

## Animal welfare and product quality

### Summary

During the recent years there is growing concern amongst consumers for animal welfare and quality of animal products. Accordingly, the European Union member states accepted a new approach in the production of food, taking the necessities of the consumer in the so-called 'fork to farm' approach into consideration. The guarantee of quality for the European consumers lies in the legislature and certain product brands. When securing the animal welfare in the meat production, the most critical points are the animal breeding, transport, i.e. its handling during the loading and unloading, as well as the procedure of stunning and slaughtering the animal. Worldwide experience shows that for the humane treatment of animals, next to the corresponding legislature, the education of personnel is indispensable. In Croatia this education should also include the consumers and the producers in order to create next to a quality legislature and strong citizen initiatives for the control of the Croatian market.

**Key words:** animal welfare, consumers, products quality

## Das Wohlergehen der Tiere und die Qualität der Erzeugnisse

### Zusammenfassung

In den letzten Jahren wächst das Interesse der Verbraucher am Wohlergehen der Tiere und an der Qualität der Erzeugnisse animaler Herkunft. Deshalb haben die Länder der EU den neuen Ansatz in der Herstellung von Nahrung angenommen, der den Bedarf der Verbraucher beachtet, den sog. „fork to farm“ (vom Stall zum Tisch) Ansatz. Die Qualitätsgarantie für europäische Verbraucher sichern die Gesetze und bestimmte Herstellungsmarken (brands). Für eine qualitative Durchführung des Wohlergehens der Tiere in Fleischherstellung sind die kritischsten Prozesse Mast, Einladen, Transport, Ausladen, Betäubung und Schlachten. Die Erfahrungen aus der Welt zeugen darüber, dass neben der Gesetze auch eine Edukation des Personals nötig ist. In Kroatien sollte diese Edukation sowohl die Hersteller als auch die Verbraucher umschließen, damit neben einer qualitativen Gesetzordnung auch starke Bürgerinitiativen zur Kontrolle des kroatischen Marktes geschaffen werden.

**Schlüsselwörter:** Wohlergehen der Tiere, Verbraucher, Qualität der Erzeugnisse

## Il benessere di animale e la qualità di prodotti

### Sommario

Negli ultimi anni nel mondo sta aumentando l'interesse dei consumatori per il benessere di animali e la qualità di prodotti dell'origine animale. Perciò gli stati appartenenti all'Unione Europea hanno accettato un approccio nuovo alla produzione degli alimenti, che prende in considerazione le richieste e le necessità dei consumatori, il cosiddetto approccio "fork to farm" (da stalla a tavola). La qualità per i consumatori europei garantiscono la legislazione e certi marchi di prodotti (i brands). Per un trattamento di qualità di benessere degli animali i più rischiosi sono i processi di allevamento, carico, trasporto, scarico, stordimento e macellazione. Le esperienze mondiali ci insegnano che per trattare umanamente gli animali bisogna esistere non solo la legislazione, ma anche un personale educato. Questo tipo di educazione in Croazia dovrebbe coinvolgere i consumatori e i produttori, per poter creare anche le organizzazioni cittadine capaci di agire che potrebbero controllare il mercato croato, non dimenticando nemmeno la legislazione di qualità.

**Parole chiave:** benessere di animali, consumatori, qualità di prodotti

prove consumers' knowledge of farm animal welfare. Based on a CORDIS News interview with Unni Kjærnes, partner in the Welfare Quality Programme. Available from: [http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP6\\_NEWS\\_FOOD&ACTION=D&SESSION=&RCN=EN\\_RCN\\_ID:26195](http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP6_NEWS_FOOD&ACTION=D&SESSION=&RCN=EN_RCN_ID:26195).

Manteca, X. (1998): Neurophysiology and assessment of welfare. 44th International Congress of Meat Science and Technology. Barcelona, Spain, 30 August – 4 September 1998. Proceedings, Barcelona, 146-153.

de Oliveira Roça, O. (2002): Humane Slaughter Of Bovine. Embrapa: First Virtual Global Conference on Organic Beef Cattle Production;

September, 02 to October, 15 – 2002. Available from: <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/ingles/02en03.pdf>.

Pravilnik o zaštiti životinja pri klanju ili usmrćivanju (NN 116/05).


