

### Determination of sulfonamide residues in meat, meat products, fish and eggs

#### Summary

For the purpose of controlling sulfonamides, samples of meat (n=350), then meat products such as sausages (n=59), pates (n=13) and hams (n=8) and also fish (n=46) and eggs (n=278) were collected from all areas of the Republic of Croatia. The concentration of sulfonamides was determined using validated enzyme immunoassay. The method detection limit was 1.7 µg/kg for egg and 2.1 µg/kg for meat, and the detection capability (CCB) was 4.9 µg/kg for eggs and 59.9 µg/kg for meat. Determination of sulfonamide concentrations in meat, meat products, fish and eggs ranged from the minimum value of 0.001 to the maximum value of 84.9 µg/kg. There is no concentration exceeding the maximum residue levels (MRL) of 100 µg/kg determined in any of the samples tested. Considering the low concentrations of sulfonamides established, it can be concluded that there is no misusage of sulfonamides and that when animals are treated, drug withdrawal period is taken into account and in that way usage of the controlled meat is suitable for consumption.

**Key words:** sulfonamides, meat, meat products, fish, egg, ELISA

### Bestimmung von Sulfonamidresten in Fleisch, Fleischzeugnissen, Fisch und Eiern

#### Zusammenfassung

Zur Bestimmung von Sulfonamidresten wurden aus allen Gebieten der Republik Kroatien Muster von Fleisch (n=350), Fleischzeugnissen (n=59), Pasteten (n=13) und Schinken (n=8), Fisch (n=46) und Eiern (n=278) gesammelt. Die Konzentrationen von Sulfonamid wurden mittels validierten Immunoenzymen Methode bestimmt. Die Grenze der Bestimmung von Sulfonamid wurde festgesetzt, in Eiern von 1,7 µg/kg bzw. 2,1 µg/kg im Muskelgewebe, und die Beweisfähigkeit der Methode (CCB) für Eier beträgt 4,9 µg/kg bzw. für Muskel 59,9 µg/kg. Die Konzentrationen von Sulfonamid in Fleisch und Fleischzeugnissen, in Fisch und Eiern, bewegten sich in der Spanne von Minimalwert 0,001 bis Maximalwert 84,9 µg/kg. In keinem der kontrollierten Muster wurde höhere Konzentration als genehmigte Konzentration von 100 µg/kg vorgefunden. Die festgestellten niedrigen Konzentrationen von Sulfonamid weisen darauf hin, dass kein Missverbrauch von Sulfonamid stattfand, bzw. dass bei dessen Anwendung bei Tierpflege und Tiergesundheit die vorgeschriebene Karenz des Medikamentes beachtet wurde, womit der Verbrauch von Fleisch und Fleischzeugnissen in menschlicher Ernährung nicht in Frage gestellt wird.

**Schlüsselwörter:** Sulfonamide, Fleisch, Fleischzeugnisse, Fisch, Eier, ELISA

### Determinazione di residui di sulfonamidi nella carne, prodotti di carne, nel pesce e le uova

#### Somario

Volendo determinare i residui di sulfonamidi, da tutte le parti della Repubblica di Croazia sono stati presi i campioni di carne (n=350), e dei prodotti di carne – salsicce (n=59), pâté (n=13) e prosciutto (n=46), ma anche pesce (n=46) e uova (n=278). Le concentrazioni di sulfonamidi sono state determinate con un validato metodo immunoenzimatico. È stato determinato il confine di determinazione di sulfonamidi nelle uova di 1,7 µg/kg cioè di 2,1 µg/kg nel tessuto muscolare, e l'abilità d'approvazione del metodo (CCB) 4,9 µg/kg per le uova, cioè 59,9 µg/kg per il muscolo. Le concentrazioni di sulfonamidi nella carne e nei suoi prodotti, e nel pesce e le uova, variavano dal valore minimo di 0,001 a quello massimo di 84,9 µg/kg. Non c'era nemmeno un campione che sovrappassava la determinata concentrazione permessa di 100 µg/kg. Le determinate basse concentrazioni di sulfonamidi sono la prova del loro corretto uso ed è evidente che si presta l'attenzione alla carenza prescritta del medicamento durante la loro applicazione nella cura di animali, e perciò non bisogna dubitare dell'uso di carne e dei prodotti di carne nell'alimentazione dell'uomo.

**Parole chiave:** sulfonamidi, carne, prodotti di carne, pesce, uova, ELISA

latrim tvarima i njihovoj klasifikaciji u odnosu na najveće dopuštene količine rezidua u hrani životinjskog podrijetla (Narodne novine broj 21/2011).

**RASFF** (2011). Dostupno na: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/index.cfm?event=sa>

**Schneider, M. J., K. Mastovska, S. J. Lehotay, A. R. Lightfield, B. Kinsella, C. E. Shultz** (2009): Comparison of screening methods for antibiotics in beef kidney juice and serum. *Anal. Chim. Acta* 637, 40-46

**Sukul, P., M. Spittler** (2006): Sulfonamides in the environment as veterinary drugs. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 187, 67-101.

**Šeol, B., K. Matanović, S. Terzić** (2010): Antimikrobna terapija u veterinarskoj medicini. *Utr. Herak-*

**Perković, V.**, Medicinska naklada, Zagreb.

**Šinigoj-Gačnik, K., V. Cerkvenik-Flajš, S. Vadrnjak** (2005): Evidence of veterinary drug residues in Slovenian Freshwater fish. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 75, 109-114.

**Wang, J., D. Leung, S. P. Lenz** (2006): Determination of five macrolide antibiotic residues in raw milk using liquid chromatography-electrospray ionization tandem mass spectrometry. *J. Agr. Food Chem.* 54, 2873-2880.

**Wise, R.** (2002): Antimicrobial resistance: priorities for action. *J. Antimicrob. Chemother.* 49, 585-586.

**Weiss, C., A. Conte, C. Milandri, G. Scortichini, P. Sempinini, R. Usberti, G. Migliorati** (2007): Veterinary drugs residue monitoring in Italian poultry: Current strategies and possible developments. *Food*


*Control* 18, 1068-1076.

**Won, S. Y., C. H. Lee, H. S. Chang, S. O. Kim, S. H. Lee, D. S. Kim** (2011): Monitoring of 14 sulfonamide antibiotic residues in marine products using HPLC-PDA and LC-MS/MS. *Food Control* 22, 1101-1107.

**Zhang, W., S. Wang** (2009): Review on enzyme-linked immunosorbent assays for sulfonamide residues in edible animal products. *J. Immunol. Meth.* 350, 1-13.

**Zhang, W., C. Duan, M. Wang** (2011): Analysis of seven sulfonamides in milk by cloud point extraction and high performance liquid chromatography. *Food Chem.* 126, 779-785.

Dostavljeno: 30.9.2011.

Prihvaćeno: 28.10.2011. 

## Učinak dodatka selena u hranu na kakvoću mesa peradi

Pušić<sup>1</sup>, I., L. Kozadžinski<sup>2</sup>, B. Njari<sup>2</sup>, Ž. Čvrtla Fleck<sup>2</sup>

pregledni rad

### Sažetak

Kakvoća mesa procjenjuje se na osnovi nekoliko objektivnih, uglavnom vanjskih obilježja. Pa su tako u količinske pokazatelje tržišne i preradbene vrijednosti mesa, značajna i ona svojstva koja neposredno utječu na ocjenu njegove kakvoće, prvenstveno senzorička i tehnološko-preradbeno svojstva. Jedan od prihvaćenih pristupa očuvanja navedenih svojstava mesa jest i dodatak antioksidansa, poput selena ili vitamina E, direktno u stočnu hranu ili tijekom tehnološkog procesa obrade. Brojna istraživanja potvrđuju pretpostavku kako upotreba organskog selena dovodi do povećanja ukupne količine selena u mesu peradi uz istovremeno povećanje senzoričkih, preradbenih i preradbenih svojstava mesa u smislu očuvanja zdravstvene ispravnosti tijekom pohrane u različitim temperaturnim i vremenskim uvjetima. Meso peradi se pokazalo kao važan izvor selena u prehrani ljudi posebno u zemljopisnim područjima čija su tla siromašna selenom gdje se ubraja i područje Republike Hrvatske dok se u nekim područjima obavlja i gnojidba poljoprivrednih površina sa preparatima selena.

