

# Svojstva ambalažnih materijala za pakovanje fermentisanih kobasica pod vakuumom i u modifikovanoj atmosferi\*

Lazić Vera<sup>1</sup>, Krkić Nevena<sup>1</sup>, Petrović Ljiljana<sup>1</sup>, Tasić Tatjana<sup>2</sup>, Ikonić Predrag<sup>2</sup>, Savatić Snežana<sup>1</sup>, Šojić Branislav<sup>1</sup>

*S a d r ž a j:* Ambalažni materijali i ambalaža su neophodan pratilac prehrambenih proizvoda. Meso i proizvodi od mesa su veoma osjetljivi na delovanje spoljašnjih faktora, kao što su svetlost, kiseonik, vlaga i mikroorganizmi. Zaštitu od ovih uticaja, kao i očuvanje nutritivnih svojstava za deklarirani rok upotrebe, pruža im pravilno odabrana ambalaža i primenjeni uslovi pakovanja.

Sve je veći interes potrošača za prirodno očuvanim i kvalitetnim prehrambenim proizvodima koji nisu hemijski tretirani. Ovaj trend nameće proizvođačima neophodnost primene savremenih postupaka pakovanja koji obezbeđuju produženje održivosti proizvoda, a umanjuju potrebu za primenom veštačkih aditiva i konzervanasa.

U radu je dat prikaz rezultata ispitivanja osobina različitih ambalažnih materijala, kako inostranih, tako i domaćih proizvođača, radi formiranja preporuke za pakovanje fermentisanih suvih kobasica (Petrovska klobása).

Da bi se produžila održivost i obezbedio optimalni kvalitet ovih kobasica, one se nakon zrenja mogu pakovati u barijerne ili visokobarijerne folije pod vakuumom ili u modifikovanoj atmosferi. Ove folije su različitog sastava i osobina, proizvedene različitim tehnologijama.

Cilj ovog rada je prikaz mogućnosti primene različitih uslova pakovanja fermentisanih suvih kobasica, kao i ispitivanje fizičko-mehaničkih i barijernih svojstava različitih polimernih ambalažnih materijala, koji mogu da se koriste za ovu namenu.

Dobijeni rezultati ukazuju da su za pakovanje fermentisanih suvih kobasica u modifikovanoj atmosferi i u vakuumu ispitani ambalažni materijali dobrih karakteristika, koji će omogućiti očuvanje zaštitne atmosfere unutar ambalaže i time doprineti kvalitetu i održivosti fermentisanih suvih kobasica.

**Ključne reči:** ambalaža, materijali, fermentisane kobasice, vakuum, modifikovana atmosfera.

## Uvod

Kroz istoriju uloga ambalaže je evoluirala od najprimitivnijih oblika i elementarne funkcije, do mnogobrojnih složenih funkcija: od prihvatanja proizvoda, konzervisanja u ambalaži, zaštite proizvoda, očuvanja nutritivnih karakteristika, do atraktivnosti, ekološke podobnosti, ekonomske prihvatljivosti, pa sve do aktivne i komunikativne uloge (Ahvenainen, 2003; Lazić i dr., 2004).

Trendovi u prehrambenoj industriji prate zahtevne potrošača za svežim, prirodno očuvanim i kvalitetnim proizvodima koji su, što je moguće, manje hemijski tretirani. Usavršavaju se metode kojima se produžava trajnost proizvoda, a isključuju

veštački aditivi i konzervansi. Značajnu ulogu među ovim metodama zauzima i primena novih ambalažnih materijala i savremenih uslova i postupaka pakovanja (Tsigarida i dr., 2000).

Tradicija proizvodnje petrovačke kobasice (Petrovska klobása) duga je više od dva i po veka i povezana je sa naseljavanjem Slovaka u Vojvodinu i Bački Petrovac. Petrovački kulen (Petrovska klobása) se prvi put službeno pominje na velikoj izložbi poljoprivrednih proizvoda 1873. godine u Beču. Ubraja se u fermentisane (trajne) proizvode visokog kvaliteta. Najznačajnije je napomenuti da je ovaj proizvod potpuno prirodan, bez aditiva, konzervansa i sintetičkih dodataka.

