

# Utjecaj dodatka selen u prihrani na hematološku sliku i biokemijske pokazatelje u jelena lopatara (*Dama dama* L.)



N. Vukšić, I. Budor, M. Đidara, M. Pavlič i M. Šperanda\*

## Sažetak

Selen je esencijalni element uključen u brojne fiziološke procese te je potrebno i u domaćih i u divljih životinja putem hrane osigurati njegov unos. Oblik selen utječe na njegovu bioraspoloživost i dostupnost u sintezi selenoproteina. Upravo je stoga neophodan, jer kao dio enzimskih sustava sudjeluje u metabolizmu štitaste žlijezde, ključan je u reprodukciji i dijelom je važnog antioksidacijskog sustava. Cilj istraživanja bio je ustvrditi utjecaj dodatka organskog oblika selen (Selplex®, Alltech, SAD) u krmnu smjesu za jelene u količini od 0,5 mg/kg suhe tvari na hematološke i biokemijske pokazatelje u jelena lopatara. Istraživanje je provedeno na 40 jelena lopatara tijekom dvije godine istraživanja, na po dvadeset svake godine. Životinje smo podijelili na mlade (do 1 godine starosti) i odrasle (2-9 godina).

Krmna smjesa ponuđena je tijekom 60 dana na kraju ljetnog perioda godine. Utvrđen je trend povećanja ukupnih proteina, globulina i imunoglobulina G klase u odraslih jedinki hranjenih s većim udjelom selen u hrani, ali bez statističke značajnosti. Koncentracija LDL kolesterola bila je značajno ( $P < 0,05$ ) veća u odraslih jelena hranjenih s većom koncentracijom selen. Pad koncentracije željeza u jelena kojima je dodavan selen znakom je da su životinje uistinu dobile veću količinu selen u obroku nego prve godine. S obzirom da nije bilo značajnih razlika u rezultatima hematoloških i biokemijskih pokazatelja, moguće je preispitati normative za potrebne koncentracije selen kao dodatka u krmnu smjesu za jelene.

**Ključne riječi:** jelen lopatar, organski selen, hematološki pokazatelji, biokemijski pokazatelji

## Uvod

Selen je esencijalni element uključen u brojne fiziološke procese te je potrebno i u domaćih i u divljih životi-

nja putem hrane osigurati njegov unos (Pedrero i Madrid, 2009.). Oblik selen utječe na njegovu bioraspoloživost

Dr. sc. Neška VUKŠIĆ, mag. ing. agr., mr. sc. Ivica BUDOR, dipl. inž. agr., Hrvatski lovački savez, Hrvatska; dr. sc. Mislav ĐIDARA, dr. med. vet, docent, Martina PAVLIĆ, mag. nutr., dr. sc. Marcela ŠPERANDA\*, dr. med. vet., redovita profesorica (dopisni autor, e-mail: marcela.speranda@pfos.hr), Fakultet agrrobiotehničkih znanosti Osijek Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska

i dostupnost u sintezi selenoproteina koji u svom sastavu imaju selenizirane aminokiseline (Rayman, 2008.). U usporedbi s anorganskim oblicima selena (natrijevog selenita), organski oblici (selenocisteina i selenometionina) dostupniji su organizmu, jer se lakše resorbiraju i metaboliziraju u strukture selenoproteina, a u bubrežima se izlučuju u manjem opsegu (Daniels, 1996.). Mnogi čimbenici, osim kemijskog oblika, mogu utjecati na bioraspoloživost i distribuciju selena; primjerice sastav obroka, rezerve selena u organizmu i lijekovi (Thomson, 1998.). Stoga se u hranidbi domaćih životinja prednost daje uporabi organskog izvora selena u obliku selenometionina. Koncentracije selena u hrani domaćih životinja od 0,1 do 0,5 mg/kg ST prihvaćene su kao sigurne u smislu moguće intoksikacije selenom. Simptomi kroničnih i akutnih trovanja pojavljuju se i opisani su kod koncentracija od 2 do 5 mg/kg suhe tvari (Edmondson i sur., 1993.). Problem prihrane divljih životinja selenom je nemogućnost kontrole količine koncentriranog obroka koju će pojedina životinja pojesti. Na taj način nema mogućnosti kontroliranja hoće li povećana količina selena u dijelu prihrane koncentriranim krmivima imati toksične posljedice na jelene. Stoga smo pratili utjecaj dodatka organskog oblika selena kao dodatka koncentriranom dijelu obroka na hematološke, biokemijske i imunostne pokazatelje u jelena lopatara.