**Ključne riječi:** selen, kakvoća mesa peradi

### Uvod

Selen (Se), esencijalni element u tragovima, važan je čimbenik zdravlja sisavaca jer utječe na rast, imunitet, mišićnu i neuromišićnu funkciju, plodnost, a očituje i antikancerogeno djelovanje. Svakodnevno uzimamo Se ima bitnu ulogu u zaštiti od karcinoma prostate, kolona, pluća (Clark i sur., 1996). Nadalje, važan je i u razvoju imunološkog sustava organizma (Taylor, 1995), pojačava djelovanje T-limfocita (Roy i sur., 1994). Može štiti od toksičnog učinka teških metala, dima cigarete, alkohola, oksidacije masti, a posebno od oštećenja živom i kadmijem (Izardus i sur., 2010.). Svoje djelovanje ispoljava u obliku selenocisteina, aminoselene koja je sastavni dio brojnih enzima i neenzimskih molekula koje se zbog svoje građe nazivaju selenoproteini. Pri tome najvažniji su enzim glutatjon peroksidaza, tirodoksinkin reduktaza, selenoprotein P, jodotironin dehidrogenaza, seleno-fosfat sintetaza i selenoprotein W (Suraj, 2006.).

Spomenuti razlozi ukazuju kako je potreba za unosom selena u organizam velika, te se osim upotrebe dnevnih dodataka organskog selena (tablete), smatra kako je hrana (meso, mlijeko, jaja) obogaćena selenom u tom smislu najvrednija (Rayman, 2000.). Istraživanja pokazuju da je u Republici Hrvatskoj povrće siromašno selenom, pa su jaja, meso i mesni proizvodi najbolji izvor tog mikroelementa (Klapec i sur., 2004.).

Nema sumnje da su za uspjeh uzgoja životinja ključni dobar prirast uz povoljnu konverziju obroka i niski mortalitet. Za klaoničare je uvijek značajan visoki prirast mesa, te ujednačenost trupova sa što manjim gubicima nastalim zbog oštećenja pri klaoničkoj obradi. S druge, pak, strane trgovački lanci žele što više udovoljiti željama potrošača koji traže povoljniju boju i dobar izgled obrađenih trupova uz povoljan odnos mesa i kostiju, a posebno sočnost, dobar miris i okus mesa ili proizvoda od mesa. S

obzirom na veliku količinu višestruko nezasićenih masnih kiselina koje se tijekom pohrane u kontaktu s kisikom razlažu na kratko lančane spojeve poput (aldehida, ketona, kiselina i alkohola) što u konačnici dovodi do kvarenja te time i do smanjene prehrambene vrijednosti i ekonomskih gubitaka.

Osim količinskih pokazatelja tržišne i preradbene vrijednosti mesa, bitna su i ona svojstva koja neposredno utječu na ocjenu njegove kakvoće, prvenstveno senzorička i tehnološko-preradbeno svojstva. Kakvoća mesa procjenjuje se na osnovi nekoliko objektivnih, uglavnom vanjskih obilježja. Ovdje treba svakako navesti boju, nježnost odnosno žilavost i sočnost mesa pri čemu su promjena boje mesa i stupanj oksidacije masti svakako vrlo važni u ocjeni kakvoće mesa. Važni su također i količina mišićne mase, sposobnost vezanja vode što je naročito važno za preradu, kao i gubitak vode kuhanjem (Živković,

<sup>1</sup> dr.sc. Ivan Pušić, viši inspektor zaštite okoliša, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zagreb, Republike Austrije 20  
<sup>2</sup> dr.sc. Lidija Kozadžinski, redoviti profesor; dr.sc. Bela Njari, redoviti profesor; dr.sc. Željka Čvrtla Fleck, docentica; Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zavod za higijenu, tehnologiju i sigurnost hrane, Zagreb, Heinzelova 55

1986.). Nadalje, jednako je važan i subjektivan osjećaj pri konzumaciji mesa kao što su okus i miris kod kojeg su bitni punoća usta pri žvakanju, te promijenjeni okus i miris.

Uzimajući u obzir generalni trend konzumacije mesa važna je tehnološka kvaliteta mesa što je u najvećoj mjeri određeno metabolizmom *postmortem* i njegovim utjecajem na boju i kapacitet vezanja vode (Duclos i sur., 2007.). Jedan od prihvaćenih pristupa očuvanja senzornih svojstava mesa jest i dodatak antioksidansa, poput selena ili vitamina E, direktno u stočnu hranu ili tijekom tehnološkog procesa obrade (Surai, 2002.).

Otkako je 1974. godine US Food and Drug Administration (FDA) odobrila selen kao nadomjestak hrani, Na-selenit je postao tradicionalni prehrambeni dodatak u hrani za životinje. Stoga se u hranu za životinje već više od tri desetljeća dodaje selen u anorganskom obliku bilo selenata i selenita. No, usporedno s obogaćivanjem hrane anorganskim selenom provedena su brojna istraživanja učinka dodavanja organskoga selena u hranu životinja na njihova proizvodna i reproduktivna svojstva. Glavni razlog zašto se koristio više anorganski od organskog oblika Se je isključivo financijske prirode, a u manjoj mjeri i zbog nedostatka informacija o selenometioninu.

Navedeno ukazuje kako je potreba unosa selena u organizam sve veća, te se smatra kako je hrana obogaćena selenom u tom smislu najvrednija. Osim zdravstvene ispravnosti mesa značajna su i svojstva koja neposredno utječu na ocjenu njegove kakvoće, te tehnološko-preradbena svojstva mesa.

#### Čimbenici kakvoće mesa

Kakvoća proizvoda je složen pojam i stoga je teško opisati. Ona je prije svega subjektivan pojam koji se koristi da bi se opisala određena svoj-

stva proizvoda i način na koji se može usporediti s očekivanjima potrošača. Ukoliko namirnica zadovoljava potrebe potrošača, može se reći da je prihvatljive kakvoće. Pod kakvoćom se smatra razlika između postignutih i željenih svojstava hrane, te mjerom zadovoljavanja kupca. Današnji kupci kakvoću tumače, uz tradicionalna shvaćanja, i kroz pravilan i humani postupak sa životinjama za vrijeme uzgoja i neposredno prije klanja. Definicija kakvoće, međutim, mora biti primjenljiva na svaku vrstu proizvoda pa, unatoč mnogim navodima u literaturi, niti jedna od njih ne obuhvaća sve parametre kakvoće. Smatra se da se pojam kakvoća može dovesti u vezu s upotrebljivošću. Kakvoća hrane može se definirati i pojmovima kao što su hranjiva vrijednost, higijenski uvjeti i senzorna svojstva (boja, okus, miris i tekstura). Sve su to pojmovi važni sa stanovišta potrošača. Kakvoća je, dakle, zbroj kemijskih, biokemijskih, fizikalnih i fizioloških čimbenika.

