

# Uticaj vakuum pakovanja na mikrobiološki status i senzorska svojstva svežeg junećeg mesa

Baltić Tatjana<sup>1</sup>, Borović Branka<sup>1</sup>, Spirić Danka<sup>1</sup>, Parunović Nenad<sup>1</sup>, Karan Dragica<sup>1</sup>, Mitrović Radmila<sup>1</sup>, Radičević Tatjana<sup>1</sup>

*S a d r ž a j:* Način pakovanja u znatnoj meri može uticati na održivost svežeg mesa, a samim tim i na mikrobiološki status i senzorska svojstva upakovanog proizvoda. Na našim prostorima, u svrhu produženja održivosti, najčešće se koriste pakovanja u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi. Vakuum pakovanje potencira rast fakultativno anaerobne mikroflore, uključujući bakterije mlečne kiseline, bakterije iz familije Enterobacteriaceae i Brochothrix thermosphacta, kao dokazanih uzročnika kvara svežeg mesa. Vakuum pakovanje povoljno utiče na sočnost, mekoću, ukus, kao i zrenje mesa, a nepovoljno na boju mesa. Cilj ovog rada bilo je ispitivanje mikrobiološkog statusa i senzorskih svojstava vakuum upakovanog svežeg junećeg mesa. Uzorci juneće rozbratne umotane u streč foliju i sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, čuvani su u strogo kontrolisanim uslovima pri temperaturi od 0–4°C. Mikrobiološka i senzorska ispitivanja rađena su 1, 7, 14, 21. i 28. dana ispitivanja, u tri odvojena ciklusa. Mikrobiološka ispitivanja obuhvatala su: određivanje prisustva mikroorganizama indikatora higijene i mikroorganizama kvara mesa (ukupan broj aerobnih mezofilnih i psihrofilnih bakterija, ukupan broj bakterija iz familije Enterobacteriaceae, ukupan broj bakterija mlečne kiseline i Brochothrix thermosphacta) kao i patogenih mikroorganizama (Salmonella vrste, koagulaza pozitivne stafilokoke, sulfitoredujuće bakterije, E. coli i Listeria monocytogenes). Senzorska svojstva ispitivana su pomoću kvantitativno-deskriptivnog testa, na skali intenziteta od 1 do 5, a ispitivane su sledeće osobine: izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku, struktura, tekstura, miris svežeg mesa, miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja. Senzorskim ispitivanjima, kvar mesa, u prvom ciklusu, utvrđen je 21. dana, a u trećem 28. dana, kada su i mikrobiološki rezultati ukazivali na kvar mesa. U drugom ciklusu, kvar mesa utvrđen je 14. dana, iako mikrobiološki rezultati nisu ukazivali na kvar.

**Ključne reči:** sveže juneće meso, vakuum pakovanje, mikrobiološki status, senzorska ocena.

## Uvod

Zbog specifičnog fizičko-hemijskog sastava, meso je jedna od najkvarljivijih namirnica. Za industriju mesa, maloprodajne lance i potrošače, kvar svežeg mesa predstavlja ekonomskogubitak koji može da iznosi i preko 40% (Sperber, 2010). Na dužinu održivosti svežeg mesa, odnosno brzinu kvara utiču fiziološki status životinja pre klanja, kontaminacija za vreme klanja i rasecanja trupova, pH vrednost mesa, sastav i tekstura mesa, način i vrsta pakovanja, temperatura i drugi ambijentalni uslovi čuvanja za vreme distribucije (Ercolinii dr., 2006; Li i dr., 2006; Nychasi dr., 2008).

Uzroci nastanka kvara mesa su rast i razmnožavanje mikroorganizama kvara, oksidacija lipida i/ili oksidacija mioglobina, usled kojih dolazi do stvaranja neprijatnog mirisa i ukusa, gasova, produkcije

sluzi ili promene boje mesa. Kritičan faktor pri određivanju dužine održivosti svežeg mesa je inicijalna bakterijska kontaminacija neposredno nakon klanja. Meso zdravih životinja u dubljim slojevima, po pravilu, je sterilno (Petäjä-Kanninen i Puolanne, 2007; Talon i dr., 2004), a kontaminacija mesa nastaje, uglavnom, tokom klanja i povećava se u toku prerade.

Rasecanjem i daljom obradom trupova povećavaju se slobodne površine, a voda i hranljive materije postaju dostupnije mikroorganizmima, pa se mikroorganizmi prenose sa površine na ostale delove trupa (Doyle, 2007). Sveže meso, dobijeno na higijensku način, odmah nakon klanja, sadrži manje od  $10^4$  mikroorganizama po  $\text{cm}^2$  površine (Prändl i dr., 1988). Na površini govedih trupova nakon klanja, može se naći od  $10^1$  do  $10^7$  cfu/ $\text{cm}^2$ , uglavnom psihrotrofnih bakterija (Doyle, 2007).

**Napomena:** Rezultati su deo istraživačkog projekta Ev. br. III 46009, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

<sup>1</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija.

**Autor za kontakt:** Baltić Tatjana, [tanja@inmesbgd.com](mailto:tanja@inmesbgd.com)

Da bi se očuvao kvalitet i produžila održivosti mesa, sve veća pažnja se poklanja načinu pakovanja. Za pakovanje svežeg mesa i proizvoda od mesa, na našem tržištu, najčešće se koriste pakovanja u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi (MAP). Vakuum pakovanje je način pakovanja kojim se uklanja vazduh, odnosno kiseonik, iz pakovanja pre njegovog zatvaranja. Da bi se izbeglo zaostajanje vazduha u ambalaži preporučuje se upotreba termoskupljajućih barijernih folija. Uspešnost pakovanja u vakuumu zavisi od početnog mikrobiološkog i tehnološkog kvaliteta proizvoda, kao i od primene adekvatnih temperatura skladištenja. Takođe, ambalažni materijal treba da ima dobre fizičko-mehaničke i barijerne karakteristike, uz pravilno, hermetično formiranje i zatvaranje ambalaže (Šakota i dr., 2002; Robertson, 2006).