## Materijali i metode

### Dopunska hranidba uz dodatak selena

Istraživanje je provedeno u državnom otvorenom lovištu "Krnđija II" XIV/23 tijekom dvije godine istraživanja. Jelena lopatari prihranjivani su gotovom krmnom smjesom za jelensku divljač (Tabela 1). Prve godine istraživanja ži-

votinje su prihranjivane koncentriranom smjesom bez dodatka selena, a druge su godine prihranjivane krmnom smjesom kojoj je umiješano 0,5 mg selena po /kg ST gotove smjese (Selplex®, Alltech, SAD). Prihrana koncentriranim dijelom obroka provodila se 60 dana u vegetacijskom periodu od 1. 7. do 1. 9. tijekom obje godine istraživanja.

### Životinje

Tijekom dvije godine istraživanja, 40 klinički zdravih jelena lopatara (20 jelena lopatara u prvoj godini pokusa nakon dopunske hranidbe bez dodatka selena i 20 jelena lopatara u drugoj godini pokusa nakon dopunske hranidbe s dodatkom organskog selena) odstrijeljeno je u lovištu na području istočne Hrvatske. Životinje su bile u dobi od 1 do 9 godina, tjelesne mase od 20 do 110 kilograma. U mlade smo ubrojili jelene od 1 godine, a sve ostale jelene u odrasle. Krv je uzorkovana iz lijeve pretkljetke srca u roku od 1 do 2 minute nakon odstrjela, za hematološke analize u epruvete s dodatkom EDTA te za biokemijske analize u epruvete bez antikoagulansa. Krv za hematološke analize dostavljena je u laboratorij u roku 2 sata. Krv u epruvetama bez antikoagulansa centrifugirana je 15 minuta silom centrifugiranja od 1500 g, odvojen je serum te je do analize pohranjen na -80 °C. Tijekom istraživanja sa životinjama se postupalo u skladu s važećim propisima RH i Direktivom 2010/63/EU.

### Određivanje hematoloških i biokemijskih pokazatelja

Vrijednosti kompletne krvne slike: broj leukocita (WBC), broj eritrocita (RBC), koncentracija hemoglobina (HGB), hematokrit (HCT), prosječni volumen eritrocita (MCV), prosječna masa hemoglobina po eritrocitu (MCH), prosječna koncentracija

hemoglobina u eritrocitima (MCHC) i broj trombocita (PLT) utvrđene su pomoću veterinarskog hematološkog analizatora 100 PochVef Sismex®, Japan. Razmazi krvi nakon fiksacije na zraku obojeni su May-Grünwald Giemza postupkom, a diferencijalna krvna slika određena je brojenjem udjela pojedinih leukocita pomoću mikroskopa Olympus BX-51®, Japan. U serumu jelena lopatara utvrđena je koncentracija glukoze, ureje, ukupnih proteina, albumina, globulina, triacilglicerola, ukupnog kolesterola, lipoproteina visoke gustoće HDL (engl. *high density lipoprotein*), lipoproteina niske gustoće LDL (engl. *low density lipoprotein*) i željeza. Analize su provedene automatskim biokemijskim analizatorom Beckman Coulter AU 400 (Beckman Coulter, Njemačka). Koncentracija imunoglobulina G (IgG)

u uzorcima seruma jelena lopatara određena je pomoću komercijalno dostupnog kita Bovine (Cattle) Imunoglobulin G (IgG) za ELISA metodu (Cloud-Clone Corp., Houston, USA). Promjena boje mjerena je spektrofotometrijski u čitaču (iMark™ Microplate Absorbance Reader, Biorad, Engleska) na 450 nm.

