

# Organiczne formy selenu w żywieniu krów mlecznych

Adam Mirowski, Anna Didkowska<sup>1</sup>

z Katedry Higieny Żywności i Ochrony Zdrowia Publicznego Wydziału Medycyny Weterynaryjnej w Warszawie<sup>1</sup>

Żywnienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia i wyniki produkcyjne. Dawka pokarmowa powinna zawierać odpowiednie ilości wszystkich niezbędnych składników odżywczych, między innymi mikroelementów. Spośród nich selen budzi szczególnie zainteresowanie żywieniowców. Selen reguluje aktywność selenoprotein, między innymi peroksydazy glutationowej. Jest zaliczany do antyoksydantów pokarmowych. Jego niedobór w diecie krów może mieć niekorzystny wpływ na rozród, stan zdrowia i wyniki produkcyjne.

Stężenie selenu w surowicy krwi krów mlecznych jest niskie w okresie zasuszenia. Po porodzie dochodzi zaś do wzrostu stężenia. Najwyższe wartości notuje się we wczesnej laktacji (1, 2, 3). W badaniach przeprowadzonych przez polskich naukowców najwyższe stężenie selenu w surowicy krwi wykryto u wieloródek we wczesnej laktacji (średnio 0,18 µg/ml), a najniższe u krów w okresie zasuszenia (średnio 0,11 µg/ml). Ponadto we wczesnej laktacji obserwuje się najwyższą aktywność peroksydazy glutationowej w surowicy krwi (3).

Stopień zaopatrzenia krów w selen zależy przede wszystkim od jego podaży w diecie i formy chemicznej. Stężenie selenu w glebie jest jednym z głównych czynników wpływających na jego zawartość w roślinnych komponentach paszowych. Gleba w większości regionów Polski jest uboga w selen. Z tego względu zwraca się uwagę na potrzebę suplementacji, zwłaszcza w przypadku wysokowydajnych krów mlecznych. Dobrym źródłem selenu są drożdże selenowe, w których selen występuje w postaci związków organicznych. Jest on lepiej przyswajany przez krowy niż selen w formie nieorganicznej. Potwierdzają to badania przeprowadzone na krowach mlecznych żywionych dawkami pokarmowymi, w których zawartość selenu wynosiła 0,16; 0,30; 0,30 lub 0,45 mg/kg suchej masy. Pierwsza dawka pokarmowa nie zawierała dodatku selenu, druga zawierała selenin sodu (selen w formie nieorganicznej), a w trzeciej i czwartej były drożdże selenowe. Po kilkunastu tygodniach suplementacji stężenie selenu we krwi krów wynosiło odpowiednio 177, 208, 248 i 279 ng/g. Z kolei stężenie tego pierwiastka w mleku wynosiło odpowiednio 24, 38, 57 i 72 ng/g (4). Według amerykańskich danych mleko pozyskiwane od krów żywionych dawką pokarmową z dodatkami drożdży selenowych, zamiast nieorganicznych form selenu, zawiera więcej selenu średnio o prawie 0,4 µmol/l (5).

Amerykańscy naukowcy porównali efekty podawania drożdży selenowych i selenianu sodu (selen w formie nieorganicznej) krowom żywionym paszą z 0,2-procentowym dodatkiem siarki, która pogarsza wchłanianie selenu. Preparaty te dodawano do diety krów

## Organic forms of selenium in dairy cow nutrition

Mirowski A., Didkowska A.<sup>1</sup>, Department of Food Hygiene and Public Health Protection, Faculty of Veterinary Medicine, Warsaw University of Life Sciences – SGGW<sup>1</sup>

Selenium is an essential trace element. Selenium belongs to dietary antioxidants. It protects cells from oxidative damage. Selenium deficiency may impact dairy cow health, fertility and performance. Selenium status of dairy cows depends mainly on selenium intake and its chemical form. Selenium concentration in soil is one of the most important factors that affect levels of selenium in forages. Soils in different regions of Poland are poor in selenium. Selenium supplementation is reasonable, especially in cases of high-yielding dairy cows. Selenium-enriched yeast and selenium-fertilized forage are good sources of this microelement. They contain organic selenium that is better absorbed than inorganic forms of selenium. The aim of this paper was to present the aspects connected with use of organic forms of selenium in dairy cow nutrition.