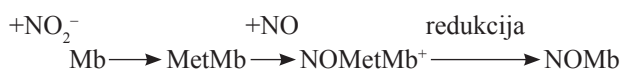
\***Napomena:** Rad je realizovan u okviru projekta „Razvoj tehnologije sušenja i fermentacije petrovačke kobasice („Petrovska klobása“ – oznaka geografskog porekla) u kontrolisanim uslovima“, ev. br. 20037, koji je finansiralo Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

<sup>1</sup>Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Republika Srbija;

<sup>2</sup>Institut za prehrambene tehnologije, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad.

Proizvodi industrije mesa posebno su osetljivi na različite uticaje iz spoljašnje sredine, koji dovode do: promene boje, oksidacije lipida i mikrobiološke kontaminacije proizvoda (Rede i Petrović, 1997; Garcia-Esteban i dr., 2004).

Kod fermentisanih proizvoda od mesa boja potiče od nativnog pigmenta mesa – mioglobina, koji reaguje sa azot-monoksidom (NO) i prelazi u nitrozo-oblik. Prekursor azot-monoksida u mesu su nitriti natrijuma ili kalijuma, koji se direktno dodaju u meso ili nastaju redukcijom nitrata. Nitriti su oksidaciono sredstvo, pa brzo prevode mioglobin (Mb) u metmioglobin (MetMb<sup>+</sup>). U sledećem stupnju, sa nastalim metmioglobinom reaguje NO i nastaje nitrozilmetmioglobin (NOMetMb<sup>+</sup>). Na kraju se nitrozilmetmioglobin redukuje, pod uticajem različitih redukcionih sredstava, do nitrozilmioglobina (NOMB). Poželjna crvena boja fermentisanih kobasica, koja podseća na boju svežeg mesa, potiče od nitrozilmioglobina.



Kod petrovačke kobasice, boja najvećim delom potiče od začinske crvene paprike, a samo jednim delom od nitrozilmioglobina nastalog redukcijom nitrata iz paprike i, eventualno, mesa (tokom procesa proizvodnje nitriti se ne dodaju u meso).

Nitrozilmioglobin je stabilan u odsustvu kiseonika. Međutim, ukoliko je kiseonik prisustan, vrlo brzo dolazi do oksidacije u metmioglobin. Brzina oksidacije je direktno srazmerna parcijalnom pritisku kiseonika. Svetlost ubrzava oksidaciju nitrozilmioglobina na vazduhu (Robertson, 2006).

Još jedan od osnovnih uzroka pogoršanja kvaliteta proizvoda od mesa je oksidacija lipida, koja se odvija u prisustvu kiseonika. Oksidacija lipida utiče na ukus, boju, teksturu i nutritivnu vrednost kobasica (German, 1999; Jakobsen i Bertelsen, 2004).

Sastav mikroflora, uzročnika kvara tokom skladištenja proizvoda od mesa, zavisi od kvaliteta mesa, sastava atmosfere oko proizvoda, od broja mikroorganizama i sastava mikroflora na proizvodu pre pakovanja. Uzročnici kvara su mikroorganizmi koji najbrže rastu u uslovima u kojima se proizvod drži. Skladištenjem u aerobnim uslovima, na niskim temperaturama (–1 do +5°C) dominiraju vrste roda *Pseudomonas*. U odsustvu glikoze ove bakterije razgrađuju amino-kiseline, usled čega se oslobađa amonijak, gas izuzetno neprijatnog mirisa. U anaerobnim uslovima dominiraju rodovi: *Lactobacillus*, *Brochothrix thermosphacta* i *Enterobacteriaceae*, a pri nižim temperaturama, najčešće preovlađuju mlečnokisele bakterije (posebno *Leuconostoc*), koje nemaju štetne metabolite. Mikrobiološka

sigurnost se, pre svega, postiže higijenski odgovornim vođenjem procesa proizvodnje i pakovanja, snižavanjem koncentracije kiseonika i povećanjem koncentracije ugljen-dioksida u ambalaži, te skladištenjem pri niskim temperaturama (Robertson, 2006; Rede i Petrović, 1997).

