

Suplementacja wybranych mikroelementów w żywieniu krów

Adam Mirowski

Supplementation of some microelements in cow nutrition

Mirowski A.

Nutrition is one of the most important factors influencing health status. Microelements play key roles in biochemical processes, because they modulate activity of various enzymes. Microelements are essential for proper development and function of animal tissues. Some microelements belong to antioxidant substances. Soils and feeds often contain low levels of these nutrients. In such cases, mineral supplementation is required to prevent nutritional deficiencies. Organic forms of microelements are generally better absorbed in cattle compared to inorganic sources. Excessive intake of microelements can cause toxicity. The aim of this paper was to present the aspects connected with the supplementation of some microelements in cow nutrition.

Keywords: nutrition, microelement, supplementation, cow.

Mikroelementy występują w organizmie w bardzo niskich stężeniach, ale pełnią istotne funkcje fizjologiczne. Wynika to między innymi z regulowania aktywności różnych enzymów. Mikroelementy są niezbędne do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu. Prawidłowa podaż tych składników ma kluczowe znaczenie dla rozwoju układu kostno-stawowego, przebiegu procesów rozrodczych oraz funkcjonowania układu immunologicznego i mechanizmów antyoksydacyjnych. Szereg czynników może nasilać stres oksydacyjny, który prowadzi do niepożądanych zmian w komórkach. Przywiązuje się coraz większą wagę do antyoksydacyjnego działania różnych składników odżywczych, między innymi właśnie

mikroelementów. W ostatnich latach przeprowadzono sporo badań dotyczących jednoczesnej suplementacji cynku, miedzi i manganu w żywieniu krów.

Mikroelementy w dużych ilościach gromadzą się w wątrobie. Stężenie miedzi w wątrobie jest znacznie wyższe niż w nerkach i mięśniach szkieletowych. W jednych badaniach wartości te wynosiły odpowiednio 34,3; 4,04 i 1,65 mg/kg. Mniejsze różnice występują w przypadku cynku: 38,5; 23,0 i 47,0 mg/kg. Stężenia manganu w wątrobie i nerkach wynosiły odpowiednio 3,11 i 1,19 mg/kg (1). Amerykańscy naukowcy stwierdzili, że płody charakteryzują się wyższą zawartością cynku w wątrobie, w porównaniu z krowami. Mają jednak niższe stężenie manganu. Jednocześnie nie obserwuje się istotnych różnic w stężeniu miedzi. Wraz ze wzrostem płodu następuje wzrost stężeń cynku i miedzi w wątrobie, natomiast stężenie manganu utrzymuje się na stałym poziomie (2).

Jednym z kluczowych czynników wpływających na stopień zaopatrzenia bydła w mikroelementy jest sposób utrzymania zwierząt. Według obserwacji polskich naukowców bydło utrzymywane w gospodarstwach ekologicznych charakteryzuje się niższymi stężeniami cynku i miedzi w surowicy krwi w porównaniu ze zwierzętami z konwencjonalnej hodowli. Zwrócono uwagę na częste występowanie niedoboru tych mikroelementów (3). Niedobór mikroelementów u bydła może wynikać ze zbyt niskich ich zawartości w glebie i paszach, zaburzeń wchłaniania w przewodzie pokarmowym i/lub wysokiego zapotrzebowania w okresie szybkiego wzrostu lub wysokiej wydajności mlecznej (4). Istotne znaczenie ma dostępność biologiczna mikroelementów. Przykładowo niedobór manganu w okresie

zycia płodowego, który może doprowadzić do zaburzeń rozwoju układu kostno-stawowego, może być spowodowany nie tylko zbyt niską zawartością tego pierwiastka w diecie ciężarnych krów, ale także niską dostępnością biologiczną (5, 6). W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie mikroelementami w formie organicznej. Niektóre związki organiczne mogą być lepiej przyswajane od związków nieorganicznych. Stwarza to możliwość zwiększenia skuteczności suplementacji.

