

Wpływ różnych form selenu na jego retencję w wybranych tkankach jagniąt*)

AGNIESZKA CHAŁABIS-MAZUREK, GRAŻYNA WAŁKUSKA

Zakład Toksykologii i Ochrony Środowiska Katedry Przedklinicznych Nauk Weterynaryjnych
Wydziału Medycyny Weterynaryjnej UP, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin

Chałabis-Mazurek A., Wałkuska G.

Influence of different forms of selenium on its retention in selected tissues of lambs

Summary

The objective of the study was to evaluate the efficacy of two selenium sources (sodium selenite and Se enriched yeast) in terms of its concentration in the liver, heart, kidneys and skeletal muscles of lambs. The experiment was conducted on 48 lambs divided into 3 groups, each consisting of 16 animals: group I (the control group) – received no additional selenium, group II – received 0.2 mg Se/day/animal (Se enriched yeast) for 1 month, group III – received 0.2 mg Se/day/animal (Na_2SeO_3) for 1 month. Tissue samples for analyses were collected after slaughter, after 2 and 4 weeks of the oral administration of selenium and in the 6th and 8th weeks of treatment (after the end of selenium supplementation). Selenium was determined in the samples after microwave mineralization using the atomic absorption spectrometer SpektrAA 220Z with electrothermal atomization and Zeeman background correction, Varian. The research results revealed that selenium supplement has increased selenium concentration in lamb tissues and organs. The best performance was observed in the lamb group fed the yeast selenium improved diet. The highest selenium level was determined in lamb kidneys and liver, while the lowest in the heart. The selenium content in lamb tissues and organs recorded in the final stage of the experiment indicated a deficit of this element in the organism. Therefore, it is recommended to improve lamb diet with a selenium dose established on the basis of the selenium status of the animal's organism as well as to determine selenium content in the sources of this element.

Keywords: sheep, selenium, liver, heart, kidney, skeletal muscles

Utrzymanie prawidłowego stanu zdrowotnego zwierząt oraz ich rozwój zależne są od właściwego stężenia pierwiastków i ich wzajemnych proporcji w tkankach. Jednym z podstawowych pierwiastków śladowych warunkujących prawidłowe funkcjonowanie żywego organizmu jest selen. Biologiczna funkcja selenu jest złożona i wynika głównie z jego obecności w białkach enzymatycznych (1). Niedostateczne zaopatrzenie organizmu w ten pierwiastek powoduje spadek jego zawartości we wszystkich narządach, czego konsekwencją może być upośledzenie ich funkcji. Niedobór selenu w tkankach powoduje obniżenie produktywności zwierząt i wywołuje u nich wiele enzootycznych schorzeń typu dystrofii mięśniowych, zwyrodnień wątroby i serca (15, 20). Biodostępność selenu zależy od składu pożywienia, formy występowania, indywidualnych właściwości organizmu zwierzęcego, jak i interakcji z innymi pierwiastkami. Forma selenu istotnie wpływa na retencję tego pierwiastka w organizmie. Z licznych badań wynika, że związki organiczne selenu w porównaniu z mineralnymi są efektywniej wchłaniane z przewodu pokarmowego. Związki nieorganiczne wykazują dużą podatność na redukcję przez bakterie, dlatego celowym jest stosowanie u przeżuwaczy organicznych połączeń selenu, głównie drożdży seleno-

wych, których ściany komórkowe skutecznie chronią selen przed działaniem bakterii zważca (8). Zawartość selenu w poszczególnych tkankach i narządach zwierząt jest również istotna z uwagi na fakt, że produkty pochodzenia zwierzęcego zajmują ważną pozycję w żywieniu człowieka (10). Zapewnienie optymalnego poziomu tego pierwiastka w wątrobie, nerkach i sercu, wykorzystywanych przez człowieka jako uboczne produkty jadalne oraz w cennych wyrobach tuszy jagnięcej: udziec i antrykot, może stanowić potencjalne źródło selenu dla ludzi.

