

# Witamina D w żywieniu bydła

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. W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie znaczeniem witaminy D w żywieniu bydła. Jest ona niezbędna do prawidłowego wzrostu i rozwoju cieląt. Reguluje gospodarkę wapniowo-fosforanową i uczestniczy w mineralizacji kości. Wywiera korzystny wpływ na funkcjonowanie układu immunologicznego. Mleko pozyskiwane od krów dobrze zaopatrzonych w witaminę D może stanowić istotne jej źródło w diecie człowieka.

W żywieniu bydła podstawowe znaczenie mają dwie formy witaminy D: ergokalciferol (witamina D<sub>2</sub>) i cholekalciferol (witamina D<sub>3</sub>). Ulegają one przekształceniu w wątrobie do 25-hydroksywitaminy D<sub>2</sub> [25(OH)D<sub>2</sub>] i 25-hydroksywitaminy D<sub>3</sub> [25(OH)D<sub>3</sub>]. Stężenie tych substancji we krwi jest dobrym wskaźnikiem stopnia zaopatrzenia organizmu w witaminę D. Stężenie 25(OH)D w surowicy krwi zapewniające prawidłowy wzrost i rozwój wynosi ponad 20 ng/ml. Uznaje się, że stężenie niższe niż 30 ng/ml nie jest wystarczające dla prawidłowego funkcjonowania układu immunologicznego (1).

Krowy syntetyzują witaminę D<sub>3</sub> w skórze pod wpływem promieni słonecznych. Proces ten zachodzi na całej powierzchni ciała, mimo obecności okrywy włosowej. Dawniej sądzono, że synteza witaminy D<sub>3</sub> u krów ogranicza się do skąpo owłosionych części ciała, takich jak gruczoł mlekowy i śluzawica. Kilka lat temu wykazano, że częściowe zakrycie powierzchni ciała krów wypasanych na pastwisku sprawia, że zwierzęta mają niższe stężenie 25(OH)D<sub>3</sub> we krwi. Najwyższe stężenie jest u krów poddanych największej ekspozycji na promienie słoneczne (2).

Stopień zaopatrzenia krów w witaminę D wpływa na jej zawartość u potomstwa. Stężenie 25(OH)D we krwi nowo narodzonych cieląt w istotnym stopniu zależy od stężenia tej substancji u matek w dniu porodu (3). Cielęta charakteryzują się znacznie niższym stężeniem 25(OH)D w porównaniu z krowami. Według badań przeprowadzonych w USA średnie stężenie 25(OH)D w surowicy krwi krów mlecznych wynosi 68 ng/ml. W większości przypadków mieści się między 40 a 100 ng/ml. Stężenie tej substancji u nowo narodzonych cieląt wynosi 15 ng/ml. W pierwszym miesiącu życia utrzymuje się na podobnym poziomie w przypadku ograniczonego dostępu do promieni słonecznych i pojenia mlekiem krowim. W wyniku użycia preparatu mlekozastępczego zawierającego dodatek witaminy D dochodzi do wzrostu stężenia 25(OH)D w surowicy krwi. Średnie stężenie 25(OH)D u cieląt pojonych w pierwszym miesiącu życia preparatem mlekozastępczym zawierającym 6600 j.m. witaminy D/kg suchej masy wynosi niecałe 60 ng/ml. Po zastosowaniu preparatu zawierającego 11000 j.m. witaminy D/kg suchej masy wartość ta wzrasta do prawie 100 ng/ml (4).

## Vitamin D in cattle 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>

Vitamin D belongs to the fat-soluble vitamins. Ergocalciferol (vitamin D<sub>2</sub>), and cholecalciferol (vitamin D<sub>3</sub>), are the main forms of vitamin D. Blood level of 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D], is a good indicator of vitamin D status in cattle. Vitamin D<sub>3</sub> is synthesized in the cow skin exposed to sunlight. This process takes place in the entire skin, despite hair coverage. Serum 25(OH)D concentration in neonates depends on vitamin D status of their mothers at calving. Serum 25(OH)D concentration is lower in calves than in cows. Seasonal changes of serum 25(OH)D level are observed in cattle provided with access to pasture. Vitamin D deficiency is reported usually during winter months. Newborn calves and calves milk-fed without supplemental vitamin D are at high risk of deficiency. Low levels of vitamin D can occur in cows during postpartum period. Milk produced by grazing cows is also a valuable source of vitamin D in the human diet.

