

PREDNOSTI ORGANSKOG SELENA U HRANIDBI RASPLODNIH JATA I KONZUMNIH NESILICA

Valentić¹, A., G. Krivec¹, A. Nemanič¹

SAŽETAK

Tkiva pilećeg embrija i spermatozoidi obiluju dugolančanim višestruko nezasićenim masnim kiselinama što ih čini posebno osjetljivim prema peroksidaciji lipida. Selen kao sastavni dio antioksidativnog enzima glutation-peroksidaze, posebno je važan u održavanju odgovarajuće antioksidativne obrane za vrijeme embrionalnog razvoja i u spermatogenezi. Prikladne koncentracije (0,3 – 0,5 mg/kg) organskog selena u hranidbi nesilica stvaraju značajno veću količinu selena u jajima u usporedbi s istim koncentracijama anorganskog selena. O količini selena u jajima ovisi antioksidativni status pilića tijekom embrionalnog razvoja i u prvim danima života, pa se većim količinama selena povećava i vitalnost pilića. Konzumnim jajima obogaćenim selenom moguće je povećati količinu selena u prehrani ljudi, što bi doprinijelo prevenciji raznih bolesti, prvenstveno kancerogenih oboljenja.

Ključne riječi: organski selen, jaja, hranidba nesilica, antioksidativna zaštita

UVOD

Pregledom dostupne literature prikazan je utjecaj različitih oblika (organski i anorganski) i koncentracija selena u hranidbi nesilica na njihovu reprodukciju, i posredni utjecaj preko sadržaja selena u jajima na zdravlje pilića. Važnost selena u raznim fiziološkim funkcijama, a posebno u reprodukciji, može se objasniti sudjelovanjem u antioksidativnoj obrani i regulaciji staničnog redoks sustava.

Rotruck i sur. (1973) otkrili su da je selen (Se) sastavni dio enzima glutation-peroksidaze (GSH - Px), čime je dokazana njegova uloga u staničnom antioksidativnom metabolizmu. Selen je sastavni dio još 30-tak proteina u organizmu (selenoproteini), koji sudjeluju u funkciji tiroidnih hormona, imunskog sustava (posebno stanične imunosti), formiranju i pokretljivosti sperme i funkciji prostate

(Surai, 2000).

Nedostatak selena kod peradi uzrokuje pojavu bolesti kao što su: eksudativna dijateza, nutritivna encefalomalacija i nutritivna atrofija gušterače (Cantor i Scott, 1974). Danas gotovo da nema očitih simptoma nedostatka selena budući da se selen dodaje u Se-deficitarnu hranu (Wolffram, 1999). Blaži simptomi pri relativno malim količinama selena u hrani mogu se pojaviti prvenstveno kod visokoproduktivnih životinja. Takav nedostatak selena očituje se slabijom imunokompetencijom, povećanjem embrionalnog mortaliteta, smanjenjem oplođenosti i leživosti jaja, te većim uginućem pilića u prvim danima života (Surai, 2002).

Dodavanjem prikladnih količina i kemijskog oblika selena u hranu životinja postižu se bolji proizvodni rezultati, a preko namirnica animalnog porijekla, prvenstveno mesa i jaja, pridonosi se povećanju unosa selena u ljudsku prehranu.

OBLICI I IZVORI SELENA

U prirodi selen postoji u dva osnovna kemijska oblika, organskom i anorganskom. Anorganski selen nalazi se kao selenit, selenat i selenid vezan u mineralima s različitim metalima. U biljkama selen je vezan za aminokiseline, najviše za metionin i cistein. Prema tome, prirodni oblik selena u hranidbi životinja je organski selen. Biljke apsorbiraju anorganski selen iz zemlje i sintetiziraju Se-aminokiseline, od kojih selenometionin (SeMet) čini 50 % ukupnog selena (Brody, 1994).

Koncentracija selena u tlu ovisi o području i vrsti tla, a njegova dostupnost biljkama ovisi o više čimbenika (pH tla, kemijski sastav tla). Samim time sadržaj selena u biljkama, a posljedično i u stočnoj hrani, varira u različitim regijama. U Hrvatskoj kon-

¹Ante Valentić, dr.vet.med., dr.sc. Gabriela Krivec, dr.vet.med., dr.sc. Ankica Nemanič, dr.vet.med, Hrvatski veterinarski institut, Centar za peradarstvo, Heinzelova 55, 10 000 Zagreb, Hrvatska; Tel.: ++385 (0)1 2441 392; Fax.: ++385 (0)1 2442 396; e-mail: czp-hvi@zg.tel.hr

centracija selena u krmivima je jako niska: u kukuružu 0,01 – 0,05 mg/kg, u suncokretovoj sačmi 0,03 – 0,08 mg/kg, u sojinoj sačmi 0,16 – 0,38 mg/kg, a u djetelini 0,10 – 0,15 mg/kg. Koncentracije selena u plodnoj zemlji u različitim dijelovima Hrvatske kreću se u rasponu od 0,02 – 0,05 mg/kg (Beker, 1991).

