

Utjecaj dodatka selena u hrani i smrzavanja na tehnološka svojstva mesa brojlera

Marenčić¹, D., I. Pušić², L. Kozačinski³, B. Njari³, S. Milinković Tur⁴, Ž. Cvrtila Fleck³

znanstveni rad

Sažetak

U radu je istraživana utjecaj dodatka selena u obrok i postupka smrzavanja na tehnološka svojstva mesa brojlera. Istraživanje je provedeno na pilićima (n=300) hibridima teške pasmine Cobb 500 koji su razdijeljeni s obzirom na oblik i količinu dodanog Se u hrani u tri skupine. Dodatak Se u hrani nije imao značajan utjecaj na električnu provodljivost i boju pilećega mesa ($P > 0,05$). Duboko smrzavanje imalo je značajan utjecaj na električnu provodljivost ($P < 0,001$) i svijetloću mesa, tj. na L^* vrijednost ($P < 0,05$), dok su samo zanemarive razlike utvrđene za parametre boje a^* i b^* ($P > 0,05$).

Glavne riječi: selen, tehnološka svojstva, brojleri

Uvod

U proteklih pet desetljeća peradarska proizvodnja doživjela je velike promjene, prvenstveno u pogledu značajnog povećanja potrošnje mesa, koje se je u pojedinim regijama svijeta čak udvostručilo-utrostručilo. Navedene promjene rezultirale su i svojevrsnim pritiskom na selekcionere, uzgajivače, nutricioniste da povećaju hranidbenu efikasnost i povećaju udio prsnog mišića (m. pectoralis profundus). Takav način proizvodnje je vrlo stresan za perad, što rezultira povećanom pojavnosti blijedog mekog i vodnjikavog mesa (BMV; engl. Pale Soft Extudative, PSE).

Poznato je kako je nastanak BMV mesa uglavnom rezultat ubrzane postmortalne glikolize što dovodi do denaturacije bjelančevina (Offer i Knight, 1988.; Pietrzak i sur., 1997.; Van Laack i sur., 2000.; Barbut i sur., 2008.; Schilling i sur., 2008.). Takvo meso karakterizira brzi pad pH vrijednosti, svijetlija boja mesa, slabija sposobnost vezanja vode i neprihvatljivo veliki gubitak mesnog soka (drip loss; Warriss i Brown, 1987.; Woelfel i sur., 2002.). Boja mesa je vrlo važan parametar kakvoće i često se koristi kao pokazatelj BMV mesa (Chizzolini i sur., 1993.; Kauffman i sur., 1993.; Barbut, 1998.). Blijedo meso ima višu L^* vrijednost koja predstavlja svjetloću i koja se kreće od 0 (tamno) do 100 (bijelo). BMV meso također u pogledu boje ima nižu a^* vrijednost (crvenost), jer zbog veće količine izvanstanične vode dolazi do smanjenja koncentracije mioglobina. Bitan indikator kakvoće pilećeg mesa je pH vrijednost. Dinamika glikolize i promjene pH u mišićima utječu dvojako na kakvoću mesa. Ukoliko pH pada brzo, meso će biti blijedo, meko i vodnjikavo, dok je spor i nepotpun pad pH vrijednosti 24 sata nakon klanja životinje svojstven tvrdom, suhom i tamnom mesu (TST; engl Dry Firm Dark, DFD). Pojavnost TST mesa kod brojlera i općenito kod mesa peradi je vrlo rijetka. Spo-

sobnost vezanja vode također je važno obilježje kakvoće mesa (Huff-Lonergan, 2005.). Blijedo meko i vodnjikavo meso ima brzi pad pH vrijednosti i niski pH24 što utječe na slabiju sposobnost vezanja vode u mesu i neprihvatljivo velik gubitak mesnog soka („drip loss“). Smatra se da je električna provodljivost indirektna mjera gubitka vode ili mišićne mekoće koja se javlja kao posljedica napuknuća struktura membrane, što omogućuje vodi prolaz između unutarstaničnog i izvanstaničnog prostora (Pliquet i sur., 1990.). U potpunosti neoštećeno mišićno tkivo ima niske vrijednosti za električnu provodljivost (engl. electrical conductivity, EC) koja se povećava zajedno s povećanjem slobodne vode unutar mišića, tj. ukoliko dođe do gubitka vode dolazi i do povećanja vrijednosti električne provodljivosti (Byrne i sur., 2000.). Page i sur. (2001.) navode da je električna provodljivost mjera „strukturnog stanja“ mesa, gdje više vrijednosti ukazuju na veću električnu provodljivost, značajnije mišićno oštećenje i veći udio izvanstanične tekućine.

