

Beta-karoten w żywieniu krów

Adam Mirowski

Beta-carotene in cow nutrition

Mirowski A.

Nutrition is one of the most important factors influencing health status. Beta-carotene serves as a precursor for vitamin A. It belongs to antioxidant substances that protect tissues against oxidative damage and improve oxidative stability of milk fat. Beta-carotene is essential for female fertility and normal function of the immune system. Blood beta-carotene level is decreased during the dry period and early lactation. Milk beta-carotene concentrations are inversely correlated with milk yield. Beta-carotene deficiency still occurs in cattle herds, especially during the periparturient period. Grass silage and fresh pasture forages are rich sources of beta-carotene. Beta-carotene supplementation can improve beta-carotene and vitamin A status in cattle. The aim of this paper was to present the aspects connected with the importance of beta-carotene in cow nutrition.

Keywords: nutrition, beta-carotene, deficiency, supplementation, cow.

Zywienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia. W żywieniu krów przywiązuje się dużą wagę do prawidłowej podaży beta-karotenu. Beta-karoten jest prekursorem witaminy A. Należy do substancji wykazujących właściwości antyoksydacyjne. Chroni przed niepożądanymi zmianami oksydacyjnymi nie tylko komórki organizmu, ale także tłuszcz mleka. Beta-karoten jest niezbędny do prawidłowego przebiegu procesów rozrodczych i funkcjonowania układu immunologicznego.

Stężenie beta-karotenu we krwi krów jest najniższe w okresie zasuszenia i we wczesnej laktacji. Spadek stężenia beta-karotenu w osoczu krwi krów rozpoczyna się w ósmym miesiącu ciąży, a stężenie we wczesnej laktacji jest zbliżone do wartości notowanych pod koniec ciąży (1). W badaniach przeprowadzonych w polskim ośrodku naukowym zauważono znaczny spadek

stężenia beta-karotenu w osoczu krwi krów w pierwszej dobie po porodzie. Jednocześnie doszło do wzrostu stężenia tej substancji u cieląt. W tym samym czasie stężenie beta-karotenu w wydzielinie gruczołu mlekowego utrzymywało się na stałym poziomie. Stężenie retinolu wzrosło w osoczu krwi krów i w siarze, a u potomstwa nie uległo istotnym zmianom (2). W badaniach zagranicznych naukowców średnie stężenie beta-karotenu w osoczu krwi krów w pierwszym tygodniu po porodzie przekraczało 950 µg/100 ml. Z kolei średnie stężenie witaminy A u tych zwierząt wynosiło 66 µg/100 ml. W drugim tygodniu po porodzie odnotowano spadek zawartości tych substancji, zwłaszcza beta-karotenu. Mogło to wynikać z przenikania tych związków do wydzieliny gruczołu mlekowego i wyczerpywania się zapasów zgromadzonych w organizmie. Jednocześnie nastąpił wzrost stężeń we krwi cieląt (3). W innych badaniach najniższe stężenie beta-karotenu u krów wystąpiło 4–6 dni po porodzie. Później stężenie szybko rosło do dziesiątego tygodnia po porodzie (4). Grecy naukowcy stwierdzili, że młodsze krowy (średnia wieku przekraczająca trzy lata) charakteryzują się znacznie wyższymi stężeniami beta-karotenu i witaminy A w surowicy krwi, w porównaniu ze starszymi krowami (średnia wieku ponad sześć i pół roku). Wykryto dodatnią zależność między stężeniami tych substancji we krwi (5).

Cielęta rodzą się z małymi rezerwami beta-karotenu i witaminy A. Ponadto mają niewielkie zdolności przekształcania beta-karotenu do witaminy A. Wyssokie stężenia tych składników w siarze pozwalają na zwiększenie ich zawartości w organizmie noworodka (6). Siara zawiera znacznie więcej karotenu od mleka. Można przytoczyć wyniki badania składu wydzieliny gruczołu mlekowego krów wypasanych na pastwisku, którą pobrano w pierwszych trzech tygodniach laktacji. Stężenie karotenu w pierwszych porcjach siary wynosiło

od 50 do 300 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu. W pierwszych 8–10 dniach laktacji uległo obniżeniu do 9–21 $\mu\text{g/g}$ tłuszczu. W trzecim tygodniu laktacji średnie stężenie karotenu w mleku wynosiło kilkanaście $\mu\text{g/g}$ tłuszczu (7). Ilość beta-karotenu przenikająca z krwi do mleka nie zależy od ilości wydzielanego mleka. Wraz ze wzrostem wydajności mlecznej dochodzi do obniżania się stężenia tego składnika w mleku. Istnieje dodatnia zależność między stężeniem tłuszczu a zawartością beta-karotenu w mleku (8). Według jednych danych stężenie beta-karotenu w tłuszczu mleka osiąga najwyższe wartości, gdy jego stężenie w osoczu krwi przekracza 5 $\mu\text{g/ml}$ (9).