Preživljavanje i rast mikroorganizama kvara, u velikoj meri, zavise od sastava gasova u pakovanju (Doulgeraki i dr., 2012). Poznato je da skladištenje mesa u aerobnim uslovima može da ubrza kvar usled brzog rasta *Pseudomonas* vrsta, dok vakuum i MAP pakovanje favorizuju dominaciju fakultativno anaerobne populacije, uključujući bakterije mlečne kiseline i *Brochothrix thermosphacta* (Enfors i dr., 1979; Lambropoulou dr., 1996).

Unutar vakuum pakovanja, rezidualni kiseonik se koristi za tkivnu respiraciju i zamenjuje CO<sub>2</sub>, zbog čega dolazi do inhibicije rasta *Pseudomonas*, *Acinetobacter* i *Moraxella* vrsta i produženja održivosti proizvoda. Ove aerobne bakterije troše sav rezidualni kiseonik, a kao posledica toga dolazi do rasta *Brochothrix thermosphacta* i bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, kao fakultativnih anaeroba. Na kraju dolazi do rasta gram pozitivnih bakterija, odnosno bakterija mlečne kiseline.

Enterobakterije iz rodova *Serratia*, *Enterobacter*, *Pantonea*, *Klebsiella*, *Proteus* i *Hafnia* često doprinose kvaru mesa (Nychasi dr., 1998), kao i kvaru vakuum upakovanog mesa.

Bakterije mlečne kiseline su važan kompetitor drugim bakterijama kvara u vakuumu ili modifikovanoj atmosferi (Nychas i Scandamis, 2005). Bakterije mlečne kiseline, kao slabi proteoliti, ne proizvode velike količine amina i sulfita i promene koje nastaju u mesu usled njihovog rasta nisu toliko drastične. *Clostridium* vrste u vakuum upakovanom svežem mesu mogu dovesti do obimnog stvaranja gasa (*blown pack*) (Adami dr., 2010) i veoma neprijatnog mirisa.

Vakuum pakovanje povoljno utiče na senzorska svojstva mesa: sočnost, mekoću, ukus, kao i zrenje mesa. Vakuum pakovanje se smatra nepodobnim za crvena mesa namenjena maloprodaji, jer u atmosferi sa smanjenim sadržajem kiseonika, nastaje deoksimi-

oglobin, usled čega meso dobija plavo-ljubičastu boju i postaje neprihvatljivo za potrošača (Gill, 1996).

Cilj ovog rada bilo je ispitivanje mikrobiološkog statusa i senzorskih svojstava neupakovane sveže juneće rozbratne i sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu.

## Materijal i metode

Uzorci neupakovanog svežeg junećeg mesa – rozbratne (*m. longissimus dorsi pars thoracis*) i sveže juneće rozbratne sa kostima, upakovani u vakuumu, za potrebe eksperimenta, proizvedeni su u industrijskom objektu za preradu mesa. Nakon klanja i rasecanja mesa, uzorci sveže juneće rozbratne upakovani su u uređaju za vakuumiranje – *Webomatic*, sa ručnim preklapanjem komore za evakuaciju vazduha. Za pakovanje su korišćene kese S TIP HB-X (Spektar), od biaksijalno orijentisanog višeslojnog filma, dimenzija 200×300mm i debljine 100 mikrona sa 7 slojeva WVTR (*Water Vapour Transmission Rate* – 6 jedinica, određena prema ASTM E96-00; *Oxygen Transmission Rate* – 8 jedinica, određena prema ASTM D-3985-95). Temperatura kupatila za potapanje bila je 88°C, a vreme potapanja 2 sekunde. Kao kontrola, korišćeni su uzorci neupakovane juneće rozbratne omotane i zaštićene streč folijom. Uzorci su u hladnom lancu transportovani u maloprodajni objekat i čuvani u rashladnim vitrinama, sa veštačkim osvetljenjem, pri temperaturi 0–2°C, u realnim uslovima maloprodajnog objekta. Po završetku radnog vremena uzorci su čuvani u skladištu pri temperaturi 0–4°C. Uzorci su, u hladnom lancu, dostavljani u laboratoriju Instituta, gde su izvršena mikrobiološka i senzorska ispitivanja 1, 7, 14, 21. i 28. dana. Navedena ispitivanja rađena su u tri vremenski odvojena ciklusa.

## Mikrobiološka ispitivanja

Mikrobiološka ispitivanja rađena su prema važećim ISO ili SRPS ISO metodama i to:

- a) ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija određivan je metodom SRPS ISO 4833:2008 (PCA, Merck);
- b) broj psihrofilnih bakterija određivan je metodom BS ISO 17410: 2001 (PCA, Merck);
- c) broj sulfitoredukujućih bakterija određivan je metodom SRPS ISO 15213: 2011 (Sulphite iron agar, Merck);
- d) broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* određivan je metodom SRPS ISO 21528-2:2009 (VRBG, Merck);

- e) prisustvo *Salmonella spp.* određivan je metodom SRPS ISO 6579:2008 (BPW, MKTTn, RVS, XLD, Merck);
- f) broj *E. coli* određivan je metodom SRPS ISO 16649-2:2008 (TBX, Oxoid);
- g) broj bakterija mlečne kiseline određivan je prema metodi ISO 15214:1998 (MRS, Merck);
- h) broj koagulaza pozitivnih stafilocoka određivan je metodom SRPS EN ISO 6888-1:2009 (ETGP, Merck);
- i) broj *Brochothrix thermosphacta* određivan je metodom ISO 13722:1999 (STAA agar, Oxoid);
- j) broj *Listeria monocytogenes* određivan je metodom SRPS EN ISO 11290:2010 (Fraser broth base, Palcam agar, Oxoid).

