

## AKTIVNOST ENZIMA I HORMONA ŠTITNJAČE U KRVI ZA PROCJENU OPSKRBLJENOSTI OVACA SELENOM

## BLOOD ENZYMES AND THYROID HORMONES ACTIVITY FOR ASSESSMENT OF SELENIUM SUPPLY IN SHEEP

**Z. Antunović, I. Marić, I. Matanić, Đ. Senčić, M. Šperanda, J. Novoselec**

Izvorni znanstveni članak  
Primljeno: 20. ožujak 2009.

### SAŽETAK

Cilj ovoga istraživanja je utvrditi da li se aktivnost enzima i hormona štitnjače u krvi ovaca i janjadi može uzeti kao pouzdan kriterij u procjeni njihove opskrbljenosti selenom. Istraživanje je provedeno na 30 negravidnih ovaca i 30 janjadi dubrovačke rude, tijekom ljetne sezone hranidbe. Kontrolna skupina ovaca konzumirala je pašu, sijeno i krmnu smjesu (200 g/dan), dok je kontrolna skupina janjadi jela smjesu ad libitum. Pokusnim skupinama ovaca i janjadi je u krmnu smjesu dodan anorganski (natrij selenit) ili organski izvor (Sel-Plex) selena u količini od 0.03% suhe tvari. Nije utvrđeno značajnije odstupanje aktivnosti većine enzima u krvi ovaca i janjadi ovisno o skupini, ali je vidljiv trend povećanja aktivnosti enzima u kontrolnoj skupini u odnosu na pokusne skupine. Statistički značajno ( $P < 0.01$ ) viša aktivnost GSH-Px u punoj krvi utvrđena je u ovaca koje su konzumirale krmnu smjesu s dodatkom organskog i anorganskog selena u odnosu na kontrolnu skupinu te u janjadi koja je konzumirala smjesu s dodatkom organskog selena u odnosu na druge dvije skupine. Utvrđena je statistički značajno ( $P < 0.05$ ) niža aktivnost  $T_4$  u krvi ovaca koje su konzumirale dodani selen u odnosu na ovce kontrolne skupine. Ove promjene aktivnosti GSH-Px ukazuju na bolje iskorištenje organskog u odnosu na anorganski oblik selena. Značajno viša ( $P < 0.05$ ) aktivnost ALT i LDH (na gornjoj granici fizioloških vrijednosti) utvrđena je u krvi kontrolne skupine janjadi u odnosu na skupinu koja je konzumirala smjesu s dodatkom organskog selena. Navedene promjene aktivnosti enzima i hormona štitnjače u krvi ovaca i janjadi ukazuju na opravdanost dodavanja selena, osobito organskog selena u hranu janjadi, s obzirom na povećane potrebe za selenom u brojnim metaboličkim procesima koji prate njihov intenzivan porast. Aktivnost enzima i hormona štitnjače u krvi ovaca i janjadi može se uzeti kao pouzdan kriterij u procjeni njihove opskrbljenosti selenom.

**Ključne riječi:** ovce, janjad, selen, enzimi, hormoni štitnjače, krv

Dr. sc. Zvonko Antunović, red. prof.; Dr. sc. Đuro Senčić, red. prof.; Marcela Šperanda, izv. prof.; Josip Novoselec, dipl. inž., Zavod za stočarstvo, Poljoprivredni fakultet, Trg sv. Trojstva 3, 31000 Osijek; Ivica Marić, dipl. inž., Hrvatski stočarski centar, M. Marojevića 2, 20000 Dubrovnik; Ivica Matanić, dipl. inž., Alltech Biotehnologija d.o.o. Zagreb, Hrvatska.

