaržija (2005). Vanjština paške ovce. *Stočarstvo* 59(2), 83-90.
- Pavlinić, P. (1936). Paška ovca. Poseban otisak iz Veterinarskog arhiva, knjiga 6.
- Politeo, O., M. Jukić, M. Miloš (2006). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oils of Twelve Spice Plants. *Croatia Chemica Acta* 79 (2006).

Priolo, A., A. Cornu, S. Prache, M. Krogmann, N. Kondjoyan, D. Micol, J.-L. Berdagué (2004). Fat volatiles tracers of grass feeding in sheep. *Meat Science* 66, 475-481.

Priolo, A., D. Micol, J. Agabriel (2001). Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research* 50, 185-200.

Priolo, A., D. Micol, J. Agabriel, S. Prache, E. Dransfield (2002). Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Science* 62, 179-185.

Prache, S., A. Cornu, J.L. Berdagué, A. Priolo (2005). Traceability of animal feeding diet in the meat and milk of small ruminants. Review article. *Small Ruminant Research* 59, 157-168.

Resconi, V.C., M.M. Campo, F. Montossi, V. Ferreira, C. Sañudo, A. Escudero (2010). Relationship between odour-active compounds and flavour perception in meat from lambs fed different diets. *Meat Science* 85, 700-706.

Resconi, V.C., A. Escudero, M.M. Campo (2013). The Development of Aromas in ruminant Meat. *Molecules* 18, 6748-6781.

Rodríguez A.B., R. Landa, R. Bodas, N. Prieto, A.R. Mantecón, F.J. Giráldez (2007). Carcass and meat quality of Assaf milk fed lambs: Effect of rearing system and sex. *Meat Science* 80, 225-230.

Roldán, M., J. Ruiz, J.S. del Pulgar, T. Pérez-Palacios, T. Antequera (2015). Volatile compound profile of sous-vide cooked lamb loins at different temperature-time combinations. *Meat Science* 100, 52-57.

Santos V.A.C., S.R. Silva, E.G.Mena, J.M.T. Azevedo (2007). Live weight and sex effects on carcass and meat quality of "Borrego terrincho-PDO" suckling lambs. *Meat Science* 77, 654-661.

Sebastian, I., C. Vallon-Fernandez, P. Berge, J.-L., Berdague (2003). Analysis of the volatile fraction of lamb fat tissue: influence of the type of feeding. *Science des aliments* 23, 497-511.

Sivadier, G., J. Ratel, E. Engel (2010). Persistence of pasture feeding volatile biomarkers in lamb fats. *Food Chemistry* 118, 418-425.

Sivadier, G., J. Ratel, F. Bouvier, E. Engel (2008). Authentication of Meat Products: Determination of Animal Feeding by Parallel GC-MS Analysis of Three Adipose Tissues. *Agricultural and Food Chemistry* 56, 9803-9812.

Sivadier, G., J. Ratel, E. Engel (2009). Latency and Persistence of Diet Volatile Biomarkers in Lamb Fats. *Agricultural and Food Chemistry* 57, 645-652.

Vasta, V., A. Priolo (2006). Ruminant fat volatiles as affected by diet: A review. *Meat Science* 73, 218-228.

Vasta, V., G. Luciano, C. Dimauro, F. Röhrle, A. Priolo, F.J. Monahan, A.P. Moloney (2011). The volatile profile of longissimus dorsi muscle of heifers fed pasture, pasture silage or cereal concentrate: Implication for dietary discrimination. *Meat Science* 87, 282-289.

Vasta, V., A.G. D'Alessandro, A. Priolo, K. Petrotos, G. Martemucci (2012a). Volatile compound profile of ewe's milk and meat of their suckling lambs in relation to pasture vs. indoor feeding system. *Small Ruminant Research* 105, 16-21.

Vasta, V., V. Ventura, G. Luciano, V. Andronico, R.I. Pagano, M. Scerra, L. Biondi, M. Avondo, A. Priolo (2012b). The volatile compounds in lamb fat are affected by the time of grazing. *Meat Science* 90, 541-556.

Vnučec, I. (2011). Odlike trupa i kakvoća mesa janjadi iz različitog sustava uzgoja. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.

Vnučec, I., B. Mioč, Z. Prpić, V. Pavić (2012). Utjecaj spola na odlike trupa i kakvoću mesa janjadi istarske ovce. *Stočarstvo* 66(3), 187-200.