### Senzorska ispitivanja

Senzorska ispitivanja rađena su pomoću kvantitativnog deskriptivnog testa (SRPS ISO 6658, 2002), na numeričko-deskriptivnoj skali prikazanoj u tabeli 1, sa ocenama od 1 do 5. Ocenjena su sledeća senzorska svojstva: izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku, struktura, tekstura, miris svežeg mesa, miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja. Grupa od šest ocenjivača činila je panel za ocenu senzorskih svojstava ispitivanih uzoraka rozbratni. Ocenjivačima su prethodno testirana čula pomoću testa za utvrđivanje osećaja ukusa (SRPS ISO 3972, 2002) i testa za obuku ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa (SRPS ISO 5496, 2002).

**Tabela 1.** Kvantitativno-deskriptivna skala za ocenu ispitivanih senzorskih osobina

**Table 1.** Quantitative descriptive scale for assessing sensory properties studied

Brojčana ocena/ Numerical grades	Nivo kvaliteta/ Levels of quality
5	izuzetno prihvatljiva/ <i>exceptionally acceptable</i>
4	veoma prihvatljiva/ <i>very acceptable</i>
3	prihvatljiva/ <i>acceptable</i>
2	na granici prihvatljivosti/ <i>low acceptable</i>
1	neprihvatljiva/ <i>non acceptable</i>

### Statistička analiza

Za statističku obradu rezultata korišćen je softver *Microsoft Office Excel 2003* i njegov standardni dodatak *Data Analysis ToolPak*. Rezultati mikrobioloških ispitivanja prikazani su kao srednja vrednost pet jedinica jednog uzorka za svako ispitivanje. Rezultati senzorskih ispitivanja prikazani su kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

### Rezultati i diskusija

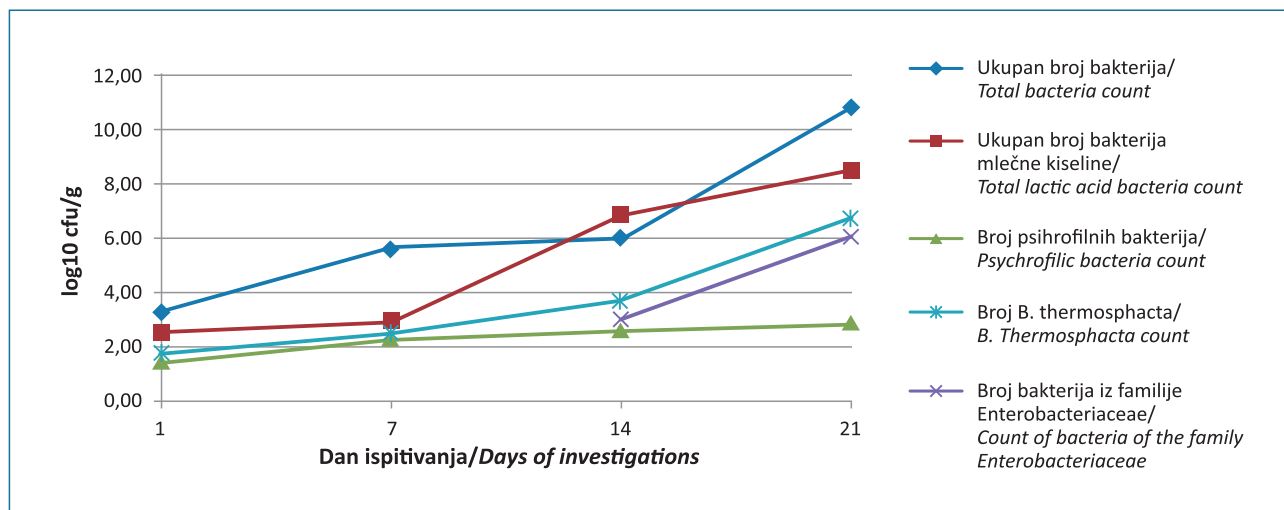
#### Mikrobiološka ispitivanja

Rezultati mikrobioloških ispitivanja sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu prikazani su na grafikonima 1, 2 i 3, za sva tri ciklusa.

Mikrobiološka ispitivanja sveže neupakovane juneće rozbratne i sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, rađena su zaključno sa danom kada je utvrđen kvar mesa.