Dodavanjem selena u stočnu hranu učinkovito se rješava mogući nedostatak selena kod životinja i održava visoka proizvodnost i reprodukcija. Koncentracije selena u hrani od 0,1 do 0,5 mg/kg u suhoj tvari prihvaćene su kao sigurne i adekvatne za stoku i perad. Simptomi kroničnih i akutnih trovanja opisani su kod koncentracija od 2 do 5 mg/kg (Edmondson i sur., 1993).

Raspoloživost selena iz krmiva ovisi o više čimbenika, a to su: količina i kemijski oblik u hrani, topivost u probavnom sustavu, fiziološko stanje organizma, interakcije s drugim elementima, primjena lijekova i starost (Wolffram, 1999).

Najčešći oblik selena koji se upotrebljava kao dodatak hrani je natrijev-selenit (NaSeO_3), njegov anorganski oblik. Ovaj oblik selena ima niz nedostataka: toksičnost, interakcija s drugim mineralima u hrani, slabiji prijenos u mlijeko, meso i jaja, te nesposobnost ugradnje i održavanja rezervi selena u tkivima.

Dio anorganskog selena, koji nije odmah upotrijebljen za sintezu selenoproteina u jetri, brzo se urinom izlučuje iz organizma (Schrauzer, 2000). Uz to, veliki nedostatak selenita je prooksidativno djelovanje. Zbog svega navedenog, opravdanost uporabe Na-selenita u hranidbi životinja je upitna (Surai, 2000).

Nasuprot tome, smatra se da glavni organski oblik selena (SeMet) ima antioksidativna svojstva. Nespecifičnom ugradnjom organskog selena u tkivne proteine stvara se rezerva selena u organizmu. Pohranjeni selen je u neaktivnom stanju. Ova rezerva pridonosi sintezi specifičnih selenoproteina (npr. GSH – Px) u slučaju oksidativnog stresa ili prilikom nedovoljne opskrbe selenom iz hrane (Edens, 2002).

Posljednjih desetak godina razvoj i komercijalizacija organskog selena u obliku seleniziranih kvasaca s više od 50 % ukupnog selena u formi SeMet omogućava dodatak selena u hranidbi životinja u istom obliku u kojem se nalazi u prirodi (Surai, 2002).

ULOGA SELENA U ANTIOKSIDATIVNOM METABOLIZMU

Unutar stanice postoji osjetljiva ravnoteža između slobodnih radikala i obrambenog antioksidativnog sustava, odnosno slobodne radikale neutralizira antioksidativni sustav. Egzogeni hranidbeni činioci imaju najvažniji utjecaj na učinkovitost antioksidativnog sustava. Optimalni sastav hrane omogućava antioksidansima efikasnu apsorpciju iz probavnog sustava i daljnji metabolizam.

Različita stresna stanja povezana su sa prekomjernim stvaranjem slobodnih radikala što dovodi do oksidativnog stresa, tj. poremećaja u prooksidativno-antioksidativnoj ravnoteži, a to vodi ka potencijalnom oštećenju tkiva. Stresna stanja mogu se podijeliti u tri glavne kategorije. Najvažniji je hranidbeni stres, uzrokovan velikim količinama višestruko nezasićenih masnih kiselina, nedostatkom vitamina E, selena, cinka ili mangana, viškom željeza, hipervitaminozom A ili prisutnošću različitih toksičnih sastojaka. Druga skupina stresogenih čimbenika su uvjeti iz okoline: povećanje temperature ili vlage, hiperoksija, radijacija. Unutrašnji stresogeni čimbenici čine treću grupu stresora, a to su različite bakterijske i virusne bolesti, kao i alergijske reakcije (aktivnost makrofaga). U svim navedenim stresnim stanjima pojačano je stvaranje slobodnih radikala.

Intenzivan uzgoj životinja često je povezan s različitim oblicima stresa. Valjenje se smatra izuzetno stresnim stanjem za piliće. Produženo držanje izvaljenih pilića u inkubatoru, prijevoz od inkubatora do farme, te vakcinacija predstavljaju izvore stresa i potiču stvaranje slobodnih radikala (Surai, 2000).