Očuvanje senzornih svojstava i mikrobiološke sigurnosti proizvedenih kobasica omogućavaju savremeni postupci i uslovi pakovanja u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi (Šakota i dr., 2002; Lazić i dr., 2002a; Lazić i dr., 2002b).

Pakovanje u vakuumu značajno produžava održivost fermentisanih suvih kobasica sprečavajući, ili usporavajući razvoj velikog broja aerobnih mikroorganizama, oksidaciju masnih kiselina i održavajući boju proizvedene kobasice. 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).

Pakovanje u modifikovanoj atmosferi (MAP, modified atmosphere packaging) je savremeni metod pakovanja, gde se vazduh iznad proizvoda zameni smešom gasova, najčešće O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>, u određenim odnosima. Prisustvo kiseonika se, kod pakovanja fermentisanih suvih kobasica, ograničava do 0,5%, da bi se sprečila oksidacija masnih kiselina i nitrozilmioglobina. Ugljen-dioksid (CO<sub>2</sub>) se koristi zbog inhibitornog delovanja na aerobne mikroorganizme, moguće uzročnike kvara. Ugljen-dioksid se dobro rastvara u mastima, a rastvorljivost, pa samim tim i bakteriostatsko dejstvo je maksimalna na temperaturi od 5°C. Kao prateći gas uz CO<sub>2</sub> koristi se N<sub>2</sub>, koji je inertan gas. Mnogobrojni autori preporučuju sledeći sastav atmosfere za pakovanje fermentisanih suvih kobasica: 20–30% CO<sub>2</sub>, a ostatak do 100% N<sub>2</sub> (Ahvenainen, 2003; Garcia-Esteban i dr., 2004; Robertson, 2006). Gasna atmosfera iznad upakovanog proizvoda se u toku skladištenja menja, zbog biohemijskih procesa u proizvodu, propustljivosti ambalažnih materijala, ili nehermetičnosti varova (Tsigarida i Nychas, 2001). Više činilaca utiče na održivost proizvoda upakovanih u modifikovanoj atmosferi, a to su: temperatura, higijenski uslovi, kvalitet proizvoda, veličina prostora iznad proizvoda (preporučuje se odnos proizvoda i slobodnog prostora 1:1), sastav gasova, sadržaj preostalih gasova (zavisno od korišćene tehnike za MAP), čistoća gasova, propustljivost ambalažnih materijala za gasove, kvalitet for-

miranog vara, hermetičnost ambalaže i adsorpcija gasova na površini proizvoda (Houben i dr., 2000; Skandamis i Nychas, 2002; Ahvenainen, 2003; Lazić i dr., 2004).

Za primenu vakuuma i modifikovane atmosfere za pakovanje fermentisanih suvih kobasica moraju da se upotrebiti ambalažni materijali dobrih barijernih svojstava. Najčešće su to folije osnovnog sastava poliamid (PA)/polietilen (PE), koje mogu da sadrže i barijerne slojeve etilen-vinil-acetat (EVA), etilen-vinil-alkohol (EVOH), poliviniliden-hlorid (PVDC) i druge. Ovi višeslojni ambalažni materijali mogu da se proizvode različitim tehnologijama, kaširanjem, ekstruzionim oslojavanjem ili koekstruzijom. Od broja, osobina slojeva polimera i od primenjene tehnologije spajanja zavisi kvalitet višeslojne barijerne folije. Savremena tehnologija koekstruzije daje najveće mogućnosti dobijanja tankih višeslojnih folija željenih barijernih karakteristika (Lazić i dr., 2002).

Cilj ovog rada bio je utvrđivanje karakteristika odabranih ambalažnih materijala namenjenih za pakovanje fermentisanih suvih kobasica, ispitivanjem fizičko-mehaničkih i barijernih svojstava materijala, kao i ispitivanje kvaliteta formiranja ambalaže i sastava modifikovane atmosfere iznad upakovanog proizvoda tokom skladištenja, radi odabira najboljeg ambalažnog materijala i uslova pakovanja za pakovanje ovog tipa proizvoda.