## UVOD

Istraživanja opskrbljenosti životinja selenom vrlo su važna i često provođena posljednjih godina (Gupta i Gupta, 2000; White i Reweel, 2007; Slavik i sur., 2008). Međutim, u našoj zemlji malo je istraživanja posvećenih ovoj problematici. Selen je esencijalni mikroelement i opskrbljenost organizma životinja njime ovisna je o unosu hranom. Istovremeno, unos selena ograničen je i njegovim sadržajem u tlu. Postoje predjeli u svijetu gdje su tla deficitarna u pogledu sadržaja selena (Gupta i Gupta, 2000). U Republici Hrvatskoj također postoje područja koja imaju manjak selena u tlu (Gavrilović, 1982.; Antunović i sur., 2005). Ovca je preživac u čijem obroku veliki udio imaju voluminozna krmiva, a time i opskrbljenost biljaka selenom značajno ovisi o njegovom sadržaju u tlu (Antunović i sur., 2005). S ciljem uravnoteženja obroka, u hranidbi ovaca koriste se različiti dodatci selena, bilo da su anorganskog ili organskog podrijetla. Dobar pokazatelj opskrbljenosti ovaca selenom je koncentracija selena u krvi ili drugim tkivima (mesu, vuni). Za potpuniju sliku opskrbljenosti ovaca selenom prate se i drugi metaboliti u krvi, a najčešće je praćenje aktivnosti enzima GSH-Px (Gaal, 1998). Malo je radova koji uključuju i druge biokemijske indikatore u utvrđivanju opskrbljenosti ovaca selenom. U dostupnoj literaturi vidljivo je uključivanje aktivnosti određenih enzima (Boyd, 1988.; Sobiech i Kuleta, 2002; Erman i sur., 2003; White i Reweel, 2007) i hormona štitnjače (Atesahin i sur., 2002; Kozat, 2007; Antunović i sur., 2008) u krvi pri praćenju opskrbljenosti ovaca selenom.

Cilj ovoga istraživanja je utvrditi da li se aktivnost enzima i hormona štitnjače u krvi ovaca i janjadi može uzeti kao pouzdan kriterij u procjeni njihove opskrbljenosti selenom.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno na 30 ovaca i 30 janjadi dubrovačke rude, u obiteljskim gospodarstvima na području Dubrovačko-neretvanske županije. Ovce nisu bile negravidne a prosječna dob kretalase u rasponu od 3 do 5 godina. Istraživanje je provedeno

tijekom ljetne sezone hranidbe kada su ovce tijekom dana boravile na ispaši, a navečer se vraćale u staju i konzumirale krmnu smjesu (200 g/dan) i sijeno po volji. Janjad je zajedno s ovcama boravila na ispaši, a po povratku konzumirala krmnu smjesu, istog sastava, po volji. Ovisno o skupini ovaca i janjadi, u krmnu smjesu je prilikom miješanja dodan i drugačiji izvor selena. Kontrolna skupina ovaca i janjadi konzumirala je samo pašu i sijeno, a pokusnim skupinama je u krmnu smjesu dodan anorganski ili organski izvor selena u istoj količini (0.03% suhe tvari). Anorganski izvor selena bio je natrij selenit, dok je organski izvor selena bio selenom obogaćeni kvasac (Sel-Plex<sup>TM</sup>, Alltech, Inc.).

Uzorci krvi (10 ml) za utvrđivanje aktivnosti enzima i hormona štitnjače uzeti su iz jugularne vene ujutro, prije odlaska ovaca i janjadi na ispašu, u sterilne vakum tube Venoject® (Leuven, Belgium), a za mjerenje aktivnosti GSH-Px (5 ml) u epruvete s antikoagulansom EDTA (etilen diamin tetraoctena kiselina). Aktivnosti enzima (ALT-alanin aminotransferaza, AST-aspartat aminotransferaza, CK-kreatin kinaza, ALP-alkalna fosfataza, GGT- $\gamma$ -glutamil transferaza i LDH-laktat dehidrogenaza) utvrđene su u krvnom serumu ovaca i janjadi na aparatu Olympus AU640. Aktivnost GSH-Px utvrđena je u punoj krvi ovaca i janjadi s komercijalnim „Ransel“ kitom (Randox Laboratories Ltd, London, UK). Metoda određivanja GSH-Px bazira se na katalizi reakcije oksidacije glutationa pomoću kumen hidroksiperoksida, a za očitavanje je korišten spektrofotometar UV/VIS JENWAY 6305.

Koncentracije hormona štitnjače trijodtironina (T<sub>3</sub>) i tiroksina (T<sub>4</sub>) utvrđene su u krvnom serumu ovaca i janjadi metodom radioimunizacije na automatskom imunoanalizatoru IMX-ABBOTT.

Rezultati istraživanja obrađeni su Duncano-ovim multiple range testom programskim sustavom STATISTICA (StatSoft, Inc. 2008).

## REZULTATI I RASPRAVA

Na tablici 1 prikazana je aktivnost enzima u krvi ovaca hranjenih obrocima s dodatkom različitih izvora selena i bez dodatka selena.