Rowan, A. N., H. O'Brien, L. Thayer, G. J. Patronek (1999): Farm animal welfare; the focus of animal protection in the USA in the 21st century. Tufts Center for Animals and Public Policy; Tufts University School of Veterinary Medicine. Available from: [www.tufts.edu/vet/cfa/faw.pdf](http://www.tufts.edu/vet/cfa/faw.pdf).

Savenije, B. (2002): **Metabolic parameters as indicators of broiler chicken welfare and meat quality. Dissertation, University of**

**Groningen. Available from:** <http://dissertations.uu.rug.nl/faculties/medicine/2001/b.savenije/>

Wajda, S., J. Denaburski (2003): Pre-slaughter handling of pigs. Anim. Sci. Pap. Rep. 21, Suppl. 1, 173-181.

Warriss, P. D., S. N. Brown (2000): Pig welfare and meat quality: A United Kingdom view. I Conferència Virtual Internacional sobre Qualidade da Carne Suína, 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000. Available from: [www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br)

Wood, J. D., J. S. Holder, D. C. J. Main (1998): Quality Assurance Schemes. Meat Sci. 49, Suppl. 1, S191-S203. 

# Pakiranje mesa u modificiranoj atmosferi

Plazonić<sup>1</sup>, Z. B. Mioković<sup>2</sup>, B. Njari<sup>2</sup>

Stručni rad

### Sažetak

Pakiranje u modificiranoj atmosferi se s dolaskom novih tehnologija i sve većih zahtjeva kupaca širi i unapređuje. Pakiranje u modificiranoj atmosferi je smjesa različitih vrsta plinova (kisik O<sub>2</sub>, ugljični-dioksid CO<sub>2</sub> i dušik N<sub>2</sub>) u različitim omjerima. U radu je određen ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija u svježem junečjem i svinjskom mesu pakiranom u modificiranoj atmosferi, te nepakiranom meso kao kontrolnim uzorcima, kroz šest dana pohranjenima na temperaturi od 4°C. Ukupni broj bakterija bio je niži u mesu pakiranom u modificiranoj atmosferi i kretao se od 7 x 10<sup>2</sup>/g prvog dana pohrane junečjeg mesa do 2,5 x 10<sup>6</sup>/g šestog dana pohrane. U kontrolnim uzorcima junetine već prvog dana pohrane ukupni broj iznosio je 8,8 x 10<sup>4</sup>/g, a već četvrtog dan bio je 4,2 x 10<sup>6</sup>/g da bi na kraju pohrane iznosio 1,6 x 10<sup>7</sup>/g. U uzorcima svinjetine upakirane u modificiranoj atmosferi ukupan se broj kretao od 1,8 x 10<sup>3</sup>/g do najviše 4,2 x 10<sup>6</sup>/g šestog dana pohrane. Nepakirana svinjetina je već četvrtog dana pohrane u hladnjaku sadržavala 3,4 x 10<sup>6</sup>/g, odnosno posljednjeg dana 8,8 x 10<sup>7</sup>/g.

**Ključne riječi:** svježe meso, pakiranje u modificiranoj atmosferi, ukupan broj bakterija

### Uvod

Danas potrošači imaju visoke kritere u pogledu kvalitete i održivosti mesa. Stoga prehrambenoj industriji ne preostaje drugo nego razviti nove tehnologije pakiranja mesa kako bi zadovoljila zahtjeve kupaca. Očuvanje kvalitete svježeg mesa može se postići na nekoliko načina, smrzavanjem (niska ili smanjena temperatura), konzerviranjem, pakiranjem u modificiranoj atmosferi, pakiranjem u vakuumu, fermentalnim pakiranjem, usoljavanjem mesa i dr. Zbog potražnje za kvalitetnim proizvodom, pakiranje svježeg mesa u modificiranoj atmosferi (eng. MAP – modified atmosphere packaging) sve je značajniji način očuvanja njegove kvalitete. Pojam MAP je obično rezerviran za postupke u kojima je zrak koji okružuje meso zamijenjen mješavinom plinova koji se razlikuju od zraka (Blakistone, 1999).