Boja mesa je jedan od pokazatelja njegove kakvoće. Kako potrošači uz boju najčešće vežu i svježinu mesa, na osnovi boje donose i odluku hoće li ili ne meso kupiti. Neke su vrste mesa u tom smislu specifične s obzirom na činjenicu da se meso može prodavati s i bez kože, te da potrošači uočavaju razlike između tzv. bijelog i crvenog mesa, posebice tu mislimo na meso peradi. Kod svježe zaklanih pilića prsna je muskulatura blijedo ružičaste boje, dok je mišićje buta i nogu tamne, crveno-ružičaste boje. Na boju kože i mesa utječu brojni čimbenici kao što su: spol, starost, napor, hrana, količina hemoglobina i mioglobina, intramuskularna mast, pH, količina vode, uvjeti klanja i obrade, skladištenje i dr. (Fletcher, 1989; 1999; 1999.a). Biološki i proizvodni čimbenici koji utječu na boju mesa i s tim u vezi potrošačku prihvatljivost djelomično su istraženi. S druge, pak, strane o promjenama boje tijekom procesa obrade i skladištenja nema baš puno podataka.

pH mesa smatra se također jednim od važnijih pokazatelja kakvoće mesa. Pretvorba skeletne muskulature u meso rezultat je složenih biokemijskih reakcija. Ovi su procesi pod utjecajem različitih čimbenika kao što je to transport, odmor životinja, metabolička situacija neposredno prije klanja, genetski utjecaj, posebno u pogledu mišićnog sastava, te osjetljivosti na stres. Utjecaj pH vrijednosti kao bitnog čimbenika kakvoće i održivosti mesa očituje se u njegovom izravnom utjecaju na boju, nježnost, okus mesa i sposobnost vezanja vode. Značenje određivanja pH vrijednosti nije u tolikoj mjeri u njegovoj upotrebi kao kriterij za ocjenu svježine mesa i mesnih proizvoda nego kao kriterij za ocjenu sirovinske (preradbene) kakvoće mesa (Živković, 1986.). S obzirom da je upotrebljivost proizvoda usljed neodgovarajućeg pH ograničena i stvara velike gubitke proizvođačima, potrebno je poduzeti sve mjere kako bi se vrijednost pH održala na prihvatljivom nivou. Stupanj opadanja pH vrijednosti može utjecati na boju mesa i sposobnost vezanja vode zbog denaturacije bjelancevina (Warriss i Brown, 1987; Barbut, 1993; Fletcher, 1999.a). Međusobnu povezanost rane postmortalne i konačne pH vrijednosti, te razine energije s jedne i kakvoće mesa s druge strane opisali su Mielnik i Kolstad (1991.), Warriss i sur. (1993.) i Joseph i sur. (1997.). Točna povezanost između pH i nježnosti vrlo je složena i još uvijek nepotpuno razjašnjena (van Laack i sur., 2001.).

Sposobnost vezanja vode podrazumijeva sposobnost mesa da veže i zadrži vodu tijekom rezanja, grijanja ili tlačenja i važno je kvalitativno svojstvo mesa o kojem ovisi sočnost proizvoda. Većina vode u mišićima (88-95%) zadržava se u stanicama unutar miofibrila u slobodnom prostora između aktinskih i miozinskih niti. Mali se udio vode (5-12%) nalazi izvan stanice izvan vlakana ili među

fibrilima (Ranken, 1976; Penny, 1977; Offer i Trinick, 1983; Offer i Knight, 1988.b). Količina vode i njena raspodjela unutar mesa utječu na kakvoću mesa (nježnost, sočnost, čvrstoću i izgled). Sposobnost vezanja vode ovisi o brojnim čimbenicima, prije svega o postupcima sa životinjom prije klanja, postupcima s mišićnim čimbenicima od kojih je svakako najznačajniji pH, duljina sarkomera, ionske veze i osmotski tlak mišićnog citosola, te stupanj razvoja *rigor mortis* po klanju (Offer i Knight, 1988.a). Osim vlastite, mišićje je sposobno vezati i gotovo jednaku količinu dodane vode, pri čemu je bubrenje tako jako da, naročito pod utjecajem nekih soli, može izazvati dezintegraciju polipeptidnih lanaca što dovodi do otapanja bjelancevina i nastanka koloidne otopine. Otpuštanje mesnog soka je pokazatelj sposobnosti vezanja vode koji je usko povezan s postmortalnom pH vrijednosti i temperaturom mesa što može dovesti do denaturacije bjelancevina čineći meso bljeđe, slabije teksture i sposobnosti vezanja vode (Warriss i Brown, 1987; Santos i sur., 1994.).

Gubitak vode iz mišićja zbog postmortalnog otpuštanja mesnog soka (engl. drip loss) predstavlja veliki ekonomski problem u peradarskoj industriji, a naročito u peradi. Prema nekim procjenama na gubitak mase otpuštanjem mesnog soka otpada više od 3% ukupne količine mesa (Northcutt i sur., 1994.). Uobičajeno je da s povećanim otpuštanjem mesnog soka meso bude blijedo i mekanost što je izrazito česta pojava u svinjskom mesu. Stoier i sur. (2001.) su pokazali, kod svinja, da se gubitak cijedenjem može smanjiti u životinja koje su izložene manjem stresu neposredno prije klanja. Istraživanja strukture mišićnih vlakana elektronskim mikroskopom potvrdila su da je povećano otpuštanje mesnog soka povezano s povećanim stezanjem mreže debelih i tankih filamenata unutar mišićnih

stanica, a skraćeni mišići pokazuju veće skupljanje od istegnutih mišića (Schäfer i sur., 2000.).

Nježnost, odnosno tekstura, pored boje vrlo je važan čimbenik senzoričke kakvoće mesa. To je kritična procjena kakvoće mesa u trenutku konzumacije, kada potrošač s prethodnim spoznajama o zdravstvenim aspektima, cijeni mesa, boji i mirisu, donosi odluku o ponovnoj kupnji mesa (Boleman i sur., 1997.). Općenito je mišljenje kako su postmortalne promjene glavne odrednice nježnosti mesa. Skraćivanje mišića uslijed postmortalne glikolize i *rigor mortis* zajedno s temperaturom čine osnovu za ranu potvrdu nježnosti (Bruce i Ball, 1990; Geesink i sur., 2000.). Dokazano je kako temperatura mrtvačke ukočenosti od 15 °C ima najveći koristan učinak na nježnost mesa (Devine i sur., 1999.). Pored navedenih čimbenika bitne su i promjene u mišićnim vlaknima, sastavu, pasmini i prehrambenom statusu životinje. u obradi mesa peradi postoji općenito pravilo da sve što na bilo koji način ometa ili utječe na nastanak *rigor mortis* ili procese omekšavanja koji slijede nakon toga u velikoj mjeri utječe na teksturu mesa. Npr. perad koja je podvrgnuta naporima prije ili tijekom klanja prije potrošnje energiju u mišićima pa i *rigor mortis* nastupa prije vremena. Slična se situacija pojavljuje kada je perad izložena okolišnom stresu (visoka ili niska temperatura), a neprikladno omamljivanje, visoka temperatura šurenja, dugotrajno šurenje ili strojno čupanje su čimbenici koji vode žilavom mesu. Smanjena tekstura odnosno nježnost mesa javlja se kod prerano konfencioniranog i iskoštanog mesa peradi kod kojeg u mišićju još uvijek ima dovoljno energije za kontrakciju, pa ono postaje žilavo. Istraživanja su pokazala da je kod piletine iskoštene 0-2 sata poslije klanja 50-80% mesa žilavo, a 6 sati po klanju 70-80% mesa je nježne teksture (Lyon i Lyon, 1991.; Fletcher, 1999.). Istraživanja zadnjih 20-30 godina pokazuju

kako je tekstura prvenstveno rezultat razgradnje miofibrila i citoskeletnih bjelancevina (Koochmarie, 1992.; Koochmarie, 1996; Taylor i sur., 1995; Boehm i sur., 1998; Wheeler i sur., 2000.).

Okus i miris su također pokazatelji kakvoće mesa. Prilikom pečenja piletine okus dolazi do izražaja zbog međudjelovanja šećera i aminoselina, lipidne i toplinske oksidacije, te razgradnje timina. Ove kemijske promjene nisu jedinstvene samo za meso peradi, ali lipidi peradi u zajedničtvu s mirisom daju karakterističnu "aromu" peradi. Smatra se da je mast primarni izvor okusa mesa (Mottram, 1998.), a da lipidni sastav utječe na čvrstoću mišićja i vrijeme upotrebljivosti (Wood i sur., 2004.). Nekoliko je čimbenika koji utječu na okus i miris mesa, i to starost životinja, spol, hranidba, uvjeti držanja, napori, temperatura šurenja, hlađenje, pakiranje i skladištenje. Okus i miris hrane smatraju se važnim i kemijski primjenljivim za razumijevanje njezine kakvoće (Martens i Martens, 2001.). Meso peradi s obiljem nezasićenih masnih kiselina je sklono oksidaciji koja umanjuje kakvoću (Rhee i sur., 1996; Tang i sur., 2001.). Također, radi specifičnosti masnokiselinskog sastava pri pečenju, stvaraju se brojni hlapljivi spojevi koji utječu na senzorička svojstva (Sañudo i sur., 2000.). Utvrđeno je kako prirodni antioksidansi mogu utjecati na nezasićene masne kiseline (Melton, 1990.) štiteći n-3 masne kiseline, kao i dodaci hranidbi koje proizvode rok trajanja hrane (Wood i sur., 2004.).

