

Nutrition is one of the most important factors influencing animal health status. Special attention should be given to an adequate supply of microelements, including selenium. Selenium status of calf depends on selenium status of its mother. Selenium supplementation of pregnant cows can increase selenium levels in the offspring. Maternal selenium supplementation can improve colostrum quality and the IgG status of calf. Dietary selenium supplementation increases also concentration of selenium in meat. Dietary supplements containing selenium-enriched yeast are better selenium sources than those containing sodium selenite or sodium selenate. However, the excessive selenium intake can be toxic. Clinical signs characteristic of selenosis include alopecia and cracking of hooves. The aim of this paper was to present the various aspects connected with selenium in calf nutrition.

Keywords: veterinary nutrition, selenium supplementation, selenium toxicity, calf.

Żywnienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia. Szczególną uwagę należy zwrócić na odpowiednią podaż mikroelementów, między innymi selenu. Stopień zaopatrzenia bydła w selen zależy od jego zawartości

Selen w żywieniu cieląt. Część II. Suplementacja i toksyczność selenu

Adam Mirowski

w dawce pokarmowej, a także od dostępności biologicznej. W Polsce występuje powszechny niedobór selenu w glebie. Efektem jest zbyt niska zawartość tego pierwiastka w roślinach, co stwarza potrzebę suplementacji.

Stężenie selenu we krwi nowo narodzonych cieląt w dużym stopniu zależy od jego zawartości we krwi ich matek. Istnieje zatem możliwość poprawy stopnia zaopatrzenia cieląt w selen poprzez podawanie go ciężarnym krowom (1). Suplementacja selenu powoduje wzrost jego zawartości w łożysku. W jednych badaniach u krów, którym podano drogą pozajelitową preparat z selenem (30 mg) i alfa-tokoferolem (3000 j.m.), stężenie selenu w łożysku wynosiło 64 ppm. Dla porównania u krów, którym nie podano dodatku selenu, było niższe o 17 ppm (2). Według jednych badań cielęta są lepiej zaopatrzone w selen wówczas, gdy ich matki dostają dodatek tego pierwiastka w okresie późnej ciąży, zamiast po porodzie. Można sądzić, że selen w większym stopniu przenika z organizmu matki do organizmu jej potomstwa przez łożysko, a w mniejszym stopniu

drogą laktogenną. Badania te przeprowadzono na krowach z niedoborem selenu. Zauważono, że podawanie selenu (w postaci seleninu sodu) przez piętnaście dni przed porodem w dawce dziennej wynoszącej 13 mg pozwala na osiągnięcie prawidłowego stopnia zaopatrzenia zarówno krów, jak i cieląt (3). Duże znaczenie ma postać chemiczna selenu dodawanego do diety ciężarnych krów. Efektem zastosowania drożdży selenowych, zamiast selenu w formie nieorganicznej, jest wyższe stężenie selenu we krwi krów i nowo narodzonych cieląt. Wyższe stężenie selenu we krwi cieląt może utrzymywać się nawet w szczycie laktacji. Zastąpienie selenu w formie nieorganicznej drożdżami selenowymi stwarza możliwość zwiększenia zawartości tego pierwiastka w wydzielinie gruczołu mlekowego (4, 5, 6, 7). Forma chemiczna selenu podawanego krowom w okresie ciąży ma wpływ na ekspresję genów w jądrach ich nowo narodzonego potomstwa, między innymi genów uczestniczących w procesach steroidogenezy i spermatogenezy. Jeżeli te zmiany utrzymują się w okresie dojrzewania, to rodzaj dodatku

paszowego podawanego ciężarnym krowom może mieć wpływ na płodność dorosłych samców (8).

Zainteresowano się wpływem suplementacji selenu na wchłanianie immunoglobulin. Wykazano, że dodanie do siary selenu w postaci seleninu sodu w ilości 3 mg/l powoduje poprawę wchłaniania immunoglobulin IgG u nowo narodzonych cieląt (9). Później stwierdzono, że podawanie drożdży selenowych krowom w okresie zasuszenia powoduje poprawę stopnia zaopatrzenia ich potomstwa w immunoglobulinę IgG. Dzieje się tak mimo prawidłowej zawartości selenu w diecie krów (dawka pokarmowa z dodatkiem seleninu sodu w ilości dostarczającej 0,3 mg selenu/kg suchej masy; 10).