Ukupan broj bakterija u vakuum upakovanoj svežoj junećoj rozbratni, prvog dana ispitivanja, u 1, 2. i 3. ciklusu bio je  $3,26 \log_{10}$ ,  $2,90 \log_{10}$  odnosno  $3,00 \log_{10}$  cfu/g. Kod sveže neupakovane juneće rozbratne ukupan broj bakterija u 1, 2. i 3. ciklusu ispitivanja bio je  $4,00 \log_{10}$ ,  $2,95 \log_{10}$ , odnosno  $3,00 \log_{10}$  cfu/g. Prikazane vrednosti ukazuju da je meso dobijeno na higijenski način, jer su vrednosti ukupnog broja bakterija bile do  $4 \log_{10}$  cfu/g, što je u skladu sa navodima *Prändla i dr.* (1988). Broj bakterija mlečne kiseline prvog dana ispitivanja, u 1., 2. i 3. ciklusu, kod vakuum upakovane sveže juneće rozbratne bio je  $2,54 \log_{10}$ ,  $3,08 \log_{10}$ , odnosno  $2,70 \log_{10}$  cfu/g, a kod neupakovane  $2,30 \log_{10}$ ,  $2,90 \log_{10}$ , odnosno  $3,30 \log_{10}$  cfu/g. Broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*, u sva tri ciklusa ispitivanja, kod upakovane i neupakovane juneće rozbratne bio je manji od  $1 \log_{10}$  cfu/g. Dobijeni rezultati ukazuju na dobar nivo higijene proizvodnog procesa u toku klanja i obrade i u skladu su sa nalazima *Hammes i dr.* (1990) i *Hammes i Knauf* (1994). Broj psihrofilnih bakterija i broj *Brochothrix thermosphacta* kod vakuum upakovane, kao i kod neupakovane sveže juneće rozbratne, u sva tri ciklusa, bio je približno jednak, do  $2 \log_{10}$  cfu/g. Prisustvo patogenih bakterija (*Salmonella* vrsta, *L.monocytogenes*, *E.coli*, koagulaza pozitivnih stafilocoka i sulfitoredujućih bakterija) nije utvrđeno.

Ukupan broj bakterija u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, u sva tri ciklusa, pokazao je postepen rast. U prvom ciklusu dostigao je najveći broj  $10,78 \log_{10}$  cfu/g 21. dana, što je prikazano na grafikonu 1. U drugom ciklusu dostigao



**Grafikon 1.** Kinetika mikroorganizama u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu (1. ciklus)  
**Graph 1.** Kinetics of microorganisms in samples of fresh beef tenderloin in vacuum packaging (1<sup>st</sup> cycle)

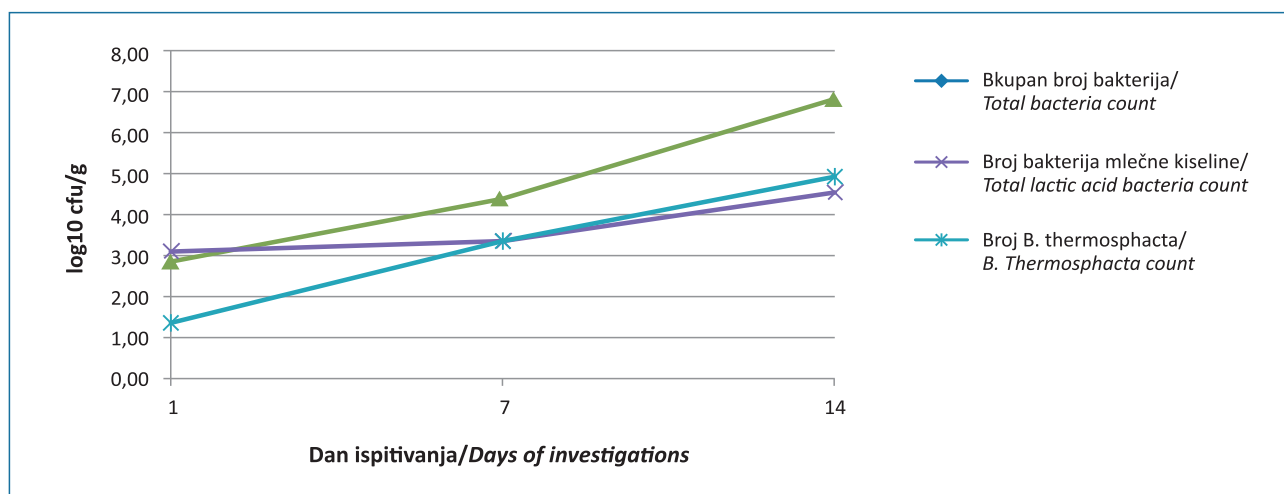
je broj 6,82 log<sub>10</sub> cfu/g 14. dana, a u trećem ciklusu dostigao je broj 7 log<sub>10</sub> cfu/g 28. dana. Ukupan broj bakterija od 10<sup>7</sup>/g mesa ukazuje na promene u organoleptičkim osobinama (Leistner, 2000).

Broj bakterija mlečne kiseline u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu, postepeno je rastao do kraja ispitivanja. Na kraju ispitivanja, broj bakterija mlečne kiseline bio je najmanji u drugom ciklusu, 4,53 log<sub>10</sub> cfu/g, što je prikazano na grafikonu 2. Broj bakterija mlečne kiseline na kraju prvog ciklusa bio je 8,48 log<sub>10</sub> cfu/g, odnosno 7,30 log<sub>10</sub> cfu/g na kraju trećeg ciklusa.