#### Učinak dodavanja selena na kakvoću mesa

Selen (Se) je mineral atomskog (rednog) broja 34, relativne atomske mase 78,96, kojeg je 1818. godine otkrio švedski kemičar Jons Jacob Berzelius i nazvao ga po grčkoj boginji mjeseca (Selena). Dugo godina ovaj je element bio poznat kao toksin koji je mogao izazvati trovanje stoke, a

posljedično i velike ekonomske štete stočarima. Tek su ga Schwarz i Foltz (1957.) identificirali kao esencijalni element u tragovima koji sprečava nekroznu jetre štakora pri smanjenom unosu ili resorpciji vitamina E.

U prirodi Se dolazi u dva osnovna oblika: anorganski u vidu minerala poput selenita, selenata i selenida, te organskog koji je vezan za aminokiseline biljaka metionin i cistein (Levanter, 1986.). Anorganski se Se u stvari asimilira i ugrađuje u različite organske spojeve. Koncentracija Se u tlu, a time i u biljkama ovisi o brojnim čimbenicima od kojih je najvažniji utjecaj okoliša, dok je njegova raspoloživost u stočnoj hrani prema sirihakvalu (2005.) i Wolframu (1999.) ovisna o ukupnoj količini i kemijskom obliku, fiziološkom stanju organizma, primjeni lijekova, te o dobnoj skupini.

U organizmu ugrađen u selenocistein ili selenometionin, selen sudjeluje u brojnim metaboličkim reakcijama. Općenito gledano, uloga Se u organizmu je posredna, kao strukturalnog dijela selenoproteina, pa kao dio prirodnog antioksidativnog sustava štiti staničnu membranu od lipidske peroksidacije, štiti ili usporava tkivnu degeneraciju. Burk i Hill (1993.) navode kako u organizmu sisavaca može postojati do 100 selenoproteina od kojih je 30 opisano in vivo, a do danas ih je 18 raščlanjeno ili kopirano što nam omogućuje daljnju karakterizaciju njihove biološke funkcije. Od svih selenoproteina najčešće se spominju glutatjon peroksidaza, tireodoksin reduktaza, jodotironin dehidrogenaza, seleno-fosfat sintetaza te selenoprotein P i W (Brigelius-Flohe, 1999.). Arthur i sur. (2003.) izvjestili su kako je Se esencijalan element u aktivaciji svih elemenata imunološkog sustava.

Izvor Se za ljudski organizam je hrana životinjskog podrijetla budući da je biljna hrana siromašna tim mikroelementom. Tako su Daun i Akeson (2004.) istraživali količinu Se u

bedrenom i prsnom mišiću različitih vrsta peradi (pilići, patke, pure, nojevi) i janjadi. Autori su utvrdili da se veće količine Se nalaze u bedrenoj muskulaturi, najveće u janjadi, a u mesu peradi su niže i dosta ujednačene. Kako je meso peradi visokovrijedna hrana i važan izvor bjelancevina i mikroelemenata, u hranu peradi već se više od 20 godina dodaje Se u anorganskom obliku kao selenati i seleniti. Pored Se, vitamin E je ključni prehranbeni faktor u prehranbenom usklađivanju oksidacijske zaštite hrane.

Brojni su literaturni podaci o utjecaju Se kao dodatka hrani na njegovu količinu u mesu (Mahan i sur., 1999.; Mahan i Kim, 2002.), mlijeku (Mcintosh i Royle, 2002.) i jajima odnosno proizvodnji "funkcionalne hrane". Pod ovim nazivom se podrazumijeva hrana koja pozitivno djeluje na zdravlje, na fizičko i mentalno stanje pojedinca.

Poznato je da pileće meso s niskim pH ima manju sposobnost vezanja vode što rezultira povećanim otpuštanjem mesnog soka i njegovim gubitkom pri pečenju (Froning i sur., 1978.; Barbut, 1993.; Northcutt i sur., 1994.). Stres i postupak sa životinjama prije klanja, temperatura okoline, promjena pH vrijednosti, te struktura i razmještaj mišićnih vlakana osnovni su čimbenici koji utječu na otpuštanje mesnog soka. Mahan i sur. (1999.) i Edens (1997.) javljaju o znatnom smanjenju otpuštanja mesnog soka u mesu pilića hranjenih hranom u kojoj je anorganski Se zamijenjen organskim. Slične su rezultate u peradi hranjene s organskim ili anorganskim Se polučili Downs i sur. (2000.), Hess i sur. (2003.) i Choct i sur. (2004.).

Adler (1993.) je istraživala količinu selena u raznoj hrani podrijetlom od životinja hranjenih stočnom hranom s kontroliranim dodatkom selena. Analize sadržaja selena u uzorcima jetre kao indikatoru količine selena u organizmu, u mišićju buta svinja i

junadi, te mesu peradi ukazale su da njegova razina u jetri i mesu peradi čini ovu hranu visokovrijednim izvorima selena u prehrani ljudi. Nadalje, autorica je navela da je, u usporedbi s drugim europskim zemljama, meso svinja uzgojenih u Hrvatskoj znatno siromašnije selenom. Najniža je količina selena utvrđena u mesu junadi, što je posljedica izostanka kontroliranog dodatka selena u hranu za goveda. Razlike u djelovanju na oksidativnu stabilnost i kakvoću mesa organskog i anorganskog selena, koji se dodaju u krmiva za hranidbu životinja, istraživana su na peradi (Edens, 1996.; Torrent, 1996.; Bou i sur., 2005.) i svinjama (Mahan i sur., 1999.; Mahan, 2000.; Zhan i sur., 2007.).

Wang i sur. (2009.) su izvjestili kako hranjenje nesilica hranom obogaćenom organskim Se i metioninom može u određenoj mjeri popraviti boju, sposobnost vezanja vode i oksidativnu stabilnost mesa muških potomaka.

Tako su Avanzo i sur. (2001.) istraživali utjecaj vitamina E i anorganskog Se na otpornost prema oksidacijskom stresu *m. pectoralis superficialis*. Dodavali su u osnovnu hranu 0 i 10 µg/g hrane E vitamina i 0 i 0,15 µg/g hrane Se kao Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>. Utvrdili su da su se kod pilića hranjenih hranom deficitarnom Se i vitaminom E od 17 dana starosti počeli razvijati simptomi ekssudativne dljateze. RYU i sur. (2005.) su istražili utjecaj dodavanja 1, 2, 4, i 8 ppm Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub> i vitamina E (100 IU/kg hrane) na tjeck rasta, lipidsku peroksidaciju i postojanost boje pilećeg mesa nakon 12 dana pohrane na +4 °C. Pri tome su utvrdili da navedene količine antioksidansa ne utječu na brzinu rasta i iskoristivost hrane. Također nije bilo promjena površinske boje mesa ili povećanja razine methemoglobina ovisne o tretmanu. Lipidna peroksidacija je bila reducirana pri dodatku Se od 8 ppm i 100 IU vit. E. Edens (1996.) je utvrdio da dodatak organskog Se izaziva niz