**Keywords:** vitamin D, cattle, sunlight exposure, deficiency.

Stężenie 25(OH)D w surowicy krwi bydła utrzymanego z dostępem do pastwiska zależy od pory roku. Potwierdzają to badania przeprowadzone w USA na bydło mięsne. U większości cieląt, które urodziły się w okresie wiosny, stężenie 25(OH)D w surowicy krwi nie przekraczało 20 ng/ml. Z czasem stężenie wzrosło, w efekcie pod koniec lata wynosiło prawie 50 ng/ml. U wszystkich krów stężenie 25(OH)D w surowicy krwi przekraczało 30 ng/ml w czasie porodu. Średnie stężenie w okresie wiosny wynosiło prawie 60 ng/ml, a latem było wyższe o około 15 ng/ml (1). W innych badaniach przeprowadzonych w warunkach amerykańskich najwyższe wartości odnotowano wczesną jesienią. W czerwcu średnie stężenie 25(OH)D w surowicy krwi młodego bydła mięsnego urodzonego w okresie od marca do maja nieznacznie przekraczało 26 ng/ml. Pod koniec lata wartość ta wynosiła około 50 ng/ml, a wczesną jesienią około 60 ng/ml. Najniższe stężenie wykryto w środku zimy – tylko około 15 ng/ml. Wynikało to z ograniczonego dostępu do promieni słonecznych i niedostatecznej suplementacji witaminy D (5). Pora roku nie ma istotnego wpływu na stężenie 25(OH)D we krwi krów mlecznych trzymanyh w oborze (6).

Stężenie 25(OH)D w surowicy krwi krów zależy od stanu fizjologicznego i zmienia się w zależności od fazy laktacji. Najniższe jest w pierwszych dniach po porodzie. Według jednych danych wartości notowane w tym czasie są niższe o kilkanaście ng/ml niż przed porodem (6). W innych badaniach stężenie w pierwszym miesiącu laktacji wynosiło średnio 57 ng/ml, a w późniejszych fazach laktacji przekraczało 70 ng/ml (4). Niższe stężenie 25(OH)D w surowicy krwi krów w okresie

poporodowym może wynikać ze zużywania zwiększonych ilości tej substancji do regulowania gospodarki wapniowej i prawidłowego funkcjonowania układu immunologicznego (6).

Krowy mleczne, które mają dostęp do promieni słonecznych przed porodem, mają wyższe stężenia 25(OH)D, kalcytriolu i wapnia w surowicy krwi w okresie okołoporodowym. Pod wpływem promieni słonecznych 7-dehydrocholesterol ulega przekształceniu do cholekalcyferolu, który jest prekursorem kalcytriolu. Kalcytriol zwiększa wchłanianie wapnia w jelicie i wchłanianie zwrotne tego pierwiastka w nerkach (7). Wykazano, że podanie krowom mlecznym 300 µg kalcytriolu w pierwszych godzinach po porodzie (iniekcja podskórna) powoduje wzrost stężenia wapnia we krwi i poprawia funkcjonowanie układu immunologicznego. Wyższe stężenie wapnia utrzymuje się przez kilka dni po podaniu kalcytriolu (8). Według innych obserwacji stosowanie 25(OH)D<sub>3</sub> w ostatnich dwóch tygodniach ciąży poprawia stopień zaopatrzenia krów i ich nowo narodzonego potomstwa w witaminę D, lecz ma bardzo mały wpływ na stopień zaopatrzenia w wapń i nie zapobiega hipokalcemii (9).

Coraz więcej krów mlecznych jest trzymanyh wyłącznie w oborze i nie ma dostępu do pastwiska. Powoduje to zubożenie produktów mlecznych w witaminę D. Promieniowanie słoneczne przyczynia się bowiem do wzrostu stężenia witaminy D nie tylko we krwi, ale także w mleku. Duńscy naukowcy przeprowadzili badania, w których zastosowali lampy emitujące promieniowanie UVB. Krowy były poddawane działaniu promieni 1–4 godziny dziennie przez 24 dni. U wszystkich krów doszło do znacznego wzrostu stężenia 25(OH)D<sub>3</sub> w osoczu krwi. Towarzyszył temu znaczny wzrost stężeń witaminy D<sub>3</sub> i 25(OH)D<sub>3</sub> w mleku. Wydłużenie czasu stosowania takich lamp do ponad 70 dni nie spowodowało większego wzrostu stężeń tych substancji w mleku (10). Cholekalcyferol powstający w skórze w wyniku działania promieni słonecznych ma znacznie lepszy wpływ na zawartość cholekalcyferolu w mleku, w porównaniu z syntetycznym odpowiednikiem (11). Stopień ekspozycji krów mlecznych na promienie słoneczne jest głównym czynnikiem wpływającym na zawartość cholekalcyferolu w mleku. Z tego względu stężenie tej substancji w mleku krów wypasanych na pastwisku ulega zmianom w zależności od pory roku. Latem jest znacznie wyższe niż zimą (12, 13, 14).

