

Utvrđivanje prisustva mesno-koštanog brašna poreklom od goveda u hrani za životinje primenom tri različita komercijalna imunohemijska testa

Nešić Ksenija¹, Pavlović Nikola¹, Jojić-Maličević Ljiljana¹

S a d r Ź a j: Zabrana upotrebe mesno-koštanog brašna (MKB) u hrani za životinje dovela je do značajnog smanjenja broja slučajeva spongiformne encefalopatije goveda (BSE). Trenutno je propisima Evropske unije optička mikroskopija priznata kao jedina referentna metoda za detekciju obrađenih animalnih proteina u hrani za životinje. Evropskom legislativom se, takođe, predviđa da bi uz klasičnu mikroskopiju mogli da budu primenjeni i drugi laboratorijski testovi, ukoliko bi pružali mogućnost za utvrđivanje porekla animalnih sastojaka. Iz tog razloga, razvijene su različite alternativne ili komplementarne tehnike, a među njima najperspektivnije su PCR (Polymerase Chain Reaction), NIR (Near infrared) mikroskopija, kao i imunohemijske metode. U radu je dat komparativni prikaz rezultata dobijenih ispitivanjem 27 uzoraka hrane za životinje na prisustvo mesno-koštanog brašna poreklom od goveda, primenom tri različita komercijalna imunohemijska testa. Iako je princip testova zasnovan na detekciji termostabilnog mišićnog proteina goveda Troponina-I, utvrđene su različite karakteristike upotrebljenih dijagnostičkih kitova: od limita detekcije na nivou 0,5% govedeg proteina u hrani za životinje i tačnosti, senzitivnosti i specifičnosti od 100%, pa sve do potpune nesenzitivnosti. Cilj rada bio je da se ukaže na moguće propuste neadekvatnog izbora testa za kontrolu hrane za životinje, kao i značaj postupaka validacije i verifikacije laboratorijskih metoda. Takođe je utvrđeno da apsolutan transfer metoda, namenjenih za ispitivanje namirnica animalnog porekla, na hranu za životinje, kao srodan matriks, nije uvek moguć.

Ključne reči: BSE, govedji protein, hrana za životinje, imunohemijske metode

Uvod

Sve do izbivanja epidemije spongiformne encefalopatije goveda (BSE), poznatije kao „bolest ludih krava“, dijagnostikovane u Velikoj Britaniji 1986. godine, u razvijenim zemljama sa intenzivnom stočarskom proizvodnjom u ishrani svih farmских životinja upotrebljavana su hraniva animalnog porekla. Međutim, kada je utvrđeno da se ova bolest prenosi putem hrane, preko infektivnog proteina preživara prerađenog u mesno-koštanom brašnu (MKB), jedna od najvažnijih mera za iskorenjivanje bolesti bilo je uspostavljanje zakonske regulative kojom se sprečava ulazak ovih hraniva u lanac ishrane (WHO, 2002; European Commission, 2005; 2010). U Evropi je 1994. godine prvi put zvanično zabranjeno korišćenje svih vrsta mesnog i mesno-koštanog brašna u obrocima za preživare, a 2001. godine ova zabrana proširena je i na druge farmske životinje (EFSA, 2011), dok se

u Srbiji ovaj propis primenjuje od aprila 2011. godine (Pravilnik o utvrđivanju mera ranog otkrivanja i dijagnostike zarazne bolesti transmisivnih spongiformnih encefalopatija, načinu njihovog sprovođenja, kao i merama za sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje ove zarazne bolesti, Sl. glasnik RS 96/2010).

Kao jedna od mera kontrole BSE rizika, hrana za životinje redovno se ispituje na prisustvo sastojaka animalnog porekla. Međutim, neophodno je da se postojeće laboratorijske metode stalno unapređuju u cilju povećanja osetljivosti, ali i potrebe za identifikacijom vrste životinja od kojih komponente hrane potiču, s obzirom na mogućnost da se MKB vrati u upotrebu uz zabranu korišćenja proteina poreklom od iste vrste, tzv. „intra-species recycling“ (Regulation (EC) No 1774/2002). U ove svrhe ispitivane su različite metode, ali najviše pažnje analitičara zaoкупile su metode mikroskopije, PCR i imunohemijski testovi (Fumiere i dr., 2009).