popoljšanja u proizvodnji pilića pri čemu se smanjuje gubitak vode iz prsnog mišićja, povećava prinos bedrenog mišićja i bataka te poboljšava otpornost životinja na stres koji se javlja pri intenzivnoj proizvodnji. Također, Edens (2001.) je objavio kako su pilići kojima je davana hrana obogaćena organskim Se (Sel-Plex) bili znatno otporniji na crijevnu infekciju uzrokovanu enteropatogenim sojem bakterije *Escherichia coli* od pilića koji su standardno hranjeni. Leng i sur. (2003.) su uspoređivali utjecaj Na-selenita i organskog Se na imunost kokoši nesilica, te su utvrdili kako su kokoši nesilice hranjene s organskim Se imale dvostruko veću tkivnu koncentraciju od nesilica hranjenih s anorganskim Se. Stoviše oni su prvi uočili kako organski Se izaziva povećanje CD3+, CD4+ i CD8+ površinskih markera T-stanica smještenih u nekoliko limfoidnih struktura mladih kokoši. BOU i sur. (2005.) su istražili utjecaj dodavanja Zn (0, 300 ili 600 mg/kg), i Se (0 ili 1,2 mg/kg kao Na-selenit ili 0,2 mg/kg organskog Se) na sastav i izgled pilećeg mesa poželjan za potrošača. Dodatak Zn rezultirao je povećanom koncentracijom Se u mesu. Samo dodatak organskog Se je doveo do porasta Se u mesu pilića vjerojatno u obliku selenometionina. Dodatak Se nije utjecao na izgled pečenog mesa niti na koncentraciju lipidskih peroksida u pečenom mesu. Hess i sur. (2002.) ističu smanjeni oksidacijski stres u mesu i otpuštanje mesnog soka u prsnoj muskulaturi pilića kojima je u hrani dodavan vitamin E i organski Se. Specifičnost vitamina E očituje se u njegovoj antioksidacijskoj ulozi kojom štiti membrane stanica i organela od fosfolipidne peroksidacije dok Se kao sastavni dio enzima glutatjon peroksidaze (GSH-Px) štiti stanicu od peroksidacijskih oštećenja obzirom na nemogućnost vitamina E da uništi sve metaboličke peroksidge. Mahan i sur. (1999.) su hranili svinje u tovu hranom s dodatkom anorganskog i organskog Se u količini od 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 mg/kg hrane te

su određivali količinu Se u mesu, dok je kvaliteta trupova procijenjena na osnovi pH, otpuštanja mesnog soka i boje mesa. Dodatak Se nije utjecao na rast kao i na odlike trupova svinja, doveo je do porasta koncentracije Se u mesu naročito pri dodatku organskog selena. Što se tiče otpuštanja mesnog soka i boje mesa pri dodavanju anorganskog Se, uočena je pojava bljednog mesa i većeg otpuštanja mesnog soka. Zhan i sur. (2007.) istražili su utjecaj dodavanja Na-selenita (0,3 mg/kg hrane) i selenometionina (0,3 mg/kg hrane) na raspodjelu selena u mesu, kvalitetu karea i antioksidativni status svinja na završetku tova. Rezultati su pokazali da je otpuštanje mesnog soka u lednom mišićju bilo značajno manje u skupini hranjenoj selenometioninom. Uspoređujući selenometionin s Na-selenitom, čini se da je selenometionin učinkovitiji u odlaganju Se u tkiva, povećavanju antioksidativne sposobnosti u zaštićiti mioglobina od oksidacije, očuvanju integriteta staničnih membrana i smanjenju gubitka cijedenjem dok stabilizira boju što produljenju roka upotrebe svježeg mesa. Mahan (2000.) je napravio studiju procjene utjecaja kratkotrajne hranidbe krmiva s anorganskim i organskim Se u količini od 0,15 ili 0,30 ppm šest dana prije prašenja i 14 dana nakon prašenja na kolostrum i koncentraciju Se u serumu prasadi na sivi. Kratkotrajna hranidba s anorganskim Se u količini od 0,15 ili 0,30 ppm nije imalo utjecaja na količinu Se u kolostrumu, dok je pri upotrebi organskog Se došlo do njegovog značajnog porasta. Pri povećanju količine organskog Se u hrani njegova je količina u mlijeku od 7. i 14. dana poslije prašenja bila 2,5-3 puta veća. Koncentracija Se u serumu prasadi je porasla i 7. i 14. dana poslije prašenja. Važnost Se dolazi do izražaja i u akvakulturi u uzgoju lososa u Čileu (de Lyons, 1998.). Se je esencijalni mineral za losose, posebno za tri čimbenika kakvoće mesa koja su u njemu ovisna. To su: boja mesa, taloženje pigmenta i tekstura. Doda-

tak selena u količini od 0,25 mg/Se/kg hrane doveo je poboljšanja boja i teksture mesa, a osobito je povećano taloženje pigmenta.

Skrikanova i sur. (2007.) su dodavali u mliječni nadomjestak i početnu smjesu za tov teladi organski Se do ukupne količine od 0,5 mg/kg hrane, te drugoj skupini jednaku količinu organskog Se i 100 mg/kg vitamina E. Ovakav tretman nije utjecao na brzinu rasta, probavljivost suhe tvari, kemijski sastav i boju mesa (*m. longissimus dorsi* et *lumborum*) i masno-kiselinski profil masti, no značajno je povećana koncentracija Se u mišićju što ukazuje na ograničen potencijal u poboljšavanju oksidativne stabilnosti mesa teladi. Pored mesa, mlijeko je važan izvor Se za ljude. Tako su Mcintosh i Royle (2002.) dodavali 2 ili 6 mg organskog Se mliječnim kravama kroz 12 tjedana, te utvrdili značajan porast razine Se u mlijeku uz istovremeno smanjenje broja somatskih stanica. Dodavanje Se u hrani u većim koncentracijama može djelovati toksično i izazivati toksikoze. Kod krmača su utvrdili da u Se dozi od >7 ppm uzrokuje manji broj prasadi u leglu s manjom porodnom težinom, dok je organski Se manje toksičan od anorganskog u mlijeku u količinama u hrani od 7 do 10 ppm (Mahan i Kim, 2002.).

### Zaključak

Brojna istraživanja potvrđuju pretpostavku kako upotreba organskog selena dovodi do povećanja ukupne količine selena u mesu peradi uz istovremeno povećanje senzoričkih, prehranbenih i preradbenih svojstava mesa u smislu očuvanja zdravstvene ispravnosti tijekom pohrane u različitim temperaturama i vremenskim uvjetima. Utjecaj dodatka selena očituje se u boljem zadržavanju vode i višem pH u svježem mesu što ima bitnu ulogu u prevenciji BMV mesa. Upotreba organskog selena i nema bitnijeg utjecaja na prinos i proizvodne sposobnosti brojlera te na

pokazateljke kemijskog sastava mesa, ali njegovo odlaganje u mišićje kao i povećana antioksidativna uloga čine ga nezaobilaznim čimbenikom u očuvanju tkivnog integriteta tijekom rukovanja i skladištenja na koje je meso peradi naročito osjetljivo obzirom na količinu višestrukonезасићених masnih kiselina čija razgradnja dovodi do pojačane oksidacije, razgradnje masti i pojave stranih mirisa rezultirajući smanjenjem roka trajnosti i prehrambene vrijednosti, što u konačnici dovodi do gubitka potrošača. Meso peradi se pokazalo kao važna namirnica u prehrani ljudi kao izvor selena posebno u zemljopisnim područjima čija su tla siromašna selenom gdje se ubraja i područje Republike Hrvatske dok se u nekim područjima obavlja i gnojidba poljoprivrednih površina sa preparatima selena.

#### Zahvala

Ovaj rad je prikazan kao dio istraživanja u sklopu projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske (053-0531854-1853).

#### Literatura

**Adler, N.** (1993): Istraživanje selena u namirnicama animnog podrijetla. Doktorska disertacija, Prehrambeno-biotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

**Arthur, J. R., R. C. McKenzie, G. J. Beckett** (2003): Selenium in the immune system. *J. Nutr.* 133, 1457S-1459S.

**Avanzo, J. L., C. X. De Mendonca Jr., S. M. P. Pugin, M. C. Cesar** (2001): Effect of vitamin E and selenium on resistance to oxidative stress in chicken superficial pectoralis muscle. *Comp. Biochem. Physiol.* 2, 163-173.

**Barbut, S.** (1993): Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Res. Int.* 1, 39-43.

**Boehm, M. L., T. L. Kendall, V. F. Thompson, D. E. Goll** (1998): Changes in the calpains and calpastatin during post-mortem storage of bovine muscle. *J. Anim. Sci.* 9, 2415-2434.