Metode, brzina i tehnike hlađenja te dubokog smrzavanja mogu imati značajni utjecaj na kakvoću pilećega mesa. Smatra se da brzo hlađenje kod peradi rezultira formiranjem vrlo malih reflektativnih kristalica leda na površini mesa, što samom proizvodu može dati svijetliji izgled.

Brojni su literaturni podaci o utjecaju selena (Se) kao dodatka krmnoj smjesi na njegovu količinu u hrani (namirnicama animalnog podrijetla) (Mahan i sur., 1999.; Mahan i Kim, 2002.; McIntosh i Royle, 2002.) odnosno proizvodnji „funkcionalne hrane“. Pod ovim nazivom se podrazumijevaju namirnice definirane kao hrana koja pozitivno djeluje na zdravlje, fizičko i mentalno stanje pojedinca. Promjene svojstava mesa u smislu promjene tehnoloških ili senzoričkih osobina mesa radi dodataka

1 dr. sc. Dejan Marenčić, viši predavač, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska

2 dr. sc. Ivan Pušić, Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Ulica Republike Austrije 14, Zagreb

3 dr. sc. Lidija Kozačinski, redoviti profesor; dr. sc. Bela Njari, redoviti profesor u trajnom zvanju; dr. sc. Željka Cvrtila Fleck, izvanredni profesor; Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska

4 dr. sc. Suzana Milinković Tur, redoviti profesor Zavod za fiziologiju i radiobiologiju, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Heinzelova 55, 10000 Zagreb, Hrvatska

Se u hranu za životinje nisu utvrđene (Bou i sur., 2005.; Ryu i sur., 2005.). Smatra se da je primarna uloga Se u životinjskom sustavu stvaranje glutacion-peroksidaze, enzima koji štiti mišićne stanice od oksidativnih oštećenja, uzrokovanih vodikovim peroksidom i drugim hidroperoksidima. Chan i Decker (1994.) navode da povećanje Se u tkivima neće uvijek dovesti do povećane aktivnosti glutacion-peroksidaze, što sugerira da dodatak Se može, ali i ne mora, imati utjecaja na oksidativnu stabilnost skeletnih mišića. Nažalost, još je uvijek premalo informacija dostupno o utjecaju Se na lipidnu peroksidaciju i stabilnost boje pilećeg mesa.

Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj dodatka Se u obroku pilića te utjecaj zamrzavanja na pojedina tehnološka svojstva mesa brojlera.

Materijal i metode

Istraživanje je provedeno na pilićima hibridima teške pasmine Cobb 500. Pilići ($n=300$) su razdijeljeni s obzirom na oblik i količinu dodanog Se u hrani u tri skupine. Kontrolnu skupinu (C) čini 100 pilića, hranjenih krmnom smjesom koja je sadržavala 0,3 ppm Na-selenita. Prvu pokusnu skupinu (G2) činilo je 100 pilića, hranjenih krmnom smjesom koja je sadržavala 0,3 ppm Sel-Plexa, a drugu pokusnu skupinu (G3) 100 pilića hranjenih krmnom smjesom koja je sadržavala 0,5 ppm Sel-Plexa. Tijekom tova (do 42. dana) pilići su hranu i vodu dobivali ad

libitum, a dan uoči klanja uskraćena im je hrana.