Napomena: Rezultati rada proistekli su iz projekta III 46009, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja u periodu 2011–2014. godine.

¹Naučni institut za veterinarstvo Srbije, Autoput 3, 11070 Beograd, Republika Srbija.

Princip imunoloških metoda zasniva se na reakciji između antitela u testu i antigena u uzorku, koji su, u ovom slučaju specifični somatski proteini životinja obrađeni kao mesno-koštano brašno. Komercijalno su dostupni ELISA (*enzyme-linked immunosorbent assay*) kitovi različitih proizvođača, kao i tehnika „dipstick“ lateralnog toka. Za razliku od ELISA metode koja zahteva laboratorijske uslove i čitač mikroploča, „dipstick“ može da bude terenska tehnika za koju nisu potrebni ni specifična oprema, niti visoko obučeno osoblje. Sve ove metode koriste antitela za termostabilne antigene, uglavnom mišićne troponine, koji prolaze procese obrade u uslovima sterilizacije pod pritiskom pare od 3 bara, pri temperaturi od 133°C, tokom 20 minuta (Van Raamsdonk i dr., 2007).

Mada su na tržištu dostupni različiti kitovi za ispitivanje namirnica radi utvrđivanja porekla animalnog materijala, svežeg ili tretiranog na nižim temperaturama, intenzivna ispitivanja su pokazala da je odgovor dobijen ELISA metodom veoma slab kada je potrebno detektovati proteine obrađene u propisanim uslovima sterilizacije u hrani za životinje (Hofmann i dr., 1995). Takođe, istraživači poput Pallorini i dr. (2001) i Von Holst-a i dr. (2001) potvrdili su ove rezultate ispitujući uticaj varijacije i uslova sterilizacije, kao što su temperatura ili trajanje tretmana, na odgovor primenjene imunološke metode.

Iz tog razloga, među mnogim prednostima imunoloških metoda, kao što su jednostavna primena, finansijska dostupnost i veliki broj uzoraka koji je za kratko vreme moguće ispitati, prisutni su i nezamislivi nedostaci. Naime, pozitivni rezultati zahtevaju konfirmaciju nekom drugom metodom, a česta je i pojava lažno negativnih rezultata usled nemogućnosti detekcije visoko obrađenih proteina u mesno-koštanom brašnu i visokog limita detekcije, što je i zaključeno u poslednjem objavljenom naučnom mišljenju EFSA (2011). U ovom radu prikazani su rezultati uporednog ispitivanja 3 različita imunohemijska kita, dostupna na našem tržištu, za utvrđivanje prisustva termostabilnih proteina iz mesno-koštanog brašna poreklom od goveda, sa ciljem da se ukaže na moguće propuste neadekvatnog izbora testa za kontrolu hrane za životinje, kao i značaj postupaka validacije i verifikacije laboratorijskih metoda.

Materijal i metode

Utvrđivanje prisustva mesno-koštanog brašna poreklom od goveda u hrani za životinje za potrebe komparacije komercijalnih imunohemijskih testova, izvršeno je na ukupno 25 uzoraka uz jednu pozitiv-

nu kontrolu i dva „blank“ uzorka. U laboratorijskim uslovima 5 uzoraka bilo je obogaćeno goveđim mesno-koštanom brašnom, dok je ostalih 20 ispitanih uzoraka bilo deklarirano da sadrže proteine poreklom od goveda. Za veštačku kontaminaciju uzorka upotrebljene su dve vrste mesno-koštanog brašna, koje je proizvedeno pod različitim termičkim uslovima, i to: MKB A, pri temperaturi od 133°C i MKB B, pri temperaturi od 137°C. Dodavanjem odgovarajuće količine ovih sastojaka hrani za životinje i potpunom homogenizacijom u blenderu, bez mogućnosti unakrsne kontaminacije, dobijeni su uzorci poznatih koncentracija, od 0,5 do 2% proteina poreklom od goveda:

- uzorak sa 1% MKB A (133°C)
- uzorak sa 1% MKB B (137°C)
- uzorak sa 2% MKB A (133°C)
- uzorak sa 2% MKB B (137°C)
- uzorak sa 0,5% MKB A (133°C)

Uzorci su ispitani primenom tri kvalitativna imunohemijska komercijalna testa, prema uputstvu proizvođača, i to dva ELISA kita (Melisa-tek, ELISA Technologies, USA [TEST 1] i Biokits, Gen-Probe Life Sciences Ltd, UK [TEST 2]) i jedan imunohromatografski test lateralnog toka (Reveal for Ruminant in Feed, Neogen Corporation, USA [TEST 3]). Svi navedeni testovi zasnivaju se na principu detekcije termostabilnog mišićnog proteina goveda Troponina-I.