**Keywords:** veterinary nutrition, organic selenium, supplementation, dairy cow.

w ostatnich dwóch miesiącach ciąży i pierwszym miesiącu laktacji w ilości odpowiadającej 0,3 mg selenu/kg suchej masy. Zastosowanie drożdży selenowych ograniczyło spadek stężenia selenu w surowicy krwi krów w okresie zasuszenia. Stężenie selenu uległo obniżeniu o 45% u krów otrzymujących selen w formie nieorganicznej. Dla porównania w przypadku zastosowania drożdży selenowych wartość ta wynosiła 23%. Stężenie selenu w surowicy krwi krów w czasie porodu i pod koniec pierwszego miesiąca laktacji było wyższe prawie półtora raza po użyciu drożdży selenowych. Według tych danych siara i mleko wytwarzane przez krowy pobierające paszę z dodatkiem drożdży selenowych charakteryzują się prawie dwa razy wyższym stężeniem selenu (6).

Wprowadzenie drożdży selenowych do diety krów powoduje szybki wzrost stężenia selenu w mleku. W jednych badaniach stężenie selenu w mleku ustabilizowało się po niespełna dwóch tygodniach od rozpoczęcia podawania krowom drożdży selenowych. W piątym dniu suplementacji stężenie wynosiło prawie 90% wartości notowanej po 12. dniu. Stężenie selenu w mleku zależy od dziennej dawki tego pierwiastka. Każdy miligram selenu pobrany w paszy zwiększa jego stężenie w mleku o 5 µg/kg (dotyczy to okresu, w którym stężenie selenu w mleku utrzymuje się na stałym poziomie) (7). W badaniach przeprowadzonych na krowach, którym podawano dodatek drożdży selenowych w ilościach dostarczających od 11 do 42 mg selenu dziennie, stwierdzono, że ilość selenu wydzielonego z mlekiem wzrasta w sposób liniowy wraz ze wzrostem podaży tego pierwiastka (8). Stężenie selenu w mleku stosunkowo szybko ulega obniżeniu po zakończeniu suplementacji.

Powraca do wartości początkowych w ciągu pierwszego miesiąca po zakończeniu podawania krowom drożdży selenowych w ilości dostarczającej do 60 mg selenu dziennie. Stężenie selenu we krwi wzrasta przez znacznie dłuższy czas niż w mleku i znacznie wolniej ulega obniżeniu po zakończeniu suplementacji. Może utrzymywać się na podwyższonym poziomie nawet przez cztery miesiące po zakończeniu podawania takiej ilości drożdży selenowych (9).

Ocenia się, że zapotrzebowanie krów mlecznych na selen wynosi 300 µg/kg suchej masy dawki pokarmowej. Pewne obserwacje jednak wskazują na korzyści wynikające z większej podaży. Niedawno opublikowano badania przeprowadzone na krowach, które w ostatnim miesiącu ciąży żywiono paszą zawierającą prawidłowe ilości selenu (dodatek 0,3 mg selenu/kg suchej masy w formie seleninu sodu), do której dodawano drożdże selenowe w ilości dostarczającej 0,3 mg selenu/kg suchej masy. Stwierdzono, że takie postępowanie powoduje poprawę stopnia zaopatrzenia organizmu w selen, wywiera korzystny wpływ na mechanizmy antyoksydacyjne i łagodzi stres oksydacyjny we wczesnej laktacji (10). Podobne wyniki uzyskano w badaniach, w których krowy otrzymywały ponad 100 mg drożdży selenowych raz w tygodniu przez ostatnie dwa miesiące przed porodem. Pasza podawana tym krowom zawierała dodatek seleninu sodu w ilości odpowiadającej 0,3 mg selenu/kg suchej masy. Zauważono, że krowy otrzymujące dodatek drożdży selenowych charakteryzują się wyższym o ponad 50% stężeniem selenu we krwi. Z kolei stężenie glutationu w krwinkach czerwonych jest wyższe o prawie 40%. Ponadto wykryto u nich wyższy stosunek stężenia  $\alpha$ -tokoferolu do stężenia cholesterolu w surowicy krwi (11).

Według badań przeprowadzonych przez amerykańskich naukowców zastąpienie seleninu sodu drożdżami selenowymi nie ma wpływu na stan zdrowia ani płodność wysokowydajnych krów mlecznych. Nie stwierdzono wpływu takiego postępowania na jakość zarodków (12). Badania *in vitro* wykazały, że selenometionina chroni komórki nabłonkowe gruczołu mlekowego przed apoptozą w warunkach stresu oksydacyjnego. Jednocześnie dochodzi do pobudzenia proliferacji i poprawy żywotności tych komórek (13).