**Boleman, S. J., S. L. Boleman, R. K. Miller, J. F. Taylor, H. R. Cross, T. L. Wheeler, M. Koochmaria, S. D. Shackelford, M. F. Miller, R. L. West, D. D. Johnson, J. W. Savell** (1997): Consumer evaluation of beef of known categories of

tenderness. *J. Anim. Sci.* 6, 1521-1524.

**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.

**Brigelius-Flohe, R.** (1999): Tissue-specific functions of individual glutathione peroxidases. *Free Radic. Biol. Med.* 9-10, 951-965.

**Bruce, H. L., R. O. Ball** (1990): Postmortem interactions of muscle temperature, pH and extension on beef quality. *J. Anim. Sci.* 12, 4167-4175.

**Burk, R. F., K. E. Hill** (1993): Regulation of selenoproteins. *Annu. Rev. Nutr.* 13, 65-81.

**Choct, M., A. J. Naylor** (2004): The effect of dietary selenium source and vitamin E levels on performance of male broilers. *Asian-Australian J. Anim. Sci.* 7, 1000-1006.

**Clark, L. C., G. F. Jr. Combs, B. W. Turnbull, E. H. Slate, D. K. Chalker, J. Chow, L. S. Davis, R. A. Glover, G. F. Graham, E. G. Gross, A. Krongrad, J. L. Jr. Lesher, H. K. Park, B. B. Jr. Sanders, C. L. Smith, J. R. Taylor** (1996): Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin: A randomized controlled trial. *Nutritional Prevention of Cancer Study Group. JAMA.* 274, 1957-1963.

**Daun, C., B. Akesson** (2004): Comparison of glutathione peroxidase activity, and total and soluble selenium content in two muscles from chicken, turkey, duck, ostrich and lamb. *Food Chem.* 2, 295-303.

**De Fremery, D.** (1966): Some aspects of postmortem changes in poultry muscle. In *The physiology and biochemistry of muscle as food*. E. J. Brisley, R. G. Casens, and J. C. Trautmann, ed. University of Wisconsin press, London, str. 429.

**DE Lyons, M. S.** (1998): Organic selenium as a supplement for Atlantic salmon: Effects on meat quality. U: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proc. 14<sup>th</sup> Annual Symposium. Edition by T.P. Lyons i K.A. Jacques, Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 505-508.

**Devine, C. E., N. M. Wahlgren, E. Tornberg** (1999): Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderness of restrained and unrestrained beef m. longissimus thoracis lumborum. *Meat Science* 51, 61-72.

**Downs, K. M., J. B. Hess, S. F. Bilgili** (2000): Selenium source effect on broiler carcass characteristics, meat quality and drip loss. *J. Appl. Anim. Res.* 18, 61-72.

**Duclos, M. J., C. Berri, E. LE Bihan-Duval** (2007): Muscle growth and meat quality. *J. App.*

*Poult. Res.* 16, 107-112.

**Edens, F. W.** (1996): Organic selenium: from feathers to muscle integrity to drip loss. Five years onward: no more selenite! *Biotechnology in the Feed Industry*, Proceedings of the 12<sup>th</sup> Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.) Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 165-185.

**Edens, F. W.** (1997): Potential for organic selenium to replace selenite in poultry diets. *Zootec. Int.* 20, 28-31.

**Edens, F. W.** (2001): Involvement of Sel-Plex in physiological stability and performance of broiler chickens. In: *Science and Technology in the Feed Industry*, Proceedings of Alltech's 17<sup>th</sup> Annual Symposium (K.A. Jacques and T.P. Lyons, Eds.) Nottingham University Press, UK, str. 349-376.

**Fletcher, D. L.** (1989): Factors influencing pigmentation in poultry. *Crit. Rev. Poult. Biol.* 2, 149-170.

**Fletcher, D. L.** (1999): Broiler breast meat color variation, pH and texture. *Poult. Sci.* 78, 1323-1327.

**Fletcher, D. L.** (1999a): Color variation in commercially packaged broiler breast filets. *J. Appl. Poult. Res.* 8, 67-69.

**Froning, G. W., A. S. Babji, F. B. Mather** (1978): The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthesia on color and textural characteristic of turkey muscle. *Poult. Sci.* 57, 630-633.

**Geesink, G. H., A. D. Bekhit, R. Bickerstaffe** (2000): Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* 78, 2842-2848.

**Hess, J. B., K. M. Downs, S. F. Bilgili** (2002): Selenium nutrition and poultry meat quality. U: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proc. 18<sup>th</sup> Annual Symposium. Urednik: T.P. Lyons and K.A. Jacques, Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 107-112.

**Hess, J. B., K. M. Downs, S. F. Bilgili** (2003): Selenium nutrition and poultry meat quality. In: T. P. Lyons and K.A. Jacques (Eds.), *Biotechnology in the Feed and Food Industries: Beyond the Storm*. Nottingham University Press, Nottingham NG 110 AX, United Kingdom. Proc. 19<sup>th</sup> Alltech Ann. Sympos. 19, str. 107-112.

**Joseph, J. K., B. Awosanya, B. A. Adebua** (1997): The effects of pre-slaughter withholding of feed and water on carcass yield and meat quality of broiler chickens. *Arab Gulf J. Scient. Res.* 15, 91-98.

**Klapeč, T., M. L. Mandić, J. Grčić, Lj. Primo- rac, A. Peđa, V. Krstanović** (2004): Selenium in selected foods grown or purchased in eastern Croatia. *Food Chemistry* 3, 445-452.

**Koochmaria, M.** (1992): The role of Ca(2+)-dependent proteases (calpains) in post-mortem proteolysis and meat tenderness. *Biochimie* 3, 239-245.

**Koochmaria, M.** (1996): Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science* 1, 5193-5201.

**Lazarus, M., T. Orct, J. Aladrović, B. Beer Ljubić, J. Jurasović, M. Blanuša** (2010): Effect of selenium pre-treatment on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in Cd-exposed suckling rats. *Biol. Trace. Elem. Res.* 2010. Doi: 10.1007/s12011-010-8775-1.

**Leng, L., R. Bobček, S. Kuricová, K. Bol-dizárová, L. Grešáková, Z. Ševčíková, V. Révájová, M. Levkutová, M. Levkut** (2003): Comparative metabolic and immune responses of chickens fed diets containing inorganic selenium and Sel-Plex<sup>™</sup> organic selenium. In: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industry*, Proceedings of Alltech 19<sup>th</sup> Annual Symposium (K.A. Jacques and T.P. Lyons, eds.) Nottingham University Press, UK, str. 131-145.

**Levander, O. A.** (1986): Selenium. In: *Trace elements in human and animal nutrition* 5<sup>th</sup> edition, W. Mertz. Academic Press, Vol. 2, 209-378.

**Lyon, B. G., C. E. Lyon** (1991): Research Note: Shear value ranges by Instron Warner-Bratzler and single-blade Allo-Kramer devices that correspond to sensory tenderness. *Poult. Sci.* 70, 188-191.

**Mahan, D. C., T. R. Cline, B. Richert** (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. C.** (2000): Effect of organic and inorganic selenium sources and levels on sow colostrum and milk selenium content. *J. Anim. Sci.* 1, 100-105.

**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. 18<sup>th</sup> Annual Symposium. Urednik: T.P. Lyons and K.A. Jacques, Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 393-407.

**Martens, H., M. Martens** (2001): Analysis of two data tables X and Y: Partial Least Squares Regression (PLSR). In: *Multivariate Analysis of Quality: An Introduction*. Wiley and Sons Ltd., London, UK, pp 275-296.

**McIntosh, G. H., P. J. Royle** (2002): Supplementation of cows with organic selenium and the identification of selenium-rich protein fractions in milk. U: *Biotechnology in the Feed Industry*. Proc. 18<sup>th</sup> Annual Symposium. Urednik: T.P. Lyons i K.A. Jacques, Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 233-238.