Young, O.A., Berdagué J.-L., Viallonb C., Rousset-Akrimb S., Theriez M. (1997). Fat-borne volatiles and sheepmeat odour. *Meat Science* 45, 183-201.

Young, O.A., G.A. Lane, A. Priolo, K. Fraser (2003). Pastoral and species flavour in lamb raised on pasture, Lucerne or maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 93-104.

Dostavljeno: 14.9.2015.

Prihvaćeno: 27.9.2015.

Flüchtige Aromastoffe im Pager Lammfleisch

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der Fortsetzung unserer Untersuchungen von spezifischen flüchtigen Aromaverbindungen im Lammfleisch, das von kroatischen Schafsrassen stammt, und einer möglichen diesbezüglichen Auswirkung der Rasse und des geographischen Zuchtgebiets, war das Ziel dieser Arbeit, die flüchtigen Verbindungen im Pager Lammfleisch zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurde eine Analyse der flüchtigen Verbindungen des thermisch behandelten Pager Lammfleisches auf GC-MS (SPME Methode) durchgeführt, wobei insgesamt 52 flüchtige Verbindungen isoliert wurden, davon 14 Aldehyde (57,78%), 15 Alkohole (23,28%), 3 Ketone (7,78%), 5 Alkane (0,82%), 2 Alkene (0,49%) 5 aromatische Verbindungen (3,02%), 6 heterozyklische Verbindungen (3,82%), 1 Furan (0,91%), 1 Schwefelverbindung (0,20), 1 Esther (0,11%) und 4 Terpene (1,72%). Im Vergleich zu den früher untersuchten flüchtigen Verbindungen im Lammfleisch aus Dalmatien und Lika, in dem eine erheblich größere Zahl von flüchtigen Verbindungen isoliert wurde (dalmatisches Lammfleisch – 88 Verbindungen, Lammfleisch aus Lika 70 Verbindungen), drängt sich die Schlussfolgerung auf, dass die Zuchtart (fast ausschließlich Muttermilch) und das Schlachalter (45 Tage) des Pager Lammes eine ausschlaggebende Auswirkung auf die Reduktion der Gesamtzahl der flüchtigen Verbindungen in seinem Aroma sowie auf das Aromaprofil des Pager Lammfleisches selbst hat.

Schlüsselwörter: Pager Lammfleisch, Fleisch, ursprüngliche Schafsrassen, Aroma, flüchtige Verbindungen

Compuestos evaporativos del aroma del cordero de Pag

RESUMEN

A continuación de la investigación de los compuestos evaporativos específicos de la carne de cordero de las razas croatas de ovejas con las posibles influencias de la raza y de la área geográfica de la crianza, el objetivo de este estudio fue determinar los ingredientes evaporativos del aroma del cordero de Pag. Con ese fin fueron hechos los análisis de los compuestos evaporativos del cordero de Pag térmicamente tratado, por el método MEFS (GC-MS), con lo cual fueron aislados 52 compuestos en total, de lo cual 14 aldeídos (57,78%), 15 alcoholes (23,28%), 3 cetonas (7,78%), 5 alcanos (0,82%), 2 alquenos (0,49%), 5 compuestos aromáticos (3,02%), 6 compuestos heterocíclicos (3,82%), 1 furano (0,91%), 1 compuesto azufrado (0,20), 1 éster (0,11%) y 4 terpenos (1,72%). En comparación con los compuestos evaporativos del cordero de Dalmacia y del cordero de Lika antes investigados, de los cuales fue aislado mayor número de los ingredientes evaporativos (cordero de Dalmacia - 88 compuestos; cordero de Lika - 70 compuestos), se puede concluir que probablemente el modo de la crianza (casi completamente con leche materna) y la edad del masacre (45 días) del cordero de Pag tuvieron el efecto determinante sobre la reducción de los compuestos evaporativos aislados y sobre el perfil del aroma del cordero de Pag.