### Statistička analiza

Statistička analiza podataka obrađena je računalnim programom Statistica 12 (StatSoft, Inc. 2014.). Utvrđene vrijednosti hematoloških i biokemijskih pokazatelja obrađeni su deskriptivnom statistikom i prikazani kao srednja vrijednost i standardna pogreška aritmetičke sredine. Koristeći linearni LSD ANOVA model procijenjen je utjecaj dodatka selena, dobi životinja i njihova interakcija na

**Tabela 1.** Kemijski sastav gotove krmne smjese za jelensku divljač

Komponenta (%)		Elementi u tragovima (mg)		Vitamini (IJ)		Tehnološki dodatci (mg)	
Sirove bjelančevine	11,95	Željezo (željezo sulfat monohidrat)	50	Vitamin A	15 000	Antioksidans BHT	100
Sirove masti	4	Jod (kalij jodid)	0,2	Vitamin D <sub>3</sub>	1 500		
Sirova vlaknina	10	Kobalt (kobalt sulfat pentahidrat)	0,2				
Pepeo	8,5	Bakar (bakar sulfat pentahidrat)	10				
Lizin	1	Mangan (mangan oksid)	40				
Metionin	0,3	Cink (cink sulfat monohidrat)	30				
Ca	2	Organski selen	3				
P	1,5						
Na	0,2						
Mg	0,25						

SASTAV: kukuruz, brašno lucerne, pšenično krmno brašno, suncokretova pogača, suncokretova sačma, melasa šećerne repe, monokalcij fosfat, kalcij karbonat, soja ekstrudirana, zeolit pigozen 801, premiks za jelene, natrij klorid, vezivo.

hematološke i biokemijske pokazatelje. S obzirom da nije utvrđena značajna interakcija, ali su utvrđene značajne razlike između srednjih vrijednosti pojedinih pokazatelja s obzirom na utjecaj dodatka selena, odnosno dobi životinja, napravljen je *post hoc* Studentov t-test te su primjereno tome prikazane i srednje vrijednosti. Ustvrdene razlike značajnosti su na razini 95 %.

## Rezultati i rasprava

Broj eritrocita i koncentracija hemoglobina bila je veća druge godine, dok je broj leukocita, hematokrit, prosječni volumen eritrocita, prosječna masa hemoglobina po eritrocitu, prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima i broj trombocita bio

manji. Udio neutrofila i nesegmentiranih neutrofila druge godine je bio manji (Tabela 2).

Hematološki pokazatelji važni su za procjenu zdravstvenog stanja i populacije jelenske divljači (Fowler i Miller, 2003.). Vrijednosti hematoloških pokazatelja u ovom istraživanju bile su u referentnom rasponu utvrđenom za jelena običnog (Woodbury, 2002.). U našem istraživanju vrijednosti WBC, RBC, HGB, MCV bile su veće, dok su vrijednosti MCH i MCHC bile manje od vrijednosti u odstrijeljenih jelena lopatara koje su utvrdili Vengušt i sur. (2002.). Udio limfocita bio je numerički veći, ali bez statističke značajnosti, dok je broj trombocita nakon dopunske hranidbe uz dodatak selena statistički bio značajno

**Tabela 2.** Hematološke vrijednosti u serumu mladih i odraslih jelena lopatara nakon dopunske hranidbe bez i uz dodatak organskog izvora selena