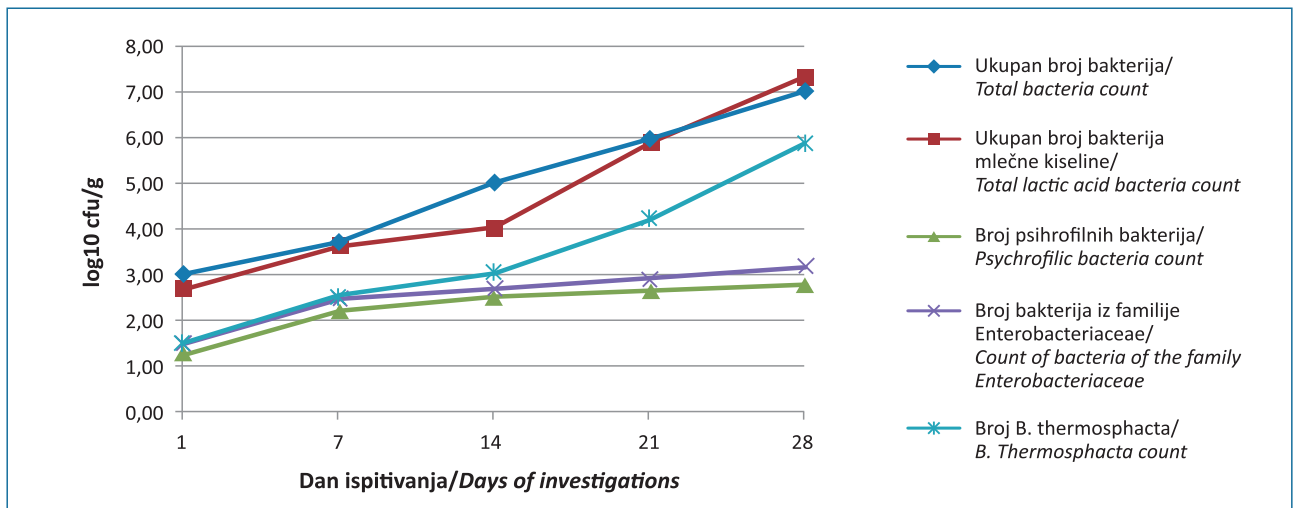
Veliki broj bakterija mlečne kiseline može biti uzrok kvara svežeg mesa upakovanog u vakuumu, što je u saglasnosti sa navodima Nortjé i Shaw (1989), koji ukazuju da broj bakterija mlečne kiseli-

ne od 10<sup>7</sup>/g, može dovesti do mikrobiološkog kvara. Broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* takođe je pokazao postepen rast do kraja ispitivanja, a vrednosti za tri ciklusa ispitivanja bile su 6,04 log<sub>10</sub>, <1,00 log<sub>10</sub>, odnosno 3,15 log<sub>10</sub> cfu/g. Broj *Brochothrix thermosphacta* na kraju ispitivanja, u prvom ciklusu, bio je 6,70 log<sub>10</sub>, u drugom 4,92 log<sub>10</sub>, a u trećem 5,86 log<sub>10</sub> cfu/g. Zbog sposobnosti *Brochothrix thermosphacta* da rasteu aerobnim, ali i u anaerobnim uslovima vakuum upakovanog mesa, ovaj mikroorganizam predstavlja značajan deo mikroflora koja izaziva kvar svežeg mesa (Pini dr., 2002).

Kod uzoraka sveže juneće rozbratne, upakovane u vakuumu, u prvom ciklusu ispitivanja, kvar mesa utvrđenje 21. dana, a u drugom 14. dana. Mikrobiološka ispitivanja najduže su trajala u trećem



**Grafikon 2.** Kinetika mikroorganizama u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu (2. ciklus)  
**Graph 2.** Kinetics of microorganisms in samples of fresh beef tenderloin in vacuum packaging (2<sup>nd</sup> cycle)



**Grafikon 3.** Kinetika mikroorganizama u uzorcima sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu (3. ciklus)  
**Graph 3.** Kinetics of microorganisms in samples of fresh beef tenderloin in vacuum packaging (3<sup>rd</sup> cycle)

ciklusu, do 28. dana, a rezultati ovih ispitivanja prikazani su na grafikonu 3.

Kod neupakovane juneće rozbratne, kvar je utvrđen 14. dana, u sva tri ciklusa. Ukupan broj bakterija na kraju prvog ciklusa bio je 6,48 log<sub>10</sub>, drugog 7,08 log<sub>10</sub> i na kraju trećeg ciklusa 8,00 log<sub>10</sub> cfu/g. Na kraju ispitivanja, u prvom ciklusu, broj bakterija mlečne kiseline bio je 3,48 log<sub>10</sub>, drugog 3,30 log<sub>10</sub> i na kraju trećeg ciklusa 7,60 log<sub>10</sub> cfu/g. Broj *Brochothrix thermosphacta* na kraju ispitivanja u sva tri ciklusa bio je 2,78 log<sub>10</sub>, 4,91 log<sub>10</sub>, odnosno 4,78 log<sub>10</sub> cfu/g. Bakterije iz familije *Enterobacteriaceae* na kraju ispitivanja u sva tri ciklusa nisu utvrđene.

### Senzorska ispitivanja

Rezultati senzorske ocene sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu prikazani su u tabeli 2.

Na osnovu rezultata senzorskih ispitivanja upakovane juneće rozbratne, prvog dana ispitivanja, konstatovane su poželjne, junećem mesu svojstvene senzorske osobine. Po površini, kao i u središnjim delovima uzorka, miris je bio karakterističan za juneće meso, bez stranih primesa. Meso je bilo crvenoružičaste boje, a pripadajuće masno tkivo, krem bele boje. Posle probe kuvanja, miris i ukus su bili prijatni, prihvatljivi za vrstu mesa.

U prvom ciklusu ispitivanja, upakovana juneća rozbratna u vakuumu bila je održiva 14 dana. Senzorske ocene juneće rozbratne sedmog dana ispitivanja (izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku i miris svežeg mesa), varirale su od 2,25 do 2,83 (na granici prihvatljivosti), a struktura, tekstura, miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja, ocenjeni su oce-

nama od 3,42 do 3,58 (prihvatljivo). Četrnaestog dana ispitivanja, senzorske ocene mesa kretale su se u rasponu od 2,17 do 2,75 (na granici prihvatljivosti). Dvadeset prvog dana ispitivanja, nakon otvaranja vakuuma pakovanja, bila je vidljiva izdvojena zamućena tečnost neprijatnog mirisa, a po površini i na presecima junećeg mesa, miris je bio nesvojstven. Posle probe kuvanja, miris je bio nesvojstven mesu i ukazivao je na kvar.