Selen i vitamin E imaju različita antioksidativna svojstva, ali se međusobno nadopunjuju. Unutar stanične membrane vitamin E neutralizira slobodne radikale prije nego oni izazovu peroksidaciju lipida. S druge strane, enzim GSH – Px, u čijem sastavu je selen, reducira stvorene hidroperokside u netoksične alkohole. Na taj način vitamin E i GSH – Px zajedno sprečavaju oštećenje stanica i tkiva (Edens, 1996).

Jednom kada stvaranje slobodnih radikala nadvlada kapacitet neutralizacije antioksidativnog sustava, dolazi do peroksidacije lipida u staničnim

membranama, oštećenja proteina i nukleotida u DNA. Krajnji rezultat je dezintegracija membrane i stanice.

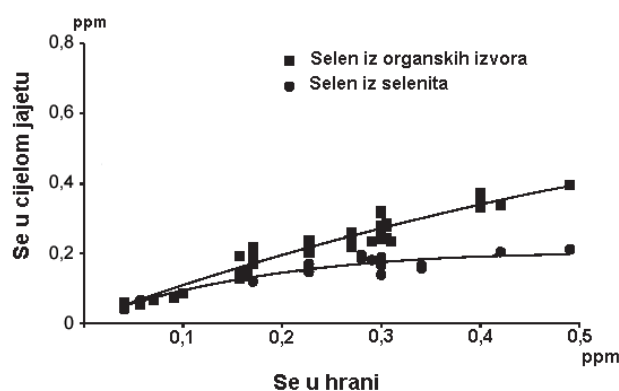
Da bi se održao antioksidativni status u organizmu, važan zadatak nutricionista je osigurati dovoljno učinkovitih antioksidativnih sastojaka u hrani. Ravnoteža antioksidansa jedan je od načina održavanja visoke produktivnosti i reprodukcije životinja u uvjetima intenzivnog uzgoja.

RAZMATRANJE

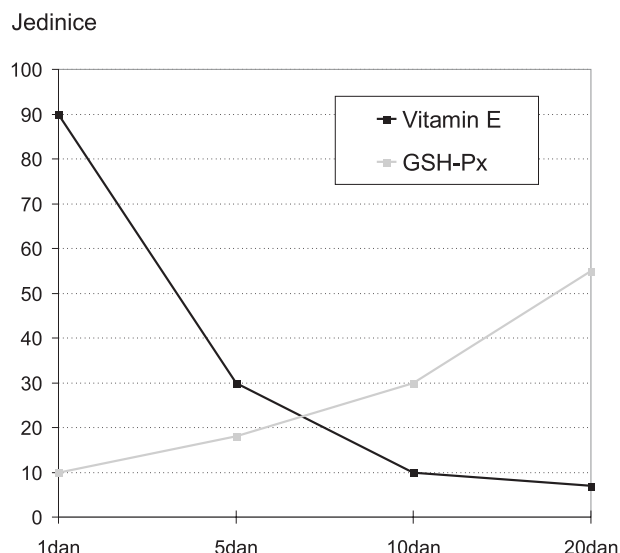
1. Utjecaj selena u hranidbi rasplodnih nesilica na njihovo potomstvo. Cantor i Scott (1974) utvrdili su da količina od 0,1 mg/kg selena u hrani u obliku natrijevog selenita sprečava rani pad proizvodnje jaja (12 tjedana od proneska). Osjetljiv pokazatelj deficita selena je pad leživosti jaja. Dodatak selena značajno je povećao leživost oplođenih, a smanjio postotak neoplođenih jaja i pojavu ranog embrionalnog mortaliteta (Latshaw i Osman, 1974). Usporedbom natrijevog selenita i selenometionina u hranidbi rasplodnih nesilica nisu utvrđene razlike u nesivosti, oplodnji i valivosti jaja, ali dodatak selenometionina sprječava pojavu eksudativne dijateze kod pilića (Cantor i Scott, 1974).

Sadržaj selena u jajima ovisi o koncentraciji selena u hrani za nesilice, a također i o obliku selena, budući da se organskim selenom postiže u jajima oko 30 % veća količina u usporedbi s istom koncentracijom anorganskog selena (Cantor, 1997). Količina selena u jajima ne prelazi određenu razinu kada se selen dodaje u anorganskom obliku, dok kontinuirano

▼ **Slika 1.** Prikaz utjecaja oblika i koncentracije selena u hrani na koncentraciju selena u jajima



▼ **Slika 2.** Aktivnost GSH - Px i vitamin E u jetri pilića tijekom prvih dana života



raste dodatkom organskog selena. Prikaz količine selena u jajima u odnosu na količinu i oblik selena u hrani prikazan je na slici 1. Podaci o sadržaju selena u jajima dobiveni su iz više različitih radova (Cantor i Scott, 1974; Latshaw i Osman, 1974; Hassan, 1986; Davids i Fear, 1996; Cantor i sur., 2000; Surai, 2000; Paton i sur., 2002). Dodatak selena, bilo u organskom ili anorganskom obliku ne utječe na nesivost, težinu jaja, niti na utrošak hrane.