## Materijal i metode

Za potrebe istraživanja u ovom radu, petrovačka kobasica (Petrovská klobása) je upakovana u ambalažne materijale inostranih proizvođača (što je praksa u domaćim fabrikama industrije mesa), u vakuumu i modifikovanoj atmosferi. Tokom skladištenja praćene su promene sastava gasne atmosfere iznad proizvoda u formiranoj ambalaži.

U radu su ispitivana fizičko-mehanička i barijerna svojstva ambalažnih materijala i kvalitet formiranja ambalaže, koja se u domaćim fabrikama za preradu mesa koristi za pakovanje proizvedenih fermentisanih suvih kobasica

Ispitani su navedeni ambalažni materijali i ambalaža:

Grupa A: Ambalažni materijali (inostranih proizvođača), koji se u domaćim fabrikama za preradu mesa koriste za pakovanje fermentisanih suvih kobasica u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi:

Uzorak 1: Formirane kese od transparentne termoskupljajuće folije, deklarisanе debljine 50  $\mu\text{m}$  i sastava PET/EVOH/PE, koje su korišćene za vakuum pakovanje.

Uzorak 2: Štampana folija, deklarisanе debljine 65  $\mu\text{m}$  i sastava PET/PE/EVOH/PE, koja je korišćena za pakovanje u modifikovanoj atmosferi.

Grupa B: Ambalažni materijali (domaćih proizvođača) koji mogu da se koriste za pakovanje fermentisanih suvih kobasica u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi:

Uzorak 3: Štampana folija, deklarisanе debljine 85  $\mu\text{m}$  i sastava OPA15/PE70, proizvođača I.

Uzorak 4: Štampane formirane kese, deklarisanе debljine 73  $\mu\text{m}$  i sastava PA23/PE50, proizvođača I.

Uzorak 5: Transparentna folija, deklarisanе debljine 110  $\mu\text{m}$  i sastava PA40/PE70, proizvođača I.

Uzorak 6: Transparentna termoskupljajuća folija deklarisanе debljine 45  $\mu\text{m}$  i sastava PA/EVOH/PE, proizvođača II.

Radi karakterizacije ambalažnih materijala i formirane ambalaže obavljena su sledeća ispitivanja:

2. Debljina materijala za pakovanje, određena je po metodi opisanoj u standardu „Plastične mase – Određivanje debljine folija“. Oznaka standarda: SRPS G.S2.733;
3. Masa po jedinici površine materijala za pakovanje, određena je po metodi opisanoj u standardu „Plastične mase – Ispitivanje veštačke kože – Određivanje mase po jedinici površine“. Oznaka standarda SRPS G.S2.702;
4. Mehanička svojstva ispitanih materijala (zatezna jačina i izduženje pri kidanju), rađena je na aparatu „INSTRON 4301“, po metodi opisanoj u standardu: „Plastične mase – Ispitivanje folija zatezanjem“. Oznaka standarda SRPS G.S2.734;
5. Barijerna svojstva materijala za pakovanje (propustljivost za gasove CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) metodom po Lyssy (1984), prema standardu DIN 53380, aparatom Lyssy GPM-200 sa pripadajućim gasnim hromatografom Gasukuro Kogyo GC-320 i integratorom HP 3396A. Propustljivost vazduha je određena računski;
6. Sastav zaštitne atmosfere iznad upakovanog proizvoda kod pakovanja u modifikovanoj atmosferi praćen je tokom skladištenja, po dinamici: 0, 120, 210 i 270 dana, a određen je aparatom Oxybaby, WITT-Gasetechnik GmbH & Co KG, Velika Britanija (uzorak 2);
7. Hermetičnost varova formirane ambalaže određena je ispitivanjem mikroporoznosti varova (uzorci 1 i 2)
8. Zatezna jačina formiranih varova određena na aparatu „INSTRON 4301“ (uzorci 1 i 2).

## Rezultati i diskusija

Rezultati određivanja debljine ambalažnih materijala su prikazani u tabeli 1. Vrednosti u tabeli predstavljaju srednje vrednosti debljine za svaku epruvetu (sa 8 standardnih pozicija). Na kraju je data srednja vrednost i standardna devijacija za debljinu svakog uzorka (na osnovu svih pet epruveta).