**Tablica 1. Aktivnost enzima u krvi ovaca (U/L)****Table 1. Enzyme activity in the blood of sheep (U/L)**

Enzimi Enzymes	Skupine - Groups		
	Anorganski Se - Inorganic Se	Organski Se - Organic Se	Kontrola - Control
	Mean ± s	Mean ± s	Mean ± s
ALT	18,80 ± 4,03	17,60 ± 3,78	20,40 ± 2,70
AST	128,40 ± 40,93	104,00 ± 42,24	131,00 ± 11,60
CK	242,14 ± 58,72	210,78 ± 42,06	264,26 ± 67,64
ALP	270,20 ± 80,68	311,40 ± 88,75	220,80 ± 101,34
LDH	473,40 ± 25,32	416,80 ± 124,37	497,00 ± 93,84
GGT	64,20 ± 12,24	66,20 ± 9,73	72,20 ± 9,42
GSH-Px	18175,93 ± 4068,38 <sup>B</sup>	19920,82 ± 4640,53 <sup>B</sup>	12795 ± 2107,15 <sup>A</sup>

<sup>A,B</sup> - P<0.01; s – standardna devijacija

**Tablica 2. Aktivnost hormona štitnjače u krvi ovaca (nmol/L)****Table 2. Thyroid hormone activity in the blood of sheep (nmol/L)**

Hormoni štitnjače Thyroid hormones	Skupine - Groups		
	Anorganski Se - Inorganic Se	Organski Se - Organic Se	Kontrola - Control
	Mean ± s	Mean ± s	Mean ± s
T <sub>3</sub>	1,07 ± 0,31	0,81 ± 0,19	1,33 ± 0,78
T <sub>4</sub>	67,67 ± 9,21 <sup>a</sup>	66,29 ± 8,18 <sup>a</sup>	82,88 ± 15,12 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub> /T <sub>4</sub>	0,016 ± 0,004	0,012 ± 0,004	0,015 ± 0,007

<sup>a,b</sup> - P<0.05; s – standardna devijacija

Nije utvrđeno značajnije odstupanje aktivnosti većine enzima u krvi ovaca ovisno o skupini, ali je vidljivo da je većina aktivnosti enzima bila najviša u kontrolne skupine ovaca, a najniža u skupine koja je konzumirala krmnu smjesu s dodatkom organskog selena. Jedino je aktivnost enzima GSH-Px pokazala značajna odstupanja, ovisno o obroku ovaca. Statistički značajno (P<0.01) viša aktivnost GSH-Px u punoj krvi utvrđena je u ovaca koje su konzumirale organski i anorganski selen u odnosu na ovce kontrolne skupine. Do sličnih zaključaka za većinu enzima, osim aktivnosti GSH-Px, došli su Juniper i sur. (2006) u hranidbi krava bez dodatka selena te s dodatkom organskog ili anorganskog selena. U istraživanju Slavik i sur. (2008) utvrđen je isti trend aktivnosti enzima (CK, AST i GSH-Px) u krvi krava s dodatkom u hrani organskog i anorganskog selena ili bez dodatka selena.

Aktivnost hormona štitnjače i njihov odnos vidljivi su iz tablice 2. U krvi ovaca kontrolne skupine utvrđena je najviša aktivnost hormona T<sub>3</sub> i T<sub>4</sub> u usporedbi sa skupinama ovaca koje su konzumirale obrok s dodatkom organskog ili anorganskog selena. Utvrđena je statistički značajno (P<0.05) niža aktivnost T<sub>4</sub> u krvi ovaca koje su konzumirale dodani selen u odnosu na kontrolne skupine. U istraživanju Awadeh i sur. (1998) nisu utvrđene značajne promjene aktivnosti hormona štitnjače u krvi krava hranjenih s različitim dodacima selena.