Efekt podania cielętom preparatu selenowego zależy od stopnia zaopatrzenia organizmu w ten pierwiastek. W dużym stopniu zależy zatem od ilości selenu pobieranego przez ciężarne krowy, gdyż ma to wpływ na zawartość selenu u ich potomstwa. W jednych badaniach dwukrotne podanie preparatu z selenem i witaminą E nie spowodowało wzrostu stężenia selenu w surowicy krwi cieląt, których matki otrzymywały w okresie zasuszenia dodatek selenu w dawce wynoszącej 5 mg dziennie. Jednokrotne podanie tego preparatu spowodowało wzrost stężenia selenu w surowicy krwi cieląt, których matki nie dostawały dodatku selenu. Dwukrotne podanie preparatu było potrzebne do osiągnięcia wzrostu stężenia selenu u potomstwa krów otrzymujących dodatek tego pierwiastka w dawce wynoszącej 1 mg dziennie (11).

Selen jest jednym z najważniejszych antyoksydantów pokarmowych. Z tego powodu budzi coraz większe zainteresowanie nie tylko w żywieniu zwierząt, ale również człowieka. Zainteresowano się możliwością wzbogacania żywności, między innymi mięsa. Opublikowano badania nad wpływem suplementacji selenu na mięso cielęce. Cielęta były żywione dawką pokarmową, w której zawartość selenu wynosiła 0,095–0,128 lub 0,50 mg/kg suchej masy. Efektem suplementacji selenu, który zastosowano w formie drożdży selenowych, było ponad dwa razy wyższe stężenie tego pierwiastka w mięśniach. Dodatkowo stwierdzono wyższą aktywność peroksydazy glutationowej w mięśniach (o 56%) i wątrobie (o 67%; 12). W innej pracy zbadano zawartość selenu w wątrobie, nerkach i mięśniach odsadzonych cieląt. Średnie stężenia selenu u osobników nieotrzymujących dodatku tego pierwiastka wynosiły odpowiednio 0,12; 0,63 i 0,05 ppm. Podanie drogą pozajelitową preparatu z nieorganicznym selenem i witaminą E, w ilości dostarczającej 0,0825 mg selenu/kg m.c., spowodowało szybki wzrost stężenia selenu

w wątrobie i nerkach. Później zaczęło powoli obniżyć się, niemniej jednak nawet ponad trzy tygodnie po podaniu preparatu zawartość selenu w tych narządach była podwyższona (13).

Selen często łączy się z innymi składnikami odżywczymi, głównie z witaminą E, co wynika z jej właściwości antyoksydacyjnych. Selen może być stosowany razem z innymi mikroelementami. Niedawno opublikowano badania przeprowadzone w dwóch amerykańskich fermach bydła mlecznego, w których cielęta otrzymywały podskórnie preparat zawierający 5 mg selenu, 60 mg cynku, 10 mg manganu i 15 mg miedzi. Stwierdzono, że podanie mikroelementów cielętom w trzecim i trzydziestym dniu życia powoduje zwiększenie aktywności neutrofilów i peroksydazy glutationowej, a także stwarza możliwość ograniczenia występowania niektórych chorób. Nie odnotowano wpływu suplementacji na przyrosty masy ciała i przeżywalność cieląt (14).

Poprawę stopnia zaopatrzenia zwierząt w selen można osiągnąć nie tylko dzięki używaniu preparatów z selenem, ale również poprzez skarmianie pasz wytwarzanych z roślin rosnących na glebach nawożonych tym pierwiastkiem. Wykazano korzystny wpływ wzbogaconego siana na układ immunologiczny starszych cieląt. Stwarza to możliwość zmniejszenia śmiertelności i poprawy tempa wzrostu młodego bydła mięsnego utrzymywanego na terenach ubogich w selen. Prawidłowa podaż selenu ma szczególne znaczenie wówczas, gdy cielęta są narażone na działanie czynników stresowych, na przykład w okresie okołoodsadzeniowym. Wtedy młody organizm może mieć zwiększone zapotrzebowanie na ten pierwiastek (15, 16).