Pokazatelj	1. GODINA				2. GODINA			
	MLADI		ODRASLI		MLADI		ODRASLI	
	$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM
WBC, $\times 10^9/L$	2,35	0,05	7,07	2,48	4,90	1,11	3,54	0,37
RBC, $\times 10^{12}/L$	15,2	1,2	12,2	1,8	14,7	0,9	12,0	0,7
HGB, g/L	160	3,5	163	25,3	160	7,3	151	7,2
HCT, L/L	0,59	0,03	0,55	0,08	0,58	0,02	0,52	0,02
MCV, fL	39,3	1,3	45,1	1,1	39,9	0,9	43,5	1,3
MCH, pg	10,6	0,6	13,3	0,4	10,9	0,2	12,7	0,6
MCHC, g/L	270	6,00	295	3,67	275	2,5	291	5,1
PLT, $\times 10^9/L$	928 <sup>A</sup>	138	161 <sup>B</sup>	52,1	326 <sup>B</sup>	148	227 <sup>B</sup>	70,8
Neutrofili, %	40,0	8,00	42,1	39,0	35,3	4,7	35,2	2,8
Neseg. neutrofili, %	7,00	4,00	5,44	4,00	4,67	1,45	3,43	0,87
Limfociti, %	49,0	11,0	50,2	49,0	57,3	7,7	56,8	2,4
Monociti, %	4,00	1,00	1,67	1,00	0,67	0,67	0,29	0,18
Eozinofili, %	0,01	0,01	0,56	0,01	2,00	2,00	4,14	1,92
Bazofili, %	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost; standardna pogreška srednje vrijednosti; WBC = broj leukocita, RBC = broj eritrocita, HGB = koncentracija hemoglobina, HCT = hematokrit, MCV = prosječni volumen eritrocita, MCH = prosječna masa hemoglobina po eritrocitu, MCHC = prosječna koncentracija hemoglobina u eritrocitima, PLT = broj trombocita.

<sup>A, B</sup> Vrijednosti s različitim eksponentom značajno se razlikuju na razini  $P < 0,05$ .

manji ( $P < 0,01$ ). Uočene promjene mogu biti i posljedica kontrakcije slezene zbog otpuštanja kateholamina tijekom fizičkog otpora (Hartwig i Hartwig, 1985.). Kateholamini mogu prouzročiti prolaznu leukocitozu s neutrofilijom, monocitozu i limfocitozu, prebacivanjem stanica iz rezervi u cirkulaciju (Jain, 1993.). Jeleni su vrsta koja brzo pokazuje znakove stresa, što se često vidi u hematološkim pokazateljima, odnosno visokim vrijednostima eritrocita. U jelena u stresu vrijednosti su značajno veće u odnosu na jelene koji odmaraju (Thorn, 2000.). Diferencijalna krvna slika jelena lopatara pokazuje povećani broj segmentiranih (41,73 %) i nesegmentiranih neutrofila (5,73 %) i monocita (2,09 %) te smanjeni broj eozinofila (0,45 %), bazofila (0,01 %) i limfocita (50,00 %) tijekom prve godine istraživanja i povećani broj eozinofila (3,5 %) i limfocita (57,00 %) tijekom

druge godine istraživanja u odnosu na istraživanje koje su proveli Vengušt i sur. (2006.). Limfocitoza je karakteristična za jelene, ali visoki broj limfocita može biti znakom kronične upale ili reaktivnog odgovora limfocita klinički zdravih životinja. Eozinofiliju tumačimo prisustvom crijevnih nametnika (Nemi, 1993.). Iako blizu graničnih vrijednosti, naši jelena lopatari nisu imali poremećaj limfocitoze i eozinofilije, no vrlo je teško tumačiti razlike između dobnih skupina s obzirom na broj eozinofila. Eozinofilija može biti posljedica tjelesnog i emocionalnog stresa, što je opisano u laboratorijskih životinja, ali se može pripisati i drugim čimbenicima (djelovanje endoparazita) (Jain, 1993.).

Utvrđivanje normalnih biokemijskih vrijednosti u serumu važno je za procjenu zdravstvenog stanja organizma (Aladrović i sur., 2018.). Iako je koncen-

**Tabela 3.** Biokemijske vrijednosti u mladim i odraslim jelena lopatara nakon dopunske hranidbe bez i uz dodatak organskog izvora selena