Zapewnienie dostępu do promieni słonecznych krowom z niedoborem witaminy D stwarza możliwość wzrostu stężenia 25(OH)D we krwi do prawidłowych wartości. Promienie słoneczne mogą mieć lepszy wpływ od suplementacji na stopień zaopatrzenia krów mlecznych w witaminę D. Biorąc pod uwagę pokarmowe źródła witaminy D, cholekalcyferol ma lepszy wpływ na zawartość 25(OH)D we krwi, w porównaniu z ergokalcyferolem (11, 15). Suplementacja witaminy D znalazła zastosowanie przede wszystkim w żywieniu bydła mlecznego. W amerykańskich fermach bydła mlecznego zazwyczaj stosuje się suplementację w dawce dziennej wynoszącej od 30 000 do 50 000 j.m. witaminy D<sub>3</sub>. Średnie stężenie 25(OH)D w surowicy krwi krów otrzymujących taki dodatek wynosi około 70 ng/ml. W stadach, w których stosuje się mniejszy dodatek (20 000 j.m.

dziennie), średnie stężenie 25(OH)D w surowicy krwi nieznacznie przekracza 40 ng/ml, a u ponad 20% krów jest niższe niż 30 ng/ml (4).

Suplementacja witaminy D ma duże znaczenie w przypadku cieląt, gdyż są one szczególnie narażone na jej niedobór. Po zwiększeniu zawartości witaminy D<sub>3</sub> o 1000 j.m./kg suchej masy w preparacie mlekozastępczym podawanym w pierwszym miesiącu życia można oczekiwać, że stężenie 25(OH)D w surowicy krwi pod koniec tego okresu będzie wyższe o około 6–7 ng/ml (4). Według jednych obserwacji jednoczesne zastosowanie witamin A, D<sub>3</sub> i E może spowodować większy wzrost stężenia 25(OH)D w surowicy krwi cieląt niż suplementacja samej witaminy D (16).

Suplementacja witaminy D jest rzadziej stosowana w przypadku bydła mięsnego. Amerykańscy naukowcy zwrócili uwagę na częste występowanie zbyt niskiego stężenia 25(OH)D w surowicy krwi cieląt. Stężenie jest niższe wiosną niż latem. Dotyczy to zarówno cieląt, jak i ich matek. Stwierdzono, że najrozsądniejszym rozwiązaniem jest podawanie zwiększonych ilości witaminy D krowom w okresie zimy lub nowo narodzonym cielętom. Podawanie witaminy D krowom w okresie późnej ciąży może spowodować wzrost stężenia 25(OH)D w surowicy krwi ich potomstwa (1).

## Podsumowanie

Bydło czerpie witaminę D z paszy i jednocześnie może ją wytwarzać w skórze pod wpływem promieniowania UVB. Ryzyko niedoboru witaminy D występuje przede wszystkim w przypadku nowo narodzonych cieląt oraz cieląt pojonych mlekiem bez dodatku tej witaminy. Niedobór witaminy D może wystąpić również u bydła, które nie ma dostępu do pastwiska i nie otrzymuje odpowiedniej suplementacji. Ryzyko niedoboru wzrasta w okresie zimy. Wśród zwierząt narażonych na niedobór witaminy D są krowy w okresie poporodowym, które przed porodem przebywają w miejscu, gdzie dociera mało promieni słonecznych.

Suplementacja witaminy D stwarza możliwość poprawy stopnia zaopatrzenia w tę witaminę zwierząt, które mają ograniczony dostęp do promieni słonecznych. Suplementacja jest uzasadniona też w czasie zwiększonego zapotrzebowania organizmu. Zapotrzebowanie krów na witaminę D zwiększa się w okresie okołoporodowym, a suplementacja ma na celu poprawę gospodarki wapniowej. Promienie słońca mogą mieć lepszy wpływ od suplementacji na stopień zaopatrzenia krów mlecznych w witaminę D. Zapewnienie krowom dostępu do promieni słonecznych powoduje wzrost stężenia tej witaminy nie tylko we krwi, ale także w mleku.