U drugom ciklusu ispitivanja, vakuum upakovana juneća rozbratna bila je održiva 7 dana. Sedmog dana ispitivanja juneće rozbratne, senzorske ocene su bile visoke i kretale su se od 4,13 do 4,25 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo). Četrnaestog dana ispitivanja, nakon otvaranja vakuuma pakovanja, površina juneće rozbratne je bila u manjoj meri lepljiva, a primetno je bilo i izdvajanje zamućene tečnosti neprijatnog mirisa. Posle probe kuvanja, miris je bio neprijatan i ukazivao je na kvar mesa.

U trećem ciklusu ispitivanja, vakuum upakovana juneća rozbratna bila je održiva 21 dan. Četrnaestog dana ispitivanja, senzorske ocene juneće rozbratne varirale su od 4,33 do 5,0 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo). Dvadeset prvog dana, ocene senzorskog ispitivanja mesa kretale su se od 3,0 do 4,67 (prihvatljivo i veoma prihvatljivo). Međutim, nakon otvaranja vakuuma pakovanja, dvadeset osmog dana ispitivanja, po površini i na presecima juneće rozbratne, miris je bio izrazito neprijatan i ukazivao je na kvar mesa. Površina junećeg mesa je bila sluzava i lepljiva. Posle probe kuvanja, miris je bio nesvojstven mesu i neprijatan.

Pojedina istraživanja, ukazuju na razlike u senzorskim osobinama goveđeg mesa upakovanog u vakuumu. Na mogućnost razlika senzorskih osobina go-

**Tabela 2.** Senzorska ocena sveže juneće rozbratne upakovane u vakuumu  
**Table 2.** Sensory evaluation of fresh beef tenderloin in vacuum packaging

Osobine/ Traits	JUNEĆA ROZBRATNA – PAKOVANA U VAKUUMU/ BEEF TENDERLOIN – VACUUM PACKED																	
	CIKLUS I/dan ispitivanja Cycle I/day of examination						CIKLUS II/dan ispitivanja Cycle II/day of examination						CIKLUS III/dan ispitivanja Cycle III/day of examination					
	1	7	14	21	28		1	7	14	21	28		1	7	14	21	28	
Izgled mesa/ Appearance of meat	5,00 ± 0,00	2,50 ± 0,32	2,25 ± 0,61	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,33 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Boja mesa po površini/ Color of meat-surface	5,00 ± 0,00	2,25 ± 0,27	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,33 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Boja mesa na preseku/ Color of meat intersec.	5,00 ± 0,00	2,83 ± 0,41	2,75 ± 0,52	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,25	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Struktura/Structure	5,00 ± 0,00	3,42 ± 0,38	2,25 ± 0,27	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Tekstura/Texture	5,00 ± 0,00	3,50 ± 0,45	2,17 ± 0,26	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,56	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,83 ± 0,24	3,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00		
Miris svežeg mesa/ Smell of fresh meat	5,00 ± 0,00	2,67 ± 0,52	2,25 ± 0,27	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,13 ± 0,22	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	3,67 ± 0,47	1,00 ± 0,00		
Miris posle probe kuvanja/ Smell of cooked meat after cooking probe	5,00 ± 0,00	3,50 ± 0,32	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,43	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,83 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Ukus posle probe kuvanja/ Taste of meat after cooking probe	5,00 ± 0,00	3,58 ± 0,38	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,25 ± 0,43	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,33 ± 0,24	4,17 ± 0,24	1,00 ± 0,00		
Ukus posle probe pečenja/ The taste of meat after roasting probe	5,00 ± 0,00	3,67 ± 0,41	2,50 ± 0,45	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	4,13 ± 0,22	1,00 ± 0,00	/		5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,67 ± 0,24	3,67 ± 0,47	1,00 ± 0,00		

veđeg mesa, u zavisnosti od rase goveda i vremena skladištenja, ukazuju ispitivanja *Monsón i dr.* (2005), gde je utvrđen uticaj rase na intenzitet mirisa goveđeg mesa upakovanog u vakuumu. Najniže ocene utvrđene su 35-og dana skladištenja, a razlike su statistički značajne. *Monsón i dr.* (2005) utvrđuju razliku u sočnosti goveđeg mesa u zavisnosti od rase goveda i vreme skladištenja. Najviše ocene za sočnost su bile 3. i 7. dana, ali su te vrednosti opadale posle 14. dana. Ovo se može objasniti slabljenjem muskulature i otpuštanjem veće količine tečnosti nakon kuvanja. Slične rezultate objavljuju i *Miller i dr.* (1997), gde zaključuju da vreme skladištenja može da ima značajan uticaj na mnoge senzorske osobine goveđeg mesa.

U sva tri ispitana ciklusa, neupakovana juneća rozbratna koja je korišćena kao kontrola, bila je održiva sedam dana. U prvom ciklusu, sedmog dana ispitivanja, senzorske osobine – izgled mesa, boja mesa po površini, boja mesa na preseku i miris svežeg mesa ocenjene su niskim ocenama, na granici prihvatljivosti, dok su miris posle probe kuvanja, ukus posle probe kuvanja i ukus posle probe pečenja, ocenjeni ocenama od 3,08 do 3,41 (prihvatljivo). U drugom i trećem ciklusu ispitivanja, neupakovana juneća rozbratna, sedmog dana senzorskog ispitivanja, bila je ocenjena visokim ocenama, od 4,00 do 4,63 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo), za drugi ciklus od 4,50 do 5,00 (veoma prihvatljivo i izuzetno prihvatljivo), za treći ciklus ispitivanja. U drugom ciklusu ispitivanja, jedino je

tekstura mesa ocenjena ocenom 3,38. U uzorcima neupakovane juneće rozbratne, četrnaestog dana ispitivanja, u sva tri ciklusa, utvrđen je kvar mesa. Po površini i na presecima uzoraka junećeg mesa, miris je bio nesvojstven, a površina je bila u manjoj meri lepljiva. Posle probe kuvanja, miris juneće rozbratne je bio nesvojstven.