Po klanju, trupovi su hlađeni do temperature od $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ u tunelskom sistemu u vremenu od 1,5-2,0 sata, te su pohranjeni u komoru za hlađenje na $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, a dio u komoru za smrzavanje na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Boja mesa utvrđena je prema CIE standardu (Commission Internationale de l'Eclairage, 1986), uređajem Minolta Kroma Metrom CR-410 (Minolta Co., Ltd., Japan) s 50 mm dijametrimskim područjem mjerenja spektrom boja L^* , a^* i b^* . Spektar boja utvrđen je standardnom iluminacijom (osvjetljenjem) D65. Prije svakog mjerenja uređaj je baždaren kalibracijskom pločicom No. 21433027. Električna provodljivost utvrđena je LF-Cotrol sistem uređajem (Würthinger, Pettenbach, Austria) u milisimens/cm (mS/cm). Praćeni parametri izmjereni su na poprečnom presjeku uzoraka m. pectoralis superficialisa 24 sata post mortem i 96 dana post mortem, nakon stabilizacije boje mesa (20 minutno izlaganje djelovanju zraka površine m. pectoralis superficialisa; engl. bloom time). Konačne vrijednosti boje određivane su kao srednja vrijednost izmjerene tri vrijednosti.

Rezultati praćenja parametara kakvoće obrađeni su statističkim programom SAS (SAS Institut, 1999.) korištenjem GLM postupka. U analizi izraženosti utjecaja Se i zamrzavanja na kakvoću mesa uporabljen je ANOVA multivarijantni linearni model.

Tablica 1. Kvalitativni pokazatelji EC i parametri boje (L^* , a^* i b^*) pilećeg mesa na ukupnom istraženom uzorku.

| Parametri | \bar{x} | sd | $s\bar{x}$ | min. | maks. | Cv |
|-----------|-----------|------|------------|-------|-------|-------|
| EC | 10,57 | 6,85 | 0,75 | 2,80 | 19,90 | 64,84 |
| L^* | 57,08 | 2,56 | 0,28 | 52,24 | 62,61 | 4,49 |
| a^* | 14,61 | 1,47 | 0,16 | 11,07 | 18,95 | 10,05 |
| b^* | 14,06 | 1,75 | 0,19 | 9,55 | 17,79 | 12,48 |

Rezultati i rasprava

Vrijednosti kvalitativnih pokazatelja pilećeg mesa (EC i boja) prikazani su u tablici 1.

Prosječne vrijednosti električne provodljivosti (EC) i pokazatelja boje (L^* , a^* i b^*) na ukupno istraženom uzorku bile su uglavnom unutar granica standardne kakvoće. Boja mesa je vrlo važan kriterij prilikom utvrđivanja kakvoće mesa te se koristi kao obilježje kategorizacije mesa u kvalitetne razrede u smislu BMV, poželjno i TST meso. Qiao i sur. (2001.) razvrstavaju pileća prsa prema boji kao „svijetlije od normalnog“ ($L^* > 53$), „normalno“ ($48 < L^* < 53$) i „tamnije od normalnog“ ($L^* < 46$). U literaturi pronalazimo i blaži kriterij prema kojem $L^* \geq 58,9$ karakterizira meso svijetlije od poželjnog, dok je poželjno meso ono za čiju boju je utvrđena L^* vrijednost manja od 58,9 odnosno veća od 50,9 (Bianchi, 2005.) Prema navedenom kriteriju naši uzorci mogu se smatrati mesom poželjne kakvoće (Tablica 1.).

Iz tablice 2. vidljivo je da dodatak Se u hrani nije imao značajan utjecaj na električnu provodljivost i boju pileće-

ga mesa ($P>0,05$). Naši rezultati u suglasju su s istraživačima Ryu i sur. (2005.), Skrivanova i sur. (2007.) i O'grady i sur. (2001.) koji su također utvrdili kako Se nije imao značajan utjecaj na parametre boje. Klein (2004.), Combs (1981.) i Flohe (1997.) navode kako Se ima vrlo bitnu ulogu u stvaranju Se-glutacion-peroksidaze, te da navedeni enzim sprečava oštećenje stanica uzrokovanih slobodnim radikalima. Page i sur. (2001.) navode da je električna provodljivost mjera „strukturnog stanja“ mesa. U tom smislu više vrijednosti EC ukazuju na značajnije mišićno oštećenje i veći udio ekstracelularne tekućine. Naši rezultati pokazuju da se je EC zanemarivo smanjila u odnosu na kontrolnu skupinu C ($P>0,05$). Neki autori navode da dodatak Se povećava oksidativnu stabilnost kod junećega, svinjskoga i pilećega mesa (Gatellier i sur., 2004.; Scholz i sur., 1981.; Daun i sur., 2001.; Daun i Akesson, 2004.). Naši rezultati ukazuju da je količina Se imala zanemariv utjecaj na parametre boje (L^* , a^* i b^*) u odnosu na kontrolnu skupinu C ($P>0,05$). Međutim, potrebno je napomenuti da je naše istraživanje provedeno na staci-