**Melson, S. L.** (1990): Effects of feeds on flavor of red meat: a review. *J. Anim. Sci.* 12, 4421-4435.

**Mielnik, M., N. Kolstad** (1991): The influence of transportation time on the quality of broiler meat. *Norwegian J. Agric. Sci.* 5, 245-251.

**Mottram, D. S.** (1998): Flavor formation in meat and meat products: a review. *Food Chem.* 4, 415-424.

**Northcutt, J. K., E. A. Foegeding, F. W. Edens** (1994): Water-holding capacity of thermally pre-conditioned chicken breast and leg meat. *Poult. Sci.* 2, 308-316.

**Offer, G., J. Trincik** (1983): On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science* 4, 245-281.

**Offer, G., P. Knight** (1988a): The structural basis of waterholding in meat. Part 1. General principles and water uptake in meat processing. In: *Developments in Meat Science-4*. U. R. Lawrie (Ed.), Elsevier Applied Science Publishing Co, Inc. New York, NY, Vol.4: str. 61-171.

**Penny, I. F.** (1977): The effect of temperature on drip, denaturation and extracellular space on pork longissimus dorsi muscle. *J. Sci. Food Agri.* 4, 329-338.

**Ranken, M. D.** (1976): The water holding capacity of meat and its control. *Chem. Ind.* 18, 1052-1057.

**Rayman, M. P.** (2000): The importance of selenium to the human health. *Lancet* 352, 233-241.

**Rhee, K. S., L. M. Anderson, A. R. Sams** (1996): Lipid oxidation potential of beef, chicken and pork. *J. Food Sci.* 1, 8-12.

**Roy, M., L. Kiremidjian-Schumacher, H. I. Wishe, M. W. Cohen, G. Stotzy** (1994): Supplementation with selenium and human immune cell functions. 1. Effect on lymphocyte proliferation and interleukin 2 receptor expression. *Biol. Trace. Elem. Res.* 1-2, 103-114.

**Ryu, Y. C., M. S. Rhee, K. M. Lee, B. C. Kim** (2005): Effects of different levels of dietary

supplemental selenium on performance, lipid oxidation and color stability of broiler chicks. *Poult. Sci.* 5, 809-815.

**Santos, C. L., C. Roserio, H. Goncaves, R. S. Melo** (1994): Incidence of different pork quality categories in a Portuguese slaughterhouse: A survey. *Meat Sci.* 2, 279-287.

**Sañudo, C., M. E. Enser, M. M. Campo, G. R. Nute, G. Maria, I. Sierra, J. D. Wood** (2000): Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Sci.* 4, 339-346.

**Schäfer, A., P. J. Knight, T. J. West, P. P. Pur-slow** (2000): Influence of sarcomere length on the reduction of myofibrillar lattice spacing post-mortem and its implication on drip loss. *Proc. 46<sup>th</sup> ICoMST* (Buenos Aires, 2000), str. 434-435.

**Schwartz, K. S., M. Foltz** (1957): Selenium as an integral part of factor 3 against necrotic liver degeneration. *J. Am. Chem. Soc.* 79, 3292-3293.

**Sirichakulchai, R. P., P. Puwastain, J. Polingam, R. Kongkachuai** (2005): Selenium content in Thai food. *Journal of Food Composition and Analysis* 1, 47-59.

**Skrivanova, E., M. Marounek, S. de Smet, K. Raes** (2000): Influence of sarcomere length on the reduction of myofibrillar lattice spacing post-mortem and its implication on drip loss. *Meat Sci.* 2, 127-131.

**Stoier, S., M. D. Aaslyng, E. V. Olsen, P. Henckel** (2001): The effect of stress during lairage and stunning on metabolism and drip loss in Danish pork. *Meat Sci.* 2, 127-131.

**Surai, P. F.** (2002): Selenium in poultry nutrition. 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *World Poultry Sci. J.* 58, 333-347.

**Surai, P. F.** (2006): Selenium and immunity: Selenium in nutrition and health. Nottingham University Press, Nottingham, UK, str. 213-278.

**Tang, J., C. Faustman, S. Lee, T. A. Hoagland** (2003): Effect of Glutathione on Oxymyoglobin Oxidation. *J. Agric. Food Chem.* 6, 1691-1695.

**Taylor, E. W.** (1995): Selenium and cellular immunity-Evidence that selenoproteins may be encoded in the +1 reading frame overlapping the human CD4, CD8, and HLA-DR genes. *Biol. Trace Elem. Res.* 2-3, 85-95.

**Taylor, R. G., G. H. Geesink, V. F. Thompson, M. Koochmaria, D. E. Goll** (1995): Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *Journal of Animal Science* 5, 1351-1367.

**Van Laack, R. L., S. G. Stevens, K. J. Stadler** (2001): The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and

## The effect of added selenium to poultry meat quality

## Summary

Meat quality is assessed based on several objective, mostly external characteristics. So, along with quantitative indicators of market and nutritional value of meat, those characteristics which directly affect the evaluation of its quality, primarily sensory and technological and processing characteristics are also significant. One of the accepted preserving approaches of the listed meat characteristics is the addition of antioxidants, like selenium or vitamin E directly to forage or during technological processing. Many researches confirm the hypothesis that the usage of organic selenium leads to the increase in total selenium in poultry meat with a simultaneous increase in sensory, nutritional and processing characteristics of meat in terms of preserving health safety during storage in different temperature and weather regimes. Poultry meat has shown itself to be an important source of selenium in human nutrition, especially in geographical areas where the soil is poor in it. The area of the Republic of Croatia is also such, whereas in some areas fertilization of agricultural areas with preparations containing selenium is performed.

**Key words:** selenium, poultry meat quality

## Wirkung von Selenzusatz im Futter auf die Qualität des Geflügelfleisches

## Zusammenfassung

Fleischqualität wird auf Grund einiger objektiver, hauptsächlich äußerer Merkmale bewertet. Neben der quantitativen Indikatoren der Markt- und Verarbeitungswerte von Fleisch sind auch diejenigen Eigenschaften bedeutend, die unmittelbar auf die Bewertung dessen Qualität einen Einfluss haben, in erster Linie auf sensorische und technologisch-herstellende Eigenschaften. Einer der akzeptierten Ansätze des Bewahrens der angeführten Fleischeigenschaften ist der Zusatz von Antioxidantien, z.B. von Selen oder Vitamin E, direkt in das Viehfutter oder während des technologischen Verarbeitungsprozesses. Zahlreiche Untersuchungen bestätigen die Voraussetzung, dass die Verwendung von organischem Selen zu einer Vergrößerung des gesamten Selen im Geflügelfleisch führt, samt gleichzeitiger Vergrößerung der sensorischen Ernährungs- und Verarbeitungseigenschaften von Fleisch, im Sinne der Bewahrung von gesundheitlichen Richtigkeit während der Lagerung in verschiedenen Wetter- und Temperaturbedingungen. Geflügelfleisch hat sich als wichtige Selenquelle in menschlicher Nahrung bewiesen, besonders in geographischen Gebieten, deren Boden arm an Selen ist. Das Gebiet Kroatiens gehört zu solchen Gebieten. In manchen Gegenden wird der landwirtschaftliche Boden mit Selenpräparaten gedüngt.

**Schlüsselwörter:** Selen, Qualität des Geflügelfleisches

## Effetto di selenio aggiunto sulla qualità della carne di pollame

## Somario

La qualità di carne viene valutata secondo alcune caratteristiche, prevalentemente esterne. Ciò riguardante, a parte gli indicatori di quantità del valore commerciale e quello di lavorazione di carne, sono importanti anche le caratteristiche che influiscono direttamente sulla valutazione di carne, in primo luogo le caratteristiche sensoriche e tecnologico-agroalimentari. Uno di accettati approcci di conservare suddette caratteristiche di carne è aggiungere antiossidanti, per esempio il selenio o la vitamina E, direttamente al cibo destinato al bestiame oppure durante il processo tecnologico di lavorazione. Le numerose ricerche affermano la supposizione che l'uso del selenio organico fa aumentare la quantità totale di selenio nella carne di pollame e al contempo aumentano le caratteristiche sensoriche, alimentari e agroalimentari nel senso di conservare la sicurezza sanitaria durante l'immagazzinamento nelle varie condizioni di temperatura e quelle meteorologiche. La carne di pollame risulta una fonte importante di selenio, specialmente nelle aree il cui suolo ne è scarso, incluso il territorio di Repubblica di Croazia. Anzi, ci sono delle aree agricole dove si usano i fertilizzanti con i preparati a base di selenio.