## Zaključak

Rezultati ispitivanja pokazali su da vakuum pakovanje svežeg junećeg mesa, potencira rast fakultativno anaerobne mikroflora, uključujući bakterije mlečne kiseline, *Brochothrix thermosphactai* bakterije iz familije *Enterobacteriaceae*. Znaci kvara mesa upakovanog u vakuumu, utvrđeni senzorskim ispitivanjem 21. dana, u prvom i 28. dana, u trećem ciklusu ispitivanja, u saglasnosti su sa porastom ukupnog broja bakterija, broja bakterija mlečne kiseline, broja *Brochothrix thermosphacta* i broja bakterija iz familije *Enterobacteriaceae*. Iako su najniže vrednosti ukupnog broja bakterija, broja bakterija mlečne kiseline, broja *Brochothrix thermosphacta*, kao i broja bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* utvrđene u drugom ciklusu, senzorskim ispitivanjem, kvar mesa utvrđen je već 14. dana. Dobijeni rezultati ispitivanja, pokazali su da postoji jasan pozitivan uticaj vakuum pakovanja na održivost svežeg junećeg mesa.

## Literatura

- Adam K. H., Flint S. H., Brightwell G., 2010.** Psychrophilic and psychrotrophic clostridia: sporulation and germination process and their role in spoilage of chilled, vacuum-packaged beef, lamb and venison. *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1539–1544.
- Balamatsia C. C., Paleologos E. K., Kontominas M. G., Savaidis I., 2006.** Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amine formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4°C; possible role of biogenic amines as spoilage indicators. *Antonie Van Leeuwenhoek. International Journal of General and Molecular Microbiology*, 89, 9–17.
- BS ISO 17140, 2001.** Microbiology of food and animal feeding-stuffs – Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic micro-organisms.
- Douleraki A. I., Ercolini D., Villani F., Nychas G. J. E., 2012.** Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 157, 130–141.
- Doyle M. E., 2007.** Microbial Food Spoilage – Losses and Control Strategies; *A Brief Review of the Literature*. FRI BRIEFINGS Food Research Institute, University of Wisconsin–Madison. [http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI\\_Brief\\_Microbial\\_Food\\_Spoilage\\_7\\_07.pdf](http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI_Brief_Microbial_Food_Spoilage_7_07.pdf)
- Enfors S. O., Molin G., Ternstroem A., 1979.** Effect of packaging under carbon dioxide, nitrogen or air on the microbial flora of pork stored at 4 °C. *Journal of Applied Bacteriology*, 47, 197–208.
- 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, 4663–4671.
- Gill, C.O., 1996.** Extending the storage life of raw chilled meats. *Meat Science* 43, 99–109.
- Hammes W. P., 1990.** Bacterial starter cultures in food production. *Food Biotechnology*, 4, 383–397.
- Hammes W. P., Knauf H. J., 1994.** Starter in processing of meat products. *Meat science*, 36, 155–168.

