

DOI: 10.7251/VETJ1402257DJ

UDK 637.5.05

J. Đorđević,¹ N. Čobanović,¹ M. Bošković,¹ M. Dokmanović,¹ N. Ilić,¹ B. Pećanac,²
M. Ž. Baltić¹

Originalni rad

UTICAJ VAKUUM-PAKOVANJA I PAKOVANJA SA MODIFIKOVANOM ATMOSFEROM NA SADRŽAJ UKUPNOG ISPARLJIVOG AZOTA I SENZORNU OCENU MLEVENOG MESA

Kratak sadržaj

Pakovanjem se produžava održivost mesa, odnosno sprečava kontaminacija i odgađa kvar. Pored broja mikroorganizama, pokazatelji kvara mogu biti sadržaj ukupnog isparljivog azota i senzorna ocena prihvatljivosti mirisa, zbog čega je cilj ovog rada bio ispitivanje sadržaja ukupnog isparljivog azota i senzorna ocena mirisa mlevenog mesa. Mešano goveđe i svinjsko mleveno meso, u odnosu 50:50 procenata, pakovano je u vakuum, modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ i modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂, čuvano tokom 13 dana, pri temperaturi frižidera od 3±1°C i ispitivano nultog, trećeg, sedmog, desetog i trinaestog dana. U sve tri grupe uzoraka mlevenog mesa desetog dana skladištenja sadržaj ukupnog isparljivog azota bio je iznad preporučenih vrednosti (25 mg N/100 g), a najznačajniji porast zabeležen je sedmog dana skladištenja. Veći sadržaj ukupnog isparljivog azota zabeležen je u uzorcima mlevenog mesa pakovanog u vakuum u odnosu na obe grupe uzoraka pakovane u modifikovanu atmosferu, ali bez statističke značajnosti. Senzorna ocena prihvatljivosti mirisa trinaestog dana dostigla je vrednost manju od preporučene kod svih grupa uzoraka mlevenog mesa. Zabeležene su veće ocene prihvatljivosti mirisa uzoraka mlevenog mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu, u odnosu na uzorke pakovane u vakuum, ali bez statističke značajnosti.

Ključne reči: mleveno meso, vakuum-pakovanje, pakovanje u modifikovanoj atmosferi, TVB-N, senzorna ocena.

¹ Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Bulevar oslobođenja 18, Republika Srbija
Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Bulevar oslobođenja 18, Republic of Serbia

² JU Veterinarski institut Republike Srpske „Dr Vaso Butozan“, Banja Luka, Bosna i Hercegovina
PI Veterinary Institute of Republic of Srpska „Dr Vaso Butozan“ Banja Luka, Bosnia and Herzegovina
E-pošta korespondentnog autora/ E-mail of the Corresponding Author: jasnalonce@gmail.com

J. Djordjevic, N. Cobanovic, M. Boskovic, M. Dokmanovic, N. Ilic, B. Pecanac, M. Z. Baltic

Original paper

EFFECT OF VACUUM AND MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE CONTENT OF TOTAL VOLATILE NITROGEN AND SENSORY EVALUATION OF MINCED MEAT

Abstract

Packaging prolong meat shelf life, prevent contamination and delay spoilage. Beside number of microorganisms, indicators of spoilage can be the content of total volatile nitrogen and sensory evaluation of odour. The aim of this study was to investigate the content of total volatile nitrogen and sensory evaluation of odour of minced meat. Mixed pork and beef, in ratio 50:50 percent, was packaged in vacuum, modified atmosphere with 20% O₂/50% CO₂/ 30% N₂ and modified atmosphere with 20% O₂/30% CO₂/ 50% N₂, refrigerated at 3±1 °C and examined on zero, 3th, 7th, 10th and 13th day of storage. In all groups of samples of minced meat total volatile nitrogen content was above recommended value (25 mg N / 100 g) on the tenth day of storage, and the most significant increase was found on the seventh day of storage. Higher content of total volatile nitrogen was found in vacuum packaged minced meat samples than in both groups of meat samples packaged in a modified atmosphere, but without statistical significance. Sensory evaluation of odour acceptability reached lower value than recommended in all minced meat group of samples on the thirteenth day of storage. Odour acceptability value of minced meat samples packaged in modified atmosphere was higher than odour acceptability value of vacuum packaged minced meat samples, but without statistical significance.