## Piśmiennictwo

1. Nelson C.D., Powell J.L., Price D.M., Hersom M.J., Yelich J.V., Drewnoski M.E., Bird S.L., Bridges G.A.: Assessment of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations of beef cows and calves across seasons and geographical locations. *J. Anim. Sci.* 2016, **94**, 3958–3965.
2. Hymøller L., Jensen S.K.: Vitamin D(3) synthesis in the entire skin surface of dairy cows despite hair coverage. *J. Dairy Sci.* 2010, **93**, 2025–2029.
3. Goff J.P., Horst R.L., Littledike E.T.: Effect of the maternal vitamin D status at parturition on the vitamin D status of the neonatal calf. *J. Nutr.* 1982, **112**, 1387–1393.

4. Nelson C.D., Lippolis J.D., Reinhardt T.A., Sacco R.E., Powell J.L., Drewnoski M.E., O'Neil M., Beitz D.C., Weiss W.P.: Vitamin D status of dairy cattle: Outcomes of current practices in the dairy industry. *J. Dairy Sci.* 2016, **99**, 10150–10160.
5. Casas E., Lippolis J.D., Kuehn L.A., Reinhardt T.A.: Seasonal variation in vitamin D status of beef cattle reared in the central United States. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2015, **52**, 71–74.
6. Holcombe S.J., Wisnieski L., Gandy J., Norby B., Sordillo L.M.: Reduced serum vitamin D concentrations in healthy early-lactation dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2018, **101**, 1488–1494.
7. Özçelik R., Bruckmaier R.M., Hernández-Castellano L.E.: Preparatum daylight exposure increases serum calcium concentrations in dairy cows at the onset of lactation. *J. Anim. Sci.* 2017, **95**, 4440–4447.
8. Vieira-Neto A., Lima I.R.P., Lopes F. Jr., Lopera C., Zimpel R., Sinedino L.D.P., Jeong K.C., Galvão K., Thatcher W.W., Nelson C.D., Santos J.E.P.: Use of calcitriol to maintain postpartum blood calcium and improve immune function in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2017, **100**, 5805–5823.
9. Weiss W.P., Azem E., Steinberg W., Reinhardt T.A.: Effect of feeding 25-hydroxyvitamin D<sub>3</sub> with a negative cation-anion difference diet on calcium and vitamin D status of periparturient cows and their calves. *J. Dairy Sci.* 2015, **98**, 5588–6000.
10. Jakobsen J., Jensen S.K., Hymøller L., Andersen E.W., Kaas P., Burild A., Jäpelt R.B.: Short communication: artificial ultraviolet B light exposure increases vitamin D levels in cow plasma and milk. *J. Dairy Sci.* 2015, **98**, 6492–6498.
11. Hymøller L., Jensen S.K.: Plasma transport of ergocalciferol and cholecalciferol and their 25-hydroxylated metabolites in dairy cows. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2017, **59**, 44–52.
12. Jakobsen J., Saxholt E.: Vitamin D metabolites in bovine milk and butter. *Journal of food composition and analysis* 2009, **22**, 472–478.
13. Kuczyńska B., Nałęcz-Tarwacka T., Puppel K., Gołębiowski M., Grodzki H., Słószar J.: Zawartość bioaktywnych składników mleka w zależności od modelu żywienia krów w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych. *Journal of research and applications in agricultural engineering* 2011, **56**, 7–13.
14. Kurmann A., Indyk H.: The endogenous vitamin D content of bovine milk: influence of season. *Food Chemistry* 1994, **50**, 75–81.
15. Yue Y., Hymøller L., Jensen S.K., Lauridsen C.: Effect of vitamin D treatments on plasma metabolism and immune parameters of healthy dairy cows. *Arch. Anim. Nutr.* (w druku).
16. Krueger L.A., Reinhardt T.A., Beitz D.C., Stuart R.L., Stabel J.R.: Effects of fractionated colostrum replacer and vitamins A, D, and E on haptoglobin and clinical health in neonatal Holstein calves challenged with *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis*. *J. Dairy Sci.* 2016, **99**, 2884–2895.

---

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