Navedeni pokazatelji pokazuju da nije bilo značajnijeg manjka selena u ovaca koje nisu konzumirale krmnu smjesu s dodatkom selena te nije bilo ni značajnijih odstupanja većine enzima u krvi ovaca. To govori o zadovoljavajućim koncentracijama selena u hrani ovaca. U prilog tome su i istraživanja

Boyd i sur. (1988) koji su zaključili da je porast aktivnosti enzima u krvi vrlo dobar pokazatelj oštećenja tkiva koje se može utvrditi prije negoli se uoče druge kliničke ili patološke promjene. Primjerice, bolesti bijelih mišića mogu se prepoznati po značajnom padu aktivnosti enzima GSH-Px, bolesti jetre i bubrega po značajnom porastu aktivnosti alfa-amilaze, bolesti kostiju po padu aktivnosti ALP, a bolesti žuči i jetre uzrokovane invadiranosti organizma različitim jetreno-žučnim parazitima, po porastu aktivnosti GGT. Porast aktivnost CK u mišićima i miokardu znak je mišićne distrofije i miopatije, a kod pojave masne jetre uočen je porast aktivnosti AST. Price i Stevens (2003) su, također, istaknuli da aktivnost enzima u krvi može ukazati na različite bolesti u organizmu životinja. Međutim, značenje selena je u tome što je on integralni dio enzima glutation peroksidaze (GSH-Px) koji štiti stanice od unutarstaničnih radikala i peroksida nastalih disanjem ili drugim metaboličkim procesima (Milad i Kovac, 1998). U istraživanju Smith i sur. (1994) utvrđena aktivnost enzima (AST, CK, ALT, LDH i aldolaze) bila je iznad gornjih granica fizioloških vrijednosti u krvnoj plazmi ovaca koje su oboljele od hranidbene miopatije.

Na tablici 3 prikazana je aktivnost enzima u krvi janjadi hranjenih obrocima s dodatkom organskog i anorganskog selena ili bez dodatka selena. Značajno ( $P < 0.01$ ) viša aktivnost enzima GSH-Px utvrđena je u janjadi koja je konzumirala smjesu s dodatkom organskog i anorganskog selena u odnosu

na skupinu bez dodatka selena, kao i značajno ( $P < 0.01$ ) viša aktivnost navedenog enzima u skupine janjadi koja je konzumirala smjesu s organskim selenom u odnosu na onu s anorganskim selenom. Ove promjene aktivnosti GSH-Px ukazuju na bolje iskorištenje organskog u odnosu na anorganski oblik selena. Do sličnih rezultata došli su Hadrys i sur. (2007), Faixova i sur. (2007), Qin i sur. (2007) i Kopic i sur. (2007). Značajno viša ( $P < 0.05$ ) aktivnost ALT i LDH utvrđena je u krvi kontrolne skupine janjadi u odnosu na skupinu koja je konzumirala smjesu s dodatkom organskog selena. Porast aktivnosti navedenih enzima, koje su bile na gornjoj granici fizioloških vrijednosti, može biti pokazatelj umjerene disfunkcije mišićnih membrana i njihovog propuštanja, što dovodi do manjih mišićnih oštećenja. Bickhardt i sur. (1999) te White i Rewell (2007) su zaključili da su gornje fiziološke granice aktivnosti enzima za uočavanje određenih patoloških stanja u organizmu ovaca za CK  $> 300$  U/L, a za AST  $> 150$  U/L. Gornja fiziološka granica za aktivnost ALT je 20 U/l, a za aktivnost LDH 440 U/L (Kaneko i sur., 1997). U istraživanju Whanger i sur. (1977), Sobiech i Kuleta (2002) i Erman i sur. (2003) utvrđene su značajno ( $P < 0.01$ ) više aktivnosti većine enzima (CK, LDH, AST) u krvi janjadi oboljele od nutritivne degeneracije mišića u odnosu na zdravu janjad. Do sličnih rezultata došli su Abutabush i Radostits (2003). Međutim, Stevens i sur. (1985) su naveli da manjak selena u hrani ne mora obvezno dovesti i do porasta aktivnosti enzima AST.