### Pakiranje u modificiranoj atmosferi (MAP)

Za pakiranje hrane u modificiranoj atmosferi, u počecima primjene te metode konzerviranja, korišteni su samo dušik (N<sub>2</sub>) i ugljični-dioksid (CO<sub>2</sub>) kao jedini plinovi za obradu i pakiranje kave i sira. Prvo pakiranje svježeg crvenog mesa u mješavini plinova postignuto je 1976. godine u suradnji s vodećim danskim proizvođačem mesnih proizvoda, kompanijama Multivac i Witt-Gasetechnik. Mješavina plinova je sastavljena od kisika (O<sub>2</sub>), ugljičnog-dioksida (CO<sub>2</sub>) i dušika (N<sub>2</sub>). Meso je imalo zadovoljavajući vizualni izgled, crvenu boju i svježinu, a moglo se održati od 6-8 dana.

Plinovi argon, ugljični-monoksid, helij i ostali plinovi definirani su kao dopušteni plinovi za postupke pakiranja u modificiranoj atmosferi od strane Europske unije. Stvarno korištenje

ovih plinova ovisi o proizvođaču i hrani koju pakira.

Pakiranjem u modificiranoj atmosferi nastoji se smanjiti količina kisika, s ciljem smanjivanja rasta aerobnih mikroorganizama a ubrzavanja oksidacijskih procesa. Uklonjen kisik može biti zamijenjen dušikom, inertnim plinom ili ugljičnim dioksidom koji utječe na snižavanje pH i inhibiciju rasta bakterija. Ugljični monoksid može biti upotrijebljen za očuvanje crvene boje mesa (Phillips, 1996). Autor navodi da ugljični-dioksid inhibira rast većine aerobnih bakterija i plijesni i najvažniji je plin u pakiranju hrane u modificiranoj atmosferi. Može se slobodno reći što je veća koncentracija CO<sub>2</sub> u smjesi, to je održivost hrane duža. Međutim, masno tkivo i voda apsorbiraju CO<sub>2</sub> vrlo lako i prekomjerne koncentracije uzrokuju promjene u pogledu kvalitete okusa, gubitka vlage i koncentracije pakiranja (tzv. vakuum efekt).

<sup>1</sup> Stipe Plazonić, dr. vet. med., diplomirao na Zavodu za higijenu i tehnologiju animalnih namirnica, Veterinarski fakultet

<sup>2</sup> dr. sc. Branimir Mioković, redoviti profesor; dr. sc. Bela Njari, redoviti profesor, Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za higijenu i tehnologiju animalnih namirnica, Heinzelova 55, Zagreb

U načelu, MAP ovisi o četiri neovisna faktora: kvaliteti hrane i higijenskom rukovanju s hranom, inertnom plinu ili smjesi plinova, stroju za pakiranje i materijalu za pakiranje (film).

Načini pakiranja svježeg mesa mogu uključiti vakuum pakiranje, MAP s visokim i niskim udjelom kisika (Blakistone, 1999). Ova tri načina pakiranja razlikuju se po načinu utjecaja na pakiranu sirovinu i njihovoj primjenjivosti u maloprodaji:

a) Vakuum pakirani proizvod je smješten u plitice male propustljivosti kisika, zrak je evakuiran i plitica je zapečaćena bez druge mješavine plinova.

b) Pakiranje svježeg crvenog mesa u visokoj koncentraciji kisika također se često koristi u praksi. Visoke koncentracije kisika koriste se za povećanje oksimoglobina na i ispod površine mesa te mu donosi žarko crvenu boju. Ovaj visoki udio kisika ne inhibira rast mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje mesa. Rast aerobnih mikroorganizama može se smanjiti umjerenim dodatkom ugljičnog dioksida kao mješavina plinova. Kada sadržaj pakovine ima više od 20% ugljičnog dioksida, rast mikroorganizama bitno je smanjena. Stoga je atmosfera od 80% kisika i najmanje 20% ugljičnog dioksida korisna za mikrobiološku kakovu mesa i boju. U praksi se mogu koristiti i atmosferske smjese plinova od 60-80% kisika te 20-40% ugljičnog dioksida. Uporaba MAP pakiranja s visokim udjelom kisika pogodna je za proizvode koji će se održati kratko vrijeme i kod kojih se priželjkuje da je boja mesa crvena tijekom cijelog vremena uporabe.

c) Pakiranje u modificiranoj atmosferi s malim udjelom kisika u potpunosti koristi inhibitorski učinak ugljičnog dioksida na bakterije i namijenjen je proizvodima koji se prevoze dugim relacijama ili su pohranjeni na duže vrijeme. S ugljičnim dioksidom u pliti-

cu se uvodi i dušik. Mješavine plinova koje se koriste pri ovom pakiranju, često će sadržavati 65% ugljičnog dioksida, s dušikom kao reziduom. Unatoč očitom nedostatku, tj. ljubičasta boja mesa, ovu je tehnologiju pakiranja moguće koristiti u maloprodaji.