Tablica 2. Značajnost razlika EC i boje pilećeg mesa s obzirom na koncentraciju selena i hlađenja.

| Parametri | Koncentracija SE | Hlađenje | | $\bar{s}\bar{x}$ | Prosjeck ² | $\bar{s}\bar{x}$ |
|-----------|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | | Ohlađeni | Duboko smrznuti | | | |
| EC | C | 3,85 ^a | 17,46 ^b | 0,26 | 10,66 | 1,31 |
| | G2 | 3,81 ^a | 17,35 ^b | | 10,58 | |
| | G3 | 3,81 ^a | 17,12 ^b | | 10,46 | |
| | Prosjeck ¹ | 3,82 ^a | 17,31 ^b | | 0,15 | |
| L* | C | 56,19 | 57,78 | 0,68 | 56,88 | 0,49 |
| | G2 | 56,71 | 58,04 | | 57,37 | |
| | G3 | 56,61 | 57,34 | | 56,98 | |
| | Prosjeck ¹ | 56,50 ^a | 57,65 ^b | | 0,39 | |
| a* | C | 14,77 | 14,62 | 0,40 | 14,70 | 0,28 |
| | G2 | 14,78 | 14,49 | | 14,64 | |
| | G3 | 14,51 | 14,47 | | 14,49 | |
| | Prosjeck ¹ | 14,69 | 14,52 | | 0,23 | |
| b* | C | 13,85 | 14,16 | 0,48 | 14,00 | 0,33 |
| | G2 | 13,67 | 14,18 | | 13,92 | |
| | G3 | 14,15 | 14,38 | | 14,27 | |
| | Prosjeck ¹ | 13,89 | 14,24 | | 0,27 | |

^{a, b} Vrijednosti u istom redu i istom stupcu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju

Prosjeck¹ – prosječna vrijednost tri grupe tretiranih selenom s obzirom na različito hlađenje

Prosjeck² – prosječna vrijednost dvije grupe hlađenja s obzirom na različit tretman selena.

onarnom mišiću m. pectoralis superficialis koji spada u bijele (glikolitičke) mišiće i čiji se metabolizam uglavnom bazira na glikolizi za razliku od mišića pokretača koji spadaju u crvene (oksidativne) mišiće i čiji se metabolizam uglavnom bazira na oksidaciji mioglobina, pa je i to jedan od razloga zašto nismo utvrdili značajniju ulogu dodatka Se u stabilizaciji pilećega mesa. Skrivanova i sur. (2007.) navode da je s dodatak Se doveo do zanemarivog povećanja L* i b* vrijednosti, te zanemarivog smanjenja a* vrijednosti u odnosu na kontrolnu skupinu. Wang i sur. (2009.) navode da razina selena u hrani nije imala utjecaj na L* vrijednost boje mesa ($P > 0,05$). Isto navode i Kralik i sur. (2012.). Neke studije navode da je sinergističko djelovanje Se i vitamina E (D- α -tokoferola) imalo povoljniji utjecaj na parametre boje (L*, a*, b*), tj. da je imao povoljan utjecaj na kakvoću svinjskoga, junećega i pilećega mesa (Miezeliene i sur., 2011.; Mahan i sur., 1999; Nielsen i Rasumssen, 1979.; Higgins i sur., 1998.; Combs i Regenstein, 1980.; Edens, 1997.). Pa ipak, naši rezultati sugeriraju da je dodatak Se imao zanemarivo blagotvoran utjecaj na diskoloraciju pilećega mesa.