Według badań przeprowadzonych w kilku dużych amerykańskich fermach bydła mlecznego suplementacja mikroelementów (cynku, miedzi, manganu i selenu) ma wpływ na stan zdrowia krów. Mikroelementy podano w iniekcji podskórnej dwa razy w okresie późnej ciąży i na początku drugiego miesiąca laktacji w dawkach wynoszących odpowiednio 300, 75, 50 i 25 mg. Stwierdzono, że suplementacja zmniejsza ryzyko martwych urodzeń i zapalenia błony śluzowej macicy. Mniej obiecujące wyniki uzyskano w odniesieniu do stanu zdrowia gruczołu mlekowego. Warto jednak nadmienić, że efektem podawania mikroelementów wieloródkom była mniejsza częstość występowania klinicznej postaci *mastitis* (7). Wyniki badań dotyczących wpływu suplementacji mikroelementów na liczbę komórek somatycznych w mleku nie są jednoznaczne. Pewne obserwacje sugerują, że mikroelementy, zwłaszcza w formie organicznej, mogą przyczynić się do zmniejszenia liczby komórek somatycznych. Nie wszystkie badania wykazały jednak pozytywne efekty (8, 9, 10, 11).

Krowy z zapaleniem gruczołu mlekowego charakteryzują się mniejszą aktywnością dysmutazy nadtlenkowej we krwi. Suplementacja mikroelementów (cynku, miedzi, manganu i selenu) powoduje zwiększenie aktywności tego enzymu, lecz nie ma wpływu na funkcjonowanie leukocytów (12). W innych badaniach nie odnotowano istotnego wpływu dawki i formy chemicznej cynku, miedzi i manganu na status oksydacyjny i reakcję organizmu na dowymieniowe podanie lipopolisacharydu. Krowy otrzymywały te mikroelementy w formie nieorganicznej lub organicznej, w ilości równej bądź większej od zalecanej przez NRC (National Research Council). Suplementacja nie miała wpływu na potencjał antyoksydacyjny osocza krwi, aktywności dysmutazy nadtlenkowej i peroksydazy glutationowej ani na stężenie substancji stanowiących wskaźnik peroksydacji lipidów. Ponadto nie wykryto istotnych różnic w wydajności i składzie chemicznym mleka (13). Zagraniczni naukowcy stwierdzili, że dodawanie cynku, miedzi i manganu w postaci związków nieorganicznych lub organicznych do diety krów mlecznych przez 30 dni nie zmienia stężeń tych pierwiastków w surowicy krwi i nie ma wpływu na aktywność fagocytarną neutrofilów. Stężenie miedzi w dawce pokarmowej zwiększono z 8 do 18 mg/kg suchej masy, a stężenia cynku i manganu zwiększono z 35 do 60 mg/kg suchej masy (14).

Według jednych danych częściowe zastąpienie mikroelementów w postaci związków nieorganicznych odpowiednikami organicznymi nie ma istotnego wpływu na rozród, ilość wytwarzanej siary i występowanie kulawizn u krów mlecznych (15). W innych badaniach takie postępowanie spowodowało poprawę

parametrów rozrodu i wydajności mlecznej, a także zmniejszyło częstość występowania chorób racic (16). Z kolei japońscy naukowcy uzyskali poprawę parametrów chodu po wzbogaceniu diety krów mlecznych w cynk, mangan, miedź i kobalt. Krowy otrzymujące dodatek tych pierwiastków więcej chodziły i były aktywniejsze. Ponadto pobierały więcej paszy, co miało odzwierciedlenie w wyższej wydajności mlecznej (17). Polscy naukowcy uzyskali wzrost wydajności mlecznej i poprawę jakości siary w wyniku zastąpienia mikroelementów w formie siarczanów związkami organicznymi (9, 18). W innych badaniach wykonanych w polskim ośrodku naukowym zauważono, że zwiększenie podaży miedzi w diecie krów z niedoborem tego pierwiastka (zastosowano preparat zawierający miedź w formie organicznej i nieorganicznej) może w krótkim czasie spowodować znaczny wzrost wydajności mlecznej (4).

