

Kemijski sastav i pojavnost mikotoksina u tradicionalnim mesnim proizvodima podrijetlom s domaćinstava Bosne i Hercegovine

Pleadin, J.^{1*}, V. Vasilj², T. Lešić¹, J. Frece³, K. Markov³, G. Krešić⁴, A. Vulić¹, T. Bogdanović⁵, M. Zdravec¹, N. Vahčić³

Originalni znanstveni rad

SAŽETAK

Cilj rada bio je ispitati kemijski sastav i pojavnost mikotoksina u tradicionalnim mesnim proizvodima (TMP) podrijetlom s domaćinstava Bosne i Hercegovine. U razdoblju od 2015. do 2016., ukupno je uzorkovano 55 tradicionalnih mesnih proizvoda, od toga 25 kobasica proizvedenih od svinjskog mesa, 15 kobasica proizvedenih od mješavine svinjskog i goveđeg mesa, 7 uzoraka pancete i 8 uzoraka pršuta. Osnovni kemijski i masno-kiselinski sastav određen je primjenom ISO metoda, dok su razine aflatoksina B₁ (AFB₁) i okratoksina A (OTA) određene primjenom imunoenzimskih ELISA metoda. Rezultati su pokazali varijacije u vrijednostima kemijskih parametara između TMP-a, s značajno većim ($p < 0,05$) udjelom stearinske kiseline, te manjim udjelom linolne kiseline u kobasicama proizvedenim od mješavine svinjskog i goveđeg mesa, u odnosu na TMP proizvedene u cijelosti od svinjetine. OTA je određen u 7 uzoraka različitih vrste proizvoda s najvećom koncentracijom od 6,20 µg/kg, dok je AFB₁ određen samo u jednoj kobasici od svinjskog mesa s koncentracijom neznatno većom od limita kvantifikacije metode (1,91 µg/kg). Utvrđena kontaminacija TMP-a mikotoksima, posebno sa OTA, pokazuje da bi u cilju sprječavanja kontaminacije meso i mesni proizvodi iz domaćinstava trebali biti proizvedeni pod standardiziranim i dobro kontroliranim uvjetima.

Ključne riječi: kemijski sastav, aflatoksin B₁, okratoksin A, tradicionalni mesni proizvodi, domaćinstva, Bosna i Hercegovina

UVOD

Mnoge europske zemlje imaju dugu tradiciju proizvodnje i konzumacije autohtonih mesnih proizvoda. Ovakvi proizvodi, tradicionalno proizvedeni u ruralnim domaćinstvima i obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima, najčešće su napravljeni od svinjskog mesa, a rjeđe kao proizvodi od različitih vrsta mesa. S nutricionističke točke gledišta, tradicionalni mesni proizvodi (TMP) su važan izvor bjelancevina velike biološke vrijednosti.

Međutim, poznato je da ovi proizvodi mogu uzrokovati i neke negativne zdravstvene aspekte, kao posljedice visokog udjela masti životinjskog podrijetla te moguće kontaminacije uslijed manjka standardizirane kvalitete i tehnologije proizvodnje u različitim higijenskim uvjetima domaćinstava. Većina se ovih proizvoda proizvede za privatne potrebe, dok se samo manji dio ovih proizvoda plasira na tržište pod kontroliranim uvjetima. U proizvodnji TMP-a neophodno je pridržavati se osnov-

1 **Izv. prof. dr. sc. Jelka Pleadin, znanstveni savjetnik; Tina Lešić, mag. ing. biotehnologije; dr. sc. Ana Vulić, znanstveni suradnik; dr. sc. Manuela Zdravec, znanstveni suradnik**, Hrvatski veterinarski institut, Savska Cesta 143, 10000 Zagreb;

2 **doc. dr. sc. Višnja Vasilj, docent**, Sveučilište u Mostaru, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Biskupa Čule b.b., 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina;

3 **prof. dr. sc. Jadranka Frece, redoviti profesor; prof. dr. sc. Ksenija Markov, redoviti profesor; prof. dr. sc. Nada Vahčić, redoviti profesor**,

Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb;

4 **prof. dr. sc. Greta Krešić, redoviti profesor**, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Opatija, Sveučilište u Rijeci, Primorska 42, 51410 Opatija;

5 **dr. sc. Tanja Bogdanović, znanstveni suradnik**, Hrvatski veterinarski institut, Veterinarski zavod Split, Poljička Cesta 33, 21000 Split

Autor za korespondenciju: pleadin@veinst.hr

nih zahtjeva proizvodnje koji utječu na svojstva konačnog proizvoda te dati na važnosti kvaliteti i sigurnosti korištenih sirovina i aditiva (Frece i sur., 2010).

Budući da su meso i mesni proizvodi bogati mastima, posebice zasićenim masnim kiselinama, potrošačima se danas preporuča konzumirati umjerene količine ove vrste proizvoda (Valsta i sur., 2005; Fernández i sur., 2007), a proizvođači pokušavaju utjecati na sastav masnih kiselina kako bi ih približili nutritivno prihvatljivim vrijednostima (Valencia i sur., 2006; Pelsler i sur., 2007; Pleadin i sur., 2014a). Poznato je da je nutritivni sastav suhomesnatih TMP-a u pogledu sastava masnih kiselina pod utjecajem različitih faktora, od vrste, načina hranidbe i uzgoja životinja do primjenjenih tehnoloških procesa i parametara tijekom proizvodnje (Jiménez-Colmenero i sur., 2001; Siciliano i sur., 2013; Pleadin i sur., 2015a). Istraživanja su pokazala da sastav masnih kiselina mesa u prosjeku čini 40% zasićenih (SFA), 40% mononezasićenih (MUFA) i oko 2-25% polinezasićenih (PUFA) masnih kiselina, pri čemu je najčešća nezasićena masna kiselina svih vrsta mesa i mesnih proizvoda oleinska kiselina (C18:1) (Woods i Fearon, 2009; Pleadin i sur., 2014a; Pleadin i sur., 2015a; Barbir i sur., 2014).