Brytyjscy naukowcy przeprowadzili badania nad wpływem wysokich dawek drożdży selenowych (*Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-3060) na krowy mleczne. Pasza z dodatkiem drożdży zawierała 6,25 mg selenu/kg suchej masy. Najwyższe wartości stężenia selenu we krwi tych krów przekraczały 700 ng/ml; 40-75% selenu występowało w formie selenometioniny. W przypadku krów żywionych paszą bez dodatku drożdży (0,15 mg selenu/kg suchej masy) wartość ta wynosiła 10%. Nie odnotowano pogorszenia stanu zdrowia i wyników produkcyjnych (14). Warto jednak zaznaczyć, że nadmierna suplementacja selenu stwarza ryzyko przenikania znacznych ilości tego pierwiastka do środowiska. Większość selenu podanego krowom w postaci dodatków paszowych ulega wydalaniu. Według jednych danych średnio 66% selenu pobranego przez krowy ulega wydalaniu w kale i moczu, 17% przenika do mleka, a pozostała część zatrzymuje się w tkankach (8).

Dobrym sposobem na dostarczenie krowom selenu w formie organicznej jest stosowanie komponentów paszowych wytworzonych z roślin nawożonych nawozami wzbogaconymi w ten pierwiastek. Kanadyjscy naukowcy przeprowadzili badania, w których krowy były żywione dawkami pokarmowymi zawierającymi selen w formie nieorganicznej, drożdże selenowe lub kiszonkę o wysokiej zawartości selenu. Zastosowanie nawozu z selenem spowodowało wzrost stężenia tego pierwiastka w kiszonce z 0,05 do 1,72 mg/kg suchej masy. Stwierdzono, że selen w formie organicznej charakteryzuje się wyższą dostępnością biologiczną i powoduje większy wzrost zawartości selenu zarówno we krwi, jak i w mleku. Najlepsze efekty uzyskano po zastosowaniu kiszonki wzbogaconej w selen. W porównaniu z krowami otrzymującymi drożdże selenowe krowy żywione dawką pokarmową zawierającą kiszonkę wydalaly mniej selenu w kale i moczu, odpowiednio o 16 i 22%. Więcej zostało wchłonięte i zatrzymane w organizmie. Efektem były wyższe stężenia selenu w surowicy krwi i mleku, odpowiednio o 16 i 11%. Nie wykryto wpływu źródła selenu na wyniki produkcyjne (15).

Finlandia jest przykładem kraju, w którym selen od dawna dodaje się do nawozów. Tę praktykę rozpoczęto w połowie lat 80. ubiegłego wieku. Było to podyktowane bardzo niskim spożyciem selenu przez mieszkańców tego kraju. W wyniku stosowania nawozów wzbogaconych w selen doszło do znacznego wzrostu zawartości tego pierwiastka w ziarnie zbóż. Efektem był wzrost stężenia w mięsie i mleku. Obecnie stężenie selenu w mleku jest średnio trzy razy wyższe niż na początku lat 80. ubiegłego wieku. Zwiększenie podaży selenu w diecie spowodowało wzrost jego stężenia we krwi. Przed rozpoczęciem dodawania selenu do nawozów średnie stężenie tego pierwiastka w osoczu krwi ludzi nie przekraczało 0,90 µmol/l. Obecnie wynosi mniej więcej 1,40 µmol/l, co można uznać za wartość optymalną (16).

## Podsumowanie

Komponenty paszowe stosowane w żywieniu krów często są ubogie w selen. Stwarza to potrzebę suplementacji. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie organicznymi związkami selenu, które mogą polepszyć przyswajanie tego pierwiastka przez organizm. Istnieje dodatnia zależność między stężeniem selenu we krwi a jego zawartością w mleku. Suplementacja jest skutecznym sposobem na pozyskiwanie mleka wzbogaconego w ten pierwiastek. Dzięki temu można wzbogacić dietę człowieka w selen w formie organicznej. Szczególną uwagę na odpowiednią podaż selenu w żywieniu krów mlecznych należy zwracać w okresie okołoporodowym. Krowy we wczesnej laktacji są narażone na nasilony stres oksydacyjny. Dodatkowo selen jest potrzebny do prawidłowego rozwoju płodów i noworodków. Poprzez podawanie selenu krowom można zapobiegać jego niedoborowi u cieląt.