Celem badań była ocena wpływu doustnej podaży różnych form selenu na jego retencję w wybranych tkankach i narządach jagniąt, jako bezpiecznego źródła tego pierwiastka dla ludzi.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 48 jagniętach, tryczkach syntetycznej linii plenno-mięsnej BCP, o średniej masie ciała 3-5 kg, w wieku 5 tygodni. W trakcie doświadczenia jagnięta odchowywano przy matkach i dokarmiano je sianem łąkowym i gnietionym owsem. Zwierzęta podzielono na 3 równe grupy, przy czym 2 z nich począwszy od 5. tygodnia życia otrzymywały doustnie preparaty selenowe. Grupę I stanowiły jagnięta kontrolne, nie otrzymujące żadnych dodatków mineralnych. Jagniętom grupy II podawano drożdże wzbogacone w selen (Sel-plex firmy Alltech), zawierające 200 µg czystego selenu. Grupę III stanowiły jagnięta otrzymujące również selen w tej samej daw-

*) Badania wykonane w ramach projektu badawczego Nr 2 P06Z 034 30 finansowanego przez KBN.

ce, ale w postaci seleninu sodu. Preparaty w postaci tabletek podawano doustnie, codziennie przez okres 4 tygodni, w czasie rannego karmienia. Po 2 i 4 tygodniach podawania preparatów oraz po 2 i 4 tygodniach od momentu zaprzestania suplementacji po 4 zwierzęta z każdej grupy poddano ubojowi w celu pozyskania próbek narządów (wątroba, nerki, serce) oraz mięśni szkieletowych (najdłuższy grzbietu *longissimus dorsi* i półbłoniasty uda *semimembranosus*).

Zawartość selenu w tkankach i narządach określono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z wykorzystaniem spektrometru absorpcji atomowej ze wzbudzeniem elektrotermicznym i deuterową korekcją tła Zeeman, SpektAA 220Z firmy Varian. Przed oznaczeniem przeprowadzono rozkład próbek na moko z wykorzystaniem mikrofal, polegający na ogrzewaniu próbki z kwaśną mieszaniną utleniającą i pod zwiększonym ciśnieniem w piecu mikrofalowym Multiwave 3000 firmy Anton Paar. Równoległe z badaną próbką prowadzono mineralizację próby odczynnikowej i certyfikowanego materiału odniesienia NIST 1570a (bovine muscle powder).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, stosując wieloczynnikową analizę wariancji. Obliczenia statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem programu statystycznego Statistica. Istotność różnic pomiędzy grupami oszacowano przy użyciu testu Duncana.

Wyniki i omówienie

Wyniki badań dotyczące poziomu selenu w wątrobie jagniąt przedstawiono w tab. 1. Stężenie selenu w wątrobie jagniąt grupy kontrolnej należy ocenić jako zbyt niskie, wskazujące na stan marginalnego zaopatrzenia lub wręcz niedoboru tego mikroelementu u badanych jagniąt (3). Po zastosowaniu suplementacji selenem stężenie tego pierwiastka wzrosło istotnie u owiec otrzymujących drożdże selenowe (grupa II) i różniło się istotnie zarówno w porównaniu do grupy kontrolnej (grupa I), jak i otrzymującej selenin sodu (grupa III). Stwierdzona w 4. tygodniu badań najwyższa zawartość selenu w grupie II była ponad 2-krotnie wyższa w porównaniu do grupy III, natomiast w porównaniu do grupy kontrolnej była ponad 4,5 razy większa i osiągnęła wartość 0,735 mg/kg. Podobne wyniki uzyskali także inni autorzy (13, 19). Istotnie wyższe stężenie selenu w wątrobie jagniąt po suplementacji organiczną formą tego pierwiastka w porównaniu do jego połączenia mineralnego w tej samej dawce wynika prawdopodobnie z różnicy w metabolizmie tych dwóch form (17, 18). Obniżenie koncentracji selenu wykazane w grupie II i III po zakończeniu dożywiania mineralnego może potwierdzać spostrzeżenia niektórych autorów sugerujących, iż zawartość selenu w narządach, a szczególnie w wątrobie, jest uwarunkowana jego stężeniem w diecie i maleje wraz ze spadkiem podaży tego mikroelementu (14, 19). Pomimo tendencji spadkowej koncentracja tego pierwiastka w grupie II po dwóch tygodniach od momentu zakończenia suplementacji była istotnie wyższa w porównaniu do grupy kontrolnej (0,104 mg/kg) i grupy III, otrzymującej selenin sodu (0,160 mg/kg). Należy zauważyć jednak, że stężenie selenu w wątrobie jagniąt, stwierdzone w końcowym okresie doświadczenia kształtowało się na poziomie wskazującym na niedobór selenu w organizmie.