Hassan (1986) navodi da sadržaj selena iz jaja prelazi u tkiva pilećeg embrija za vrijeme inkubacije. Koncentracija u jetri jednodnevnih pilića bila je značajno veća kod pilića dobivenih iz jaja obogaćenih selenom. Prema tome količina selena u jajima, a isto tako i aktivnost GSH – Px u jetri jednodnevnih pilića u izravnom je odnosu s koncentracijom selena i oblikom selena u hrani matičnog jata.

Utjecaj selena dodanog nesilicama može se pratiti kod pilića do desetog dana starosti. Ako je hrana za nesilice sadržavala dovoljne količine selena gotovo je nemoguće izazvati simptome njegova nedostatka kod pilića. To upućuje na aktivno korištenje selena akumuliranog u jetri tijekom embriogeneze, a može se pretpostaviti da resorpcija selena iz hrane nije dostatna zbog nerazvijenosti probavnog sustava u prvim danima života (Hassan i sur., 1990).

Stvaranje slobodnih radikala pojačano je kod netom izleženih pilića zbog brzog razvoja pro-

bavnog, humoralnog, neuralnog i drugih sustava u organizmu, pa je antioksidativna zaštita od vitalnog značaja. Povećanje koncentracije vitamina E i povećanje aktivnosti GSH – Px u jetri značajno je poboljšanje antioksidativne zaštite pilića.

Tijekom razvoja pilića dolazi do promjena u antioksidativnoj obrani. Razina antioksidansa topivih u mastima se smanjuje (vitamin E i karotenoidi), a antioksidativna obrana se nadomješta povećanjem aktivnosti antioksidativnih enzima i razine askorbinske kiseline. Aktivnost GSH – Px u jetri pilića značajno se poveća od valjenja do desetog dana starosti (Slika 2, Surai, 2002).

Poboljšanje plodnosti nesilica može se povezati s boljim antioksidativnim statusom uslijed dodatka organskog selena hrani (Edens, 2002).

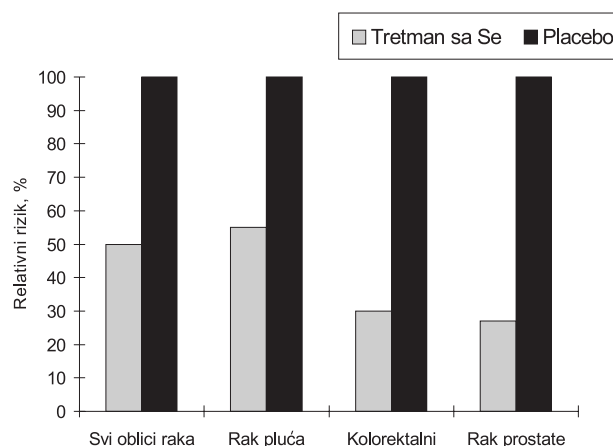
Nadalje, prednosti organskog selena u hranidbi rasplodnih nesilica su u boljoj ugradnji i akumulaciji u jajima, većim koncentracijama u embrionalnim tkivima, što sve rezultira boljim antioksidativnim statusom jednodnevnih pilića. Budući da razina glavnih prirodnih antioksidansa (vitamina E i karotenoida) progresivno opada u tkivima nakon valjenja, antioksidativni enzimi postaju osnova antioksidativne obrane. Prema tome, povećanje aktivnosti GSH – Px kao rezultat dodatka organskog selena u hranidbi rasplodnih nesilica može imati pozitivan učinak na preživljavanje pilića u prvim danima života. Jači antioksidativni sustav utječe i na jačanje imunskog sustava što je posebno važno u ovom razdoblju fiziološkog razvoja.

2. Selen i plodnost mužjaka. Visoka koncentracija višestruko nezasićenih masnih kiselina (PUFA) karakteristična je za spermatozoide sisavaca i ptica, a to predstavlja veliki rizik od peroksidativnih oštećenja membrana što se smatra jednim od glavnih uzroka neplodnosti kod mužjaka. Za zaštitu od peroksidacije membrana potreban je učinkovit antioksidativni sustav. Sperma pijetlova sadrži prirodne antioksidanse (vitamin E, vitamin C i glutation) i antioksidativne enzime: GSH – Px i superoksid dismutazu (SOD). Najvažniju ulogu u zaštiti od peroksidacije lipida imaju vitamin E i GSH – Px (Surai, 1998). Noviji podaci ukazuju na važnost održavanja ravnoteže antioksidansa i prooksidansa u održavanju integriteta i funkcionalnosti membrane, uključujući sposobnost preživljavanja i oplodnje

spermatozoida. Antioksidativni sustav je prema tome presudan u reprodukciji, a oblik i količina selena u hrani imaju neposredan utjecaj na aktivnost antioksidativnih enzima.