Key words: minced meat, vacuum packaging, packing in modified atmosphere, TVB-N, sensory evaluation.

UVOD / INTRODUCTION

Zbog specifičnog hemijskog sastava, velikog sadržaja vode i brojnih hranljivih sastojaka, meso predstavlja jednu od namirnica koje izuzetno brzo podležu kvaru. Kvar se može definisati kao bilo koja promena koja meso, sa senzornog aspekta, čini neprihvatljivim za konzumenta (Gram 2002, Babić i sar. 2012). Osim porasta

broja mikroorganizama do granice neprihvatljivosti, dolazi i do fizičkih i senzornih promena (promena boje, mirisa, ukusa, pojava sluzi). Pojava nepoželjnog mirisa i ukusa nastaje kao posledica razgradnje hranljivih materija i nastanka nepoželjnih isparljivih metabolita (Babić i sar. 2012). Broj mikroorganizama od 7 log CFU/g odgovoran je za pojavu neprijatnog mirisa

sa „mlečnom“ notom. Povećanjem broja mikroorganizama miris može da dobije „voćnu“ notu, odnosno da pređe u truležni miris, ukoliko se razgrade slobodne aminokiseline, a broj mikroorganizama dostigne vrednost od $9 \log$ CFU/g (Jay 2003). Različite bakterijske vrste koje se dovode u vezu sa kvarom mesa kolonizuju površinu mesa i prodiru u unutrašnjost tokom različitih faza. Razvoj i trajanje ovog procesa zavisi od mnoštva unutrašnjih i spoljašnjih faktora, kao što su vrsta mesa, odnosno proizvoda od mesa, pH vrednosti, količine prisutnog kiseonika, temperature, kao i prisustva drugih bakterijskih vrsta (Dainty i Mackey 1992, Ellis i Goodacre 2001, Gram i sar. 2002). Mnogo različitih mikroorganizama učestvuje u procesu kvara mesa, što ovaj proces čini veoma složenim. U aerobnim uslovima bakterije *Pseudomonas spp.* predstavljaju dominantnu grupu mikroorganizama koji dovode do kvara mesa, čak i na temperaturama hlađenja (Ellis i Goodacre 2001, Skandamis i Nychas 2005, Koutsoumanis i sar. 2006). Sposobnost *Bronchotrix termosphaeta* da raste u aerobnim i anaerobnim uslovima svrstava ga u grupu mikroorganizama odgovornih za pojavu neprijatnog mirisa (Pin 2002, Ercolini i sar. 2006). Bakterije rodova kao što su *Serratia*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Proteus*, *Klebsiella* i *Hafnia* u okviru familije *Enterobacteriaceae* i bakterije mlečne kiseline doprinose kvaru ohlađenog mesa (Borch i sar. 1996, Ercolini i sar. 2006). Iako mikroorganizmi imaju značajnu ulogu u nastanku kvara mesa, konačna procena nastalih promena zasniva se na senzornoj analizi (Ellis i Goodacre 2000, Babić i sar. 2012).

Sadržaj ukupnog isparljivog azota (TVB-N) predstavlja indikator svežine prvenstveno ribe i morskih plodova, ali se sve češće koristi kao pokazatelj svežine i drugih vrsta mesa. Ukupan isparljivi azot čine jedinjenja koja su odgovorna za nastanak neprijatnog mirisa i ukusa mesa, a tu spadaju amonijak, dimetilamin (DMA), trimetilamin (TMA), amini koji nastaju dekarboksilacijom aminokiselina, kao i druga azotna jedinjenja koja u alkalnom obliku postaju isparljiva. Sa porastom broja mikroorganizama u mesu posledično raste sadržaj ukupnog isparljivog azota (Babić i sar. 2012, Ruiz-Capillas i Jimenez-Colmenero 2004).