U radu je primenjena statistička obrada podataka za kvalitativne metode i za svaki od primenjenih testova određeni su tačnost, senzitivnost, specifičnost i limit detekcije (Isenberg, 2004).

Rezultati i diskusija

U tabeli 1 prikazani su rezultati ispitivanja uzoraka kojima su dodate obogaćene različite količine mesno-koštanog brašna poreklom od goveda, koje je proizvedeno na različitim temperaturama sterilizacije (133°C i 137°C).

Prisustvo „target“ proteina utvrđeno je u „obogaćenim“ uzorcima svih koncentracija (od 100% do 0,5%), kao i izostanak pozitivne reakcije za „blank“ uzorak, i to primenom Melisa-tek [TEST 1] i Reveal testa [TEST 3]. Na ovaj način postignut je limit detekcije na nivou 0,5% prisustva termički visoko tretiranog goveđeg materijala u hrani za životinje, što je i ispod LD koji je proizvođač deklarirao. U ova dva ispitivanja su tačnost, senzitivnost i specifičnost bile na najvišem nivou i iznosile su 100% ispravno

Tabela 1. Rezultati ispitivanja uzoraka poznatih nivoa kontaminacije
Table 1. Results of the investigation of samples of known levels of contamination

Uzorci/Samples	Oznaka testa/Test designation		
	[TEST 1]	[TEST 2]	[TEST 3]
1% MKB A/MBM A	+	–	+
1% MKB B/MBM B	+	–	+
2% MKB A/MBM A	+	–	+
2% MKB B/MBM B	+	–	+
0.5% MKB A/MBM A	+	–	+
100% MKB A/MBM A	+	–	+
BLANK 1	–	–	–

Legenda/Legend: Utvrđen goveđi protein u uzorku/ Identified bovine protein in the sample(+); nije utvrđen goveđi protein u uzorku/
 Bovine protein not identified in the sample (–)

detektovanih uzoraka i ispravno kategorizovanih na pozitivne i negativne.

Međutim, primenom drugog ELISA kita – Biokits [TEST 2] potpuno je izostala reakcija za sve nivoe koncentracije mesno-koštanog brašna, pa čak i za kontrolu koja je dobijena ekstrakcijom čistog (100%) uzorka ovog hraniva. Na taj način za sve pozitivne uzorke dobijeni su lažno negativni rezultati, pa je ova procedura pokazala apsolutnu nesenzitivnost.

Analizom 20 uzoraka hrane za životinje (tabela 2) deklariranih da u svom sastavu sadrže materijal poreklom od goveda (nepoznatih nivoa kontaminacije) dobijeni su sledeći rezultati: Reveal testom [TEST 3] postignuti su tačnost, senzitivnost i specifičnost na nivou 100%. Melisa-tek ELISA kitom [TEST 1] u jednom uzorku od 20 ispitivanih nije detektovano prisustvo goveđeg proteina, što je protumačeno kao lažno negativan rezultat, a samim tim tačnost i senzitivnost ovog dijagnostičkog kita, procenjujući na ukupan broj uzoraka, iznosio je preko 96%. ELISA Biokits testom [TEST 2] za sve uzorke hrane za životinje koji su u svom sastavu sadržavali mesno-koštano brašno poreklom od goveda dobijeni su lažno negativni rezultati, pa je definitivno utvrđena nesenzitivnost kita za ove namene.

S obzirom na najavljene izmene propisa Evropske unije, u skladu sa zahtevima tehnološke i nutricionističke prakse, da se uskoro ponovo uključi mesno-koštano brašno u obroke farmских životinja, u svetu postoje brojni pokušaji da se sa analitičkog aspekta omogući odgovarajuća kontrola bezbednosti hrane za životinje. Među različitim metodama koje bi mogle da se primenjuju u ove svrhe, jedan broj autora ispitivao je i mogućnosti primene imunohemijskih testova.