Prednosti pakiranja u modificiranoj atmosferi su produžena trajnost pokvarljive hrane, smanjen rast mikroorganizama a proizvod zadržava svoj oblik i izgled, zadržava vitamine, okus i masnoću te prirodnu boju. Ujedno, proizvodi su održiviji što znači i ekonomičnije korištenje osoblja i strojeva, i produženu distribuciju (Church i Parsons, 1995).

Proizvodi se mogu pakirati u različite vrste ambalaže poput poliesterskih posudica, ekapandiranih polistiren posudica (EPS) s upijačem i bez upijača te one za pakiranje u modificiranoj atmosferi

Održivost mesa pakiranog u uvjetima atmosfere i u modificiranoj atmosferi istraživali su mnogi autori. Tako su El-Rahman i sur. (1998) u svojim istraživanjima na svježoj mljevenoj govedini pohranjenoj u različitim vremenskim periodima na temperaturama od 4° i 25°C utvrdili da se kroz pet dana pohrane počinje mijenjati boja mesa na temperaturi od 4°C, dok je mljevna govedina pohranjena na temperaturi od 25°C uvelike izgubila boju nakon 12 sati.

Jayasinh i sur. (2002) su provodili istraživanje na mljevenoj teletini pakiranoj u modificiranoj atmosferi s visokim udjelom kisika (80% O<sub>2</sub> i 20% CO<sub>2</sub>). Ocjenjena je u usporedbi s kontrolama pakiranim u pliticama nepropustljivima za kisik. Odresci u oba pakiranja promijenili su boju u crvenu a broj aerobnih bakterija je porastao na 9 x 10<sup>3</sup> CFU/g do 10-og dana skladištenja, bez većih odstupanja u odnosu na vrstu pakiranja. U ocjeni senzornih svojstava okus uzoraka s visokim udjelom kisika rangiran je manje prihvatljivim

nakon šest do deset dana.

Zakrys i sur. (2009) su u istraživanjima utjecaja pakiranja junetine u koncentracijama s visokim udjelom kisika (MAP) kako bi produžili postojanost boje mesa utvrdili da u pakiranjima s 50% kisika meso pokazuje najbolja senzorna svojstva.

Utjecaj MAP na mikrobiološku kakovu mljevenog junećeg mesa su istraživali Brooks i sur. (2008), te su dokazali da je pakiranje u MAP suzbilo rast psihrofilnih aerobnih bakterija u usporedbi s kontrolnim pakiranjima. Općenito, kontrolna pakiranja imala su značajno veći broj ukupnih aerobnih bakterija i bakterija mlječne kiseline nego MAP pakiranja. Navedeni rezultati su nadalje pokazali da je MAP suzbio i rast patogena (*Escherichia coli* O157, *Salmonella*) u inokuliranim junećem mljevenom mesu, u usporedbi sa kontrolom.

Ercolini i sur. (2006) su istraživali mikrobiološko kvarenje junetine tijekom pohrane na 5°C u različitim uvjetima MAP-a: 1. zrak (MAP1), 2. 60% O<sub>2</sub> i 40% CO<sub>2</sub> (MAP2), i 3. 20% O<sub>2</sub> i 40% CO<sub>2</sub> (MAP3). Određivan je broj enterobakterija, bakterija mlječne kiseline te *Pseudomonas* i *Brochothrix thermosphacta*. Kvarenje je započelo između 7 i 14 dana pohrane, a nađene vrste bakterija u pokvarenom mesu varirale su ovisno o uvjetima pakiranja. *Rahnella aquatilis*, *Rahnella* spp., *Pseudomonas* spp. i *Carnobacterium divergens* identificirane su kao bakterije kvarenja tijekom pohrane na zraku (MAP1). *Pseudomonas* spp. i *Lactobacillus sakei* nađeni su u govedini pohranjenoj u MAP uvjetima s visokim sadržajem kisika (MAP2), dok su *Rahnella* spp. i *L. sakei* bili glavne vrste nađene tijekom pohrane u MAP3.