U cilju zadovoljenja sve većih zahteva za bezbednost mesa i proizvoda od mesa i produženja održivosti u maloprodaji, meso se pakuje. Pored toga što se pakovanjem u maloprodaji i kod kupca sprečava kontaminacija i odgađa kvar, pakovanjem se takođe smanjuje i gubitak mase, omogućava enzimsku aktivnost, mioglobina zadržava u obliku oksimioglobina, sprečava dehidratacija, lipidna oksidacija, prebojenost, gubitak arome, odnosno sprečavaju se mnoge druge nepoželjne promene koje utiču na senzornu ocenu mesa (Kerry i sar. 2006, Dainelli i sar. 2008, Ščetar i sar. 2010, Zhou 2010, Lončina i sar. 2013). Savremeni potrošač traži hranu visokog kvaliteta koja je zadržala senzorne karakteristike i nutritivnu vrednost sirovine od koje je proizvedena, a da je uz to i bezbedna po zdravlje ljudi (Nattress i Jeremiah 2000, Bøknæs i sar. 2002). Taj zahtev se u velikoj meri postiže pakovanjem proizvoda u vakuum ili modifikovanu atmosferu.

MATERIJAL I METODE / MATERIAL AND METHODS

Materijal

Svinjsko i goveđe meso korišćeno u eksperimentu obezbeđeno je u lokalnom objektu za klanje svinja i goveda, samleveno (veličina otvora na ploči 4 milimetra) i pomešano u odnosu 50:50 procenata. Meso je u hladnom lancu dostavljeno u laboratoriju u roku od sat vremena.

Uzorci mesa pakovani su u vakuum-pakovanje i pakovanje sa modifikovanom atmosferom, sa dve različite kombinacije odnosa gasova (20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ i 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂). Masa pakovanja iznosila je 100±5 g. Svaki uzorak pakovan je na isti način (korišćen je isti ambalažni materijal i isti uređaj za pakovanje). Upakovani uzorci čuvani su tokom 13 dana pri temperaturi frižidera od 3±1°C i ispitivani nultog, trećeg, sedmog, desetog i trinaestog dana.

Metode

Za ispitivanje su korišćene fizičko-hemijske i senzorne analize.

Za određivanje sadržaja ukupnog isparljivog azota korišćena je reakcija titracije sa hidrohlornom kiselinom uz prisustvo 3% borne kiseline i indikatora metil-crvenog i metil-plavog (Goulash i Kontominas 2005).

U senzornoj oceni učestvovali su izabrani i obučeni ocenjivači. Izbor ocenjivača izvršen je prema ISO 8586-1:1993; 8586-2:2008. Uzorke mlevenog mesa ispitivalo je osam ocenjivača. Senzorna ocena obavljena je kvantitativnom deskriptivnom analizom (ISO 6564/1985). Senzor-

na ocena odabranih osobina mlevenog mesa obavljena je pomoću ocenjivačkog lista (skala sa ocenama od 1 do 7) koji je uključivao ocenu ukupne prihvatljivosti mirisa uzoraka mlevenog mesa.

Statistička obrada podataka

Sva ispitivanja uključivala su dovoljan broj ponavljanja (minimum šest ponavljanja) za statističku obradu podataka. U statističkoj analizi dobijenih rezultata eksperimenta, kao osnovne statističke metode korišćeni su deskriptivni statistički parametri. Deskriptivni statistički parametri, odnosno aritmetička sredina, standardna devijacija, standardna greška, minimalna vrednost, maksimalna vrednost i koeficijent varijacije, omogućavaju opisivanje eksperimentalnih rezultata i njihovo tumačenje. Za testiranje i utvrđivanje statistički značajnih razlika između ispitivanih grupa korišćena su dva testa. Za ispitivanje značajnosti razlika između srednjih vrednosti dve ispitivane grupe korišćen je t-test. Za ispitivanje signifikantnih razlika između tri posmatrana tretmana korišćen je grupni test, ANOVA, a zatim su pojedinačnim Tukey testom ispitane statistički značajne razlike između tretmana. Signifikantnost razlika utvrđena je na nivoima značajnosti od 5% i 1%. Svi dobijeni rezultati prikazani su tabelarno i grafički. Statistička analiza dobijenih rezultata urađena je u statističkom paketu PrismaPad 5.00.