**Parole chiave:** selenio, qualità di carne di pollame

tenderisation. J. Anim. Sci. 2, 392-397.

Wang, Z. G., X. J. Pan, Z. Q. Peng, R. Q. Zhao, G. H. Zhou (2009): Methionine and selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. Poultry Sci. 5, 1096-1101.

Warriss, A. J., S. N. Brown (1987): The relationship between pH, reflectance and exudation in pig muscle. Meat Science 20, 65-72.

Warriss, P. D., S. C. Keston, S. N. Brown, T. G. Knowles, L. J. Wilkins, J. E. Edwards, S. D. Austin, C. J. Nicol (1993): The depletion of glycogen stores and indices of dehydration in transported broilers. Br. Vet. J. 4, 391-398.

Wheeler, T. L., S. D. Shackelford, M. Koohmaraie (2000): Variation in proteolysis, sarcosine length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. J. Anim. Sci. 4, 958-965.


Wolfram, S. (1999): Absorption and metabolism of selenium: difference between inorganic and organic sources. Biotechnology in the Food Industry, Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium. TPLyon and KA Jacques, Eds., Nottingham University Press, UK, str. 547-566.

Wood, J. D., R. I. Richardson, G. R. Nute, A. V. Fisher, M. M. Campo, E. Kasapidou, P. R. Sheard, M. Enser (2004): Effects of fatty acids on meat quality: A review. Meat Sci. 1, 21-32.

Zhan, X., M. Wang, R. Zhao, W. Li, Z. Xu (2007): Effects of different selenium source on selenium distribution, loin quality and antioxidant status in finishing pigs. Animal Feed Science and Technology 3-4, 202-211.

Živković, J. (1986): Higijena i tehnologija mesa. II dio Kakvoća i prerada. GRO Tipografija, Đakovo.

Živković, J., B. Njari, L. Kozaciński (1994, b): Kakvoća i higijenska ispravnost mesa u funkciji unapređivanja peradarstva. Savjetovanje Peradarski dani. Trakošćan, str. 58-67.

Dostavljeno: 26.09.2011.  
Prihvaćeno: 11.11.2011. 

## Stanje i trendovi proizvodnje ovčjeg mesa u Europskoj uniji i Hrvatskoj

Kegajl, A., M. Kravčević, M. Vrdoljak, I. Ljubičić, M. Dragaš<sup>1</sup>

stručni rad

## Sažetak

Proizvodnja mesa kao grana ovčje proizvodnje intenzivnije se razvija početkom 19. stoljeća u zemljama zapadne Europe i na istoku SAD-a zbog porasta broja stanovništva i razvoja industrije. U ovčarstvu, više nego u drugim granama stočarstva, unutar Europske unije postoje znatne razlike u tehnologiji proizvodnje, što dovodi do lokalnih razlika u karakteristikama mesa. Sustav ovčarske proizvodnje se može podijeliti na ekstenzivni koji prevladava u zemljama Sredozemlja, u kojem se kolje sisajuća janjad male tjelesne težine i intenzivni u zemljama Sjeverne Europe u kojima je na cijeni janjad veće tjelesne težine. Posljednjih godina proizvodnja i potrošnja ovčjeg mesa je u padu, najvećim dijelom zbog pojave zarazne šepavosti ovaca, te zbog reforme ZPP-a (zajednička poljoprivredna politika) i velikog uvoza ovaca i ovčjeg mesa iz Novog Zelanda i Australije. Iz istih je razloga u padu proizvodnja i potrošnja ovčjeg mesa u Hrvatskoj, a dijelom i zbog Domovinskog rata u kojem je broj ovaca prepolovljen. Prema statističkim podacima iz 2009. godine još uvijek nije postignut broj ovaca iz 1991. godine. Kao i u ostalim sredozemnim zemljama, i u Hrvatskoj se kolje sisajuća janjad koja se konzumira u komadu ili rasječena u 2-4 komada. Dva najpoznatija tradicionalna suhmesnata proizvoda od ovčjeg mesa su kaštradina i stjeja od kojih niti jedan nije zaštićen.

**KLjučne riječi:** ovčje meso, proizvodnja, trendovi

## Uvod

Ovce su poligastrične životinje koje su u mogućnosti voluminoznu krmu, različitog podrijetla i oblika, pretvoriti u visokovrijedne proizvode: meso, mlijeko, kožu i vunu. Kvaliteta ovčjeg mesa ovisi prvenstveno o pasmini i dobi, a zatim o spolu i načinu hranidbe i području uzgoja. Meso mladih životinja (mlada janjetina i janjetina) je svijetlocrveno, njezne strukture mišića, bez mramoriranosti, s bijelim potkožnim i unutrašnjim masnim naslagama. Meso se odlikuje vrlo plemenitim okusom i mirisom. Vezivno tkivo u mesu mladih životinja nije dovoljno razvijeno te je meso meko i ukusno, bez karakterističnog mirisa. Meso starijih ovaca je tamnije crveno, mišićna vlakna su deblja, pa je struktura mesa grublja i intenzivnijeg je okusa i mirisa (Uremović i sur., 2002). Jedan od ciljeva uzgoja ovaca je proizvesti ovčje meso koje će svojim senzoričkim svojstvima i kvalitetom

zadovoljiti visoke zahtjeve potrošača (Cvrtila i sur., 2007), a koji se u zemljama EU odnose i na podrijetlo proizvoda, rok trajanja, informacije vezane za sustav proizvodnje, sljedivost životinja i proizvoda, te na kontrolu kvalitete (Bernués i sur., 2003).

## Povijesni razvoj ovčarstva u Europi

Pripitomljavanje divljih predaka današnjih ovaca, prema dostupnim podacima, počelo je 9 000 god. prije Krista na zapadnim obroncima planine Zagros na granici današnjeg Iraka i Irana. Evolucija pripitomljenih vrsta je prvenstveno rezultat umjetnog odabira, a potom prirodne selekcije. Migracijom stanovništva, ovce su se proširile preko Azije u Europu i Afriku (Zygoiannis, 2006). Danas, zbog svoje iznimne prilagodljivosti, izdržljivosti i skromnosti ovce su rasprostranjene u svim dijelovima svijeta, osim na Sjevernom i Južnom polu. Zbog sposob-

nosti da bolje iskoristavaju dušik i vodu, najviše ovaca (uz koze) je u područjima s oskudnom vegetacijom i na nepristupačnim planinskim pašnjacima (Mioč i sur., 2007).

Ovce su životinje od kojih se dobivaju četiri vrste proizvoda: mlijeko, meso, koža i vuna. Povijesno gledano, ovčje se meso proizvodilo kao nusproizvod pasmina koje su uzgajane prvenstveno za proizvodnju vune, ili kao u većini sredozemnih zemalja, za proizvodnju mlijeka. Za prehranu su klane stare i istrošene ovce ili sisajuća janjad koja nije odabrana za podmladak stada. Proizvodnja mesa kao grana ovčje proizvodnje intenzivnije se razvija početkom 19. stoljeća u zemljama zapadne Europe i na istoku SAD-a zbog porasta broja stanovništva i razvoja industrije. Razvoj ovčarstva radi proizvodnje mesa započelo je u Velikoj Britaniji odakle se širilo po cijeloj Europi zbog niske cijene vune

<sup>1</sup> Andrija Kegajl, dipl. ing., mr.sc. Marina Kravčević, Marija Vrdoljak, dipl. ing., ha Ljubičić, DVM, univ. mag. med. vet., dr. sc. Marijana Dragaš, profesor, Veleučilište „Marko Marulić“ u Kairu, Kralja Petra Krešimiria IV br. 30, Knin, Hrvatska, e-mail:akegajl@veleknin.hr