3. Utjecaj selena na održavanje svježine jaja. Sposobnost održavanja svježine jaja za vrijeme skladištenja i transporta ima ekonomsku važnost. Svježina jaja opada s vremenom, a taj proces je povezan s biokemijskim promjenama u sastavu i strukturi žumanjka i bjelanjka (otapanje ovojnice uslijed oksidacije). Dodatak organskog selena u hranu nesilica povećava aktivnost GSH – Px u žumanjku i bjelanjku, čime se usporava proces oksidacije i produžuje održanje svježine jaja (Slika 3, Surai, 2000).

▼ Slika 3. Utjecaj oblika selena i vremena pohrane na aktivnost GSH – Px u jajima



Usporedbom vrijednosti Haugh jedinica, kao pokazatelja svježine jaja, primijećena je znatna razlika između jaja nesilica hranjenih komercijalnom hranom i jaja nesilica kojima je u hranu dodan organski selen. Svježina jaja izražena u Haugh jedinicama bila je podjednaka prvog dana za obje grupe. S vremenom vrijednost Haugh jedinica jaja kontrolne skupine naglo je opadala, dok je kod jaja s dodatkom organskog selena smanjenje bilo daleko manje, odnosno, ta jaja su imala bolju sposobnost održanja svježine (Surai, 2000).

Ove spoznaje mogu se primijeniti kod skladištenja konzumnih i rasplodnih jaja, s obzirom da je duže skladištenje rasplodnih jaja prije inkubacije povezano sa smanjenjem valivosti jaja.

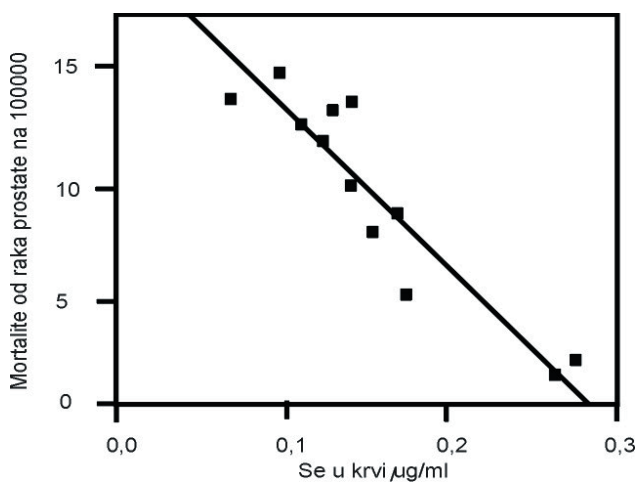
4. Selen i zdravlje ljudi. Količina selena u ljudskoj prehrani varira u različitim dijelovima svijeta. U mnogim zemljama je preniska: Egiptu (29 $\mu\text{g}/\text{dan}$), Belgiji (30 $\mu\text{g}/\text{dan}$), Turskoj (32 $\mu\text{g}/\text{dan}$), Švedskoj (38 $\mu\text{g}/\text{dan}$), Slovačkoj (38,2 $\mu\text{g}/\text{dan}$), Francuskoj i Njemačkoj (47 $\mu\text{g}/\text{dan}$) i Italiji (49 $\mu\text{g}/\text{dan}$) (Reilly, 1996).

U SAD-u preporučeni dnevni unos selena je 70 $\mu\text{g}/\text{dan}$ za muškarce i 55 $\mu\text{g}/\text{dan}$ za žene. Količina od 40 $\mu\text{g}/\text{dan}$ smatra se minimalnom za ljude.