REZULTATI / RESULTS

Promene sadržaja ukupnog isparljivog azota

Sadržaj ukupnog isparljivog azota (TVB-N)(mg N/100 g) u uzorcima mlevenog mesa

nultog dana bio je $7,78 \pm 0,92$ mg N/100 g i rastao je do $32,59 \pm 1,12$ mg N/100 g, u grupi uzoraka mesa pakovanog u vakuum, do $31,37 \pm 1,55$ mg N/100 g, u grupi uzoraka mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ i do $31,90 \pm 2,18$

mg N/100 g u grupi uzoraka mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂. Svih dana poređenja nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnog sadržaja ukupnog isparljivog azota poređenih grupa uzoraka (tabela 1).

Tabela 1. Prosečna vrednost ukupnog isparljivog azota (TVN-B; mg N/100 g) u uzorcima mlevenog mesa pakovanog u vakuum, modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ i modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂ ($\bar{X} \pm SD$)

Dan skladištenja	Grupa uzoraka		
	Vakuum	20% O ₂ / 50% CO ₂ / 30% N ₂	20% O ₂ / 30% CO ₂ / 50% N ₂
0.	7,78±0,92	7,78±0,92	7,78±0,92
3.	11,12±0,62	10,96±0,68	11,38±0,52
7.	16,98±0,41	17,12±0,56	17,23±0,39
10.	26,95±0,71	26,79±0,64	26,81±0,63
13.	32,59±1,12	31,37±2,18	31,90±1,55

Promene senzornih osobina mlevenog mesa

Na početku skladištenja, prosečna ocena ukupne prihvatljivosti mirisa mlevenog mesa bila je $6,77 \pm 0,18$ (maksimalna moguća ocena je 7). U toku skladištenja, prosečna ocena ukupne prihvatljivosti mirisa smanjivala se, tako da je trinaestog

dana prosečna ocena prihvatljivosti mirisa grupe uzoraka mesa pakovanog vakuum bila $3,46 \pm 0,20$, grupe uzoraka mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ bila $3,58 \pm 0,19$, a grupe uzoraka mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂ bila $3,51 \pm 0,22$.

Tabela 2. Prosečna ocena mirisa uzoraka mlevenog mesa pakovanog u vakuum, modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ i modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂ ($\bar{X} \pm SD$)

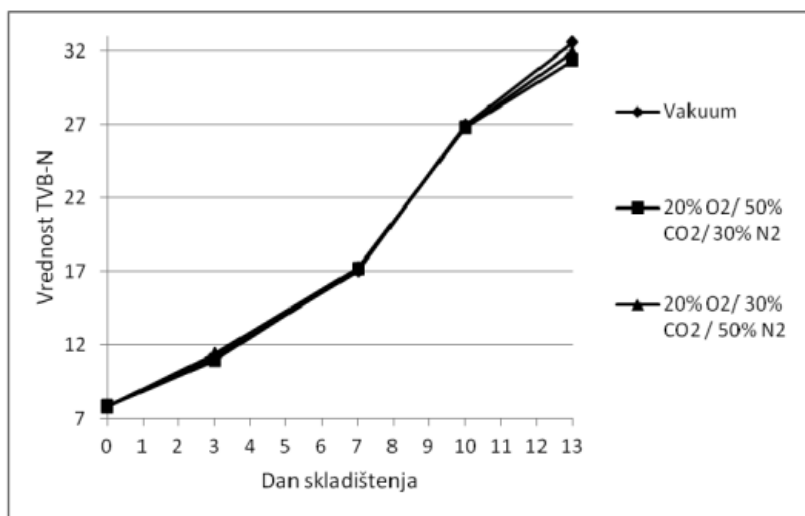
Dan skladištenja	Grupa uzoraka		
	Vakuum	20% O ₂ / 50% CO ₂ / 30% N ₂	20% O ₂ / 30% CO ₂ / 50% N ₂
0.	6,77±0,18	6,77±0,18	6,77±0,18
3.	5,45±0,24	5,58±0,23	5,51±0,20
7.	4,61±0,30	4,92±0,33	4,88±0,31
10.	3,84±0,26	3,99±0,24	3,97±0,23
13.	3,46±0,20	3,58±0,19	3,51±0,22