Utjecaj dubokog smrzavanja na parametre EC i boje mesa (L*, a* i b*) prikazani su također u tablici 2. Duboko smrzavanje imalo je značajan utjecaj na električnu provodljivost ($P < 0,001$) i svjetloću mesa, tj. na L* vrijednost ($P < 0,05$), dok su samo zanemarive razlike utvrđene za parametre boje a* i b* ($P > 0,05$). Naši rezultati pokazuju da su vrijednosti električne provodljivosti bile značajno veće kod mesa duboko smrznutih brojlera u odnosu na meso ohlađenih brojlera ($P < 0,001$). Pliquett i sur. (1990.) navode da je električna provodljivost indirektna mjera gubitka vode. Patsias i sur. (2008.), Redmond i sur. (2005.) i Fagon

i sur. (2003.) navode da je duboko smrzavanje značajno povećalo gubitak vode. S obzirom na parametre boje (L*, a*, b*) značajno veća L* vrijednost ($P < 0,05$) i zanemarivo veća b* vrijednost, te zanimarivo niža a* vrijednost utvrđene su kod duboko smrznutih pilića u odnosu na ohlađene piliće ($P > 0,05$; tablica 2.). Patsias i sur. (2008.) navode da nisu utvrdili značajne razlike između duboko smrznutih i ohlađenih pilića s obzirom na parametre boje (L*, a* i b*), te da se je L* vrijednost zanemarivo povećala, dok su se a* i b* vrijednosti zanemarivo smanjile. Fagan i sur. (2003.) također navode da nisu utvrdili razlike između duboko smrznutih i ohlađenih pilića s obzirom na parametre boje (L*, a* i b*), no da se je b* vrijednost zanemarivo povećala. Smatramo da su naši rezultati uzrokovani stvaranjem velikih kristalica leda u pilećem mesu tijekom dubokog zamrzavanja što posljedično dovodi do strukturnih oštećenja mišićnih stanica i do denutracije mišićnih proteina, te naposljetku uzrokuje povećano otpuštanje vezane vode na površinu mesa (značajno veća EC; tablica 2.), uzrokujući veću refleksiju svjetlosti (značajno veću L* vrijednost; tablica 2.) i smanjenje količine mioglobina (zanemarivo niže a* vrijednost; tablica 2.). Držimo da do značajnijeg pada parametra a* (crvenost) nije došlo iz razloga što su naša istraživanja provedena na bijelom (glikolitičkom) mišiću koji sadrži manje količine crvenog pigmenta mioglobina. Navedene pretpostavke potvrđuju i neka prijašnja istraživanja koja navode kako metode, brzina i tehnike samog smrzavanja mogu imati značajan utjecaj na strukturno oštećenje mišićnih stanica, diskoloraciju mesa i gubitak vode (Seman i sur., 1988.; Gill, 1990.; Guldager i sur., 1998.; Boknaes i sur., 2000.; O'leary i sur., 2000.; Martinsdottir i Magnuson, 2001.).

Zaključak

Na temelju istraživanja utjecaj dodatka selena u obrok i postupka smrzavanja na tehnološka svojstva mesa brojlera može se zaključiti kako dodatak Se u hrani nije imao značajan utjecaj na električnu provodljivost i boju pilećega mesa ($P > 0,05$). Postupak dubokog smrzavanja imao je značajan utjecaj na električnu provodljivost ($P < 0,001$) i boju mesa, odnosno na L^* vrijednost ($P < 0,05$), dok su samo zanemarive razlike utvrđene za parametre boje a^* i b^* ($P > 0,05$).

Smatramo da bi daljnja istraživanja trebalo usmjeriti na utjecaj sinergističkog djelovanja Se i antioksidativnih vitamina (vitamina E i vitamina C) na stabilnost boje mišića, a sve sa svrhom produživanja kakvoće mesa u smislu produživanja roka održivosti mesa tijekom dubokog smrzavanja i skladištenja.