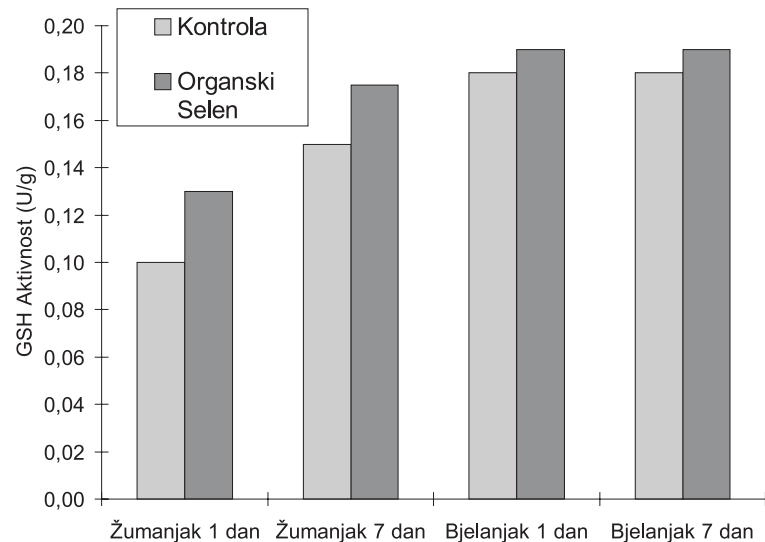
Unos selena hranom određuje koncentraciju selena u krvnom serumu (Whanger, 1998). Razina selena u krvi proporcionalna je razini selena u prehrani. Niske koncentracije selena u krvi povezane su s povećanim rizikom od spontanog pobačaja, neplodnosti muškaraca, povećanim rizikom i stopom smrtnosti od kancerogenih oboljenja (Clark, 1997; Schrauzer, 2002). Pretpostavke o antikancerogenom utjecaju selena istražene su u različitim dijelovima svijeta s obzirom na utjecaj unosa selena u prehrani i koncentracije selena u serumu na učestalost nekih kancerogenih oboljenja. Na slici 4 (Clark i sur., 1998) prikazan je odnos koncentracije selena u krvi ljudi iz 13 različitih zemalja i učestalosti smrtnosti od raka prostate.

Smrtnost od raka prostate smanjuje se povećanjem

▼ **Slika 4.** Smrtnost od raka prostate u 13 zemalja u odnosu na koncentraciju selena u krvi zdravih ljudi



▼ **Slika 5.** Pojava različitih oblika raka u placebo skupini i u skupini tretiranoj sa selenom (200 μg organskog selena/dan kroz 10 godina)



koncentracije selena u krvi, a pri koncentraciji od 0,25-0,30 $\mu\text{g}/\text{ml}$ postaje sasvim niska. Za postizanje ove razine selena u krvi potreban je dnevni unos od 200-300 $\mu\text{g}/\text{dan}$ kod odraslih ljudi prosječne težine. Što dovodi do zaključka da bi se smrtnost od glavnih oblika kancerogenih oboljenja značajno smanjila kad bi ljudi unosili otprilike dvostruko veće dnevne količine selena (Surai, 2002).

Epidemiološka istraživanja povezala su nisku razinu selena u prehrani sa povećanjem rizika od kardiomiopatija, kardiovaskularnih bolesti i karcinoma u različitim tkivima. (Schrauzer, 2002).

Nasuprot tome, dodatak organskog selena u prehrani ljudi (200 $\mu\text{g}/\text{dan}$) značajno smanjuje smrtnost od najčešćih oblika raka (oko 50 %) Najviše se smanjila pojava kolorektalnog karcinoma i karcinoma prostate (Slika 5, Clark, 1997).

Količina selena od 100 $\mu\text{g}/\text{dan}$ značajno je povećala pokretljivost sperme i mogućnost uspješne koncepcije kod subfertilnih pacijenata (Scott, 1998).

U većini slučajeva izgleda da je antioksidativna funkcija selenoproteina imala presudnu ulogu.

Sve navedeno upućuje na važnost selena za zdravlje i prevenciju bolesti kod ljudi. Količine ovog elementa u hrani često su nedovoljne, pa se postavlja pitanje kako povećati količinu selena u prehrani ljudi. Trenutno postoji nekoliko mogućnosti:

- upotreba dnevnih dodataka organskog selena

(tablete);

- dodavanje selena u tlo; neke zemlje (npr. Finska) sa niskim koncentracijama selena u tlu koriste umjetna gnojiva s dodatkom natrijevog selenata;
- dodavanje selena u brašno ili korištenje pekar-skog kvasca obogaćenog selenom;
- proizvodnja tzv. funkcionalne hrane obogaćene selenom, prvenstveno namirnica animalnog porijekla (meso, mlijeko i jaja).

Dodatkom organskog selena nesilicama konzumnih jaja mogu se postići količine od 20-25 µg po jajetu, što je oko 30 % od preporučenog dnevnog unosa za ljude. Za proizvodnju takvih jaja potrebno je u hranu za nesilice dodati organskog selena u količini od 0,3-0,5 mg/kg (Surai, 2000). Selenom obogaćena jaja mogla bi dobiti posebno mjesto u kategoriji funkcionalne hrane i bitno popraviti status selena u ljudskoj populaciji. Obogaćivanje jaja sa kombinacijom selena i drugih antioksidansa, te n-3 PUFA moglo bi dodatno poboljšati ljudsku prehranu.