DISKUSIJA / DISCUSSION

Granična vrednost TVB-N za ocenu svežine mesa za svinjsko meso iznosi 30 mg N/100 g, a za goveđe 20 mg N/100 g (Connelle 1990, Vranić i sar. 2012, Lukić i sar. 2013). U uzorcima mlevenog mesa pakovanog u sve vrste pakovanja desetog dana skladištenja sadržaj ukupnog isparljivog azota bio je iznad preporučenih vrednosti (25 mg N/100 g), a značajniji

porast zabeležen je od sedmog dana skladištenja. S obzirom na činjenicu da ugljen-dioksid ima sposobnost inhibicije rasta mikroorganizama, odnosno smanjenja njihove sposobnosti da vrše oksidativnu dezaminaciju neproteinskih azotnih jedinjenja, jasno je zbog čega je zabeležen viši prosečan sadržaj ukupnog isparljivog azota u uzorcima pakovanim u vakuum u odnosu na uzorke pakovane u modifikovanu atmosferu (grafikon 1).

Grafikon 1. Promena prosečne vrednosti ukupnog isparljivog azota (TVN; mg N/100g) u uzorcima mlevenog mesa pakovanog u vakuum, modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ i modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂ / 50% N₂ tokom skladištenja pri temperaturi od 3±1°C



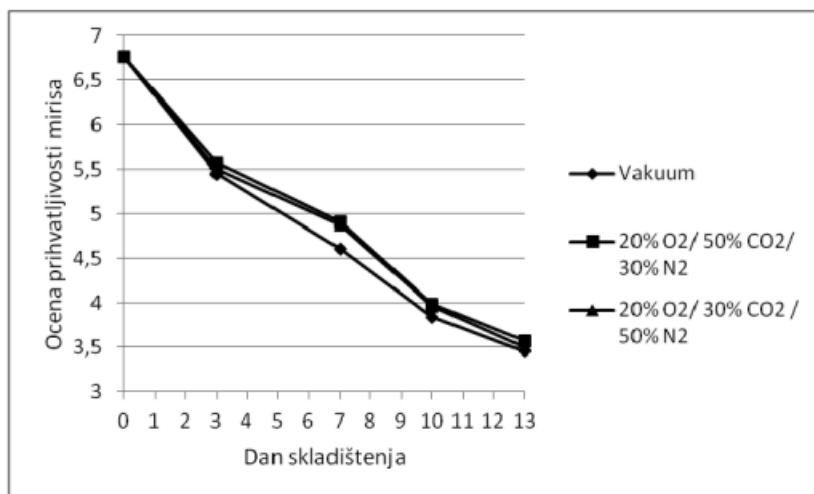
Iako mikroorganizmi imaju značajnu ulogu u nastanku kvara mesa, konačna procena nastalih promena zasniva se na senzornoj analizi (Ellis i Goodacre 2000). Meso tokom skladištenja dobija karakterističan miris. Zbog dužeg skladištenja ili usled nepovoljnih uslova skladištenja, prvo se stvara „mlečni“, odnosno kiseo

miris, a zatim proteolitički ili truležni miris. Pod određenim uslovima može se stvoriti i užegli miris. U mesu i proizvodima od mesa stvaraju se isparljivi (mirisni) sastojci kao što su karbonilna i sumporna jedinjenja, različite organske kiseline, alkoholi i amonijak.