Zahvala

Rad je financiran iz projekata Mikrobiološka ispravnost i održivost namirnica animalnog podrijetla (053-0531854-1853) i Antioksidansi u očuvanju zdravlja životinja i kvalitete animalnih namirnica (053-0531854-1866)

Einfluss von Selen-Zusätzen in der Nahrung und des Einfrierens auf technologische Eigenschaften des Fleisches bei Broilern

Zusammenfassung

In der Arbeit wurde der Einfluss von Selen-Zusätzen in der Nahrung und des Einfrierens auf technologische Eigenschaften des Fleisches bei Broilern untersucht. Die Untersuchung erfolgte auf Hühnern ($n=300$) Hybriden der schweren Rasse Cobb 500, die mit Bezug auf die Form und die Menge der Selen-Zusätze in der Nahrung gruppiert wurden. Die Selen-Zusätze hatten keinen bedeutenden Einfluss auf elektrische Leitfähigkeit und Farbe des Hühnerfleisches ($P > 0,05$). Tiefes Einfrieren hatte einen bedeutenden Einfluss auf elektrische Leitfähigkeit ($P < 0,001$) und Helligkeit des Fleisches, dh. auf den L^* Wert ($P < 0,05$) während unbedeutende Unterschiede für Farbenparameter a^* und b^* ($P > 0,05$) festgestellt worden sind.

Schlüsselwörter: Selen, technologische Eigenschaften, Broiler

Influencia de añadidura de selenio en la comida y de congelación sobre las características tecnológicas de la carne de los broiler

Resumen

En este trabajo fue estudiada la influencia de añadidura de selenio en la comida y del procedimiento de congelación sobre las características tecnológicas de la carne de los broiler. La investigación fue realizada en los polluelos ($n=300$) híbridos de la raza pesada Cobb 500, divididos en tres grupos en vista de forma y cantidad de selenio añadido en la comida. La añadidura de selenio en la comida no tuvo significativa influencia sobre la conductividad eléctrica ni el color de la carne de pollos ($P > 0,05$). La congelación tuvo una influencia significativa sobre la conductividad eléctrica ($P < 0,001$) y la claridad de la carne, es decir, sobre la variable L^* ($P < 0,05$), mientras las diferencias desdenables fueron identificadas para los parámetros del color a^* y b^* ($P > 0,05$).

Palabras claves: selenio, características tecnológicas, los broiler

l'influenza degli aggiunti di selenio negli alimenti e la surgelazione sulle caratteristiche tecnologiche della carne dei broiler

Riassunto

In questo lavoro è stata studiata l'influenza degli aggiunti di selenio nel mangime e il procedimento di surgelazione sulle caratteristiche tecnologiche della carne dei broiler. La ricerca è stata fatta su pulcini ($n=300$) ibridi della razza pesante Cobb 500, che sono stati suddivisi in base alla forma e alla quantità di Se aggiunto nel mangime in tre gruppi. L'aggiunta di Se nel mangime non ha avuto un'influenza significativa sulla conducibilità e sul colore della carne di pollo ($P > 0,05$). Il profondo surgelamento ha avuto un'influenza significativa sulla conducibilità elettrica ($P < 0,001$) e sulla chiarezza della carne, cioè sui valore L^* ($P < 0,05$), mentre ci sono solo trascurabili differenze osservate per i parametri di colore a^* e b^* ($P > 0,05$).