- ISO 15214, 1998.** Microbiology of food and animal feeding stuffs– horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria – Colony-count technique of 30°C.
- Lambropoulou K. A., Drosinos, E. H., Nychas G. J. E., 1996.** The effect of glucose supplementation on the spoilage microflora and chemical composition of minced beef stored aerobically or under a modified atmosphere at 4°C. *International Journal of Food Microbiology*, 30, 281–291.
- Leistner L., 2000.** Food protection by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 2, 2–26.
- Li M. Y., Zhou G. H., Xu X. L., Li C. B., Zhu W. Y., 2006.** Changes of bacterial diversity and main flora in chilled pork during storage using PCR-DGGE. *Food Microbiology*, 23, 607–611.
- Miller M. F., Kerth C.R., Wise J. W., Lansdell J. L., Stowell J. E., Ramsey C. B., 1997.** Slaughter plant location, USDA quality grade, external fat thickness, and ageing time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. *Journal of Animal Science*, 75, 662–667.
- Monsón M., Sañudo C., Sierra I., 2005.** Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science* 71, 471–479.
- Nortjé G. L., Shaw B. G., 1989.** The effect of ageing treatment on the microbiology and storage characteristics of beef in modified atmosphere packs containing 25% CO<sub>2</sub> plus 75% O<sub>2</sub>. *Meat Science*, 25, 43–58.
- Nychas G. J. E., Drosinos E., Board R. G., 1998.** Chemical changes in stored meat. In: Board, R.G., Davies, A.R. (Eds.), *The Microbiology of Meat and Poultry*. Blackie.
- Nychas G. J. E., Skandamis P., 2005.** Fresh meat spoilage and modified atmosphere packaging (MAP). In: Sofos, J.N. (Ed.), *Improving the Safety of Fresh Meat*. CRC/Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 461–502.
- Nychas G. J. E., Skandamis P. N., Tassou C. C., Koutsoumanis K. P., 2008.** Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78, 77–89.
- Petäjä-Kanninen E., Puolanne E., 2007.** Principles of Meat Fermentation. In: F. Toldrá (Ed.) *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Blackwell Publishing, 31–36.
- Pin C., Garcia de Fernando G. D., Ordonez J. A., 2002.** Effect of modified atmosphere composition on the metabolism of glucose by *Brochothrix thermosphacta*. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 4441–4447.
- Prändl A., Fischer T., Schmidhofer H., Sinell J., 1988.** *Fleisch-Technologie und Hygienen der Gewinnung und Verarbeitung*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Robertson G. L., 2006.** *Food Packaging: Principles and Practice*. CRC Press Taylor and Francis, New Zealand.
- Russo F., Ercolini D., Mauriello G., Villani F., 2006.** Behaviour of *Brochothrix thermosphacta* in presence of other meat spoilage microbial groups. *Food Microbiology*, 23, 797–802.
- SRPS ISO 5496 2002.** Iniciranje i obuka ocenjivača u otkrivanju i prepoznavanju mirisa, Senzorske analize.
- SRPS ISO 6658 2002.** Kvantitativni deskriptivni test, Senzorske analize, Metodologija, Opšte uputstvo.
- SRPS ISO 3972 2002.** Metoda utvrđivanja osećaja ukusa, Senzorske analize.
- SRPS EN ISO 11290, 2010.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Listeria monocytogenes*.
- SRPS EN ISO 4833, 2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broj mikroorganizama – Tehnika brojanja kolonija na 30°C.
- SRPS EN ISO 6888-1, 2009.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja koagulaza-pozitivnih stafilokoka (*Staphylococcus aureus* idr. vrste) – Deo 1: Tehnika upotrebom agara po Berd-Parkeru.
- SRPS ISO 16649-2, 2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja β-glukuronidaza pozitivne *Escherichia coli* – Deo 2: Tehnika brojanja kolonija na 44°C pomoću 5-bromo-4-hloro-3-indolil β-D-glukuronida.
- SRPS ISO 21528-2, 2009.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje i određivanje broja *Enterobacteriaceae* – Deo 2: Metoda brojanja kolonija.
- SRPS ISO 6579, 2008.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za otkrivanje *Salmonella* spp.
- SRPS ISO 15213, 2011.** Mikrobiologija hrane i hrane za životinje – Horizontalna metoda za određivanje broja sulfitoredukujućih bakterija koje rastu u anaerobnim uslovima.
- Sperber W. H., 2010.** Introduction to the microbial spoilage of foods and beverages. In: Sperber WH, Doyle MP, editors. *Compendium of the microbial spoilage of foods and beverages*. Springer, N.Y., 1–40.
- Sun X. D., Holley R. A., 2012.** Antimicrobial and Antioxidative Strategies to Reduce Pathogens and Extend the Shelf Life of Fresh Red Meats. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 11, DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00188.x.
- Šakota T., Lazić V., Gvozdenović J., 2002.** Uticaj karakteristika ambalažnih materijala na održivost viršli. *Tehnologija mesa*, 43, 1–2, 47–51.
- Talon R., Leroy S., Fadda S., 2004.** Dry fermented sausages. In: YH Hui, L Meunier-Goddik, ÅS Hansen, J Josephsen, W-K Nip, PS Stanfield, F Toldrá, eds. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc., 397–416.



# The influence of vacuum packaging on microbiological status and sensory properties of fresh beef

Baltić Tatjana, Borović Branka, Spirić Danka, Parunović Nenad, Karan Dragica, Mitrović Radmila, Radičević Tatjana

*S u m m a r y:* The packaging method can significantly affect the shelf life of fresh meat, and consequently the microbiological status and sensory properties of the packaged meat. In our country, for extending the shelf life of meat and meat products, the vacuum–packaging and packaging in the modified atmosphere are usually used. Vacuum–packaging favours the growth of facultative anaerobic bacteria, including lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae and Brochothrix thermosphacta, as proven spoilage bacteria of fresh meat. Vacuum packaging has a positive influence on juiciness, tenderness, flavor and ripening of meat, but it has negative influence on the meat color.

The aim of the present study was to investigate the microbiological status and sensory properties of vacuum–packaged fresh beef. Samples of beef tenderloin in packaged in stretch foil and vacuum–packaged fresh beef tenderloin were kept in strictly controlled conditions, at 0–4°C. Microbiological and sensory examinations were performed on 1<sup>st</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, 21<sup>st</sup> and 28<sup>th</sup> day of storage, in three separate cycles. Microbiological examinations included determination of microbial indicators of the processing hygiene and microbial indicators of meat spoilage (total count of aerobic mesophilic and psychrophilic bacteria, the number of Enterobacteriaceae, the number of lactic acid bacteria, the number of Brochothrix thermosphacta) and determination of pathogens (Salmonella spp., coagulase-positive staphylococci, sulphite-reducing bacteria, E. coli, Listeria monocytogenes) as well. Sensory properties were evaluated by using quantitative-descriptive test, on a scale of 1 to 5. The following properties were evaluated: appearance of meat, the color of meat surface, the color of the meat intersection, structure, texture, smell of the fresh meat, smell of meat after cooking, taste of meat after cooking and roasting. By sensory analyses spoilage of meat was established on 21<sup>st</sup> day of investigation, in the first cycle and on 28<sup>th</sup> day, in the third cycle. Results obtained from microbiological examinations indicated meat spoilage on the same days, as well. In the second cycle of investigation the meat spoilage was established on 14<sup>th</sup> day of storage, although the microbiological results did not indicate the meat spoilage.

**Key words:** fresh beef, vacuum packaging, microbiological status, sensory evaluation.

Rad primljen: 13.11.2012.

Rad ispravljen: 16.11.2012.

Rad prihvaćen: 21.11.2012.