Selen jest pierwiastkiem niezbędnym dla organizmu i musi być dostarczany z paszą, lecz jego nadmiar może doprowadzić do zatrucia. W badaniach nad ostrą toksycznością nowo narodzone cielęta padły w ciągu doby od podania drogą pozajelitową (iniekcja domięśniowa) pojedynczej dawki seleninu sodu w ilości odpowiadającej 2 mg selenu/kg m.c. Nie stwierdzono poważniejszych objawów klinicznych po podaniu dwa razy mniejszej dawki (17). W badaniach nad efektami długotrwałego podawania starszym cielętom podwyższonych dawek selenu w formie seleninu sodu (0,25 mg/kg m.c. dziennie) objawy zatrucia zaczęły pojawiać się po 45–60 dniach (przede wszystkim wyłysienia i uszkodzenia racic). Po zastosowaniu dawki wynoszącej 0,1 mg/kg m.c. dziennie wystąpiły tylko niewielkie zmiany. Długotrwałe podawanie seleninu sodu doprowadziło do zmniejszenia się liczby leukocytów we krwi (18). Zatruciu selenem towarzyszy nasilony stres oksydacyjny (19). Nadmierna

podaż selenu w diecie ciężarnych krów może mieć niekorzystny wpływ na płód. Zatrucie selenem może doprowadzić do poronienia. Może dojść do zwiększenia śmiertelności młodych cieląt. Przeprowadzono badania, w których ciężarne krowy były żywione dawką pokarmową zawierającą 0,25; 6,0 lub 12,0 ppm selenu. Jedna krowa żywiona paszą zawierającą najwięcej selenu urodziła słabe cielę, które padło wkrótce po porodzie. W badaniach pośmiertnych wykryto podwyższone stężenie selenu w wątrobie, a zmiany patologiczne w sercu wskazywały na zatrucie tym pierwiastkiem (20).

Stężenie selenu w wydzielinie gruczołu mlekowego zależy od jego zawartości w dawce pokarmowej krów. Nadmierna podaż selenu w diecie krów stwarza zatem ryzyko zatrucia cieląt (21). Niemniej jednak już w latach 80. ubiegłego wieku opublikowano badania, w których stwierdzono, że młode cielęta dobrze znoszą wysokie stężenia selenu nieorganicznego w preparacie mlekozastępczym opartym na mleku odtłuszczonym. Efekty uboczne wystąpiły tylko po zastosowaniu preparatu o najwyższej zawartości selenu (10 ppm selenu w suchej masie, dodanego w formie selenianu sodu). Doszło do pogorszenia się wykorzystania paszy oraz obniżenia się przyrostów masy ciała i wartości hematokrytu. Jednocześnie zauważono, że wraz ze zwiększaniem podaży selenu następuje wzrost jego zawartości w krwi, mięśniach, nerkach, wątrobie, żółci i błonie śluzowej dwunastnicy (22). W badaniach przeprowadzonych na krowach mlecznych, bydle mięsnym, cielętach i jagniętach nie stwierdzono efektów ubocznych po zastosowaniu selenu w formie drożdży selenowych (*Saccharomyces cerevisiae*) w dawkach ponad dziesięć razy większych niż dopuszczalna w krajach Unii Europejskiej. Zastosowanie drożdży selenowych spowodowało zwiększenie zawartości selenu w dawce pokarmowej z 0,14–0,20 do 5,86–6,74 mg/kg suchej masy. Wysoka podaż selenu nie miała negatywnego wpływu na stan zdrowia, pobranie paszy i wyniki produkcyjne. Zwierzęta pobierające więcej seleny miały znacznie więcej tego pierwiastka we krwi. Towarzyszyła temu wyższa aktywność peroksydazy glutationowej (23).

Piśmiennictwo

1. Kincaid R.L., Hodgson A.S.: Relationship of selenium concentrations in blood of calves to blood selenium of the dam and supplemental selenium. *J. Dairy Sci.* 1989, 72, 259–263.
2. Hidiroglou M., Batra T.R., Roy G.L.: Changes in plasma alpha-tocopherol and selenium of gestating cows fed hay or silage. *J. Dairy Sci.* 1994, 77, 190–195.
3. Enjalbert F., Lebreton P., Salat O., Schelcher F.: Effects of pre- or postpartum selenium supplementation on selenium status in beef cows and their calves. *J. Anim. Sci.* 1999, 77, 223–229.