Analiza zawartości selenu w nerkach jagniąt grupy kontrolnej wykazała, że nerki obok wątroby stanowią narząd, w którym następuje najwyższa retencja tego mikroelementu (tab. 2). Podobne spostrzeżenia opisali Daun

Tab. 1. Zawartość selenu (mg/kg świeżej tkanki) w wątrobie jagniąt w czasie i po suplementacji diety różnymi formami selenu

Grupa	Okres suplementacji		Okres bez suplementacji	
	Tydzień trwania doświadczenia			
	2	4	6	8
Kontrolna (1)	0,117 ^A 0,003	0,159 ^A 0,069	0,104 ^A 0,011	0,174 0,049
Sel-plex 200 µg/dzień (2)	0,477 ^B 0,081	0,735 ^B 0,063	0,365 ^B 0,013	0,181 0,091
Selenin sodu 200 µg/dzień (3)	0,180 ^A 0,006	0,349 ^A 0,199	0,160 ^A 0,054	0,117 0,005

Objaśnienia do tab. 1-5: statystycznie istotne różnice pomiędzy grupami oznaczono różnymi literami: a, b, c – $p \leq 0,05$; A, B, C – $p \leq 0,01$

Tab. 2. Zawartość selenu (mg/kg świeżej tkanki) w nerkach jagniąt w czasie i po suplementacji diety różnymi formami selenu (n = 16; $\bar{x} \pm s$)

Grupa	Okres suplementacji		Okres bez suplementacji	
	Tydzień trwania doświadczenia			
	2	4	6	8
Kontrolna (1)	1,192 ^A 0,021	1,122 ^A 0,120	0,778 ^{Aa} 0,039	0,625 ^A 0,035
Sel-plex 200 µg/dzień (2)	1,439 ^B 0,062	1,592 ^B 0,018	1,548 ^{Bb} 0,046	1,323 ^B 0,053
Selenin sodu 200 µg/dzień (3)	1,575 ^C 0,050	1,701 ^C 0,033	1,103 ^{Ba} 0,129	0,816 ^C 0,100

i Akesson (6). Stosowanie suplementacji selenem przyczyniło się istotnie do wzrostu koncentracji tego pierwiastka w obu grupach, w których prowadzono suplementację diety. Najwyższa zawartość tego pierwiastka stwierdzona w grupie III, otrzymującej selenin sodu, różniła się istotnie zarówno w porównaniu z grupą kontrolną, jak i z grupą II, której podawano drożdże wzbogacone w selen. Podobne wyniki uzyskali Mynhardt i wsp. (12). Po zakończeniu suplementacji stwierdzono istotne obniżenie stężenia selenu w nerkach jagniąt grupy III, podczas gdy w grupie II koncentracja tego pierwiastka utrzymała się na poziomie zbliżonym do wykazanego w okresie, w którym podawano jagniętom preparaty selenowe. Zawartość selenu w nerkach w tym okresie doświadczenia w obu grupach otrzymujących dodatki mineralne była istotnie wyższa niż w grupie kontrolnej. Istotne różnice w poziomie selenu stwierdzono także pomiędzy grupami, w których prowadzono suplementację selenem.

Selen jest pierwiastkiem niezwykle istotnym dla prawidłowego funkcjonowania serca. Wchodzi w skład enzymu kontrolującego tworzenie białka mięśniowego, w tym białka mięśnia sercowego. Współdziałając z witaminą E, zaopatruje w tlen komórki mięśniowe, w szczególności mięsień sercowy (9). Stosowanie doustnej suplementacji selenem przyczyniło się istotnie do wzrostu stężenia tego pierwiastka w mięśniu sercowym jagniąt grupy II, otrzymujących drożdże selenowe (tab. 3). U jagniąt otrzymujących selenin sodu (grupa III) koncentracja selenu zbliżona była do poziomu w grupie kontrolnej. Najwyższa zawartość tego pierwiastka stwierdzona w grupie II w 2. tygodniu prowadzenia suplementacji różniła się

Tab. 3. Zawartość seleniu (mg/kg świeżej tkanki) w mięśniu sercowym jagniąt w czasie i po suplementacji diety różnymi formami seleniu (n = 16; $\bar{x} \pm s$)

Grupa	Okres suplementacji		Okres bez suplementacji	
	Tydzień trwania doświadczenia			
	2	4	6	8
Kontrolna (1)	0,09 ^A 0,01	0,11 ^A 0,01	0,07 ^A 0,01	0,08 ^a 0,009
Sel-plex 200 µg/dzień (2)	0,20 ^B 0,02	0,21 ^B 0,01	0,16 ^B 0,01	0,12 ^b 0,03
Selenin sodu 200 µg/dzień (3)	0,10 ^A 0,03	0,13 ^A 0,01	0,15 ^A 0,02	0,08 ^a 0,006