Cilj ovoga rada bio je utvrditi porast ukupnog broja bakterija u junetini i svinjetini pakiranoj u modificiranoj atmosferi tijekom pohrane u hladnjaku na temperaturi od 4°C kroz šest dana.

**Tablica 1.** Ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima mesa pakiranog u modificiranoj atmosferi

**Table 1** Total viable count of aerobic mesophilic bacteria in samples of meat packed in a modified atmosphere

Uzorak Sample	AMB/g*		
	1. dan/day	4. dan/day	6. dan/day
Pakirana junetina MAP (n=10) Beef in MAP	7 x 10 <sup>2</sup>	8,1 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>6</sup>
Nepakirana junetina (n=10) Beef	8,8 x 10 <sup>4</sup>	4,2 x 10 <sup>6</sup>	1,6 x 10 <sup>7</sup>
Pakirana svinjetina MAP (n=10) Pork in MAP	1,8 x 10 <sup>3</sup>	7,6 x 10 <sup>5</sup>	4,2 x 10 <sup>6</sup>
Nepakirana svinjetina (n=10) Pork	4 x 10 <sup>4</sup>	3,4 x 10 <sup>6</sup>	8,8 x 10 <sup>7</sup>

\* AMB/g = ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija / g ; aerobic mesophilic bacteria/g

### Materijali i metode

Svježe juneće meso I kategorije (juneci but) i svježe svinjsko meso I kategorije (kare s kostima) pakirano je u modificiranoj atmosferi (80% kisika i 20% ugljičnog dioksida) u EPS posudice. Kontrolni uzorci pakirani su u običnoj atmosferi. Uzorci mesa pohranjeni su u hladnjaku u istim uvjetima temperature od 4°C. Bakteriološka pretraga mesa učinjena je prvog, četvrtog i šestog dana pohrane.

Uzorkovano je po deset uzoraka junetine i svinjetine za svaku vrstu pakiranja. Rezultati su prikazani kao srednje vrijednosti.

U uzorcima je utvrđivan ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija prema metodi HRN ISO 4833:2003.

### Rezultati i rasprava

Rezultati bakteriološke pretrage na ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija prikazan je u tablici 1.

U uzorcima mesa pakiranog u modificiranoj atmosferi ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija prosječno je iznosio 7 x 10<sup>2</sup>/g za junetinu, odnosno 1,8 x 10<sup>3</sup>/g. Četvrtog dana pohrane ukupni broj bakterija povećao se za 2 log i iznosio 8,1 x 10<sup>4</sup>/g (junetina), odnosno 7,6 x 10<sup>5</sup>/g (svinjetina). Šestog dana pohrane ukupni broj bakterija izrazio je porastao i iznosio 8,8 x 10<sup>7</sup>/g.

rema odredbama Vodiča za mikrobiološke kriterije za hranu (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009) u porcioniranom mesu i mesu u malim komadima dozvoljeno je od 10<sup>5</sup> – 10<sup>6</sup> CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija, ovisno o broju uzorka. Prema tome, broj aerobnih mezofilnih bakterija u nepakiranom mesu već 4. dana pohrane premašio je dozvoljeni broj. Šestog dana pohrane i meso pakirano u MAP sadržavalo je više od 1 x 10<sup>6</sup> CFU/g aerobnih mezofilnih bakterija.

Dobiveni rezultati su u skladu s onima koje su dobili Jayasinh i sur. (2002) u mljevenoj teletini pakiranoj u modificiranoj atmosferi s visokim udjelom kisika, u kojoj je ukupni broj mikroorganizama porastao do 9x10<sup>5</sup>/g do desetog dana pohrane. Međutim, u njihovom istraživanju je broj mikroorganizama bio veoma sličan bez obzira na način pakiranja. U našem je istraživanju utvrđena razlika od 1 do 2 log jedinica u odnosu na kontrolne uzorke.