Tako su Boix *i dr.* (2004) i Myers *i dr.* (2005) Neogenovim Reveal-om postigli senzitivnost na nivou 0,5%, što je u skladu sa rezultatom navedenim u tabeli 1. Međutim, u njihovim analizama neki „blanko“ uzorci su pogrešno klasifikovani kao pozitivni, a kao moguće tumačenje navodi se prisustvo životinjskih masti. Međutim, u literaturi se ističe da „dipstick“ tehnika može dobro da se koristi kao „screening“, a da se za pozitivne uzorke primenjuje konfirmativna metoda. Tokom validacije drugog „dipstick“ testa koji se zasniva na detekciji vezivnog tkiva poreklom od različitih vrsta sisara (Feed-check SDI) broj lažno negativnih rezultata je bio visok (30–50%), a ispoljila se i unakrsna reaktivnost sa ribljim brašnom, mada je limit detekcije bio na zadovoljavajućem nivou od 0,1% MKB (Myers *i dr.*, 2005; Fumiere *i dr.*, 2009).

Chen *i dr.*, su 2004. godine koristeći par monoklonskih antitela (Mabs) za skeletni troponin I (TnI) napravili ELISA sistem za utvrđivanje prisustva muskulature goveda i ovaca u hranivima. Kvantitativna ispitivanja vršena su na uzorcima kontaminiranim sa po 5; 0,5 i 0,05% nedozvoljenih materijala tretiranih pri temperaturi od 132°C, pod pritiskom od 2 bara, tokom 2 sata, i to uz istovremeno prisustvo živinskog i svinjskog MKB. Utvrđen je limit detekcije 5,0 ng/ml, za goveđi TnI i 4,0 ng/ml za ovčiji TnI. Kim *i dr.* su 2004. i 2005. godine za detekciju zabranjenog mesno-koštanog brašna u hrani za životinje proizveli monoklonska antitela za termostabilni h-kaldesmon iz goveđe crevne glatke muskulature. Na ovaj način su uspeali da dokažu prisustvo MKB u količini od 0,05% u hrani za životinje, koristeći snažni afinitet ovih antitela prema crevnom glatkomišićnom materijalu sterilisanom pri temperaturi od 130°C. Rao *i Hsieh* (2008) su dizajnirali monoklonska antitela za kvantitativno određivanje

Tabela 2. Rezultati ispitivanja uzoraka deklariranih da sadrže MKB poreklom od goveda
Table 2. Results of samples declared to contain MBM originating from cattle

Uzorci/Samples	Oznaka testa/Test designation		
	[TEST 1]	[TEST 2]	[TEST 3]
1	+	-	+
2	+	-	+
3	+	-	+
4	+	-	+
5	+	-	+
6	+	-	+
7	-	-	+
8	+	-	+
9	+	-	+
10	+	-	+
11	+	-	+
12	+	-	+
13	+	-	+
14	+	-	+
15	+	-	+
16	+	-	+
17	+	-	+
18	+	-	+
19	+	-	+
20	+	-	+
BLANK 2	-	-	-

Legenda/Legend: Utvrđen goveđi protein u uzorku/Identified bovine protein in the sample (+); nije utvrđen goveđi protein u uzorku/
 Bovine protein not identified in the sample (-)

prisustva krvi preživara (goveda i ovaca) u termički obrađenom mesu i hrani za životinje, idući do nivoa osetljivosti od 0,5% krvnog brašna u sojinoj sačmi. Međutim, mali broj komercijalnih kompanija razvijao je ELISA kitove za detekciju visoko obrađenih životinjskih proteina. Osim testova prikazanih u ovom radu, u literaturi se pominje i „Antibody-shop“ kit iz Danske za otkrivanje goveđih proteina u MKB, hranivima i ribljem brašnu, ali je ovaj kit dao veliki broj lažno negativnih rezultata (Fumiere i dr., 2009), pa nisu potvrđeni rezultati predvalidacionih ispitivanja koje su sproveli Boix i dr. (2004).