Na početku skladištenja, prosečna ocena ukupne prihvatljivosti mirisa mlevenog mesa bila je $6,77 \pm 0,18$ (maksimalna moguća ocena je 7). U toku skladištenja prosečne ocene prihvatljivosti mirisa kontrolnih uzoraka su se smanjivale tako da su trinaestog dana bile ispod prihvatljive vrednosti (ocena 3,5) odnosno kretale su se od $3,46 \pm 0,20$ (grupa uzoraka mesa pakovana u vakuum) do $3,58 \pm 0,19$ (grupa uzoraka mesa pakovana u modifikovanu atmosferu sa 50% CO₂) (grafikon 2). U eksperimentu koji su izveli Nissen i sar.

(2000), svi uzorci usitnjenog goveđeg mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu (sa visokom koncentracijom CO₂, odnosno visokom koncentracijom O₂) i vazduh, osmog dana skladištenja imali su nižu ocenu mirisa od granice prihvatljivosti. Prema rezultatima autora Ercolini i sar. (2006), nakon četrnaest dana skladištenja, svi uzorci goveđeg mesa pakovanog u vazduh i modifikovanu atmosferu pokazali su znake kvara, odnosno senzorno su bili neprihvatljivi.

Grafikon 2. Promena prosečne ocene mirisa uzoraka mlevenog mesa pakovanog u vakuum, modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 50% CO₂/ 30% N₂ i modifikovanu atmosferu sa 20% O₂/ 30% CO₂/ 50% N₂ tokom skladištenja pri temperaturi od $3 \pm 1^\circ\text{C}$



ZAKLJUČAK / CONCLUSION

U sve tri grupe uzoraka mlevenog mesa, desetog dana skladištenja sadržaj ukupnog isparljivog azota bio je iznad preporučenih vrednosti (25 mg N/100g). Viša vrednost sadržaja ukupnog isparljivog azota zabeležene

na je u uzorcima mlevenog mesa pakovanog u vakuum u odnosu na obe grupe uzoraka pakovane u modifikovanu atmosferu, ali bez statističke značajnosti. Senzorna ocena prihvatljivosti mirisa trinaestog dana dostigla je vrednost nižu od preporučene kod svih grupa uzoraka mlevenog mesa. Zabeležene

su više ocene prihvatljivosti mirisa uzoraka mlevenog mesa pakovanog u modifikovanu atmosferu, u odnosu na uzorke pakovane u vakuum, ali bez statističke značajnosti.

ZAHVALNICA / ACKNOWLEDGEMENT

Rezultati istraživanja deo su istraživanja u okviru projekta „Odabrane biološke opasnosti za bezbednost/kvalitet hrane animalnog porekla i kontrolne mere od farme do potrošača” (Ev. br. TR 31034). Ovaj projekat finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA / REFERENCES

1. Babić, J., Matekalo-Sverak, V., Borović, B., Velebit, B., Karan, D., Milijašević, M., Trbović D (2012): *Uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi na održivost ćevapčića*. Tehnologija mesa: 53, 1, 36–42.
2. Bøknæs, N., Jensen, K. N., Guldager, H. S., Østerberg, C., Nielsen, J., Dalgaard, P. (2002): *Thawed chilled barents cod fillets in modified atmosphere packaging – application of multivariate data analysis to select key parameters in good manufacturing practice*. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie: 35, 436–443.
3. Borch, E., Kant-Muermans, M. L., Blixt, Y. (1996): *Bacterial spoilage of meat and cured meat product*. Int. J. Food Microbiol.: 33, 103–120.
4. Connell, J. J. (1990): *Methods of assessing and selecting for quality*. In: J. J. Connell (Ed.), Control of fish quality, 3rd ed., Oxford: Fishing News Books: str. 122–150.
5. Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beuken, E., Tobback, P. (2008): *Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns*. Review in Trends in Food Science & Technology: 19, S99–S108.
6. Dainty, R. H., Mackey, B. M. (1992): *The relationship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes*. J. Appl. Bacteriol.: 73, 103S–114S.
7. Ellis, D. I., Goodacre, R. (2001): *Rapid and quantitative detection of the microbial spoilage of muscle foods: current and future trends*. Trends Food Sci. Technol.: 12, 414–424.
8. Ercolini, D., Russo, F., Torrieri, E., Masi, P., Villani, F. (2006): *Changes in the Spoilage-Related Microbiota of Beef during Refrigerated Storage under Different Packaging Conditions*. Applied and Environmental Microbiology: 72, 7, 4663–4671.
9. Goulas, A. E. and Kontominas, M. G. (2005): *Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (Scomber japonicus): biochemical and sensory attributes*. Food Chemistry, 93, 511–520.
10. Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J. B., Christensen, A. B., Givskov, M. (2002): *Food spoilage – interaction between food spoilage bacteria*. Int. J. Food Microbiol.: 78, 79–97.
11. ISO 6564/1988. *Sensory analysis – Methodology – Flavour profile methods*.
12. ISO 8586-1: 1993. *Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors – Part 1: Selected assessors*.