Palabras claves: cordero de Pag, carne, razas autóctonas de ovejas, aroma, compuestos evaporativos

Sostanze volatili dell'aroma della carne d'agnello dell'isola di Pago

SUNTO

Nel prosiegua ricerche sulle specifiche sostanze volatili dell'aroma della carne d'agnello delle razze ovine autoctone croate, con la possibile incidenza di fattori come la razza e l'area geografica di allevamento, l'obiettivo di questo studio era quello di stabilire le sostanze volatili presenti nell'aroma della carne d'agnello dell'isola di Pago (Pag). A questo fine, i composti volatili della carne d'agnello dell'isola di Pago, trattata termicamente, sono stati sottoposti ad analisi GC-MS (metodo SPME), grazie alla quale sono stati isolati complessivamente 52 composti volatili, di cui 14 aldeidi (57,78%), 15 alcoli (23,28%), 3 chetoni (7,78%), 5 alcani (0,82%), 2 alcheni (0,49%) 5 composti aromatici (3,02%), 6 composti eterociclici (3,82%), 1 furano (0,91%), 1 composto sulfureo (0,20%), 5 estero (0,11%) e 4 terpeni (1,72%). Rispetto alle sostanze volatili della carne d'agnello dalmata e della carne d'agnello della Lika, precedentemente analizzate ed in relazione alle quali è stato isolato un numero molto maggiore di composti volatili (per la carne d'agnello dalmata – 88 composti; per la carne d'agnello della Lika – 70 composti), è lecito concludere che, molto probabilmente, fattori come le modalità dall'allevamento (trattasi d'animali nutriti esclusivamente con il latte materno) e l'età di macellazione (45 giorni) degli agnelli dell'isola di Pago hanno svolto un ruolo decisivo sia sulla riduzione del numero complessivo dei composti volatili isolati, sia sullo stesso profilo aromatico della carne d'agnello dell'isola di Pago.

Parole chiave: carne d'agnello dell'isola di Pago, carne, razze ovine autoctone, aroma, composti volatili

UPUTE AUTORIMA



U časopisu MESO se objavljuju sve kategorije znanstvenih radova, stručni radovi, autorski pregledi te izlaganja sa stručnih i znanstvenih skupova, kao i drugi tematski prihvatljivi članci.

Radovi podliježu recenziji.

— Sadržaj i opseg rukopisa —

Naslov rada treba biti što kraći. Ispod naslova navode se imena i prezimena autora. Titule i adrese navode se na posebnom listu papira. Svaka rasprava mora imati kratak sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku. Neposredno ispod sažetka treba navesti tri do pet ključnih riječi.

Autorima citiranim u tekstu navodi se prezime i godina objavljivanja (u zagradama). Ako je citirani rad napisalo više od tri autora, navodi se prezime prvog autora uz oznaku i sur. te godina objavljivanja (u zagradama).

U popisu literature autori se navode abecednim redom, i to na sljedeći način:

a) rad u časopisu:

Živković, J., M. Hadžiosmanović, B. Mioković, B. Njari, L. Kozačinski, D. Pranjić (1997): Mikrobiologija - sastavnica veterinarsko - sanitarnog nadzora namirnica. Vet.stanica 28, 133-139.

b) rad u zborniku:

Mioković, B., B. Njari, M. Hadžiosmanović, L. Kozačinski, D. Pranjić, Ž. Cvrtila (2000): Veterinarsko - sanitarni nadzor školjkaša i glavonožaca na tržištu. Drugi hrvatski veterinarski kongres s međunarodnim sudjelovanjem.

Cavtat, 10.-13. listopada 2000. Zbornik radova, Cavtat, 165-174.

c) zbornik sažetaka:

Hadžiosmanović, M., B. Mioković, L. Kozačinski, D. Pranjić, Ž. Cvrtila (2001): Paraziti-uzročnici zoonoza koji se prenose namirnicama. Zoonoses. Croatian and Slovenian symposium on microbiology and infection diseases. 21-23 June, Plitvička jezera, 2001. Abstracts. str. 93.

d) knjiga:

Živković, J. (2001): Higijena i tehnologija mesa. Veterinarsko - sanitarni nadzor životinja za klanje i mesa. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, 2001.

Prilozi (tablice, dijagrami i slike) se prilažu zasebno, na kraju rada. Original rada (do 10 strojem pisanih stranica) treba imati sve slike, crteže i dijagrame.

Obavezan je font Arial, veličina 10 pt.

Preporuča se pisanje rada u Word (Microsoft) programu, za tablice koristiti Word (Microsoft) ili Excel (Microsoft). Svi radovi moraju biti pisani dvojezično (na hrvatskom i engleskom jeziku) ili barem svi prilozi, tablice, grafikoni i slike.

Radovi se šalju elektroničkom poštom na e-mail meso@meso.hr / klidija@vef.hr / zcvrtila@vef.hr

Separati

Prvom autoru rada dostavit će se 3 primjerka časopisa MESO.