**Tablica 3. Aktivnost enzima u krvi janjadi (U/L)**

**Table 3. Enzyme activity in the blood of lambs (U/L)**

Enzimi Enzymes	Skupine - Groups		
	Anorganski Se - Inorganic Se	Organski Se - Organic Se	Kontrola- Control
	Mean $\pm$ s	Mean $\pm$ s	Mean $\pm$ s
ALT	14,60 $\pm$ 3,85 <sup>ab</sup>	10,80 $\pm$ 2,28 <sup>a</sup>	17,80 $\pm$ 5,81 <sup>b</sup>
AST	106,00 $\pm$ 13,47	98,80 $\pm$ 9,94	119,80 $\pm$ 30,24
CK	234,27 $\pm$ 32,10	207,47 $\pm$ 39,42	287,11 $\pm$ 44,13
ALP	502,80 $\pm$ 77,32	439,80 $\pm$ 159,77	432,20 $\pm$ 208,36
LDH	511,00 $\pm$ 38,98 <sup>ab</sup>	388,00 $\pm$ 86,77 <sup>a</sup>	607,40 $\pm$ 177,57 <sup>b</sup>
GGT	89,60 $\pm$ 5,90	86,20 $\pm$ 12,36	97,60 $\pm$ 34,09
GSH-Px	20284,34 $\pm$ 7881,12 <sup>A</sup>	42604,38 $\pm$ 7489,54 <sup>B</sup>	15558,59 $\pm$ 5295,11 <sup>A</sup>

<sup>a, b</sup> -  $P < 0.05$ ; <sup>A, B</sup> -  $P < 0.01$ ; s – standardna devijacija

**Tablica 4. Aktivnost hormona štitnjače enzima u krvi janjadi (nmol/L)****Table 4. Thyroid hormone activity in the blood of lambs (nmol/L)**

Hormoni štitnjače Thyroid hormones	Skupine - Groups		
	Anorganski Se - Inorganic Se	Organski Se - Organic Se	Kontrola - Control
	Mean ± s	Mean ± s	Mean ± s
T <sub>3</sub>	1,99 ± 0,49	1,95 ± 0,30	1,71 ± 0,28
T <sub>4</sub>	103,78 ± 15,53	135,96 ± 37,77	136,50 ± 30,85
T <sub>3</sub> /T <sub>4</sub>	0,019 ± 0,003 <sup>A</sup>	0,015 ± 0,002 <sup>B</sup>	0,013 ± 0,001 <sup>C</sup>

<sup>A,B</sup> - P<0.01; s – standardna devijacija

Najviša aktivnost T<sub>4</sub> i najniža aktivnost T<sub>3</sub> utvrđena je u kontrolne skupine janjadi u odnosu na skupine janjadi koje su konzumirale smjese s dodatkom selena, ali razlike nisu bile značajne (P>0.05). Značajno (P<0.01) niži odnos T<sub>3</sub>/T<sub>4</sub> utvrđen je u krvi janjadi kontrolne skupine u odnosu na skupine koje su konzumirale smjese s dodatkom selena. Arthur i sur. (1988) su utvrdili da u teladi kod koje je uočen deficit selena dolazi do porasta T<sub>4</sub> i odnosa T<sub>4</sub>/T<sub>3</sub> te pada T<sub>3</sub>. Do sličnih rezultata u krvi ovaca došli su Donald i sur. (1994), a u krvi janjadi Kozat i sur. (2007). Višu aktivnost T<sub>3</sub> i T<sub>4</sub> u teladi hranjenoj s dodatkom Sel-Plex-a u odnosu na selenit utvrdili su Awadeh i sur. (1998). Dodatak selena u obroke janjadi doveo je do porasta aktivnosti T<sub>3</sub> i pada aktivnosti T<sub>4</sub> (Bik, 2003). Značenje selena u metabolizmu hormona štitnjače, s obzirom na konverziju T<sub>4</sub> u više aktivni T<sub>3</sub> putem enzima tipa I deojodinaze, istaknuli su Beckett i sur. (1987). Ova istraživanja također potvrđuju naše rezultate koji ukazuju na manji deficit selena u hrani janjadi kontrolne skupine.

Navedene promjene aktivnosti enzima i hormona štitnjače u krvi janjadi ukazuju na opravdanost davanja selena, osobito organskog selena u hranu, s obzirom na povećane potrebe za selenom u brojnim metaboličkim procesima koji prate njihov intenzivan porast.

#### ZAKLJUČAK

Navedene promjene aktivnosti enzima i hormona štitnjače u krvi ovaca i janjadi ukazuju na opravdanost davanja selena, osobito organskog selena

u hranu janjadi, s obzirom na povećane potrebe za selenom u brojnim metaboličkim procesima koji prate njihov intenzivan porast. Aktivnost enzima i hormona štitnjače u krvi ovaca i janjadi može se uzeti kao pouzdan kriterij u procjeni njihove opskrbljenosti selenom.