Komercijalno dostupni TMP proizvedeni u domaćinstvima pod nekontroliranim uvjetima, predstavljaju potencijalan izvor mikotoksina i opasnost za ljudsko zdravlje (Pleadin i sur., 2015b). Mesni proizvodi mogu doprinijeti unosu mikotoksina u ljudi kao rezultat indirektnog prijenosa preko farmских životinja koje su bile izložene prirodno kontaminiranim žitaricama i krmnim smjesama (*carry-over* efekt), ili uslijed izravne kontaminacije proizvoda sa plijesnima ili prirodno kontaminiranim mješavinama začina korištenim u mesnim proizvodima (Pleadin i sur., 2013; Perši i sur., 2014). Poznato je da su plijesni *Penicillium* spp. i *Aspergillus* spp. često proizvođači visoko toksičnog alfatoksina B1 (AFB1) i okratoksina A (OTA), kao sekundarnih metabolita plijesni koje obrastaju površinu mesnih proizvoda kao što su trajne kobasice ili šunke te biti prisutni u tim mesnim proizvodima (Dall'Asta i sur., 2010; Rodríguez i sur., 2012; Markov i sur., 2013; Pleadin i sur., 2015b). Industrijska obrada mesnih proizvoda kao što je zagrijavanje, soljenje, sušenje i skladištenje, nemaju značajnog učinka na redukciju ovih mikotoksina u konačnom proizvodu (Raters i Matissek, 2008; Amézqueta i sur., 2009; Pleadin i sur., 2014b).

Obzirom na nedostatak podataka o TMP-a proizvedenim u Bosni i Hercegovini, cilj ovog istraživanja bio je odrediti osnovne nutritivne parametre i sastav masnih kiselina četiri različite vrste TMP-a uzorkovanih s različitih domaćinstava Bosne i Hercegovine tijekom dvije godine, te istražiti pojavnost mikotoksina AFB1 i OTA kao čestih kontaminanata ovakve vrste proizvoda.

MATERIJALI I METODE

Uzorkovanje i priprema uzoraka

Istraživanje je provedeno na ukupno 55 uzoraka TMP-a, koji su uključivali 25 uzoraka kobasica proizvedenih od svinjskog mesa, 15 uzoraka kobasica proizvedenih od mješavine govedeg i svinjskog mesa, 7 uzoraka pancete te 8 uzoraka pršuta. Proizvodi su uzorkovani nasumično kroz razdoblje od dvije godine (2015-2016) na domaćinstvima smještenim u južnom i jugozapadnom dijelu Bosne i Hercegovine (okolica Livna, Tomislavgrada, Kupresa, Mostara i Posušja). Proizvodi su pripremljeni prema originalnoj recepturi svakog domaćinstva od prve i druge kategorije mesa (bez iznutrica) primjenom tehnoloških postupaka općenito karakterističnim za ove proizvode (Pleadin i sur., 2013).

Uzorci su homogenizirani tijekom 15 s pri 5000 - 6000 rpm na homogenizatoru Grindomix GM 200 (Retch, Germany) te potom pohranjeni u plastične posudice napunjene do vrha. Svi koraci pripreme uzoraka su provedeni u skladu sa standardnom metodom (ISO, 1991). Nakon određivanja udjela vode, uzorci su pohranjeni na 4 °C do određivanja drugih osnovnih kemijskih parametara, masnokiselinskog sastava te mikotoksina.

Standardi i reagensi

ELISA kitovi korišteni za određivanje AFB1 (Aflatoxin B1; Art. No. R1211) i OTA (Ochatoxin A; Art. No. R1311) bili su proizvođača R-Biopharm (Darmstadt, Njemačka). Svaki kit sadrži mikrotitracijsku pločicu sa 96 jažica presvučenih sa AFB1/OTA antitijelima, AFB1 metanol/voda standardne otopine (0, 1, 5, 10, 20, i 50 µg/L) ili OTA vodene standardne otopine (0, 50, 100, 300, 900, i 1,800 ng/L), AFB1/OTA peroksidaza-konjugat, supstrat/kromogen otopinu, stop reagens te pufere za razrjeđivanje i ispiranje.

Heksan i metanol korišteni u analizama masnih kiselina bili su HPLC čistoće (JT Baker Derventer, Nizozemska), dok su ostale korištene kemikalije bile analitičke čistoće (Kemika, Zagreb, Hrvatska). Ultra čista voda elektrolitičke provodljivosti ≤ 0.05 S/cm dobivena je koristeći Milipore Direct-Q 3 UV (Merck, Darmstadt, Njemačka).

Standardna otopina metilnih estera masnih kiselina (37 masnih kiselina), koncentracije 10 mg/mL pripravljena je otapanjem standarda Supelco™ 37 Component FAME Mix (Bellefonte, Pennsylvania, SAD) u heksanu. Tako pripravljena otopina pohranjena je u ledenici na -20 °C i korištena je za identifikaciju metilnih estera masnih kiselina sa svakom analizom. Certificirani referentni materijal (CRM) sa certificiranom vrijednosti udjela vode, ukupnih bjelančevina i masti T0149 (FAPAS, Engleska) korišten je za verifikaciju analitičkih metoda. Također, CRM sa označenom vrijednosti 7 pojedinačnih masnih kiselina, BCR 163 (Institute for Reference Mate-

rials and Measurements, Belgija) korišten je u analizi sastava masnih kiselina za usporedbu dobivenih rezultata sa vrijednostima certificiranim od strane proizvođača.

Određivanje osnovnih kemijskih parametara

Udio vode određen je gravimetrijski (ISO, 1997) koristeći univerzalni sušionik Memmert UF75 plus (Schwabach, Njemačka) na 103 °C. Udio ukupnih bjelančevina određen je metodom po Kjeldahl-u (ISO, 1978) uz uporabu bloka za razaranje Unit 8 Basic (Foss, Švedska) i automatiziranog uređaja za destilaciju i titraciju Vapodest 50s Gerhardt (Königswinter, Njemačka). Pepeo je određen prema standardnoj metodi (ISO, 1998), uz spaljivanje uzoraka na 550 °C i upotrebu mufolne peći LV9/11/P320 (Nobetherm, Njemačka), a ukupne masti određene su metodom po Soxhlet-u (ISO, 1973) koja uključuje razlaganje uzorka kiselinskom hidrolizom te ekstrakciju masti petroleterom uz pomoć uređaja za ekstrakciju Soxtherm 2000 Automatic (Gerhardt, Njemačka). Udio ugljikohidrata određen je računskim putem, na temelju određenog udjela vode, pepela, ukupnih bjelančevina i masti. Rezultati analiza izraženi su kao srednja vrijednost dva paralelna određivanja po uzorku, u postotku (%) mase, sa preciznošću od 0,01%.