Tab. 4. Zawartość seleniu (mg/kg świeżej tkanki) w mięśniu półbłoniastym z udźca jagniąt w czasie i po suplementacji diety różnymi formami seleniu (n = 16; $\bar{x} \pm s$)

Grupa	Okres suplementacji		Okres bez suplementacji	
	Tydzień trwania doświadczenia			
	2	4	6	8
Kontrolna (1)	0,034 ^A 0,001	0,032 ^A 0,001	0,027 ^A 0,005	0,033 ^A 0,001
Sel-plex 200 µg/dzień (2)	0,053 ^B 0,005	0,094 ^B 0,003	0,062 ^B 0,002	0,056 ^B 0,005
Selenin sodu 200 µg/dzień (3)	0,038 ^A 0,001	0,038 ^A 0,001	0,043 ^A 0,003	0,040 ^A 0,002

Tab. 5. Zawartość seleniu (mg/kg świeżej tkanki) w mięśniu najdłuższym grzbiecie jagniąt w czasie i po suplementacji diety różnymi formami seleniu (n = 16; $\bar{x} \pm s$)

Grupa	Okres suplementacji		Okres bez suplementacji	
	Tydzień trwania doświadczenia			
	2	4	6	8
Kontrolna (1)	0,034 0,003	0,030 ^A 0,010	0,026 ^A 0,010	0,028 ^A 0,001
Sel-plex 200 µg/dzień (2)	0,049 0,006	0,067 ^B 0,020	0,056 ^B 0,019	0,052 ^B 0,007
Selenin sodu 200 µg/dzień (3)	0,038 0,008	0,039 ^A 0,012	0,036 ^A 0,008	0,036 ^A 0,002

istotnie zarówno w porównaniu z grupą kontrolną, jak i grupą III. Podobne zależności zaobserwowano po 4. tygodniu podawania preparatów selenowych. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach innych autorów (4, 5). Konsekwencją zaprzestania suplementacji selenem diety jagniąt było obniżenie koncentracji tego pierwiastka w mięśni sercowym jagniąt grupy II. W pozostałych grupach koncentracja tego pierwiastka nie podlegała istotnym zmianom przez cały okres doświadczenia. Pomimo spadku stężenia seleniu w grupie II zawartość tego mikroelementu utrzymała się na najwyższym poziomie i była istotnie wyższa w porównaniu do grupy kontrolnej i otrzymującej sole seleniu.

Zawartość seleniu w mięśniach jest istotna ze względu na konsumenta, gdyż udziec i antrykot należą do cennych wyrębów tuszy jagnięcej. Analiza danych zawartych w tab. 4 i 5 wykazała podobny wpływ suplementacji selenem na retencję tego pierwiastka w obu wyrębach. Stwierdzony poziom seleniu w analizowanych próbkach mięśni grupy kontrolnej należy ocenić jako zbyt niski

i wskazujący na niedobór tego mikroelementu (2). W okresie prowadzenia suplementacji istotny wzrost stężenia seleniu w obu mięśniach stwierdzono w grupie otrzymującej drożdże selenowe, podczas gdy w grupie otrzymującej selenin sodu stężenie tego pierwiastka kształtowało się na zbliżonym poziomie do grupy kontrolnej. Istotne różnice w koncentracji seleniu pomiędzy grupami II i III należy tłumaczyć formą, w jakiej podawany był ten pierwiastek badanym jagniętom. Wyższą skuteczność preparatów zawierających selen w postaci organicznej potwierdzają także badania innych autorów (7, 11, 16, 21). Po zaprzestaniu suplementacji stwierdzono spadek stężenia seleniu w grupie otrzymującej drożdże selenowe w porównaniu do pozostałych grup, u których koncentracja tego pierwiastka nie podlegała istotnym zmianom przez cały okres doświadczenia. Pomimo spadku koncentracja seleniu w grupie II w omawianym okresie była istotnie wyższa zarówno w porównaniu z grupą kontrolną, jak i otrzymującą nieorganiczną formę seleniu.