Amerykańscy naukowcy zwrócili uwagę na potrzebę suplementacji cynku, miedzi, manganu i kobaltu w postaci związków organicznych w żywieniu krów mięsnych w okresie późnej ciąży. Efektem suplementacji są wyższe stężenia cynku, miedzi i kobaltu w wątrobie zarówno u krów, jak i u cieląt. Potomstwo krów otrzymujących dodatek organicznych mikroelementów osiąga wyższą odsadzeniową masę ciała. Różnice w masie ciała utrzymują się do dnia uboju. Ponadto dodawanie organicznych mikroelementów do diety krów w okresie późnej ciąży stwarza możliwość poprawy stanu zdrowia ich potomstwa (19).

Efekty suplementacji mikroelementów zależą od stopnia zaopatrzenia organizmu w te substancje. Można przytoczyć badania dotyczące suplementacji miedzi w żywieniu krów mlecznych. Wykazano, że stopień gromadzenia się miedzi w wątrobie zależy od jej stężenia w tym narządzie przed rozpoczęciem suplementacji. W przypadku krów, u których początkowe stężenie miedzi w wątrobie wynosi mniej niż 1100 $\mu\text{mol/kg}$ średni wzrost stężenia może przekraczać 4 $\mu\text{mol/kg}$ dziennie (20).

Omawiając zagadnienia związane z suplementacją mikroelementów trzeba zwrócić uwagę na konieczność zachowania odpowiednich proporcji między poszczególnymi pierwiastkami. Warto w tym miejscu przytoczyć badania wykonane na krowach i ich potomstwie. Dowiedziono, że dodawanie dużych ilości manganu do dawki pokarmowej ubogiej w miedź pogłębia jej niedobór w organizmie i sprawia, że cielęta osiągają jeszcze niższe przyrosty masy ciała (21). Siarka i molibden powodują zmniejszenie dostępności biologicznej miedzi i obniżają jej stężenie w wątrobie. W jednych badaniach nie stwierdzono wpływu formy chemicznej miedzi na takie działanie siarki i molibdenu (22). Wykazano, że dodatek siarki i molibdenu ma większy wpływ na stężenie miedzi w wątrobie i wyniki produkcyjne w przypadku dawki pokarmowej opartej na kiszonce z traw, zamiast kiszonce z kukurydzy (23). Wysoka podaż cynku ma niewielki wpływ na stężenie miedzi w wątrobie krów mlecznych, które pobierają małe ilości tego pierwiastka w paszy. Inaczej sytuacja wygląda w przypadku jednoczesnej suplementacji obu tych pierwiastków. Wówczas wysoka podaż cynku ogranicza wzrost stężenia miedzi w wątrobie (24).

Stosowanie dodatków paszowych pozwala zapobiegać niedoborom składników odżywczych i polepszać stopień zaopatrzenia zwierząt w różne substancje o właściwościach prozdrowotnych. Jednocześnie powstaje jednak ryzyko przedawkowania. Kilka lat temu udokumentowano w literaturze weterynaryjnej przewlekłe zatrucie miedzią w nowozelandzkich stadach bydła mlecznego. Wysokie stężenia miedzi odnotowano w wątrobie, nerkach i surowicy krwi. Kilkanaście krów padło, a zmiany patologiczne obserwowano głównie w wątrobie i przewodzie pokarmowym. Przyczyną zatrucia była długotrwała nadmierna podaż miedzi, która pochodziła z różnych źródeł, przede wszystkim z dodatków paszowych. W jednym stadzie farmer stosował suplement mineralny, gdyż podejrzewał niedobór tego pierwiastka. Trzeba zatem mieć na względzie, że chcąc zaradzić jednemu problemowi (niedoborowi mikroelementów), osoby opiekujące się stadem mogą przyczynić się do wystąpienia innego problemu (nadmiaru mikroelementów; 25, 26).