13. ISO 8586-2: 2008. *Sensory analysis – General guidance for the selection, training and monitoring of assessors – Part 2: Expert sensory assessors.*
14. Jay, J. M., Vilai, J. P., Hughes, M. E. (2003): *Profile and activity of the bacterial biota of ground beef held from freshness to spoilage at 5-7 °C.* International Journal of Food Microbiology: 81, 105–111.
15. Kerry, J. P., O'Grad, M. N., Hogan S. A. (2006): *Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review.* Meat Science: 74, 113–130.
16. Koutsoumanis, K., Stamatiou, A., Skandamis, P., Nychas J.-G. (2006): *Development of microbial model of temperature and pH on spoilage of ground beef and validation of the model under dynamic temperature conditions.* Appl. Environ. Microbiol.: 72, 124–134.
17. Lončina, J., Nedić, D., Ivanović, J., Baltić, T., Dokmanović, M., Đurić, J., Bošković, M., Baltić, Ž. M. (2013): *Aktivni sistemi pakovanja mesa i proizvoda od mesa.* Veterinarski žurnal Republike Srpske: 13, 1, 5–15.
18. Lukić, M., Vranić, D., Turubatović, L., Petrović, Z., Milićević, D., Karan, D., Milijašević M. (2013): *Upporedni prikaz rezultata senzorskih, hemijskih i fizičko-hemijskih ispitivanja svežeg ohlađenog junećeg mesa upakovanog u vakuum tokom čuvanja u maloprodajnim uslovima.* Tehnologija mesa: 54, 1, 21–32.
19. Nattress, F. M., Jeremiah, L. E. (2000): *Bacterial mediated off-flavours in retail-ready beef after storage in controlled atmospheres.* Food Res. Int.: 33, 743–748.
20. Nissen, H., Alvseik, O., Bredholt, S., Holck, A., Nesbakken, T. (2000): *Comparison between the growth of Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Salmonella spp. in ground beef packed by three commercially used packaging techniques.* Int. Journal of Food Microbiology: 59, 211–220.
21. Pin, C., Garsia de Fernando, G., Ordonez, J. A. (2002): *Effect of modified atmosphere composition on the metabolism of glucose by Brochotrrix thermosphacta.* Appl. Environ. Microbiol.: 68, 4441–4447.
22. Ruiz-Capillas, C. i Jimenez-Colmenero, F. (2004): *Biogenic amines in meat and meat products.* Crit. Rev. Food Sci. Nutr.: 44, 7–8: 489–499.
23. Skandamis, P., Nychas, G.-J.E. (2005): *Fresh meat spoilage and modified atmosphere packaging (MAP).* Sofos (ed.) *Improving safety of fresh meat,* Woodhead Publishers, Cambridge, United Kingdom, str. 461–493.
24. Šćetar, M., Kurek, M., Galić, K. (2010): *Trends in meat and meat products packaging – review.* Croati. J. Food Technol.: 32–48.
25. Vranić, D., Milijašević, M., Petrović, Z., Đinović-Stojanović, J., Jovanović, J., Lilić, S., Petronijević, R. (2012): *Uticaj vakuum-pakovanja na hemijske promene u ohlađenom goveđem mesu.* Tehnologija mesa: 53, 2, 112–120.
26. Zhou, G. H., Xu, X. L., Liu, Y. (2010): *Preservation technologies for fresh meat – A review.* Meat Science, 86, 119–128.