#### LITEARTURA

1. Abutabush, S. M., Radostits, P. M. (2003): Congenital nutritional muscular dystrophy in a beef calf. *The Canadian Veterinary Journal* 44, 738-739.
2. Antunović, Z., Steiner, Z., Steiner, Z., Šperanda, M., Domaćinović, M., Karavidović, P. (2005): Contents of Se and Co in soil, plants and animals in Eastern Slavonia. XII međunarodno savjetovanje "Krmiva 2005", 28.-30. svibnja 2001. Opatija. Zbornik radova 204.
3. Antunović, Z., Kopic, B., Šperanda, M., Steiner, Z., Novoselec, J. (2008): Utjecaj dodatka selena na proizvodna svojstva janjadi i koncentraciju hormona štitnjače. *Krmiva* 50, 4, 191-196
4. Arthur, J. R., Morrice, P. C., Beckett, G. J. (1988): Thyroid hormone concentrations in selenium deficient and selenium sufficient cattle. *Research in Veterinary Science* 45: 122-123.
5. Atessahin, A., Pirincci, I., Gursu, F., Cikim, G. (2002): Effects of selenium on thyroid hormone levels in sheep. *Turk. J. Vet Anim. Sci.* 26, 1401-1404.
6. Awadeh, F. T., Kincaid, R. L., Johnson, K. A. (1998): Effect of level and source of dietary selenium on concentrations of thyroid hormones and immunoglobulins in beef cows and calves. *J. Animal Sciences* 76, 1204-1215.
7. Beckett, G. J., Beddows, S. E., Morrice, P. C., Nicol, F., Arthur, J. R. (1987): Inhibition of hepatic deio-

- dination of thyroxin is caused by selenium deficiency in rats. *Biochem. J.* 248, 433-437.
8. Bickhardt, K., Ganter, M., Sallman, P., Fuhrmann, H. (1999): Investigations on manifestations of vitamin E and selenium deficiency in sheep and goats. *Dtsch. Teirarzt. Wochenschr.* 106, 6, 242,247.
  9. Bik, D. E. (2003): Influence of selenium and iodine supplementation on thyroid hormone concentrations in the blood serum of sheep. *Medycyna Weterynaryjna* 59, 12, 1126-1129.
  10. Boyd, J. W. (1988): Serum enzymes in the diagnosis of disease in man and animals. *Journal of Comparative Pathology* 98, 381-404.
  11. Donald, G. E., Laglands, J. P., Bowles, J. E., Smith, A. J. (1994): Subclinical selenium insufficiency. 6. Thermoregulatory ability of perinatal lambs born to ewes supplemented with selenium and iodine. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34, 19-24.
  12. Erman, M. OR., Dodurka, H. T., Kayar, A. (2003): The diagnostic importance of erythrocyte glutathione peroxidase (GSH-Px) activity and some serum parameters in lambs with white muscle disease. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 27, 1-6.
  13. Faixova, Z., Faix, Š., Leng, L., Vaczi, P., Makova, Z., Szaboova, R. (2007): Haematological blood and rumen chemistry changes in lambs following supplementation with Se-yeast. *Acta Vet. Brno* 76, 3-8.
  14. Gaal, T. (1998): Glutathione peroxidases. *Magyar Allatorvosok Lapja*, 120, 3: 160-164.
  15. Gavrilović B. (1982): Važnost količine selena u tlu i krmivima u odnosu na pojavu nekih bolesti goveda, svinja i ovaca. *Stočarstvo* 36, 11-12, 409-420.
  16. Gupta, U. C., Gupta, S. M. (2000): Selenium in soils and crops, its deficiencies in livestock and humans: Implications for management. *Comm soil sci & Plant Anal.* 31, 1741-1807.
  17. Hadrys, M., Kinal, S., Antonowicz-Juchniewicz, J., Jedrychowska, I. (2007): Influence of selenium compounds on glutathione peroxidase (GSH-Px) level in lamb blood. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Veterinary Medicine*, 10, 1.
  18. Juniper, D. T., Phipps, R. H., Jones, A. K., Bertin, G. (2006): Selenium supplementation of lactating dairy cows: effect on selenium concentration in blood, milk, urine and feces. *J. Dairy Sci.* 89, 3544-3551.
  19. Kaneko, J. J., Harvey, J. W., Brus, M. L. (1997): *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press p. 932.
  20. Kopic, B., Antunović, Z., Šperanda, M., Steiner, Z., Matanić, I., Rajković, V. (2007): Primjena organskog selena u hranidbi janjadi. *Krmiva*, 49, 2, 73-78.
  21. Kozat, S. (2007): Serum T-3 and T-4 concentrations in lambs with nutritional myodegeneration. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 21, 5, 1135-1137.
  22. Milad, K., Kovac, G. (1998): Vitamin E and selenium in sheep. *Folia Veterinaria* 42, 2, 87-94.
  23. Qin, S., Gao, J., Huang, K. (2007): Effects of different selenium sources on tissue selenium concentrations, blood GSH-Px activities and plasma interleukin levels in finishing lambs. *Biol. Trace Elem. Res.*, 116, 1, 91-102.
  24. Price, N. C., Stevens, L. (2003): *Fundamentals of enzymology. The cell and molecular biology of catalytic proteins*. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford University Press. Inc. New York. P. 478.
  25. Slavik, P., Illek, J., Brix, M., Hlavicova, J., Rajmon, R., Jilek, F. (2008): Influence of organic versus inorganic dietary selenium supplementation on the concentration of selenium in colostrums, milk and blood of beef cows. *Acta Veterinaria Scandinavica* 50, 43, 1-6.
  26. Smith, G. M., Fry, J. M., Allen, J. G., Costa, N. D. (1994): Plasma indicators of muscle damage in a model of nutritional myopathy in weaner sheep. *Australian Veterinary Journal* 71, 1, 12-17.
  27. STATISTICA- Stat Soft, Inc. Version 8.0, 2008, www-statsoft.com.
  28. Sobiech, P., Kuleta, Z. (2002): Usefulness of some biochemical indicators in detection of early stages of nutritional muscular dystrophy in lambs. *Small Ruminant Research* 45, 209-215.
  29. Stevens, J. B., Olsen, W. C., Kraemer, R., Archau-blau, J. (1985): Serum selenium concentrations and glutathione peroxidase activities in cattle grazing forages of various selenium concentrations. *American Journal of Veterinary Research* 46, 1556-1560.
  30. Whanger, P. D., Weswig, P. H., Schmitz, J. K., Oldfield, J. E. (1977): Effect of selenium and vitamin E on blood selenium levels, tissue glutathione peroxidase activities and white muscle disease in sheep fed purified or hay diets. *Journal of Nutrition* 107, 1298-1307.
  31. White, C. L., Rewell, L. (2007): Vitamin E and selenium status of sheep during autumn in Western Australia and its relationship to the incidence of apparent white muscle disease. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47, 535-543.