Dobijene vrednosti ukupnih površinskih masa potvrđuju deklarisan sastav i deklarisanu vrednost debljina ispitivanih ambalažnih materijala.

Rezultati srednjih vrednosti ispitivanja zatezne jačine (N/15mm) i izduženja pri kidanju (%) prikazani su u tabeli 2.

Rezultati prikazani u tabeli 2 pokazuju da je zatezna jačina uzorka 3 najveća, što je u skladu sa

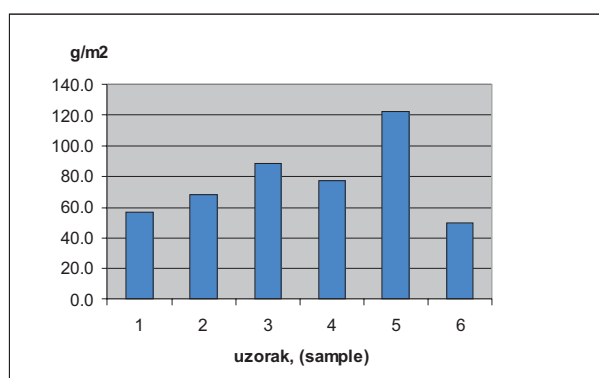
**Tabela 1.** Debljina ambalažnih materijala ( $\mu\text{m}$ )

**Table 1.** Packaging materials thickness ( $\mu\text{m}$ )

| Grupa/(Group)                                    | A                     |                       | B                     |                       |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Epruveta/Test tube                               | Uzorak 1/<br>Sample 1 | Uzorak 2/<br>Sample 2 | Uzorak 3/<br>Sample 3 | Uzorak 4/<br>Sample 4 | Uzorak 5/<br>Sample 5 | Uzorak 6/<br>Sample 6 |
| I  | 58,25                 | 66,75                 | 87,25                 | 75,88                 | 117,63                | 53,25                 |
| II   | 55,63                 | 62,63                 | 89,00                 | 75,38                 | 124,13                | 46,63                 |
| III  | 57,13                 | 64,50                 | 89,75                 | 76,00                 | 122,00                | 48,00                 |
| IV   | 49,88                 | 64,00                 | 89,63                 | 76,38                 | 121,13                | 48,88                 |
| V  | 59,13                 | 66,63                 | 89,50                 | 75,25                 | 119,38                | 49,25                 |
| Sr. vrednost/Average                             | 56,00                 | 64,90                 | 89,03                 | 75,78                 | 120,85                | 49,20                 |
| St. devijacija/St. deviation                     | 3.66                  | 1.77                  | 1.03                  | 0.46                  | 2.48                  | 2.48                  |
| Koef. varijacije (%)/<br>Coeff. of variation (%) | 5,85                  | 2,44                  | 1,04                  | 0,55                  | 1,84                  | 4,50                  |

Prosečne vrednosti debljina, dobijene za sve uzorke, odgovaraju deklarisanim debljinama odgovarajućih ambalažnih materijala. Kod uzorka 1 uočeno je značajnije odstupanje pojedinih vrednosti za debljinu od srednje vrednosti ( $K_v > 5\%$ ), što može da ukaže na lošija (neujednačena) svojstva ovog materijala.

Metodama hemijskog razdvajanja i rastvaranja potvrđen je deklarisan sastav svih ispitivanih uzoraka. Vrednosti ukupnih površinskih masa date su na histogramu 1.