Parole chiave: selenio, caratteristiche tecnologiche, broiler

Literatura

- Barbut, S. (1998): Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *Journal of Muscle Foods* 9 (1): 35-50.
- Barbut, S., Sosnicki, A.A., Lonergan, S.M., Knapp, T., Ciobanu, D.C., Gatcliffe, L.J., Huff-Lonergan, E., Wilson, E.W. (2008): Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problems in pork and poultry meat. *Meat Science* 79: 46-63.
- Bianchi, M., D. L. Fletcher, D. P. Smith (2005.): Physical and functional properties of whole and ground pale broiler breast meat. *Poultry science*, 84: 803-808.
- Boknaes, N., Osterberg, C., Nielsen, J., Dalgaard, P. (2000): Influence of freshness and frozen storage temperature on quality of thawed cod fillets stored in modified atmosphere packaging. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 33: 244-248.
- Bou, R., F. Guardiola, A. C. Barroeta, R. Codony (2005): Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poult. Sci.* 7, 1129-1140.
- Byrne C.E., Troy D.J., Buckley D.J. (2000): Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M.longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science* 54: 23-34.
- Chan, K.M. and Decker E.A. (1994): Endogenous skeletal muscle antioxidants. *Food Science and Nutrition* 34:403-426.
- Chizzolini, R., Novelli, E., Badiani, A., Rosa, P., Delbano, G. (1993): Objective measurements of pork quality: Evaluation of various techniques. *Meat Science*, 34: 49-77.
- Cie (1986): *Colorimetry* 2nd ed. Commission International de l'Éclairage. Publication CIE Vienna.
- Combs, Jr.G.F., (1981): Influence of dietary vitamin E and selenium on the oxidant defense system of the chicken. *Poultry Science* 60: 2098-2105.
- Combs, Jr.G.F., Regenstien, J.M. (1980): Influence of selenium, vitamin E and ethoxyquin on lipid peroxidation in muscle tissue from fowl during temperature storage. *Poultry Science* 59: 347-351.
- Daun, C., Akesson, B. (2004): Comparison of glutathione peroxidase activity, and of total and soluble selenium content in two muscles from chicken, turkey, duck, ostrich and lamb. *Food Chemistry*, 85: 295-303.
- Daun, C., Johansson, M., Önning, G., Akesson, B. (2001): Glutathione peroxidase activity, tissue and soluble selenium content in beef and pork in relation to meat ageing and pig RN phenotype. *Food Chemistry*, 73: 313-319.
- Edens, F.W. (1997): Potential for organic selenium in poultry diets. *Zootecnica International* 20 (1): 28-31.
- Fagan, J.d., Gormley, T.R., Mhuirheartaigh, M.U. (2003): Effect of freeze-chilling, in comparison with fresh, chilling and freezing on some quality parameters if raw whiting, mackerel and salmon portions. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 36: 647-655.
- Flohe, L. (1997): Selenium in peroxide metabolism. *Medizinische Klinik* 92: 5-7.
- Gatellier, P., Mercier, Y., Renner, M. (2004). Effect of diet finishing mode (pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolaise bovine meat. *Meat Science*, 67: 385-394
- Gill, C.O. (1990): Controlled atmosphere packaging of chilled meat. *Food Control* 1: 74-78.
- Guldager, H.S., Břknaes, N., Rřsterberg, C., Nielsen, J., Dalgaard, P. (1998): Thawed cod fillets spoil less rapidly than unfrozen fillets stored under MAP at 2 1C. *J. Food Protection* 61: 1129-1136.
- Higgins, F.M., Kerry, J.P., Buckley D.J., Morrissey P.A. (1998): Assessment of α -tocopheryl acetate supplementation, addition of salt and packaging on the oxidative stability of raw turkey meat. *British Poultry Science* 39: 569-600.
- Huff-Lonergan E. (2005): Mechanisms of water holding capacity in meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* 71:194-204.
- Kauffman R.G. (1997): *Livestock and Meat Distribution Class. U: National pork quality project, Des Moines, Iowa* 119-184.
- Kauffman, R.G., Sybesma, W., Smulders, F.J.M., Eikelenboom, E., Engel, B., Van Laack, R.J.L.M (1993): The effectiveness of examining early post mortem musculature to predict ultimate pork quality. *Meat Science*, 34: 283-300.
- Klein, E.A. (2004): Selenium: Epidemiology and basic science. *Journal of Urology* 171: 50-53.
- Kralik, Z., G. Kralik, M. Grčević, P. Suchy, E. Strakova (2012): Effects of increased content of organic selenium in feed on the selenium content and fatty acid profile in broiler breast muscle. *Acta Veterinaria Brno*, 81 (1): 31-35.
- Mahan, D.C., Cline, T.R., Richert B. (1999): Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics, and loin quality. *J. Anim. Sci.* 8, 2172-2179.
- Mahan, D., Y.Y. KIM (2002): Comparative toxic effects of dietary organic and inorganic selenium fed to swine and their implications for human nutritional safety. U: *Biotechnology in the Feed Industry. Proc. 18th Annual Symposium. Urednici: T.P. Lyons and K.A. Jacques, Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 393-407*