Određivanje metilnih estera masnih kiselina

Metilni esteri masnih kiselina pripremljeni su iz ekstrahirane masti prema standardnoj metodi EN ISO 12966-2:2011, koja uključuje otapanje glicerida u izooktanu te trans-esterifikaciju koristeći metanolnu otopinu kalijeva hidroksida. Metilni esteri analizirani su plinskom kromatografijom (GC) prema standardnoj metodi (ISO, 2015) na plinskom kromatogramu 7890BA (Agilent Technologies, SAD) sa kapilarnom kolonom HP88 dužine 100 m, promjera 0,25 mm te debljine sloja nepokretne faze 0,20 µm (Agilent Technologies, SAD). Uvjeti plinske kromatografije ranije su opisani u istraživanju Pleadin i sur. (2016). Metilni esteri masnih kiselina identificirani su usporedbom s vremenima zadržavanja metilnih estera masnih kiselina standardne smjese 37 masnih kiselina analizirane pod istim uvjetima. Uz standard i uzorke sa svakom analizom također je pripremljen i analiziran i CRM. Rezultat je izražen kao postotak (%) pojedine masne kiseline u odnosu na ukupno određene masne kiseline.

Određivanje mikotoksina

Priprema uzoraka za određivanje AFB1 i OTA za sve vrste mesnih proizvoda već je ranije opisana u istraživanju Pleadin i sur. (2015b). Kompetitivan ELISA test proveden je prema uputama proizvođača AFB1 i OTA ELISA kitova koristeći uređaj ChemWell 2910 (Awareness Technology, Inc., SAD). Uređaj provodi ELISA test, izradu kalibracijske krivulje te izračun konačnih koncentracija, zajedno sa statističkom obradom podataka. Koncentracije AFB1 i OTA (µg/kg) izračunate su na temelju kalibracijske krivulje uz matematičku interpolaciju te množenjem sa faktorom razrjeđenja uzoraka. Konačne koncentracije izračunate su uzimajući u obzir srednje vrijednosti iskorištenja dobivenih za svaki mikotoksin i provedenu metodu.

Obrada podataka

Statistička analiza podataka je provedena primjenom računalnog programa SPSS 20.0 (SPSS Inc., SAD). Rezultati su izraženi kao srednja vrijednost ± SD. Shapiro Wilks test korišten je za određivanje distribucije podataka. Za procjenu razlika u vrijednostima osnovnih kemijskih parametara te masnih kiselina između skupina proizvoda korišteni su one way ANOVA i Kruskal Wallis test, s razinom značajnosti definiranom pri $p < 0,05$.

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati analize osnovnog kemijskog sastava različitih vrsta TMP-a proizvedenih u domaćinstvima Bosne i Hercegovine prikazani su u Tablici 1.

Udio vode kretao se od 24,25±1,89% u kobasicama od svinjskog mesa do 43,56±2,37% u panceti. Udio ukupne masti kretao se od minimalne vrijednosti u pršutu (21,39±2,01%) do maksimalne vrijednosti u kobasicama od miješanih vrsta mesa (36,72±3,14%). Najmanji udio bjelančevina određen je u panceti (20,12±1,55%), a najveći u pršutu (36,19±1,28%). Osnovni kemijski parametri (izuzev udjela pepela i ugljikohidrata) uglavnom su se značajno razlikovali ($p < 0,05$) među analiziranim proizvodima, ukazujući na varijacije u njihovoj kvaliteti. Varijacije se mogu pripisati razlikama u količini dodane slanine i odabiru više ili manje masnog mesa od strane proizvođača. Međutim, određene vrijednosti kemijskog sastava su karakteristične i usporedive sa ranije objavljenim rezulta-

Tablica 1. Osnovni kemijski sastav tradicionalnih mesnih proizvoda iz Bosne i Hercegovine

Parameter	Srednja vrijednost ± SD (%)			
	Kobasice od svinjskog mesa	Kobasice od svinjskog i goveđeg mesa	Panceta	Pršut
Voda	24.25±1.89 ^{c,d}	25.41±2.12 ^{c,d}	43.56±2.37 ^{a,b,d}	35.36±2.68 ^{a,b,c}
Ukupna mast	35.55±3.18 ^{c,d}	36.72±3.14 ^{c,d}	29.42±3.18 ^{a,b,d}	21.39±2.01 ^{a,b,c}
Ukupne bjelančevine	33.78±3.22 ^c	32.18±3.74 ^c	20.12±1.55 ^{a,b,d}	36.19±1.28 ^c
Pepeo	5.37±0.33	5.25±0.27	6.77±1.02	7.01±0.56
Ugljikohidrati	0.89±0.24	0.45±0.21	< 0.10	< 0.10

Značajna razlika ($p < 0,05$): ^avs. kobasice od svinjskog mesa; ^bvs. kobasice od svinjskog i goveđeg mesa; ^cvs. panceta; ^dvs. pršut

tima za slične vrste TMP-a iz drugih zemalja u ovom dijelu Europe gdje se općenito primjenjuju slične tehnologije proizvodnje (Pavičić, 2004; Pleadin i sur., 2014b).

Najvažnije masne kiseline prisutne u trajnim kobasicama i šunkama su MUFA (41-59%), SFA (30-45%) i PUFA (9-18%). Najzastupljenije MUFA su oleinska (C18:1n9) (38-42%) i palmitoleinska (C16:1n7) (2-3%) masna kiselina. Glavne SFA su palmitinska (C16:0) (23-24%) i stearinska (C18:0) (10 -15%) kiselina (Fernández i sur., 2007; Ca-

saburi i sur., 2007; Visessanguan i sur., 2006; Pleadin i sur., 2014a; Pleadin i sur. 2015a). Glavna komponenta PUFA je linolna kiselina (C18:2n-6) sa udjelom 6-16%, općenito nižim u šunkama (7-10%) u usporedbi sa trajnim kobasicama (10-16%) (Moretti i sur., 2004; Jurado i sur., 2008; Jiménez-Colmenero i sur., 2010; Olivares i sur., 2011).

Prosječan sastav masnih kiselina određen u TMP-a analiziranim u ovom radu prikazan je u Tablici 2.