Piśmiennictwo

1. *Bik D. E.*: Selenobiałka u ssaków. *Medycyna Wet.* 2003, 59, 200-203.
2. *Bratakos M. S., Zafiropoulos T. F., Siskos P. A., Ioannou P. V.*: Selenium in foods produced and consumed in Greece. *J. Food Sci.* 1987, 52, 817-822.
3. *Całka S.*: Choroby owiec. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1981.
4. *Cristaldi L. A., McDowell L. R., Buergelt C. D., Davis P. A., Wilkinson N. S., Martin F. G.*: Tolerance of inorganic selenium in wether sheep. *Small Rumin. Res.* 2005, 56, 205-213.
5. *Cronjé M. C., van Ryssen J. B. J., Coetze R. J.*: Potential benefit of trace element supplementation of sheep on a low level of nutrition. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 2006, 36, 20-26.
6. *Daun Ch., Akesson B.*: Glutathione peroxidase activity, and content of total and soluble selenium in five bovine and porcine organs used in meat production. *Meat Sci.* 2003, 66, 801-807.
7. *Davis P. A., McDowell L. R., Wilkinson N. S., Buergelt C. D., van Alstyne R., Weldon R. N., Marshall T. T.*: Effects of selenium levels in ewe diets on selenium in milk and the plasma and tissue selenium concentrations of lambs. *Small Rumin. Res.* 2006, 65, 14-23.
8. *Grela E. R., Sembratowicz I.*: Organiczne związki seleniu. *Medycyna Wet.* 1997, 53, 385-386.
9. *Holben D. H., Smith A. M.*: The diverse role of selenium within selenoproteins: a review. *J. Am. Diet. Assoc.* 1999, 99, 836-843.
10. *Jiménez A., Andrés S., Sánchez J., Barrera R., Benito M., Maié M. C.*: Evaluation of different prophylactic methods against selenium deficiency in sheep grazing on range in Southwestern Spain. *Small Rumin. Res.* 1998, 29, 193-199.
11. *Molnar J., MacPherson A., Dixon J.*: Effect of supplementation with selenium on whole blood glutathione peroxidase activities and on plasma and tissue selenium concentrations in lambs. *Biol. Trace Elem. Res.* 1996, 55, 253-262.
12. *Mynhardt H., van Ryssen J. B. J., Coetze R. J.*: The effect of the heat processing of soybean seed on the metabolism of its selenium in lambs. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 2006, 128, 122-134.
13. *Ryssen J. B. J., van Coetze R. J., de Villiers J. F.*: Supplementation of selenium to sheep grazing kikuyu of ryegrass: I. Selenium status of unsupplemented sheep and animal performance upon supplementation. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 1999a, 29, 137-144.
14. *Ryssen J. B. J., van Coetze R. J., de Villiers J. F.*: Supplementation of selenium to sheep grazing kikuyu of ryegrass: II. Effect on selenium concentration in grass and body tissues. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 1999b, 29, 145-153.
15. *Stec A., Mochol J., Kurek Ł., Walkuska G., Chalabis-Mazurek A.*: The influence of different factors on selenium levels in dairy cow herds in the central-eastern region of Poland. *Pol. J. Vet. Sci.* 2005, 8, 225-229.
16. *Šimek J., Chládek G., Koutník V., Steinhäuser L.*: Selenium content of beef and its effect on drip and fluid losses. *Anim. Sci. Pap. and Rep.* 2002, 20, 49-53.
17. *Taylor J. B.*: Time-dependent influence of supranutritional organically bound selenium on selenium accumulation in growing wether lambs. *J. Anim. Sci.* 2005, 83, 1186-1193.
18. *Tiwary A. K., Panter K. E., Stiegelmeier B. L., James L. F., Hall J. O.*: Evaluation of the respiratory elimination kinetics of selenium after oral administration in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 2005, 66, 2142-2143.
19. *Valle G., McDowell L. R., Prichard D. L., Chenoweth P. J., Wright D. L., Martin F. G., Kunkle W. E., Wilkinson N. S.*: Effect of supplementing selenium to a beef cattle cow calf herd on tissue selenium concentration. *J. Anim. Vet. Adv.* 2003, 2, 126-132.
20. *van Metre D. C., Callan R. J.*: Selenium and Vitamin E. *Vet. North. Am. Food Anim. Pract.* 2001, 17, 373-402.
21. *Yeh J. Y., Qui-Ping G., Beilstein M. A., Forsberg M. A., Whanger P. D.*: Selenium influences tissue levels of selenoprotein W in sheep. *J. Nutr.* 1997, 127, 394-402.

Adres autora: dr Agnieszka Chalabis-Mazurek, ul. Akademicka 12, 20-033 Lublin; e-mail: agnieszka.mazurek@ar.lublin.pl