Pokazatelj	1. GODINA				2. GODINA			
	MLADI		ODRASLI		MLADI		ODRASLI	
	$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM	$\bar{x}$	SEM
Glukoza mmol/L	13,0	2,5	8,98	2,1	13,3	1,94	8,69	1,25
Urea, mmol/L	6,20	0,6	5,94	0,6	6,01	1,81	4,59	0,43
Ukupni proteini, g/L	51,1	2,1	61,1	2,7	49,1	1,99	63,2	1,26
Albumini, g/L	30,1	1,0	29,2	1,2	29,0	0,99	30,5	0,95
Globulini, g/L	20,9	1,4	31,8	2,1	20,0	1,59	32,7	1,58
Triacilgliceroli, mmol/L	0,68	0,20	0,45	0,10	0,53	0,25	0,28	0,04
Kolesterol, mmol/L	2,51	0,26	1,50	0,14	2,02	0,12	1,49	0,09
HDL, mmol/L	1,83	0,13	1,15	0,09	1,50	0,08	1,18	0,06
LDL, mmol/L	0,06 <sup>A</sup>	0,15	0,21 <sup>B</sup>	0,07	0,28 <sup>B</sup>	0,06	0,24 <sup>B</sup>	0,06
Imunoglobulini G, g/L	1,98	0,11	3,19	0,29	2,25	0,54	3,34	0,50
Fe, $\mu$ mol/L	38,0	7,7	22,1	2,2	31,0	4,19	24,7	2,47

Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost; standardna pogreška srednje vrijednosti; HDL = lipoproteini visoke gustoće, LDL = lipoproteini niske gustoće.

<sup>A,B</sup>Vrijednosti s različitim eksponentom značajno se razlikuju na razini  $P < 0,05$ .

tracija albumina u našem istraživanju bila numerički veća druge godine, a koncentracija glukoze, ureje, triacilglicerola, kolesterola, HDL-a, LDL-a i Fe bila numerički manja, razlike nisu bile značajne ( $P>0,05$ ; Tabela 3). Koncentracija glukoze u našem istraživanju bila je veća od rezultata drugih autora kod jelena lopatara (Vengušt i Bidovec, 2002., Poljičak-Milas i sur., 2004., Vengušt i sur., 2006.). Razlog tome je što su u našem slučaju životinje odstrijeljene te je u njih nastupio hemoragijski šok, a poznato je da zbog hemoragijskog šoka vrijednosti glukoze rastu (Kreutziger i sur., 2015.). Stres aktivira simpatički živčani sustav i nuzbubrežnu žlijezdu, što prozroči oslobađanje kateholamina, adrenalina i noradrenalina u krvotok, a to dovodi do veće razgradnje glikogena u jetri i povećanja koncentracije glukoze u krvi (Vellucci, 1997.). Koncentracija ureje u našem istraživanju slična je koncentracijama u jelena lopatara (Vengušt i sur., 2006.) i srneće divljači (Žele i Vengušt, 2012.), a nešto je niža od koncentracije u jelena običnog (Poljičak-Milas i sur., 2006.). Glavna uloga albumina je održavanje onkotskog tlaka u vaskularnom sustavu. Njihova koncentracija manje je ovisna o dobi (Szabo i sur., 2013.), što je suglasno s rezultatima našeg istraživanja. Koncentracija albumina slična je koncentraciji u jelena lopatara koju su ustvrdili Vengušt i sur. (2006.), a nešto je viša od koncentracije u jelena običnog (Barić Rafaj i sur., 2011.). Kolesterol je strogo reguliran i pokazuje samo blage godišnje varijacije koje su povezane s hranidbenim promjenama (Bartley, 1980.). Koncentracija kolesterola bila je značajno ( $P<0,05$ ) viša (2,26: 1,49 mmol/L) u mladim jelena lopatara u odnosu na odrasle tijekom dviju godina istraživanja. Kolesterol, kao sastavnica stanične membrane, integriran je u morfološku i staničnu strukturu mišića (Hohelscher i sur., 1988., Horgan i Kuypers, 1988.). Odogovarajuća razina kolesterola

u krvi nužna je za postizanje tjelesne mase u uzgoju životinja. Ustvrdena je značajno ( $P<0,05$ ) viša koncentracija HDL kolesterola (1,66 mmol/L i 1,16 mmol/L) u mladim jelena lopatara. S obzirom na tretman, ustvrdena je značajno ( $P<0,05$ ) niža koncentracija LDL kolesterola tijekom prve godine istraživanja u mladim jelena u odnosu na mlade jelene druge godine. Vrijednosti Fe od 20  $\mu\text{mol/L}$  do 35  $\mu\text{mol/L}$  u serumu karakteristične su za jelene lopatara (Kolb i sur., 1995.). Naše vrijednosti su u skladu s navedenim rasponom. U tom rasponu bila je i koncentracija Fe u srneće divljači (Vengušt i sur., 2006.). Efikasnost resorpcije željeza ovisi o potrebama organizma i stanju zaliha.