Također, rezultati su u skladu sa onim dobivenim od strane Mano i sur. (2002) koji su istraživali utjecaj pakiranja u MAP na održivost i bakteriološku kakovu ohlađene svinjetine. Dokazali su da je MAP produžio održivost svinjetine, osobito u atmosferama obogaćenim sa CO<sub>2</sub>, dok su lag faza i vrijeme dvostrukog porasta ukupnih bakterija rasle sljedećim redom: zrak <

N2 < 20/80 CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> < 40/60 CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>. Zaključeno je da modificirana atmosfera, osobito ona obogaćena s CO<sub>2</sub>, usporava rast bakterija uzročnika kvarenja u svinjetini te tako produžuje njenu održivost.

### Zaključak

Svježe meso pakirano u modificiranoj atmosferi s visokim udjelom kisika može se duže održati u uvjetima pohrane u hladnjaku na 4°C u odnosu na meso koje je pohranjeno svježe. Prema rezultatima bakteriološke pretrage i utvrđenom ukupnom broju aerobnih mezofilnih bakterija može se reći da pakiranje u modificiranoj atmosferi (visoki udio kisika i ugljičnog dioksida u omjeru 80%:20%) utječe na sistiranje razvoja bakterija u svježem mesu. Juneće meso zadržava manji broj bakterija kroz 4 dana za razliku do svinjetine koja ima nešto veći ukupni broj bakterija.

\* Rad je izvadak iz diplomskog rada Z. Plazonić (2009): Održivost mesa junadi i svinja pod različitim režimima držanja. Veterinarski fakultet, Zagreb. (mentor: prof. dr. sc. Branimir Mioković)

### Literatura

- Blakistone, B. A., editor (1999): Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods. Aspen Publisher Inc.
- Brooks, J. C., M. Alvarado, T.P. Stephens, J.D. Kellermeier, A.W. Tittor, M.F. Miller, M.M. Brashears (2008): Spoilage and safety characteristics of ground beef packaged in traditional and modified atmosphere packages. Journal of Food Protection. 71, (2): 293-301.
- Church, I. J., A. L. Parsons: (1995) Modified Atmosphere Packaging Technology: A Review, J. Sci Food Agriculture, 67, 143-152
- El-Rahman, Abd, H. A., N. G. Marriott, H. Wang, M. Y. Yassein, A. M. Ahmed (1998): Characteristic of minced beef stored at chilled and abuse temperatures. Journal of muscle foods, vol. 9, No. 2.
- Ercolini, D., F. Russo, E. Torrieri, P. Masi, F. Villani (2006): Changes in the Spoilage-Related Microbiota of Beef during Refrigerated Storage under Different Packaging Conditions. Applied

## Modified atmosphere packaging of meat

### Summary

Modified atmosphere packaging has been expanded and improved with the arrival of new technologies and increasing demands of buyers. Modified atmosphere packaging is a mixture of different kinds of gases (Oxygen O<sub>2</sub>, Carbon Dioxide CO<sub>2</sub> and Nitrogen N<sub>2</sub>) in different ratios.

Total viable count of aerobic mesophilic bacteria in fresh beef and pork meat packed in a modified atmosphere and unpacked meat as control samples through the period of six days and stored at 4°C, was determined in this paper. Total count of bacteria was lower in meat packed in a modified atmosphere and was from 7 x 10<sup>2</sup> /g on the first day of beef meat storage, to 2.5 x 10<sup>6</sup> /g on the sixth day of storage. In control samples of beef, the total count was 8.8 x 10<sup>4</sup> /g even on the first day of storage; it was 4.2 x 10<sup>6</sup> /g on the fourth day, to be 1.6 x 10<sup>7</sup> /g at the end of storage. The total count in pork samples packed in a modified atmosphere was from 1.8 x 10<sup>3</sup> /g to the most of 4.2 x 10<sup>6</sup> /g on the sixth day of storage. Unpacked pork contained 3.4 x 10<sup>6</sup> /g even on the fourth day of refrigerator storage, i.e. 8.8 x 10<sup>7</sup> /g on the last day.