**Histogram 1.** Ukupne površinske mase uzoraka ( $\text{g}/\text{m}^2$ )

**Histogram 1.** The total surface masses of samples ( $\text{g}/\text{m}^2$ )

**Tabela 2.** Zatezna jačina (N/15mm) i izduženje pri kidanju (%)

**Table 2.** Tension strength (N/15mm) and elongation to break (%)

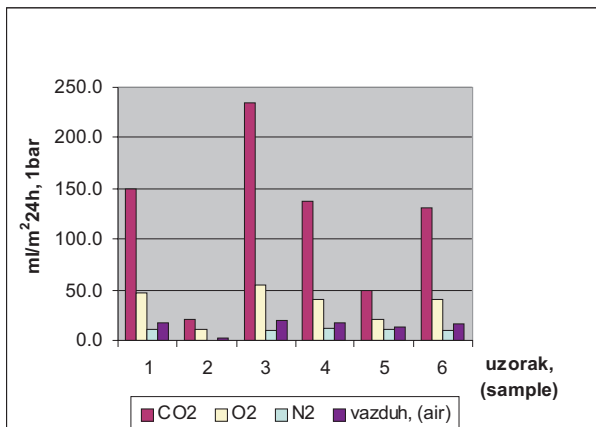
|  |   | Uzdužno/<br>Longitudinal |       | Poprečno/<br>Transversal |        |
|--|---|--------------------------|-------|--------------------------|--------|
|  |   | N/15mm                   | (%)   | N/15mm                   | (%)    |
|  | 1 | 35,50                    | 34,84 | 29,40                    | 26,25  |
|  | 2 | 39,00                    | 66,04 | 39,50                    | 58,08  |
|  | 3 | 42,90                    | 49,46 | 40,50                    | 31,63  |
|  | 4 | 29,10                    | 187,3 | 31,20                    | 140,51 |
|  | 5 | 46,00                    | 18,85 | 47,73                    | 10,35  |
|  | 6 | 37,00                    | 48,67 | 36,90                    | 57,72  |

većim debljinama. Za uzorak 4 dobijena je izrazito velika vrednost istezanja, što ukazuje na mogućnost nejednakog istezanja materijala tokom procesa pakovanja i dalje manipulacije ambalažom.

Za ambalažne materijale koji su namenjeni pakovanju osetljivih proizvoda u modifikovanoj atmosferi, propustljivost gasova je veoma bitno svojstvo. Rezultati ovih ispitivanja prikazani su na histogramu 2.

Kako je kiseonik gas koji izaziva negativne promene na upakovanom sadržaju, posebno treba obratiti pažnju na propustljivost ambalažnih materijala za ovaj gas. Za barijerne i visoko barijerne





**Histogram 2.** Propustljivost gasova (ml/m<sup>2</sup> 24h, 1bar)

**Histogram 2.** Gas permeability (ml/m<sup>2</sup> 24h, 1bar)

folije, koje su pogodne za pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, propustljivost za kiseonik pri sobnoj temperaturi i vlažnosti (23°C, 75% Rh) i pri razlici pritiska od 1 bara je manja od 50 ml/m<sup>2</sup>/24 h (Šakota i dr., 2002; Skandamis i Nychas, 2002; Robertson, 2006; Cilla i dr., 2006; Rubio i dr., 2006; Rubio i dr., 2007; Thorsen i dr., 2009; Sørheim i dr., 2009). Na osnovu ovog parametra može da se zaključi da su svi ispitani uzorci pokazali dobra barijerna svojstva, a najbolja barijerna svojstva su pokazali uzorci 2 i 5.

Vizuelnim pregledom upakovanih fermentisanih suvih kobasica pod vakuumom (uzorak 1) uočeni su vidljivi nedostaci u vidu neravnomernosti debljine vara i naboranosti folije u varu, dok kod ambalažnih jedinica uzorka 2 nisu utvrđeni vidljivi nedostaci.

Vrednosti zateznih jačina formiranih varova, za uzorak 1, kreću se od 20,5 do 40,7 N/15mm. Ispitivanjem hermetičnosti varova ustanovljeno je da su svi varovi hermetični, bez obzira na uočene vidljive nedostatke i konstatovana je održanost vakuuma. Za uzorak 2 vrednosti zateznih jačina formiranih varova kreću se od 31,7 do 48,2 N/15mm, a određivanjem hermetičnosti utvrđena je nehermetičnost varova kod većeg broja ambalažnih jedinica.

Dobijeni rezultati za zateznu jačinu formiranih varova kod uzoraka 1 i 2 značajno variraju i ukazuju na neophodnost pravilnog podešavanja parametara formiranja termovarova (pritisak, temperatura i vreme formiranja vara).