## Piśmiennictwo

- Gong J., Xiao M.: Selenium and antioxidant status in dairy cows at different stages of lactation. *Biol. Trace Elem. Res.* 2016, **171**, 89-93.

2. Meglia G.E., Holtenius K., Petersson L., Ohagen P., Waller K.P.: Prediction of vitamin A, vitamin E, selenium and zinc status of periparturient dairy cows using blood sampling during the mid dry period. *Acta Vet. Scand.* 2004, **45**, 119–128.
3. Pilarczyk B., Jankowiak D., Tomza-Marciniak A., Pilarczyk R., Sablík P., Drozd R., Tyłkowska A., Skólmowska M.: Selenium concentration and glutathione peroxidase (GSH-Px) activity in serum of cows at different stages of lactation. *Biol. Trace Elem. Res.* 2012, **147**, 91–96.
4. Phipps R.H., Grandison A.S., Jones A.K., Juniper D.T., Ramos-Morales E., Bertin G.: Selenium supplementation of lactating dairy cows: effects on milk production and total selenium content and speciation in blood, milk and cheese. *Animal* 2008, **2**, 1610–1618.
5. Ceballos A., Sánchez J., Stryhn H., Montgomery J.B., Barkema H.W., Wichtel J.J.: Meta-analysis of the effect of oral selenium supplementation on milk selenium concentration in cattle. *J. Dairy Sci.* 2009, **92**, 324–342.
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. Stockdale C.R., Shields P.M., McKenna A., Walker G.P., Dunshea F.R., Doyle P.T.: Selenium levels in cows fed pasture and concentrates or a total mixed ration and supplemented with selenized yeast to produce milk with supra-nutritional selenium concentrations. *J. Dairy Sci.* 2011, **94**, 262–272.
8. Walker G.P., Dunshea F.R., Heard J.W., Stockdale C.R., Doyle P.T.: Output of selenium in milk, urine, and feces is proportional to selenium intake in dairy cows fed a total mixed ration supplemented with selenium yeast. *J. Dairy Sci.* 2010, **93**, 4644–4650.
9. Stockdale C.R., Gill H.S.: Effect of duration and level of supplementation of diets of lactating dairy cows with selenized yeast on selenium concentrations in milk and blood after the withdrawal of supplementation. *J. Dairy Sci.* 2011, **94**, 2351–2359.
10. Gong J., Xiao M.: Effect of organic selenium supplementation on selenium status, oxidative stress, and antioxidant status in selenium-adequate dairy cows during the periparturient period. *Biol. Trace Elem. Res.* (w druku).
11. Hall J.A., Bobe G., Vorachek W.R., Kasper K., Traber M.G., Mosher W.D., Pirelli G.J., Gamroth M.: Effect of supranutritional organic selenium supplementation on postpartum blood micronutrients, antioxidants, metabolites, and inflammation biomarkers in selenium-replete dairy cows. *Biol. Trace Elem. Res.* 2014, **161**, 272–287.
12. Cerri R.L., Rutigliano H.M., Lima F.S., Araújo D.B., Santos J.E.: Effect of source of supplemental selenium on uterine health and embryo quality in high-producing dairy cows. *Theriogenology* 2009, **71**, 1127–1137.
13. Miranda S.G., Purdie N.G., Osborne V.R., Coomber B.L., Cant J.P.: Selenomethionine increases proliferation and reduces apoptosis in bovine mammary epithelial cells under oxidative stress. *J. Dairy Sci.* 2011, **94**, 165–173.
14. 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.
15. Séboussi R., Tremblay G.F., Ouellet V., Chouinard P.Y., Choufi Y., Bélanger G., Charbonneau É.: Selenium-fertilized forage as a way to supplement lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2016, **99**, 5358–5369.
16. Alfthan G., Euroala M., Ekholm P., Venäläinen E.R., Root T., Korhonen K., Hartikainen H., Salminen P., Hietaniemi V., Aspila P., Aro A.; Selenium Working Group.: Effects of nationwide addition of selenium to fertilizers on foods, and animal and human health in Finland: From deficiency to optimal selenium status of the population. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2015, **31**, 142–147.

---

Lek. wet. mgr inż. zoot. mgr biol. Adam Mirowski,  
e-mail: adam\_mirowski@o2.pl