**Key words:** fresh meat, modified atmosphere packaging, total count of bacteria

## Fleischverpackung in modifizierter Atmosphäre

### Zusammenfassung

Das Packen in einer modifizierten Atmosphäre wird mit neuen Technologien und immer größeren Forderungen der Käufer breiter und entwickelter. Das Packen in einer modifizierten Atmosphäre ist eine Mischung verschiedener Gase (Sauerstoff O<sub>2</sub>, Kohlendioxid CO<sub>2</sub> und Stickstoff N<sub>2</sub>) in verschiedenen Größenverhältnissen. In dieser Arbeit ist die gesamte Zahl der aeroben mesophilen Bakterien in frischem Rind- und Schweinefleisch verpackt in einer modifizierten Atmosphäre, sowie nicht verpacktem Fleisch als Kontrollmuster, während sechs Tage aufbewahrt auf Temperatur von 4°C, bestimmt. Die gesamte Bakterienzahl war im Fleisch, verpackt in einer modifizierten Atmosphäre, niedriger und bewegte sich von 7 x 10<sup>2</sup> /g am ersten Tag der Rindfleischaufbewahrung bis 2,5 x 10<sup>6</sup> /g am sechsten Tag der Aufbewahrung. In den Rindfleisch-Kontrollmustern betrug die Gesamtzahl schon am ersten Tag der Aufbewahrung 8,8 x 10<sup>4</sup> /g und schon am vierten Tag war sie 4,2 x 10<sup>6</sup> /g, während sie am Ende der Aufbewahrung 1,6 x 10<sup>7</sup> /g betrug. In den Schweinefleischmustern verpackt in einer modifizierten Atmosphäre bewegte sich die Gesamtzahl von 1,8 x 10<sup>3</sup> /g bis höchstens 4,2 x 10<sup>6</sup> /g am sechsten Tag der Aufbewahrung. Das nicht verpackte Schweinefleisch enthielt schon am vierten Tag der Aufbewahrung im Kühlschrank 3,4 x 10<sup>6</sup> /g, bzw. am letzten Tag 8,8 x 10<sup>7</sup> /g.

**Schlüsselwörter:** frisches Fleisch, Packen in einer modifizierten Atmosphäre, Bakteriengesamtheit

## Confezionamento nell'atmosfera modificata

### Sommario

Il confezionamento nell'atmosfera modificata si diffonde e progredisce con evoluzione di nuove tecnologie e con le richieste sempre più grandi. Il confezionamento nell'atmosfera modificata è un misto di tipi diversi di gas (ossigeno O<sub>2</sub>, carbone diossigeno CO<sub>2</sub> ed azoto N<sub>2</sub>) nelle percentuali diverse. In questo lavoro è stato determinato il numero totale dei batteri aerobi mesofili in carne fresca di vitello e di maiale, confezionata nell'atmosfera modificata, e la carne non confezionata, come i campioni di controllo, deposti durante sei giorni a temperatura di 4°C. Il numero totale di batteri era inferiore nella carne confezionata nell'atmosfera modificata, e il primo giorno di deposito della carne di vitello aveva 7 x 10<sup>2</sup> /g di batteri, rispetto al sesto giorno in cui ne aveva 2,5 x 10<sup>6</sup> /g. Nei campioni di controllo subito il primo giorno il numero totale era 8,8 x 10<sup>4</sup> /g, e il quarto giorno 4,2 x 10<sup>6</sup> /g, e alla fine di deposito era 1,6 x 10<sup>7</sup> /g. Nei campioni di maiale confezionato nell'atmosfera modificata il numero totale si muoveva da 1,8 x 10<sup>3</sup> /g fino al massimo di 4,2 x 10<sup>6</sup> /g il sesto giorno di deposito. La carne di maiale non confezionata conteneva 3,4 x 10<sup>6</sup> /g il quarto giorno di deposito nel frigorifero, e l'ultimo giorno 8,8 x 10<sup>7</sup> /g.

**Parole chiave:** carne fresca, confezionamento nell'atmosfera modificata, numero totale di batteri

and Environmental Microbiology, 72, (7): 4663-467.

**Jayasingh, D., P. Cornforth, C. P. Brennard, C. E. Carpenter, D. R. Whitter** (2002): Sensory evaluation of ground beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging. J. Food Sci, 67, 3493-3496.

**Mano, S. B., J. A. Ordóñez Pereda, G. D.**

**García de Fernando** (2002): Shelf life extension and microbiology of pork meat packaged in modified atmosphere. Ciencia e Tecnología de Alimentos, 22, (1): 1-10.