ZAKLJUČAK

Dostupni rezultati upućuju na to da je selen u organskom obliku učinkovitiji od anorganskog u povećanju količine selena u jajima. Upotreba organskog selena u hranidbi nesilica za povećanje količine selena u jajima može imati više korisnih primjena. U proizvodnji rasplodnih jaja povećanjem količine selena može se poboljšati antioksidativni status za vrijeme embrionalnog razvoja pilića i u prvim danima života. Proizvodnja konzumnih jaja obogaćenih selenom pridonijela bi postizanju preporučenih dnevnih količina selena u ljudskoj prehrani, a samim time i prevenciji raznih bolesti, među kojima su najznačajnija kancerogena oboljenja.

SUMMARY

BENEFITS OF ORGANIC SELENIUM IN FEEDING BROILER BREEDERS AND LAYING HENS

Chicken embryo tissues and spermatozoa are rich in long chain polyunsaturated fatty acids and as a result are very vulnerable to lipid peroxidation. Selenium as an integral part of glutathion peroxidase is a crucial factor in maintaining appropriate antioxidant defence during embryonic development and spermatogenesis. Provision of organic selenium in concentrations ranging from 0.3 to

0.5 ppm in hen's feed tends to accumulate 30 % more selenium in the eggs when compared with same concentrations of inorganic selenium. Antioxidant status of chicks during embryonal development and neonatal life is related to amount of selenium in eggs. Therefore higher egg selenium content increases vitality of chicks in first few days posthatch.

Eggs enriched with selenium can be placed in functional food category and can substantially improve human selenium status, thus help preventing various diseases, especially cancer.

Key words: organic selenium, eggs, laying hens, nutrition, antioxidant defence

LITERATURA

Beker, D., H. Kršnjavi, Z. Petrinc (1991): Selenium levels in blood serum of female population in Zagreb, Trace Elements in Medicine, Vol. 8 (3), 128-130.

Brody, T. (1994): Nutritional Biochemistry, Academic Press, Inc. New York.

Cantor, A. H. (1997): The role of selenium in poultry nutrition. Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 13th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.). Nottingham University Press, UK., 199.

Cantor, A.H. i M.L. Scott (1974): The effect of selenium in the hen's diet on egg production, hatchability, performance of progeny and selenium concentration in eggs. Poultry Sci. 53, 1870-1880.

Cantor, A.H. i M.L. Straw, M.J. Ford, A.J. Pescatore, M.K. Dunlap (2000): Effect of feeding organic selenium in diets of laying hens on egg selenium content. Egg Nutrition and Biotechnology (J.M. Sim, S. Nakai and W. Guenter, Eds.). CAB International, Wallingford, United Kingdom, 473-476.

Clark, L.C., B. Dalkin, A. Krongrad, G.F. Combs, B.W. Turnbull, E.H. Slate, R. Witherington, J.H. Herlong, E. Janosko, D. Carpenter, C. Borosso, S. Falk, J. Rounder (1998): Decreased incidence of prostate cancer with selenium supplementation: results of a double-blind cancer prevention trial. Brit. J. Urol. 81, 730-734.

Clark, L.C., G.F. Combs, JR., B.W. Turnbull, E.H. Slate, D. Chalker, J. Chow, L. Davis, R. Glover, G. GRAHAM (1997): Effects of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin: a randomized clinical trial. J. Am. Med. Assoc., 208.

Davis, R.H., J. Fear (1996): Incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite. Br. Poult. Sci. 37, 197-211.

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 12th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.). Nottingham University Press, UK, 165-185.

Edens, F.W. (1996): Practical applications for selenomethionine: broiler breeder reproduction. Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the 18th Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.). Nottingham University Press, UK, 29-42.

Edmondson, A.J., B.B. Norman, I D. Suther (1993): Survey

of state veterinarians and state veterinary diagnostic laboratories for selenium deficiency and toxicosis in animals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 202, 865-874.

Hassan, S. (1986): Effect of dietary selenium on the prevention of exudative diathesis in chicks, with special reference to selenium transfer via eggs. *J. Vet. Med. A.* 33, 689-697.

Hassan, S., J. Hakkarainen, M.L. Jonsson, J. Tyopponen (1990): Histopathological and biochemical changes associated with selenium and vitamin E deficiency in chicks. *J. Vet. Med. A.* 37, 708-720.