Utvrđene koncentracije ukupnih proteina bile su u granicama referentnog raspona (ukupni proteini = 56,03-69,68 g/L; globulini = 28,84-39,40 g/L) koji je određen u plazmi jelena običnog (Kučer i sur., 2013.). Prema Thrall-u (2004.) koncentracija ukupnih proteina u serumu povećava se sa starosti jelena, a Kraf i Dürr (1999.) utvrdili su nižu koncentraciju ukupnih proteina u teladi u odnosu na odraslu životinju. O najnižoj koncentraciji ukupnih proteina (43 g/L) u krvi uzetoj iz srca odstrijeljene životinje izvjestili su Pav i sur. (1975.). I u našem istraživanju koncentracija ukupnih proteina bila je veća u odraslih jelena (62,20:50,11 g/L;  $P<0,05$ ), ali pokusni model na to nije utjecao. Koncentracija globulina bila je podjednaka prve i druge godine istraživanja. Koncentracija imunoglobulina G nakon dopunske hranidbe uz dodatak selena bila je numerički viša (3,61:2,77 g/L), ali ne značajno viša ( $P>0,05$ ).

Selen je gradivni element brojnih selenoproteina, između kojih je i glutation peroksidaza (GPx) koja je dijelom enzimatskog antioksidativnog sustava i regulira oksidativni stres kojeg prouzroče reaktivni kisikovi radikali. Iako u našem pokusnom modelu



primijenjene koncentracije dodatka organskoga selena nisu dovele do značajnih promjena u hematološkim i biokemijskim pokazateljima, vidljiv je trend pozitivnog utjecaja, a aktivnost GPx bila je statistički značajno ( $P < 0,05$ ) veća u drugoj godini istraživanja (Vukšić i sur., 2018.), što se može pripisati povećanoj bioraspoloživosti selena zbog dodatka u hrani.

## Zaključak

Dodatak selena nije utjecao na hematološke i biokemijske pokazatelje, a ni na humoralni odgovor u jelena lopatara. Ustvrdene su značajno veće koncentracije ukupnih proteina, globulina i IgG u odraslih jelena u odnosu na mlade jelene lopatara tijekom obje godine istraživanja. Stabilno kretanje metaboličkih pokazatelja ukazuje da dodatak selena nije imao negativan učinak na energetske metabolizam i zdravlje jelena lopatara. Visoka koncentracija glukoze odgovor je na stres zbog odstrijela.

## Literatura

1. ALADROVIĆ, J., M. PAVKOVIĆ, B. BEER-LJUBIĆ, L. VRANKOVIĆ and Z. STOJEVIĆ (2018): Metabolic profile in Holstein dairy cow herd. Vet. stn. 49, 9-18. (In Croatian).
2. BARIĆ RAFAJ, R., B. TONČIĆ, I. VICKOVIĆ and B. ŠOŠTARIĆ (2011): Haematological and biochemical values of farmed red deer (*Cervus elaphus* L.). Vet. arhiv 81, 513-523.
3. BARTLEY, J. C. (1980): Lipid metabolism and its diseases. In: Clinical biochemistry of domestic animals. Kaneko, J. J. (ed.). Academic Press, New York, USA, pp. 106-141.
4. DANIELS, L. A. (1996): Selenium metabolism and bioavailability. Biol. Trace Elem. Res. 54, 185-199.
5. EDMONDSON, A. J., B. B. NORMAN and I. D. SUTHER (1993): Survey of state veterinarians and state veterinary diagnostic laboratories for selenium deficiency and toxicosis in animals. JAVMA 202, 865-874.
6. FOWLER, M. E. and R. E. MILLER (2003): Zoo and wild animal medicine. Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania, USA.
7. HARTWIG, H. and H. G. HARTWIG (1985): Structural characteristic of the mammalian spleen indicating storage and release of red blood cells:

aspects of evolutionary and environmental demands. *Experientia* 41, 159-163.