4. Gunter S.A., Beck P.A., Hallford D.M.: Effects of supplementary selenium source on the blood parameters in beef cows and their nursing calves. *Biol. Trace Elem. Res.* 2013, **152**, 204–211.
5. Gunter S.A., Beck P.A., Phillips J.K.: Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves. *J. Anim. Sci.* 2003, **81**, 856–864.
6. Weiss W.P., Hogan J.S.: Effect of selenium source on selenium status, neutrophil function, and response to intramammary endotoxin challenge of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2005, **88**, 4366–4374.
7. Pehrson B., Ortman K., Madjid N., Trafikowska U.: The influence of dietary selenium as selenium yeast or sodium selenite on the concentration of selenium in the milk of Suckler cows and on the selenium status of their calves. *J. Anim. Sci.* 1999, **77**, 3371–3376.
8. Cerny K.L., Garbacik S., Skees C., Burriss W.R., Matthews J.C., Bridges P.J.: Gestational form of Selenium in Free-Choice Mineral Mixes Affects Transcriptome Profiles of the Neonatal Calf Testis, Including those of Steroidogenic and Spermatogenic Pathways. *Biol. Trace Elem. Res.* 2016, **169**, 56–68.
9. Kamada H., Nonaka I., Ueda Y., Murai M.: Selenium addition to colostrum increases immunoglobulin G absorption by newborn calves. *J. Dairy Sci.* 2007, **90**, 5665–5670.
10. Hall J.A., Bobe G., Vorachek W.R., Estill C.T., Mosher W.D., Pirelli G.J., Gamroth M.: Effect of supranutritional maternal and colostrum selenium supplementation on passive absorption of immunoglobulin G in selenium-replete dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2014, **97**, 4379–4391.
11. Weiss W.P., Colenbrander V.F., Cunningham M.D.: Maternal transfer and retention of supplemental selenium in neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 1984, **67**, 416–420.
12. Skřivanová E., Marounek M., De Smet S., Raes K.: Influence of dietary selenium and vitamin E on quality of veal. *Meat Sci.* 2007, **76**, 495–500.
13. Van Vleet J.F.: Retention of selenium in tissues of calves, lambs, and pigs after parenteral injection of a selenium-vitamin E preparation. *Am. J. Vet. Res.* 1975, **36**, 1335–1340.
14. Teixeira A.G., Lima F.S., Bicalho M.L., Kussler A., Lima S.F., Felipe M.J., Bicalho R.C.: Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on immunity, health, and growth of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2014, **97**, 4216–4226.
15. Hall J.A., Bobe G., Hunter J.K., Vorachek W.R., Stewart W.C., Vanegas J.A., Estill C.T., Mosher W.D., Pirelli G.J.: Effect of feeding selenium-fertilized alfalfa hay on performance of weaned beef calves. *PLoS One* 2013, **8**, e58188.
16. Hall J.A., Bobe G., Vorachek W.R., Hujesiletu, Gorman M.E., Mosher W.D., Pirelli G.J.: Effects of feeding selenium-enriched alfalfa hay on immunity and health of weaned beef calves. *Biol. Trace Elem. Res.* 2013, **156**, 96–110.
17. MacDonald D.W., Christian R.G., Strausz K.I., Roff J.: Acute selenium toxicity in neonatal calves. *Can. Vet. J.* 1981, **22**, 279–281.
18. Rampal S., Kumar R., Randhawa C.S., Sood N.: Maturation arrest of neutrophils—a possible reason for the leucopenia in sodium selenite induced sub-chronic selenosis in cow calves. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 2008, **25**, 39–42.
19. Kaur R., Sharma S., Rampal S.: Effect of sub-chronic selenium toxicosis on lipid peroxidation, glutathione redox cycle and antioxidant enzymes in calves. *Vet. Hum. Toxicol.* 2003, **45**, 190–192.
20. Yaeger M.J., Neiger R.D., Holler L., Fraser T.L., Hurley D.J., Palmer I.S.: The effect of subclinical selenium toxicosis on pregnant beef cattle. *J. Vet. Diagn. Invest.* 1998, **10**, 268–273.
21. Panter K.E., James L.F.: Natural plant toxicants in milk: a review. *J. Anim. Sci.* 1990, **68**, 892–904.
22. Jenkins K.J., Hidiroglou M.: Tolerance of the preruminant calf for selenium in milk replacer. *J. Dairy Sci.* 1986, **69**, 1865–1870.
23. Juniper D.T., Phipps R.H., Givens D.I., Jones A.K., Green C., Bertin G.: Tolerance of ruminant animals to high dose in-feed administration of a selenium-enriched yeast. *J. Anim. Sci.* 2008, **86**, 197–204.