Oleinska kiselina (C18:1n9c) određena je u najve-

Tablica 2. Sastav masnih kiselina tradicionalnih mesnih proizvoda iz Bosne i Hercegovine

Masne kiseline	Maseni udjeli masnih kiselina* (%)			
	Kobasice od svinjskog mesa	Kobasice od svinjskog i goveđeg mesa	Panceta	Pršut
C10:0	0.10±0.01	0.09±0.02	0.08±0.02	0.10±0.02
C12:0	0.09±0.01	0.07±0.01	0.09±0.02	0.08±0.04
C14:0	1.34±0.27	1.50±0.38	1.36±0.19	1.40±0.21
C15:0	n.d.	n.d.	0.09±0.02	n.d.
C16:0	23.12±2.15 ^b	25.15±2.67 ^{a,c,d}	23.82±1.69 ^b	23.73±1.78 ^b
C17:0	0.29±0.04	0.15±0.08 ^c	0.64±0.10 ^b	0.34±0.06
C18:0	14.15±0.38 ^b	15.23±1.15 ^{a,c,d}	14.66±2.22 ^b	13.81±1.03 ^b
C20:0	0.47±0.09 ^b	0.08±0.07 ^a	0.25±0.08	0.31±0.07
Σ SFA	39.56±0.42^b	42.27±0.63^{a,c,d}	40.99±0.54^b	39.77±0.46^b
C14:1	0.07±0.02	n.d.	0.06±0.01	n.d.
C16:1	2.39±0.37	2.59±0.55	2.21±0.64	2.33±0.88
C18:1n9t	0.42±0.10	0.56±0.38	0.36±0.10	0.35±0.08
C18:1n9c	44.31±4.31 ^b	46.07±3.89 ^{a,c}	43.71±3.64 ^b	45.40±3.47
C20:1	0.22±0.02	n.d.	0.46±0.12 ^d	0.06±0.02 ^c
C22:1n9	0.24±0.03	n.d.	n.d.	0.19±0.06
Σ MUFA	47.65±0.81^b	49.22±1.61^{a,c,d}	46.80±0.90^b	48.33±0.91^b
C18:2n6c	11.27±2.16 ^b	7.17±1.76 ^{a,c,d}	11.04±2.17 ^b	10.65±1.89 ^b
C18:2n6t	0.08±0.02	0.07±0.03	n.d.	n.d.
C18:3n6	0.25±0.08	0.09±0.04	0.12±0.08	0.19±0.13
C20:2n6	0.10±0.03	0.06±0.02	n.d.	n.d.
Σ PUFA n-6	11.70±0.57^b	7.39±0.46^{a,c,d}	11.16±1.13^b	10.84±1.01^b
C18:3n3	1.08±0.32	1.11±0.12	1.02±0.12	1.04±0.10
Σ PUFA n-3	1.08±0.32	1.11±0.12	1.02±0.12	1.04±0.10

* Maseni udio masnih kiselina izražen je kao udio ukupnih masnih kiselina, srednja vrijednost ± SD

n.d. – nije detektirano; limit detekcije (LOD) = 0,05%

Značajna razlika ($p < 0,05$): ^a vs. kobasice od svinjskog mesa; ^b vs. kobasice od svinjskog i goveđeg mesa; ^c vs. panceta; ^d vs. pršut

ćoj količini, u rasponu od 43,71±3,64% u panceti do 46,07±3,89% u kobasicama od svinjskog i goveđeg mesa. Kao glavne SFA, određene su palmitinska kiselina (C16:0) u vrijednosti od 23,12±2,15% u kobasicama od svinjskog mesa do 25,15±2,67% u kobasicama od svinjskog i goveđeg mesa te stearinska kiselina (C18:0) od 13,81±1,03% u pršutu do 15,23±1,15% u kobasicama od svinjskog i goveđeg mesa. Linolna kiselina (C18:2n6c) određena je u rasponu od 7,17±1,76% u kobasicama od svinjskog i goveđeg mesa do 11,27±2,16% u kobasicama od svinjskog mesa. Araujo de Vizcarrondo i sur. (1998) uočili su da su u komadima govedine dominantno prisutne oleinska (36,21%), palmitinska (25,67%) te stearinska kiselina (20,97%). Autori su odredili da su oleinska i palmitinska kiselina prisutne u svinjskom

mesu u udjelu od 42,83% i 24,15%, sa manjom količinom stearinske i većom količinom linolne kiseline u svinjetini nego u govedini. Spomenuti rezultati u skladu su sa rezultatima ovog istraživanja, gdje je također određen veći udio stearinske i manji udio linolne kiseline u kobasicama od goveđeg i svinjskog mesa nego u TMP-a proizvedenim isključivo od svinjetine.

Uočeni manji udio linolne kiseline u kobasicama od goveđeg i svinjskog mesa u usporedbi sa proizvodima isključivo od svinjetine u skladu je sa ranijim zapažanjima koja ukazuju na niži udio ove masne kiseline u govedini u usporedbi sa svinjetinom (Nieto i Ros, 2012). Naime, kod preživača se linolna (C18:2n6) i α-linolenska kiselina (C18:3n-3) degradiraju mikrobnom biohidrogenacijom u buragu (70–95% i 85–100%) u MUFA i SFA te je samo

manji udio, oko 10%, dostupan za ugradnju u tkivne lipide. Iz tog razloga, govedina sadrži manji udio linolne kiseline, u usporedbi sa svinjetinom. Goveđi mišić također sadrži značajne udjele dugolančanih (C20-22) PUFA koje nastaju iz C18:2n6 i C18:3n3 djelovanjem $\Delta 5$ i $\Delta 6$ enzima desaturaze i elongaze. Poznato je da mikroorganizmi iz buraga hidrogeniraju značajan udio PUFA iz hrane, rezultirajući visokim razinama SFA koje se pohranjuju u mišićno tkivo. Posljedično, goveđe meso karakterizirano je nižim odnosom između PUFA i SFA masnih kiselina (omjer P/S), što povećava rizik od kardiovaskularnih problema te drugih bolesti (Nieto i Ros, 2012).

Udjeli skupina masnih kiselina za sve proizvode padajućim redoslijedom bili su sljedeći: MUFA > SFA > PUFA. MUFA su glavna sastavnica analiziranih TMP-a. Veći udio MUFA određen je u kobasicama od svinjskog i goveđeg mesa (49,22%) u usporedbi sa TMP-a od isključivo svinjskog mesa (46,80-48,33%). Dobiveni udjeli MUFA mogu se usporediti sa podacima o različitim suhomesnatim proizvodima objavljenim u literaturi: 42% (Muguerza i sur., 2004), 51% (De Campos i sur., 2007), 44% (Rubio i sur., 2007) i 47% (Del Nobile i sur., 2009). Kobasice od mješavine goveđeg i svinjskog mesa rezultirale su većim SFA udjelom (42,27%), općenito većim nego u mesnim proizvodima napravljenim od svinjetine (39,56-40,99%). Sličan trend za PUFA i SFA prikazan je u spomenutim istraživanjima, a također i u ovom.