**Phillips, C. A.**: (1996) Review: Modified Atmosphere Packaging and its effects on the microbial quality and safety of produce, Int J Food Sci Tech, 31, 463-479

**Zakrys, P. I., M. G. O'Sullivan, P. Allen, J. P. Kerry** (2009): Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. Food Control, 1036-1042.

**Dostavljeno: 14.10.2009.**  
**Prihvaćeno: 28.1.2009.**

# Influence of crude protein level in forage mixtures on pig meat and carcass quality of black slavonian pigs

Senčić, Đ., D. Samac<sup>1</sup>, Z. Antunović<sup>1</sup>, J. Novoselec<sup>1</sup>, I. Klarić<sup>1</sup>

Scientific paper

### Summary

The research was conducted on pig carcasses and meat from two groups (A and B) of Black Slavonian pigs (Croatian autochthonous, endangered breed), fed with higher (group A) and lower (group B) level of crude proteins in forage mixtures, during two fattening cycles (14%/12% and 12%/10%). In each group there were 16 pigs (8 gilts and 8 castrated male pigs).

Increase in the crude protein level in forage mixtures had a very significant impact ( $p < 0.01$ ) on reduction of fat tissue share (34.55% : 39.09%) and on increase in muscle tissue share (47.10% : 46.11%) in pig carcasses, although not to a statistically significant ( $p > 0.05$ ) extent. Pig carcasses from group A, compared to those in group B, had a significantly ( $p < 0.01$ ) higher share meat of ham (15.62% : 14.62%). Meat (MLD) of pigs from both of the groups was of very good quality, considering the analyzed indicators (pH1, pH2, water holding capacity, colour). Pig meat from group A, compared to meat from pigs in group B, had a statistically significant ( $p < 0.05$ ), higher level of crude proteins (21.47% : 20.93%), a very significantly ( $p < 0.01$ ) higher water content (70.62% : 65.70%), and lower level of ash content (6.89% : 12.34%), while no significant differences ( $p > 0.05$ ) were determined between the analyzed groups of pigs in terms of ash content (1.02% : 1.02%).

**Key words:** crude protein level, carcass quality, meat quality, Black Slavonian Pig.

### Introduction

Quality of pig meat and carcasses depends on interaction between genetic and paragenetic factors. Among paragenetic factors, food quality and quantity is, in addition to the final body weight of pigs, one of the most important factors influencing the slaughterhouse quality of pigs. Crude protein level in forage mixtures during fattening influences not only the quality of pig carcasses, but also the quality of muscle tissue, that is, meat (Nieto et al. 2003; Millet et al. 2006; Barea et al. 2008). In the available literature there are no data on the influence of crude protein level in forage mixtures on phenotype expression of meatiness of Black Slavonian pig, an

autochthonous Croatian breed of lard and meat type. Black Slavonian pigs have been fed empirically so far, without exact research conducted on their real nutritional needs.

### Materijal and methods

Research was conducted on pig carcasses and meat of 16 Black Slavonian pigs fattened up to 130 kg body weight with higher crude protein level in forage mixtures (Group A), and on pig carcasses and meat of 16 Black Slavonian pigs fattened up to the same body weight, but with lower crude protein level in forage mixtures (Group B). Sex ratio (barrows and gilts) was the same in each group. Pigs in Group A were fed forage mixture

with 14.00 % crude protein and 13.37 MJ ME/kg in the period from 30 to 60 kg body weight, and with forage mixture with 11.88% crude protein and 13.34 MJ ME/kg in the period from 60 to 130 kg body weight, as well as with fresh green alfalfa, which were both fed ad libitum. Pigs in Group B were fed forage mixture with 12.13 % crude protein and 13.34 MJ ME/kg in the period from 30 to 60 kg body weight, and with forage mixture with 10.09% crude protein and 13.00 MJ ME/kg in the period from 60 to 130 kg body weight. Pigs from both analyzed groups were kept in the semi-outdoor system with the same housing and feeding conditions, during the summer-autumn season. Dissection of right sides

<sup>1</sup> **Dr. sc. Đuro Senčić, full professor, Danijela Samac, assistant; dr. sc. Zvonko Antunović, full professor; Josip Novoselec, asistent; Ivana Klarić;** Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Trg sv. Trojstva 3, 31 000 Osijek, Croatia