8. HOELSCHER, L. M., J. W. SAVELL, S. B. SMITH and H. R. CROSS (1988): Subcellular distribution of cholesterol within muscle and adipose tissues of beef loin steaks. *J. Food Sci.* 53, 718-722.
9. HORGAN, D. and R. KUYPERS (1988): Effect of high pressure treatment on rabbit longissimus dorsi muscles on the microsomal membranes. *Meat Sci.* 24, 1-10.
10. JAIN, N. C. (1993): *Essentials of Veterinary Hematology*. Philadelphia, Lea & Febiger, pp. 222-257.
11. KOLB, E., R. LIPPMANN, S. EICHLER, M. LEO and H. ROSIGKEIT (1995): Biochemical studies of fallow deer (*Dama dama* L.). II. Plasma concentrations of sodium, potassium, chloride, iron, iron binding capacity, copper and zinc (German). *Tierarztl. Umschau* 50, 626-631.
12. KRAFT, W. and U. M. DÜRR (1999): Serum-Protein. In: *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*, Kraft, W., U. M. Dürr, (Ed.), Schattauer, Stuttgart, Germany. Pp. 148-155.
13. KREUTZIGER, J., A. RAFETSEDER, S. MATHIS, V. E. WENZEL, R. ATTAL and S. SCHMID (2015): Admission blood glucose predicted haemorrhagic shock in multiple trauma patients. *Injury* 46, 15-20.
14. KUČER, N., J. KULEŠ, R. BARIĆ RAFAJ, J. TONČIĆ, I. VICKOVIĆ, I. ŠTOKOVIĆ, D. POTOČNJAK and B. ŠOŠTARIĆ (2013): Mineral concentrations in plasma of young and adult red deer. *Vet. arhiv* 84, 425-434.
15. NEMI, C. J. (1993): *Essential of veterinary hematology* Lea and Febinger Philadelphia, pp. 57-71.
16. PAV, J., D. ZAJIČEK, and M. DVORAK (1975): Kliničke vyšetreni krve srnčí zvere (*Capreolus capreolus* L.) a dančí zvere (*Dama dama* L.) prirodzene invadovane parazity. *Vet. Med. Czech* 20, 215-221.
17. PEDRERO, Z. and Y. MADRID (2009): Novel approaches for selenium speciation in foodstuffs and biological specimens: A review. *Anal. Chim. Acta* 634, 135-152.
18. POLJIČAK-MILAS, N., A. SLAVICA, Z. JANICKI, T. S. MARENJAK and E. KOLIĆ (2006): Comparison of serum biochemical parameters between red (*Cervus elaphus* L.) and fallow deer (*Dama dama* L.) in Moslavina Region of Croatia. *Vet. arhiv* 76, 229-238.
19. POLJIČAK-MILAS, N., A. SLAVICA, Z. JANICKI, M. ROBIĆ, M. BELIĆ and S. MILINKOVIĆ-TUR (2004): Serum biochemical values in fallow deer (*Dama dama* L.) from different habitats in Croatia. *Eur. J. Wildlife Res.* 50, 7-12.
20. RAYMAN, P. R. (2008): Food-chain selenium and human health: Emphasis on intake. *Br. J. Nutr.* 100, 254-268.
21. SZABO, A., J. NAGY, J. BOKOR, H. FEBEL, R. ROMVARI, D. JONAS, D. MEZOSTERTNGYORGYI and P. HORN (2013): Clinical chemistry of farmed red deer (*Cervus elaphus*) yearling hinds reared on grass or papilionaceous pasture paddocks in Hungary. *Archiv Tierz.* 56, 443-454.