- Mahan, D.C., Cline, T.R., Richert, B. (1999): Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources of fed to growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics and loin quality. *Journal of Animale Science* 77: 2172-2179.
- Martinsdottir, E., Magnusson, H. (2001): Keeping quality of sea-frozen thawed cod fillets on ice. *Journal of Food Science* 66: 1402-1408.
- Mcintosh, G.H., Royle P.J. (2002): Supplementation of cows with organic selenium and the identification of selenium-rich protein fractions in milk. U: *Biotechnology in the Feed Industry. Proc. 18th Annual Symposium. Urednici: T.P. Lyons i K.A. Jacques, Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 233-238.*
- Miezieliene A., Alencikiene, G., Gruzauskas R., Barstay, T (2011): The effect of dietary selenium supplementation on meat quality of broiler chickens. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 15:61-69.
- Nielsen, H.E., Rasmussen, O.K. (1979): The influence of selenium on performance, meat production and quality of some edible tissues in pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica Supplementum* 21: 246-257.
- O'grady, M.N., Monahan, F.J., Fallon, R.J., Allen, P. (2001): Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. *Journal of Animal Science* 79: 2827-2834.
- O'leary, E., Gormley, T.R., Batler, F., Shilton, N. (2000): The effect of freeze-chilling on the quality of ready meal components *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 33: 217-224.
- Offer, G., Knight, P (1988): The structural basis of water-holding in meat. *Stranica 173 - 243 u: Developments in Meat Science - 4. Urednik Lawrie R.A, Elsevier Applied Science, London, UK.*
- Page J.K., Wulf D.M., Schwotzer T.R. (2001): A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science* 79: 678-687.
- Patsias, A., Badeka, A.V., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G. (2008): Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets. *Food Microbiology* 25: 575-581.
- Pietrzak, M., Greaser, M.L., Sosnicki A.A. (1997): Effect of rapid rigor mortis processes on protein functionality in pectoralis major muscle of domestic turkeys. *J. Anim. Sci.* 75: 2106-2116.
- Pliquett F., Pliquett U., Robekamp W. (1990): Beurteilung der reifung des *M. long. dorsi* und *M. semitendinosus* durch impulsimpedanzmessungen. *Fleishwirtschaft* 70: 1468-1470.
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Smith, D.P., Northcutt, J.K. (2001.): The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity and Emulsification Capacity. *Poultry Science* 80: 676-680.
- Redmond, G.H., Gormley, T.R., Butler, F. (2005): Effect of short and long term frozen storage with MAP on the quality of freeze-chilled lasagne. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 38: 81-87.
- Ryu, Y.C., Rhee, M.S., Lee, K.M., Kim B. C. (2005): Effects of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation and color stability of broiler chicks. *Poult. Sci.* 5, 809-815.
- Schilling M.W., Radhakrishnan V., Thaxton, Y.V., Christensen K., Thaxton J.P., Jackson, V. (2008): The effects of broiler catching method on breast meat quality. *Meat Science* 79: 163-171.
- Scholz, R.W.W., Todhunter, D.A., Cook, L.S. (1981): Selenium content and glutathione peroxidase activity in tissue of young cattle fed supplemented whole milk diets. *American Journal of Veterinary Research*, 42: 1718-1723.
- Seman, D.I. Drew, K.R., Clarken, P.A., Littlejohn (1988): Influence of packaging method and length of chilled storage on microflora, tenderness and colour stability of venison loins. *Meat Science* 22: 267-282.
- Skrivanova, E., Marounek, M., De Smet, S., Raes, K. (2007): Influence of dietary selenium and vitamin E on quality of veal. *Meat Science* 76: 495-500
- Van Laack, R.L.J.M., Liu, C.H., Smith, M.O., Loveday, D.H. (2000): Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, 79 (7): 1057-1061.
- Wang, Z.G., Pan, X.J., Peng, Z.Q., Zhao, R.Q., Zhou G.H (2009): Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affect color, water-holding capacity and oxidative stability of their male offspring meat in early stage. *Poultry Science* 88: 1096-1101.
- Warriss, P.D., Brown, S.N. (1987): The relationship between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. *Meat Science* 20: 65-74.
- Woelfel, R.L., Owens, C.M., Hirschler, E.M., Martinez-Dawson, R., Sams, A.R. (2002): The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in commercial processing plant. *Poultry Science*, 81 (4): 579-584.

Dostavljeno: 7.3.2014.

Prihvaćeno: 25.3.2014.