Rezultati merenja koncentracije gasova iznad upakovanih fermentisanih suvih kobasica (uzorak 2), odmah posle punjenja, posle 120, 210 i 270 dana skladištenja, prikazani su u tabeli 3.

Na početku skladištenja dolazi do očekivanog porasta sadržaja CO<sub>2</sub>, usled odvijanja biohemijskih

**Tabela 3.** Sastav gasova u ambalaži uzorka 2  
**Table 3.** The composition of gases in the packaging of sample 2

| Dani skladištenja/<br>Days of storage | Sastav gasova/<br>Gas composition |                     |                    |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|
|                                       | O <sub>2</sub> (%)                | CO <sub>2</sub> (%) | N <sub>2</sub> (%) |
| 0                                     | 0,1                               | 27,9                | 72,1               |
| 120                                   | 0,3                               | 29,0                | 70,7               |
| 210                                   | 0,1                               | 30,2                | 69,7               |
| 270                                   | 0,4                               | 27,4                | 64,0               |

procesa u proizvodnju (Houben i dr., 2000; Skandamis i Nychas, 2002; Ahvenainen, 2003; Lazić i dr., 2004). Međutim, do kraja skladištenja dolazi do pada koncentracije CO<sub>2</sub> najverovatnije zbog rastvaranja CO<sub>2</sub> u samom proizvodnju. Uporedno sa porastom sadržaja CO<sub>2</sub>, očekivan je pad koncentracije O<sub>2</sub> u ambalaži, ali je do odstupanja došlo, najverovatnije, zbog nehermetičnosti formirane ambalaže (Skandamis i Nychas, 2002; Šakota i dr., 2002; Jakobsen i Bertelsen, 2004; Cilla i dr., 2006; Rubio i dr., 2006; Robertson, 2006; Rubio i dr., 2007; Thorsen i dr., 2009; Sørheim i dr., 2009).

## Zaključak

Rezultati ispitivanja odabranih ambalažnih materijala (korišćenih i potencijalnih), pokazali su da su fizičko-mehanička svojstva, debljina, površinska masa, zatezna jačina i izduženje pri kidanju ujednačeni, odgovaraju deklariranim vrednostima, te omogućavaju pravilno formiranje ambalaže. Svi ambalažni materijali imaju dobra barijerna svojstva, nisku propustljivost gasova, te mogu da se preporučuju za pakovanje ovih proizvoda u vakuumu ili modifikovanoj atmosferi.

Rezultati su pokazali hermetičnost ambalaže formirane u vakuumu, dok je veći broj ambalažnih jedinica formiranih u modifikovanoj atmosferi pokazao mikroporoznost. U ambalažnim jedinicama uzorka 2, koje su ispoljavale hermetičnost, došlo je do povećanja koncentracije CO<sub>2</sub> kao rezultat biohemijskih procesa u proizvodnju, dok je kod nehermetičnih jedinica uzorka 2 došlo do povećanja nivoa kiseonika i smanjenja nivoa ugljen-dioksida iznad proizvoda.

Sa aspekta dobijenih rezultata za kvalitet ambalažnih materijala, kvalitet formiranja i očuvanje vakuuma, odnosno zadate koncentracije gasova, ispitivani materijali mogu uspešno da se koriste za pakovanje fermentisanih suvih kobasica, nakon zrenja, u vakuumu ili zaštitnoj modifikovanoj atmosferi, uz poboljšanje kvaliteta formiranja ambalaže.