Iz literature je poznato da imunološke metode karakteriše nedovoljna pouzdanost za utvrđivanje prisustva sastojaka animalnog porekla u hra-

ni za životinje (Fumiere i dr., 2009; Cawthraw i dr., 2009; EFSA, 2011), što je potvrđeno i u ispitivanjima prikazanim u tabelama 1 i 2, naročito za ELISA kit Biokits. Mada se u uputstvu ovog kita navodi da je namenjen i za ispitivanje hrane za životinje, ipak je istaknuto da test nije validovan u ove svrhe i da je prvenstveno namenjen za detekciju vrste mesa i proizvoda od mesa tretiranih pri temperaturi kuvanja (100°C). Takođe brojni empirijski podaci ukazuju na uspešnost primene imunohemijskih metoda za utvrđivanje vrste proteina u namirnicama animalnog porekla u kojima su, u poređenju sa tehnologijom proizvodnje mesno-koštanog brašna za upotrebu u hrani za životinje, procesi termičke obrade daleko blaži (Nešić, 2011)

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata može da se zaključi da imunohemijske metode mogu da posluže kao „screening“ metode za dokazivanje prisustva proteina poreklom od goveda u hrani za životinje, ali uz veoma pažljiv izbor između dostupnih komercijalnih kitova. Naime, uprkos navodima proizvođača, tek adekvatnom internom kontrolom kvaliteta u laboratoriji i postupcima verifikacije ili validacije

metode moguće je obezbediti potreban nivo poverenja u rezultate ispitivanja. Svaki pogrešan izbor tehnike i postupka ispitivanja može da ima pogubne posledice po bezbednost hrane za životinje, a samim tim i bezbednost hrane za ljude. Takođe je potrebno da se istakne da apsolutan transfer metoda, namenjenih za ispitivanje namirnica animalnog porekla, na hranu za životinje, kao srodan matriks, nije uvek moguć, te da je neophodno paralelno razvijati tehnike za ove, često različite, vrste kontrole.

Literatura

- Boix A., von Holst C., Baeten V., Berben G., Vancutsem J., 2004.** Determination of processed animal proteins (PAPs) including meat and bone meal (MBM) in feed. Part I: Intercomparison study for the determination of PAPs in feed using microscopy. Part II: Prevalidation study for the detection of PAPs in feed by immunoassays. Geel, Belgium: JRC-IRMM.
- Cawthraw S., Saunders G. C., Martin T. C., Sawyer J., Windl O., Reaney S. D., 2009.** Real-Time PCR Detection and identification of prohibited mammalian and avian material in animal feeds. *Journal of Food Protection*, Vol. 72, No 5, 58–65.
- Chen F. C., Hsieh Y. H. P., Bridgman R. C., 2004.** Monoclonal antibody based sandwich enzyme linked immunosorbent assay for sensitive detection of prohibited ruminant proteins in feedstuffs. *Journal of Food Protection*, Vol. 67, No. 3, 544–549.
- EFSA 2011.** Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Scientific Opinion on the revision of the quantitative risk assessment (QRA) of the BSE risk posed by processed animal proteins (PAPs). *EFSA Journal* 9, 1947.
- European Commission, 2005.** The TSE Roadmap, http://ec.europa.eu/food/food/biosafety/bse/roadmap_en.pdf
- European Commission, 2010.** The TSE Road map 2 http://eur-lex.europa.eu/Result.do?arg0=The+TSE+Road+map+2&arg1=&arg2=&titre=titretexte&chlang=en&RechType=RECH_mot&Submit=Search
- Fumiere O., Veys P., Boix A., von Holst C., Baeten V. and Berben G., 2009.** Methods of detection, species identification and quantification of processed animal proteins in feedingstuffs. *Biotechnology Agronomy Society and Environment*, Vol 13, 59–70.
- Hofmann K., Fischer K., Müller E., Kemper V., 1995.** Versuche zum Nachweis der Erhitzungseffektivität bei Fleischkonserven und Tiermehlen. *Fleischwirtschaft*, 75 (10), 1227–1231.
- Isenberg H. D., 2004.** *Clinical Microbiology Procedures Handbook*. 2nd ed. ASM Press, USA.
- Kim S. H., Huang T. S., Seymour T. A., Wei C. I., Kempf S. C., Bridgman C. R., Clemens R. A., An H., 2004.** Production of monoclonal antibody for the detection of meat and bone meal in animal feed. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 52, 7580–7585.
- Kim S. H., Huang T. S., Seymour T. A., Wei C. I., Kempf S. C., Bridgman C. R., Momcilovic D., Clemens R. A., An H., 2005.** Development of immunoassay for detection of meat and bone meal in animal feed. *Journal of Food Protection*, 68, 9, 1860–1865.
- Myers M. J., Yancy H. F., Farrell D. E., Washington J. D., Frobish R. A., 2005.** Evaluation of two commercial lateral-flow test kits for detection of animal proteins in animal feed. *Journal of Food Protection*, 68, 12, 2656–2664.
- Nešić K., 2011.** Utvrđivanje prisustva sastojaka animalnog porekla u hrani za goveda. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, 1–167.
- Pallorini L., Björklund E., von Holst C., Unglaub W., 2001.** Determination of rendering plant sterilization conditions using a commercially available ELISA test kit developed for detection of cooked beef. *Journal of AOAC International*, 84, 6, 1844–1890.
- Pravilnik o utvrđivanju mera ranog otkrivanja i dijagnostike zarazne bolesti transmisivnih spongioformnih encefalopatija, načinu njihovog sprovođenja, kao i merama za sprečavanje širenja, suzbijanje i iskorenjivanje ove zarazne bolesti, 2010.** Službeni glasnik RS, br. 96/2010.
- Rao Q., Hsieh Y.-H. P., 2008.** Competitive enzyme linked immunosorbent assay for quantitative detection of bovine blood in heat-processed meat and feed. *Journal of Food Protection*, Vol. 71, No. 5, 1000–1006.
- Regulation (EC) No 1774/2002 of the European Parliament and of the Council of 3 October 2002 laying down health rules concerning animal by-products not intended for human consumption, 2002.** Official Journal of European Communities, L 273, 1–95.
- Van Raamsdonk L. W. D., Von Holst C., Baeten V., Berben G., Boix A., de Jong J., 2007.** New developments in the detection and identification of processed animal proteins in feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 133, 63–83.
- Von Holst C., Unglaub W., Anklam E., 2001.** Post process product control of rendering plant sterilization conditions by ELISA. *Journal of AOAC International*, 84, 6, 1793–1799.
- WHO 2002.** Understanding the BSE threat. www.who.int/food-safety/publications/foodborne_disease/bse/en