## SUMMARY

The aim of this investigation is to determine whether the activity of enzymes and thyroid hormones in the blood of sheep and lamb can be used as a reliable criterion in assessing their supply with selenium. The research was conducted on 30 nonpregnant sheep and 30 lambs Dubrovnik sheep, during the summer season of nutrition. The control group of sheep consumed pasture, hay and forage mixture (200 g/day), while the control group of lambs consumed the mixture *ad libitum*. In the experimental group of sheep and lambs in a mixture of fodder inorganic (sodium selenite) or organic source (Sel-Plex) of selenium was added in the amount of 0.03% dry matter. It is not found significant deviation in the activities of most enzymes in the blood of sheep and lamb, depending on the group, but it is visible trend of increasing activity of enzymes in the control group compared to the experimental group. Statistically significant ( $P < 0.001$ ) higher activity of GSH-PX in blood was found in sheep that consumed fodder mixture with the addition of organic and inorganic selenium compared to the control group and the lambs, which had consumed the mixture with the addition of organic selenium in relation to the other two groups. Statistically significant ( $P < 0.05$ ) lower activity of T4 was determined in the blood of sheep that consumed added selenium in relation to the control group of sheep. These changes in GSH-PX activity suggest better use of organic in comparison to the inorganic form of selenium. Significantly higher ( $P < 0.05$ ) activity of ALT and LDH (on upper limit physiological values) was found in the blood of the control group lamb in relation to the group that had consumed the mixture with the addition of organic selenium. Mentioned changes activity of enzymes and thyroid hormones in the blood of sheep and lambs showed the justification of adding selenium, especially organic selenium in food lambs, with regard to increased need for selenium in many metabolic processes that follow their intensive growth. The activity of enzymes and thyroid hormones in the blood of sheep and lambs can be taken as a reliable criterion in assessing their supply with selenium.

Key words: sheep, lambs, selenium, enzymes, thyroid hormones, blood