Nutritivni omjeri n-6/n-3, PUFA/SFA i MUFA/SFA analiziranih TMP-a prikazani su u Tablici 3.

Veći n-6/n-3 omjer određen je za proizvode od svi-

Tablica 3. Vrijednosti nutritivnih omjera tradicionalnih mesnih proizvoda iz Bosne i Hercegovine

Mesni proizvod	Nutritivni omjeri*		
	n-6/n-3	PUFA/SFA	MUFA/SFA
Kobasice od svinjskog mesa	10.83 ^b	0.32 ^b	1.20
Kobasice od svinjskog i goveđeg mesa	6.66 ^{a,c,d}	0.20 ^{a,c,d}	1.16
Panceta	10.94 ^b	0.30 ^b	1.14
Pršut	10.42 ^b	0.30 ^b	1.22

* PUFA/SFA vrijednosti iznad 0,4-0,5 te n-6/n-3 vrijednosti ispod 4 su preporučene (Wood i sur., 2004; Wood i sur., 2008). Značajna razlika ($p < 0,05$): ^avs. kobasice od svinjskog mesa; ^bvs. kobasice od svinjskog i goveđeg mesa; ^cvs. panceta; ^dvs. pršut

njetine (10,42-10,94), dok je vrijednost omjera za kobasice od miješanih vrsta mesa bila manja (6,66). Ovi su rezultati u skladu sa istraživanjem Enser i sur. (1996), koje je ukazalo na veći n-6/n-3 omjer za svinjetinu u odnosu na govedinu. Također, PUFA/SFA omjer bio je niži u kobasicama od miješanih vrsta mesa (0,20) nego u drugim proizvodima od svinjetine (0,30-0,32), kao posljedica manjeg udjela PUFA n-6 i većeg udjela SFA određenih u kobasicama od svinjskog i goveđeg mesa. Vrijednosti MUFA/SFA omjera slične su za sve proizvode, varirajući

od minimalnih 1,14 u panceti do maksimalnih 1,22 određenih u pršutu. Vrijednosti MUFA/SFA omjera nisu bile statistički značajno različite ($p=0,89$) uspoređujući proizvode od svinjetine i kombinacije svinjetina/govedina.

Ranija istraživanja provedena u europskim zemljama po pitanju pojavnosti mikotoksina, kao važnog parametra sigurnosti hrane, pokazuju da je kontaminacija suhomesnatih proizvoda mikotoksinima prilično česta, te da stoga mora biti kontrolirana (Chiavaro i sur., 2002; Pietri i sur., 2006; Markov i sur., 2013; Pleadin i sur., 2015b). Dok se mikotoksini u mesu pojavljuju primarno kao rezultat indirektnog prijenosa sa prirodno kontaminiranih žitarica, u slučaju mesnih proizvoda, pojavnost je često pod utjecajem recepture korištene u njihovoj proizvodnji. Mnoge studije dokazuju da je prisutnost mikotoksina posljedica podrijetla mesa te upotrebe jestivih tkiva, krvi i začina koji mogu biti kontaminirani mikotoksinima, kao i uvjetima proizvodnje i skladištenja, posebice za suhomesnate proizvode koje obrastaju plijesni (Asefa i sur., 2011; Pleadin i sur., 2013; Perši i sur., 2014).

U ovom istraživanju, analiza mikotoksina u TMP-a pokazuje da je AFB1 određen u samo jednom uzorku kobasica od svinjetine (1,91 $\mu\text{g}/\text{kg}$), i to u koncentraciji neznatno većoj od limita kvantifikacije analitičke metode (LOQ = 1,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$), dok nije određen u niti jednom uzorku kobasica od miješanih vrsta mesa, panceti i pršutu. Analiza OTA pokazuje da su 3 od 25 uzoraka kobasica od svinjetine kontaminirani ovim mikotoksinom sa koncentracijama u rasponu od 3,71 do 6,20 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Po dva uzorka pancete i pršuta imala su OTA koncentracije u rasponu od 2,62 do 5,84 $\mu\text{g}/\text{kg}$ te od 2,11 do 4,47 $\mu\text{g}/\text{kg}$, dok u kobasicama od miješanih vrsta mesa OTA nije detektiran.

Najveće dopuštene količine (NDK) za AFB1 i ukupni aflatoksin u hrani propisane su Uredbom komisije (EC) br. 1881/2006 te izmjenama u Uredbi komisije (EU) br. 165/2010, a iznose 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ za AFB1 odnosno 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ za ukupni aflatoksin. Iako Europska unija ima najopsežnije propise koji reguliraju prisutnost AFB1 u različitim vrstama hrane i hrane za životinje, NDK ili najveće preporučene količine za mesne proizvode još nisu definirane. U Uredbi 1881/2006/EC Europska Komisija definirala je najveće dopuštene količine za OTA u različitim vrstama hrane, pri čemu NDK za OTA u mesu i mesnim proizvodima nisu definirane. Razina od 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ definirana je kao najveća preporučena količina za OTA u nekim zemalja Europske unije (npr. u Italiji) za proizvode od svinjskog mesa (Rodríguez i sur., 2012).

Rodríguez i sur. (2012) su među analiziranim TMP-a uočili najveću prosječnu koncentraciju OTA (6,20 $\mu\text{g}/\text{kg}$) u kobasicama od svinjskog mesa te neznatno nižu u panceti (5,84 $\mu\text{g}/\text{kg}$) i pršutu (4,47 $\mu\text{g}/\text{kg}$), dok OTA nije detektiran jedino u kobasicama od miješanih vrsta mesa, što je u skladu sa rezultatima ovog istraživanja. U

istraživanju Pleadin i sur. (2015b), provedenom na TMP-a s hrvatskih domaćinstava i tržnica, najveće količine OTA u trajnim kobasicama i šunkama bile su oko 5 (5,10 µg/kg) do 10 (9,95 µg/kg) puta veće nego spomenuta najveća preporučena količina (1 µg/kg), dok količine AFB1 nisu bile značajno veće od limita kvantifikacije primijenjene metode. Razina kontaminacije TMP-a uočena u ovom istraživanju može se usporediti sa rezultatima spomenutih istraživanja, u pogledu i OTA i AFB1.