Identification of the presence of meat-bone meal derived from cattle in animal feed using three different commercial immunochemical tests

Nešić Ksenija, Pavlović Nikola, Jojić-Maličević Ljiljana

S u m m a r y: Ban on use of meat-bone meal (MBM) in animal feed led to a significant reduction in the number of cases of bovine spongiformne encephalopathy (BSE). Currently, by Regulations of the European Union, the optical microscopy is recognized as the only reference method for the detection of processed animal proteins in animal feed. European legislation also anticipates that with conventional microscopy other laboratory tests can be applied, should they provide the ability to determine the origin of animal ingredients. For this reason, a variety of alternative or complementary techniques have been developed, including the most promising PCR (Polymerase Chain Reaction), NIR (Near Infrared) microscopy, and immunochemical methods. In this paper a comparative analysis of the results obtained by testing 27 samples of feed for the presence of meat-bone meal derived from cattle, using three different commercial tests is presented. Even though the principle of immunochemical tests is based on detection of thermostable bovine muscle protein, Troponin-I, various characteristics of diagnostic kits used were determined: the limit of detection at the level of 0.5% of bovine protein in animal feed and the accuracy, sensitivity and 100% specificity, up to complete unsensitivity. Objective of the study was to show the possible failures of inadequate test choice for the control of animal feed and the importance of validation and verification of laboratory methods. Also, it was established that an absolute transfer of methods intended for the analysis of food products of animal origin to animal feed, as related matrix, is not always possible.

Keywords: BSE, bovine protein, animal feed, immunochemical methods.

Rad primljen: 4.09.2012.

Rad ispravljen: 9.10.2012.

Rad prihvaćen: 10.10.2012.

Ispravka u časopisu Tehnologija mesa vol. 53, broj 1/2012.

U časopisu Tehnologija mesa vol. 53, br.1 u 2012. godini objavljen je rad „Uzgoj brojlerskih pilića u industrijskom živinarstvu“ autora Maslić-Strižak Danke, Spalević Ljiljane, Rašeta Mladena, Branković Lazić Ivane, koji je zbog greške u štampi kategorisan kao originalni naučni rad. Rad prema recenziji priprada kategoriji preglednih radova. Molimo naučnu javnost da ima u vidu ovu ispravku.

Redakcija časopisa