22. THOMSON, C. D. (1998): Selenium speciation in human body fluids. *Analyst* 123, 827-831.
23. THORN, C. (2000): Normal Hematology of the Deer. In: Schalm's Veterinary Hematology, 5<sup>th</sup> ed., Feldman, B. F., Zinkl, J. G., Jain, N. C. (eds.). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, Pennsylvania, pp. 391-404.
24. THRALL, M. A. (2004): Veterinary Hematology and Clinical Chemistry. Thrall, M. A. (ed.) Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, USA.
25. VELLUCCI, S. V. (1997): The autonomic and behavioural response to stress. In: Buckingham, J. C., Gilles, G. E., Cowell, A. E. (eds.), Stress, stress hormones and the immune System, Chichester, pp. 49-70.
26. VENGUŠT, G. and A. BIDOVEC (2002): Some serum chemistry values of fallow deer (*Dama dama* L.) in Slovenian hunting enclosures. *Vet. arhiv* 72, 205-212.
27. VENGUŠT, G., M. KLINKON, A. VENGUŠT and A. BIDOVEC (2002): Biochemical parameters in blood of farmed fallow deer (*Dama dama* L.). *Z Jagdwiss.* 48, 226-233.
28. VENGUŠT, G., D. ŽELE, S. KOBAL and A. BIDOVEC (2006): Haematological and biochemical values of farmed fallow deer (*Dama dama* L.) after using different methods of capture. *Vet. arhiv* 76, 189-197.
29. VUKŠIĆ, N., M. ŠPERANDA, Z. LONČARIĆ, M. ĐIDARA, E. LUDEK and I. BUDOR (2018): The effect of dietary selenium addition on the concentrations of heavy metal in the tissues of fallow deer (*Dama dama* L.) in Croatia. *Env. Sci. Poll. Res.* 94, 1-11. doi:10.1007/s11356-018-1406-7.
30. WOODBURY, M. (2002): Normal Hematology and Serum Chemistry Values for Red Deer (*Cervus elephus* L.). Western College of Veterinary Medicine, Saskatoon, Canada.
31. ŽELE, D. and G. VENGUŠT (2012): Biochemical indicators in serum of free-ranging roe deer (*Capreolus capreolus* L.) in Slovenia. *Acta Vet. Brno* 81, 377-381.

## The influence of the addition of dietary selenium on the haematological and biochemical parameters in fallow deer (*Dama dama* L.)

Neška VUKŠIĆ, BSc, PhD, Ivica BUDOR, BSc, Croatian Hunting Association, Croatia; Mislav ĐIDARA, DVM, PhD, Assistant Professor, Martina PAVIĆ, MNutr., Marcela ŠPERANDA, DVM, PhD, Full Professor, J. J. Strossmayer University Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Osijek, Croatia

Selenium is an essential element that is involved in numerous physiological processes and accordingly, its inclusion in the feed of both domestic and game animals is advised. The form of selenium affects its bioavailability and the availability of seleno-aminoacids for the synthesis of selenoproteins. As part of the enzymatic system, it participates in thyroid gland metabolism, and plays an important role in the functioning of the antioxidation system. The aim this study was to determine the influence of organic selenium (Selplex<sup>®</sup>, Alltech, USA) in the amount of 0.5 mg/kg DM in feed mixture on the hematologic and biochemical indicators of fallow deer. The study was conducted on 40 deer over a two-year period. Animals were divided into two groups: young up to 2 years and adults 2-9 years old. The feed mixture was offered for

60 days at the end of the summer season. The trend of increasing the total protein, globulin and immunoglobulin G levels in adult deer fed with a selenium supplement was established, but without significance. The concentration of LDL cholesterol was significantly ( $P < 0.05$ ) higher in adult deer fed selenium supplement. The drop in iron concentrations in the second year is a sign that animals actually received a higher amount of selenium than in the first year. Given that there were no significant differences in the results of hematological and biochemical indicators, re-examination of the normative for the required selenium concentrations as a supplement in the feed mixture is recommended.

**Key words:** fallow deer; organic selenium; hematological parameters; biochemical parameters