Podsumowanie

Komponenty paszowe używane w żywieniu zwierząt często są niedoborowe w różne mikroelementy, co stwarza potrzebę suplementacji. Różne czynniki mają wpływ na metabolizm mikroelementów. Spośród czynników żywieniowych w pierwszej kolejności można wymienić interakcje zachodzące między poszczególnymi pierwiastkami. Pewne znaczenie ma też rodzaj surowców paszowych. Niektóre związki organiczne mogą być lepiej przyswajane od związków nieorganicznych. Powstaje zatem możliwość zmniejszenia dawki mikroelementów bez pogorszenia wyników produkcyjnych.

Piśmiennictwo

- Miranda M., Alonso M.L., Benedito J.L.: Copper, zinc, iron, and manganese accumulation in cattle from Asturias (northern Spain). *Biol. Trace Elem. Res.* 2006, **109**, 135–143.
- Graham T.W., Thurmond M.C., Mohr F.C., Holmberg C.A., Anderson M.L., Keen C.L.: Relationships between maternal and fetal liver copper, iron, manganese, and zinc concentrations and fetal development in California Holstein dairy cows. *J. Vet. Diagn. Invest.* 1994, **6**, 77–87.
- Tomza-Marciniak A., Pilarczyk B., Bąkowska M., Pilarczyk R., Wójcik J.: Heavy metals and other elements in serum of cattle from organic and conventional farms. *Biol. Trace Elem. Res.* 2011, **143**, 863–870.
- Kurek Ł., Olech M., Lutnicki K., Riha T., Brodzki P., Gołyński M., Abramowicz B.: Long-term subclinical copper deficiency and its influence on functions of parenchymal organs and the serum macro-element deficiency in dairy cows. *J. Elem.* 2017, **22**, 1415–1425.
- Hidiroglou M., Ivan M., Bryan M.K., Ribble C.S., Janzen E.D., Prox J.G., Elliot J.L.: Assessment of the role of manganese in congenital joint laxity and dwarfism in calves. *Ann. Rech. Vet.* 1990, **21**, 281–284.
- Valero G., Alley M.R., Badcoe L.M., Manktelow B.W., Merrall M., Lawes G.S.: Chondrodystrophy in calves associated with manganese deficiency. *N. Z. Vet. J.* 1990, **38**, 161–167.
- Machado V.S., Bicalho M.L., Pereira R.V., Caixeta L.S., Knauer W.A., Oikonomou G., Gilbert R.O., Bicalho R.C.: Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows. *Vet. J.* 2013, **197**, 451–456.
- Ganda E.K., Bisinotto R.S., Vasquez A.K., Teixeira A.G.V., Machado V.S., Foditsch C., Bicalho M., Lima F.S., Stephens L., Gomes M.S., Dias J.M., Bicalho R.C.: Effects of injectable trace mineral supplementation in lactating dairy cows with elevated somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 2016, **99**, 7319–7329.
- Kinal S., Korniewicz D., Jamroz D., Korniewicz A., Stupczyńska M., Bodarski R., Ziemiński R., Osieglowski S., Dymarski I.: The