Rezultati ovog istraživanja mogu se objasniti činjenicom da tijekom razdoblja zrenja površinu različitih TMP-a uobičajeno obrastaju plijesni koje pripadaju *Aspergillus* spp. i *Penicillium* spp. (Comi i sur., 2004; Dall'Asta i sur., 2010; Rodríguez i sur., 2012; Markov i sur., 2013). Takav je rast općenito poželjan zbog enzimske aktivnosti koja doprinosi razvoju okusa specifičnog za ove proizvode (Ockerman i sur., 2000). S druge strane, bilo koji ekstenzivan i nekontroliran mikrobnost rast može doprinjeti razvoju lošeg okusa i uzrokovati izravnu kontaminaciju proizvoda mikotoksinima (Dall'Asta i sur., 2010). Literaturni podaci ukazuju na to da je kontaminacija mesnih proizvoda sa OTA često posljedica kolonizacije plijesni *Penicillium nordicum* i *Penicillium verrucosum* (Spotti i sur., 2001; Battilani i sur., 2007; Iacumin i sur., 2009).

Osim moguće izravne kontaminacije proizvoda uslijed neprikladne proizvodnje i/ili uvjeta skladištenja, kontaminacija sa OTA uočena u ovom istraživanju također može biti i posljedica neizravne kontaminacije kao posljedice zagađenja hrane za životinje koja je korištena tijekom tova životinja ili uporabe kontaminiranih začina u proizvodnom procesu. Stoga, da bi se izbjegla kontaminacija mikotoksinima, meso i mesni proizvodi trebaju se proizvesti i obraditi pod standardiziranim i strogo kontroliranim uvjetima uz kontrolu svake faze proizvodnog procesa i skladištenja.

ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazali su varijacije u parametrima kemijskog sastava TMP-a s obzirom na vrstu mesnog proizvoda, sa značajno većim udjelom stearinske te nižim udjelom linolne kiseline u kobasicama proizvedenim od mješavine svinjskog i goveđeg mesa, nego u onim proizvedenim isključivo od svinjetine. Rezultati također pokazuju vrlo čestu kontaminaciju TMP-a mikotoksinima, posebice sa OTA, ukazujući na to da bi takvi proizvodi trebali biti proizvedeni i pohranjeni pod standardiziranim i strogo kontroliranim uvjetima kako bi se spriječila moguća kontaminacija mikotoksinima. Potrebna su daljnja istraživanja uvjeta proizvodnje i skladištenja TMP-a u cilju utvrđivanja izvora kontaminacije mikotoksinima, kao i primjena mjera za smanjenje takve kontaminacije te sprječavanje opasnosti za potrošače.

LITERATURA

- Amézqueta, S., G.E. Peñas, M.M., Arbizu, A.L. De Certain (2009):** Ochratoxin A decontamination: A review. *Food Control* 20, 326-333.
- Araujo de Vizcarrondo, C., F. Carrillo de Padilla, E. Martín (1998):** Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cuts, and some of their processed products. *Archivos latinoamericanos de nutrición* 48, 354-8.
- Asefa, D.T., C.F. Kure, R.O. Gjerde, S. Langsrud, M.K. Omer, T. Nesbakken et al. (2011):** A HACCP plan for mycotoxigenic hazards associated with dry-cured meat production processes. *Food Control* 22, 831-837.
- Barbir, T., A. Vulić, J. Pleadin (2014):** Masti i masne kiseline u hrani životinjskog podrijetla. *Veterinarska stanica* 2, 97-110.
- Battilani, P., A. Pietri, P. Giorni, S. Formenti, T. Bertuzzi, T. Toscani et al. (2007):** *Penicillium* populations in dry-cured ham manufacturing plants. *Journal of Food Protection* 70, 975-980.
- Casaburi, A., M.C. Aristoy, S. Cavella, R. Di Monaco, D. Ercolini, F. Toldra, F. Villani (2007):** Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallodi Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter culture. *Meat Science* 76, 295-307.
- Chiavaro, E., A. Lepiani, F. Colla, P. Bettoni, E. Pari, E. Spotti (2002):** Ochratoxin A determination in ham by immunoaffinity clean-up and a quick fluorometric method. *Food Additives and Contaminants* 19, 575-581.
- Comi, G., S. Orlić, S. Redžepović, R. Urso, L. Iacumin (2004):** Moulds isolated from Istrian dried ham at the pre-ripening and ripening level. *International Journal of Food Microbiology* 96, 29-34.
- Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006** setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L 364/5-24.
- Commission Regulation (EU) No 105/2010** amending Regulation No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards ochratoxin A. *Official Journal of the European Union*, L 35/7-8.
- Dall'Asta, C., G. Galaverna, T. Bertuzzi, A. Moseriti, A. Pietri, A. Dossena, et al. (2010):** Occurrence of ochratoxin A in raw ham muscle, salami and dry-cured ham from pigs fed with contaminated diet. *Food Chemistry* 120, 978-983.
- De Campos, R.M., L.E. Hierro, J.A. Ordóñez, T.M. Bertol, N.N. Terra, L. de la Hoz (2007):** Fatty acids and volatile compounds from salami manufactured with yerba mate (*Ilex paraguariensis*) extract and pork back fat and meat from pigs fed on diets with partial replacement of maize with rice bran. *Food Chemistry* 103, 1159-1167.
- Del Nobile, M.A., A. Conte, A.L. Incoronato, O. Panza, A. Sevi, R. Marino (2009):** New strategies for reducing the pork backfat content in typical Italian salami. *Meat Science* 81, 263-269.
- Enser, M., K. Hallett, B. Hewett, G.A.J. Fursey, J.D. Wood (1996):** Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. *Meat Science* 44, 443-458.
- Fernández, M., H.A. Ordóñez, I. Cambero, C. Santos, C. Pin, L. De la Hoz (2007):** Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chemistry* 101 107-112.
- Frece, J., K. Markov, D. Kovačević (2010):** Determination of indigenous microbial populations, mycotoxins and characterization of potential starter cultures in Slavonian kulen. *Meso* 2, 92-99.
- Herzallah, S.M. (2009):** Determination of aflatoxins in eggs, milk, meat and meat products using HPLC fluorescent and UV detectors. *Food Chemistry* 114, 1141-1146.
- Iacumin, L., L. Chiesa, D. Boscolo, M. Manzano, C. Cantoni, S. Orlić et al. (2009):** Moulds and ochratoxin A on surfaces of artisanal and industrial dry sausages. *Food Microbiology* 26, 65-70.
- ISO 12966-4:2015** Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 4: Determination by capillary gas chromatography.
- ISO 1442:1997** Meat and meat products - Determination of moisture content.
- ISO 1443:1973** Meat and meat products - Determination of total fat content.