Latshaw, J.D. i M. Osman (1974): A selenium and vitamin E responsive condition in the laying hen. *Poultry Sci.* 53, 1704-1708.

Paton, N.D., A.H. Cantor, A.J. Pescatore, M. J. Ford, C.A. Smith (2002): Absorption of selenium by developing chick embryos during incubation. *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 18th Annual Symposium* (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.). Nottingham University Press, UK, 107-121.

Reilly, C. (1996): Selenium in food and health. Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, London.

Rotruck, J.T., A.L. Pope, H.E. Ganther, A.B. Swanson, D.G. Hafeman, W.G. Hoekstra (1973): Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Science.* 179, 588-590.

Schrauzer, G.N (2000): Selenomethionine: A review of its nutritional significance, metabolism, and toxicity. *J. Nutri.* 130, 1653-1656

Schrauzer, G.N (2002): Selenium and human health: The relationship of selenium status to cancer and viral disease. *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 18th*

Annual Symposium (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.). Nottingham University Press, UK, 263-272.

Scott R., A. Macpherson, R.W.S. Yates, B. Hussain and J. Dixon (1998): The effect of oral selenium supplementation on human sperm motility. *Br. J. Urol.* 82, 76-80.

Surai, P.F. (2000): Organic selenium: benefits to animals and humans, a biochemist's view. *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium.* (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.). Nottingham University Press, UK, 205-260.

Surai, P.F. (2002): Selenium in poultry nutrition: a new look at an old element. 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *WPSA Journal*, Vol 58, 333-347.

Surai, P.F. (2002): Selenium in poultry nutrition: a new look at an old element. 2. Reproduction, egg and meat quality and practical applications. *WPSA Journal*, Vol 58, 431-450.

Surai, P.F., E. Blesbois, I. Grasseau, T. Chalah, J.P. Brillard, G.J. Wishart, S. Cerolini, N.H. Sparks (1998): Fatty acid composition, glutathione peroxidase and superoxide dismutase activity and total antioxidant activity of avian semen. *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.* 12, 527-533.

Whanger, P.D. (1998): Metabolism of selenium in humans. *J. Trace Elem. Exp. Med.* 11, 227-240.

Wolfram, S. (1999): Absorption and metabolism of selenium: difference between inorganic and organic sources. *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium* (T.P. Lyons and K.A. Jacques, Eds.). Nottingham University Press, UK, 547-566.

Rad je prezentiran na V. simpoziju Peradarskih dana 2003. s međunarodnim sudjelovanjem. Poreč, 14-17. svibnja 2003. ■

Z. Hurníková, V. Šnábel, E. Pozio, K. Reiterová, G. Hrkčková, D. Halássová and P. Dubinský (2004): First record of *Trichinella pseudospiralis* in the Slovak Republic found in domestic focus. Prvi slučaj invazije domaćih životinja s *Trichinella pseudospiralis* u Slovačkoj. *Veterinary Parasitology*. Article in Press.

Invazija parazitom *Trichinella* spp. uobičajena je u divljih životinja u Slovačkoj, a glavni rezervoar vrste *Trichinella britovi* je crvena lisica (*Vulpes vulpes*), dok je *Trichinella spiralis* u silvatičkih i domaćih životinja rijetko zabilježena. Tijekom rutinskog klaoničkog pregleda domaćih svinja umjetnom probavom utvrđene su larve trihinela u uzorcima svinja s jedne velike svinjogojске farme u Istočnoj Slovačkoj. Parazit je indentificiran genetski (PCR), biokemijski (alozimi) i morfološki kao nekapsulirana vrsta *Trichinella pseudospiralis* koja inače invadira

i ptice i sisavce. Epidemiološkim istraživanjem na farmi je utvrđena ista vrsta parazita kod još 3 svinje od ukupno 192 (2,1 %), kod 3 od 14 (21,4 %) pretraženih sinantropnih štakora (*Rattus norvegicus*) i u domaćoj mački. Farmu su karakterizirali loši, neprimjereni sanitarni uvjeti, nedostatna hranidba, kanibalizam i prisustvo populacije štakora. Na lokusu fosfoglukomutaze *T. pseudospiralis* izolirane u Slovačkoj utvrđen je drugačiji profil od referentne *T. pseudospiralis* iz palearktičkog područja. Nalaz nekapsulirane vrste u domaćih svinja, koja invadira i ptice i sisavce, ukazuje na potrebu izbjegavanja trihineloskopije, tj. pregled u klaonicama treba obavljati umjetnom probavom.

F. D. Menzies, S. D. Neill (2000): Cattle-to-Cattle Transmission of *Bovine Tuberculosis*. *Prijenos*