- effectiveness of zinc, copper and manganese applied in organic forms in diets of high milk yielding cows. *J. Food Agric. Environ.* 2007, **5**, 189–193.
- Toni F., Grigoletto L., Rapp C.J., Socha M.T., Tomlinson D.J.: Effect of replacing dietary inorganic forms of zinc, manganese, and copper with complexed sources on lactation and reproductive performance of dairy cows. *Prof. Anim. Sci.* 2007, **23**, 409–416.
 - Uchida K., Mandevu P., Ballard C.S., Sniffen C.J., Carter M.P.: Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2001, **93**, 193–203.
 - Machado V.S., Oikonomou G., Lima S.F., Bicalho M.L., Kacar C., Foditsch C., Felipe M.J., Gilbert R.O., Bicalho R.C.: The effect of injectable trace minerals (selenium, copper, zinc, and manganese) on peripheral blood leukocyte activity and serum superoxide dismutase activity of lactating Holstein cows. *Vet. J.* 2014, **200**, 299–304.
 - Yasui T., Ehrhardt R.M., Bowman G.R., Vázquez-Añón M., Richards J.D., Atwell C.A., Overton T.R.: Effects of trace mineral amount and source on aspects of oxidative metabolism and responses to intramammary lipopolysaccharide challenge in midlactation dairy cows. *Animal (w druku)*.
 - Dietz A.M., Weiss W.P., Faulkner M.J., Hogan J.S.: Short communication: Effects of supplementing diets of Holsteins with copper, zinc, and manganese on blood neutrophil function. *J. Dairy Sci.* 2017, **100**, 2201–2206.
 - Karkoodi K., Chamani M., Beheshti M., Mirghaffari S.S., Azarfar A.: Effect of organic zinc, manganese, copper, and selenium chelates on colostrum production and reproductive and lameness indices in adequately supplemented Holstein cows. *Biol. Trace Elem. Res.* 2012, **146**, 42–46.
 - Ballantine H.T., Socha M.T., Tomlinson D.J., Johnson A.B., Fielding A.S., Shearer J.K., Van Amstel S.R.: Effects of feeding complexed zinc, manganese, copper, and cobalt to late gestation and lactating dairy cows on claw integrity, reproduction, and lactation performance. *Prof. Anim. Sci.* 2002, **18**, 211–218.
 - Yamamoto S., Ito K., Suzuki K., Matsushima Y., Watanabe I., Watanabe Y., Abiko K., Kamada T., Sato K.: Kinematic gait analysis and lactation performance in dairy cows fed a diet supplemented with zinc, manganese, copper and cobalt. *Anim. Sci. J.* 2014, **85**, 330–335.
 - Kinal S., Rząsa A., Korniewicz A.: Mineral bioplex supplementation of diets for cows affects colostrum quality and immunoglobulins in calf blood serum. *J. Anim. Feed Sci.* 2004, **13** (Supplement 2), 79–82.
 - Marques R.S., Cooke R.F., Rodrigues M.C., Cappelozza B.I., Mills R.R., Larson C.K., Moriel P., Bohner D.W.: Effects of organic or inorganic cobalt, copper, manganese, and zinc supplementation to late-gestating beef cows on productive and physiological responses of the offspring. *J. Anim. Sci.* 2016, **94**, 1215–1226.
 - Balemi S.C., Grace N.D., West D.M., Smith S.L., Knowles S.O.: Accumulation and depletion of liver copper stores in dairy cows challenged with a Cu-deficient diet and oral and injectable forms of Cu supplementation. *N. Z. Vet. J.* 2010, **58**, 137–141.
 - Hansen S.L., Ashwell M.S., Legleiter L.R., Fry R.S., Lloyd K.E., Spears J.W.: The addition of high manganese to a copper-deficient diet further depresses copper status and growth of cattle. *Br. J. Nutr.* 2009, **101**, 1068–1078.
 - Sinclair L.A., Hart K.J., Johnson D., Mackenzie A.M.: Effect of inorganic or organic copper fed without or with added sulfur and molybdenum on the performance, indicators of copper status, and hepatic mRNA in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2013, **96**, 4355–4367.
 - Sinclair L.A., Johnson D., Wilson S., Mackenzie A.M.: Added dietary sulfur and molybdenum has a greater influence on hepatic copper concentration, intake, and performance in Holstein-Friesian dairy cows offered a grass silage-rather than corn silage-based diet. *J. Dairy Sci.* 2017, **100**, 4365–4376.
 - Smith S.L., Grace N.D., West D.M., Balemi S.C.: The impact of high zinc intake on the copper status of dairy cows in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* 2010, **58**, 142–145.
 - Johnston H., Beasley L., MacPherson N.: Copper toxicity in a New Zealand dairy herd. *Ir. Vet. J.* 2014, **67**, 20.
 - Morgan P., Grace N., Lilley D.: Using sodium molybdate to treat chronic copper toxicity in dairy cows: A practical approach. *N. Z. Vet. J.* 2014, **62**, 167–70.

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