ISO 3100-1:1991 Meat and meat products - Sampling and preparation of test samples - Part 1: Sampling.

ISO 936:1998 Meat and meat products - Determination of total ash.

ISO 937:1978 Meat and meat products - Determination of nitrogen content.

Jiménez-Colmenero, F., J. Carballo, S. Cofrades (2001): Healthier meat and meat products: their role as functional food. *Meat Science* 59, 5-13.

Jiménez-Colmenero, F., J. Ventanas, F. Toldrá (2010): Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. *Meat Science* 84, 585-593.

Jurado, Á., C. García, M.L. Timón, A.I. Carrapiso (2008): Improvement of dry-cured Iberian ham sensory characteristics through the use of a concentrate high in oleic acid for pig feeding. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 47, 195-203.

Markov, K., J. Pleadin, M. Bevardi, N. Vahčić, D. Sokolić-Mihalek, J. Frece (2013): Natural occurrence of aflatoxin B₁, ochratoxin A and citrinin in Croatian fermented meat products. *Food Control* 34, 312-317.

Moretti, V.M., G. Madonia, C. Diaferia, T. Mentasti, M.A. Paleari, S. Panseri, G. Pirone, G. Gandini (2004): Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat Science* 66, 845-854.

Muguerza, E., D. Ansorena, I. Astiasaran (2004): Functional dry fermented sausages manufactured with high levels of n-3 fatty acids: nutritional benefits and evaluation of oxidation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84, 1061-1068.

Nieto G., G. Ros (2012): Modification of fatty acid composition in meat through diet: effect on lipid peroxidation and relationship to nutritional quality - A review. In: *Lipid peroxidation*. Chapter 12. Catala A. (ed), DOI: 10.5772/51114

Ockerman, H. W., F.J.C Sanchez, F. L. Crespo (2000): Influence of molds on flavor quality of Spanish ham. *Journal of Muscle Foods*, 11, 247-259.

Olivares, A., J.L. Navarro, M. Flores (2011): Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages. *Meat Science* 87, 264-273.

Pavičić, Ž. (2004): Homemade sausages from making up to dishes. *Gospodarski list*. Zagreb.

Pelser, W.M., J.P.H. Linssen, A. Legger, J.H. Houben (2007): Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science* 75, 1-11.

Peršič, N., J. Pleadin, D., Kovačević, G. Scortichini, S. Milone (2014): Ochratoxin A in raw materials and cooked meat products made from OTA-treated pigs. *Meat science* 96, 203-210.

Pietri, A., T. Bertuzzi, A. Gualla, G. Piva (2006): Occurrence of ochratoxin A in raw ham muscles and in pork products from Northern Italy. *Italian Journal of Food Science* 18, 99-106.

Pleadin, J., G. Krešić, T. Barbir, M. Petrović, I. Milinović, D. Kovačević (2014a): Changes in basic nutrition and fatty acid composition during production of „Slavonski kulen“. *Meso* 16, 514-519.

Pleadin, J., L. Demšar, T. Polak, D. Kovačević (2014b): Količina aflatoxina B₁ i okratoksina A u hrvatskim i slovenskim tradicionalnim mesnim proizvodima. *Meso* 16, 480-486.

Pleadin, J., M. Malenica Staver, N. Vahčić, D. Kovačević, S. Milone, L. Saftić, G. Scortichini (2015b): Survey of aflatoxin B₁ and ochratoxin A occurrence in traditional meat products coming from Croatian households and markets. *Food control* 52, 71-77.

Pleadin, J., N. Peršič, D. Kovačević, N. Vahčić, G. Scortichini, S. Milone (2013): Ochratoxin A in traditional dry-cured meat products produced from subchronic exposed pigs. *Food additives and contaminants Part A* 30, 1837-1848.

Pleadin, J., N. Vahčić, M. Malenica Staver, G. Krešić, T. Bogdanović, T. Lešić, I. Raspović, D. Kovačević (2015a): Sezonske varijacije u sastavu masnih kiselina Istarskog i Dalmatinskog pršuta. *Meso* 17, 428-434.

Raters, M., R. Matissek (2008): Thermal stability of aflatoxin B₁ and ochratoxin A. *Mycotoxin Research* 24, 130-134.

Rodríguez, A., M. Rodríguez, A. Martín, F. Nuñez, J.J. Córdoba (2012): Evaluation of hazard of aflatoxin B₁, ochratoxin A and patulin production in dry-cured ham and early detection of producing moulds by qPCR. *Food Control* 27, 118-126.

Rubio, B., B. Martínez, M.J. Sánchez, M.D. García-Cachán, J. Rovira, I. Jaime (2007): Study of the self life of dry fermented sausage "salchichon" made from raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and stored under modified atmospheres. *Meat Science* 76, 128-137.

Siciliano, C., E. Belsito, R. De Marco, M.L. DiGioia, A. Leggio, A. Liguori (2013): Quantitative determination of fatty acid chain composition in pork meat products by high resolution 1H NMR spectroscopy. *Food Chemistry* 136, 546-554.

Spotti, E., E. Chiavaro, A. Lepiani, F. Colla (2001): Mould and ochratoxin A contamination of pre-ripened and fully ripened hams. *Industria Conserve*, 76, 341.

Valencia, I., D. Ansorena, I. Astiasaran (2006): Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science* 72, 727-733.

Valsta, L.M., H. Tapanainen, S. Mannisto (2005): Meat fats in nutrition. *Meat Science* 70, 525-530.

Visessanguan, W., S. Benjakul, S. Riebroy, M. Yarchai, W. Tapingkae (2006): Changes in the lipid composition and fatty acid profile of Nham, a Thai fermented pork sausage, during fermentation. *Food Chemistry* 94, 580-588.

Wood, J.D., M. Enser, A.V. Fisher, G.R. Nute, P.R. Sheard, R.I. Richardson, S.I. Hughes, F.M. Whittington (2008): Fat deposition, fatty acids composition and meat quality: A review. *Meat Science* 78, 343-358.

Wood, J.D., R.I. Richardson, G.R. Nute, A.V. Fisher, M.M. Campo, E. Kasapidou, P.R. Sheard, M. Enser (2004): Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science* 66, 21-32.