## Literatura

- Ahvenainen R., 2003. Novel Food Packaging Techniques. VTT Biotechnology, Finland.
- Cilla I., Martinez L., Beltran J. A., Roncales P., 2006. Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat Science*, 73, 581–589.
- Garcla-Esteban M., Ansorena D., Astiasarán I., 2004. Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, 67, 57–63.
- German J. B., 1999. Food processing and lipid oxidation. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 459, 23–50.
- Houben J. H., van Dijk A., Eikelenboom G., Hoving-Bolink A. H., 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Science*, 55, 331–336.
- Jakobsen M., Bertelsen G., 2004. Predicting the amount of carbon dioxide absorbed in meat. *Meat Science*, 68, 603–610.
- Lazić V., Curaković M., Gvozdenović J., Petrović Lj., Đorđević P., 2002a. Karakteristike poliamidnih omotača. *Tehnologija mesa*, 43, 1–2, 69–73.
- Lazić V., Gvozdenović J., Curaković M., Petrović Lj., Đorđević P., 2002b. Polyamide Casings for Meat Products. 3rd International Conference of the Chemical Societies of the South-Eastern European Countries on Chemistry in the New Millennium – an Endless Frontier, Book of Abstracts, Volume II, 24, Bucharest, Romania.
- Lazić V., Gvozdenović J., Prčić I., Korhec G., 2004. Ambalaža i deklaracija proizvoda. *Prehrambena industrija*, 1–2, 30–33.
- Lyssy, 1984. Analytical Gas Permeability Tester GPM-200, Operation Manual.
- Rede R., Petrović Lj., 1997. Tehnologija mesa i nauka o mesu. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Robertson G., 2006. Food Packaging: Principles and Practice. CRC Press Tazlor and Francise, New Zealand.
- Rubio B., Martinez B., Gonzalez-Fernandez C., Garcia-Cachan M. D., Rovira J., Jaime I., 2007. Effect of modified atmosphere packaging on the microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: „Cecina de leon“. *Meat Science*, 75, 515–522.
- Rubio B., Martinez B., Gonzalez-Fernandez C., Garcia-Cachan M. D., Rovira J., Jaime I., 2006. Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef „Cecina de Leon“: Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Science* 74, 710–717.
- Skandamis P. N., Nychas G. J. E., 2002. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 35–45.
- Sørheim O., Westad F., Larsen H., Alyseike O., 2009. Colour of ground beef as influenced by raw materials, addition of sodium chloride and low oxygen packaging. *Meat Science*, 81, 467–473.
- Šakota T., Lazić V., Gvozdenović J., 2002. Uticaj karakteristika ambalažnih materijala na održivost viršli. *Tehnologija mesa*, 43, 1–2, 47–51.
- Thorsen L., Budde B. B., Koch A. G., Klingberg T. D., 2009. Effect of modified atmosphere and temperature abuse on the growth from spores and cereulide production of *Bacillus weihenstephanensis* in a cooked chilled meat sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 130, 172–178.
- Tsigarida E., Skandamis P. N., Nychas G. J. E., 2000. Behaviour of *Listeria monocytogenes* and autochthonous flora on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5°C. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 901–909.
- Tsigarida E., Nychas G. J. E., 2001. Ecophysiological attributes of *Lactobacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. on sterile beef filets in relation to storage temperature and film permeability. *Journal of Applied Microbiology*, 90, 696–705.

## Properties of packaging materials for vacuum packed fermented sausages in modified atmosphere

Lazić Vera, Krkić Nevena, Petrović Ljiljana, Tasić Tatjana, Ikonić Predrag, Savatić Snežana, Šojić Branislav

*S u m m a r y:* Packaging materials and packaging are a necessity in food technology. Meat and meat products are very sensitive to the influence of external factors such as light, oxygen, moisture and microorganisms. Properly selected packaging material and applied packaging conditions ensure their protection from these effects, as well as the preservation of nutritional properties during the declared shelf life.

The paper presents testing results of different packaging materials, physical-mechanical and barrier properties, of both international and national producers, in order to form the recommendations for the packaging of dry fermented sausages (Petrovska klobasa).

The aim of this paper is to present the recommendations for the packaging of dry fermented sausages (Petrovska klobasa). To achieve this, it was necessary to test physical-mechanical and barrier properties of various polymeric packaging materials, as well as the quality of the formation of packaging and modified atmosphere composition of the packed product during storage. Possibilities of applying different packaging conditions for dry fermented sausages packaging are also presented.

Results indicate that tested materials can be successfully used for packaging of dry fermented sausages after ripening in modified atmosphere and vacuum if quality of packaging forming improves.

**Key words:** packaging, materials, fermented sausages, vacuum, modified atmosphere.

Rad primljen: 28.05.2009.

Rad ispravljen: 20.05.2010.

Rad prihvaćen: 21.05.2010.