Woods, V.B., A.M. Fearon (2009): Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. *Livestock Science* 126, 1-20.

Dostavljeno: 11.5.2017.

Prihvaćeno: 19.6.2017.



TASTE THE FUTURE

KÖLN, 07.-11.10.2017



Chemische Zusammensetzung und Anwesenheit von Schimmelpilzgiften in traditionellen Fleischprodukten, die von Bauernhöfen aus Bosnien und Herzegowina stammen

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit bestand in der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung und der Anwesenheit von Schimmelpilzgiften in traditionellen Fleischprodukten, die von Bauernhöfen aus Bosnien und Herzegowina stammen. Im Zeitraum von 2015 bis 2016 wurden insgesamt 55 Stichproben von traditionellen Fleischprodukten genommen, davon 25 Schweinefleischwürste, 15 Würste aus gemischtem Schweine- und Rindfleisch, 7 Speckproben und 8 Proben von luftgetrocknetem Rohschinken. Die grundlegende chemische Zusammensetzung und der Anteil an Fettsäuren wurde anhand von ISO-Methoden ermittelt, während der Gehalt an Aflatoxin B₁ (AFB₁) und Ochratoxin A (OTA) durch die Anwendung von antikörperbasierten Nachweisverfahren (ELISA) ermittelt wurde. Die Ergebnisse wiesen Variationen in Bezug auf die Werte chemischer Parameter bei traditionellen Fleischprodukten auf, mit einem bedeutend höheren ($p < 0,05$) Anteil der Stearinsäure und einem niedrigeren Anteil der Linolsäure in Würsten, die aus einer Mischung von Schweine- und Rindfleisch hergestellt wurden im Vergleich zu reinen Schweinefleischprodukten. Ochratoxin A wurde in 7 Proben unterschiedlicher Produkte mit einer maximalen Konzentration von 6,20 µg/kg ermittelt, während AFB₁ nur in einer Schweinefleischwurst mit einer Konzentration kaum über dem Limit der Quantifizierungsmethode (1,91 µg/kg) festgestellt wurde. Die festgestellte Kontaminierung von traditionellen Fleischprodukten durch Schimmelpilzgifte, insbesondere OTA, weist darauf hin, dass zur Vorbeugung der Kontaminierung das Fleisch und Fleischprodukte auf den Bauernhöfen unter standardisierten und streng kontrollierten Bedingungen hergestellt werden sollten.

Schlüsselwörter: chemische Zusammensetzung, Aflatoxin B₁, Ochratoxin A, traditionelle Fleischprodukte, Bauernhöfe, Bosnien und Herzegowina

La composición química y la manifestación de los micotoxinas en productos cárnicos tradicionales de los hogares de Bosnia y Herzegovina

RESUMEN

El fin de este trabajo fue investigar la composición química y la manifestación de los micotoxinas en productos cárnicos tradicionales (PCT) de los hogares de Bosnia y Herzegovina. En el período entre 2015 y 2016 fueron tomadas 55 muestras de productos cárnicos tradicionales, entre cuales fueron 25 salchichas de carne de cerdo, 15 salchichas de la mezcla de carne de cerdo y carne bovina, 7 muestras de panceta y 8 muestras de jamón. La composición básica química y la composición de ácidos grasos fueron determinadas por el método ISO, mientras los niveles del aflatoxina (AFB₁) y del ocratoxina A (OTA) fueron determinados por los métodos inmunoenzimáticos ELISA. Los resultados mostraron fluctuaciones en los valores de los parámetros químicos entre los PCT, con la proporción del ácido esteárico significativamente más alta ($p < 0,05$) y con la proporción más baja del ácido linoléico en las salchichas hechas de la mezcla de carne de cerdo y carne bovina, con respecto a los PCT hechos enteramente de la carne de cerdo. El OTA fue determinado en 7 muestras de diferentes tipos de productos con la concentración más alta 6,20 µg/kg, mientras el AFB₁ fue encontrado solamente en una salchicha de carne de cerdo, con ligera diferencia entre la concentración y el límite de cuantificación (1,91 µg/kg). La determinada contaminación de los PCT por los micotoxinas, especialmente por el OTA, muestra que la carne y los productos cárnicos de los hogares deberían ser producidos bajo condiciones estandarizadas y bien controladas con el fin de prevenir la contaminación.

Palabras claves: composición química, aflatoxina B₁, ocratoxina A, productos cárnicos tradicionales, hogares, Bosnia y Herzegovina

Composizione chimica e presenza delle micotossine nei prodotti tradizionali a base di carne prodotti in ambito domestico nella Bosnia e Erzegovina

SUNTO

Lo studio aveva lo scopo di analizzare la composizione chimica e la presenza delle micotossine nei prodotti tradizionali a base di carne (PTC) prodotti in ambito domestico nella Bosnia e Erzegovina. Tra il 2015 e il 2016 è stato eseguito il campionamento di 55 prodotti tradizionali a base di carne, di cui 25 salsicce prodotte con carne suina, 15 salsicce prodotte con carne suina e bovina, 7 campioni di pancetta e 8 campioni di prosciutto crudo. La composizione chimica e degli acidi grassi è stata stabilita con l'applicazione del metodo ISO, mentre i livelli dell'aflatoxina B₁ (AFB₁) e dell'ocratossina A (OTA) sono stati accertati mediante il test immunoenzimatico ELISA. I risultati hanno evidenziato variazioni nei valori dei parametri chimici tra PTC, con una presenza molto significativa ($p < 0,05$) di acido stearico ed una minore presenza dell'acido linoleico nelle salsicce prodotte con carne suina e bovina, rispetto ai PTC prodotti integralmente con carne suina. La presenza della OTA è stata accertata in 7 campioni di differenti tipi di prodotto, con una concentrazione massima di 6,20 µg/kg, mentre la presenza della AFB₁ è stata riscontrata solo in un campione di salsiccia prodotta con carne suina, avente una concentrazione di pochissimo superiore al limite del metodo impiegato per la quantificazione (1,91 µg/kg). Accertata la presenza di micotossine nei PTC, in particolare delle OTA, si ritiene necessario che la carne e i prodotti a base di carne prodotti in ambito domestico, al fine di prevenire la contaminazione, siano prodotti in condizioni standardizzate e rigidamente controllate.

Parole chiave: composizione chimica, aflatoxina B₁, ocratoxina A, prodotti tradizionali a base di carne, ambito domestico, Bosnia e Erzegovina