Spośród naturalnych źródeł beta-karotenu w żywieniu krów trzeba wymienić świeżą zielonkę pastwiskową i kiszonkę z traw. Krowy wypasane na pastwisku lub żywione kiszonką z traw mogą mieć kilka razy wyższe stężenie beta-karotenu we krwi, w porównaniu z krowami żywionymi sianem (10). Zastąpienie kiszonki z traw sianem może spowodować szybkie obniżenie się zawartości beta-karotenu w osoczu krwi i mleku (w ciągu dwóch tygodni). W ciągu dwóch miesięcy zawartość beta-karotenu w tkance tłuszczowej może ulec obniżeniu o kilkadziesiąt procent. W jednych badaniach stężenia beta-karotenu w osoczu krwi i mleku krów żywionych przez dwa miesiące dawką pokarmową opartą na sianie wynosiły odpowiednio 1,7 i 0,07 $\mu\text{g/ml}$. W przypadku krów żywionych przez cały czas dawką pokarmową opartą na kiszonce z traw wartości te były wyższe o 3,4 i 0,1 $\mu\text{g/ml}$ (11). Zastąpienie siana kiszonką z traw może spowodować szybki wzrost zawartości beta-karotenu w osoczu krwi i mleku (9). Podobny efekt można uzyskać po zmianie sposobu żywienia z oborowego na pastwiskowy, co wiąże się z dostępem do świeżej zielonki bogatej w beta-karoten (12). Masło i sery wytworzone z mleka pozyskanego od krów wypasanych na pastwisku charakteryzują się wysoką zawartością beta-karotenu. Związek ten należy do naturalnych barwników, dlatego produkty mleczne wytworzone z mleka krów wypasanych na pastwisku mają intensywniejszą barwę (13, 14). Analiza mleka pod kątem zawartości beta-karotenu i produktów jego degradacji może być pomocna w identyfikacji mleka pochodzącego od krów wypasanych na pastwisku (15).

Beta-karoten należy do antyoksydantów pokarmowych. Substancje te ograniczają procesy peroksydacji lipidów w mleku, które mają niekorzystny wpływ na jego właściwości. Mleko wysokowydajnych krów mlecznych najlepiej zaopatrzone w antyoksydanty (najwyższe stężenia antyoksydantów we krwi i w mleku, między innymi beta-karotenu) charakteryzuje się najniższym stężeniem dialdehydu malonowego, który jest produktem peroksydacji lipidów (16). Żywienie krów paszami bogatymi w beta-karoten może spowodować zwiększenie jego zawartości w mleku. Nie zawsze takie postępowanie przyczynia się jednak do ochrony lipidów mleka przed niepożądanymi zmianami oksydacyjnymi. Potwierdzają to badania przeprowadzone na krowach, które otrzymywały siano lub kiszonkę z traw i koniczyzny. Zastosowanie kiszonki nasiliło peroksydację lipidów mleka, choć zawierało ono więcej beta-karotenu i witaminy E. Mogło to wynikać ze zmian w profilu kwasów tłuszczowych. Mleko krów żywionych kiszonką

zawiera więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, które są podatne na utlenianie (17).

Innym źródłem beta-karotenu są dodatki paszowe. Suplementacja beta-karotenu może spowodować znaczną poprawę stopnia zaopatrzenia organizmu w ten składnik odżywczy. Można przytoczyć badania przeprowadzone na krowach mlecznych, które otrzymywały dodatek beta-karotenu przez cały okres zaszuszenia w dawce 1 g dziennie. Stężenie beta-karotenu we krwi przed rozpoczęciem suplementacji nieznacznie przekraczało 3 mg/l . Najwyższe wartości odnotowano miesiąc później (prawie 7,5 mg/l). W tym samym czasie nie zaobserwowano istotnych zmian stężenia beta-karotenu u krów, które nie otrzymywały tego dodatku. Później stężenie uległo obniżeniu niezależnie od jego podaży. Istotne różnice w stężeniu beta-karotenu we krwi utrzymywały się dwa tygodnie po zakończeniu suplementacji (18). W innych badaniach krowy otrzymywały dodatek beta-karotenu w dawce dziennej wynoszącej 500 mg, począwszy od 21. dnia przed porodem. Stężenie beta-karotenu w osoczu krwi tych krów w dniu porodu przekraczało 450 $\mu\text{g/dl}$. Było ponad dwa razy wyższe niż u krów, którym nie podawano tego dodatku. Suplementacja beta-karotenu nie miała jednak istotnego wpływu na zawartość tego składnika w siarze (19).

Beta-karoten w niewielkim stopniu ulega przemianom w żwaczu. Szacuje się, że około 90% beta-karotenu pobranego w paszy przedostaje się do jelita cienkiego (20). Beta-karoten podany drogą doustną wiąże się z lipoproteinami i w tej postaci jest transportowany do tkanek i narządów wewnętrznych. Niemieccy naukowcy zaobserwowali wzrost stężenia beta-karotenu związanego z lipoproteinami osocza również po podaniu go drogą pozajelitową. Stwierdzono, że jednorazowe podanie beta-karotenu drogą pozajelitową powoduje wzrost zawartości tej substancji nie tylko w osoczu krwi, ale także w mleku. Jednocześnie odnotowano wzrost zawartości witaminy A w mleku, choć jej stężenie w osoczu krwi nie uległo istotnym zmianom. Wynika to z przekształcania beta-karotenu do witaminy A w gruczole mlekowym (21).

Witamina A w dużych ilościach może gromadzić się w wątrobie. Stężenie witaminy A w wątrobie zależy przede wszystkim od zawartości beta-karotenu w komponentach paszowych i ilości witaminy A podawanej w postaci dodatków. Stężenie witaminy A w wątrobie krów żywionych kiszonką wynosi od 100 do 300 j.m./g . W przypadku skarmiania zielonki pastwiskowej wartość ta wzrasta do 300–600 j.m./g . Stężenie witaminy A w wątrobie cieląt zależy między innymi od podaży karotenu w diecie matek (22).

Niedobór beta-karotenu wywiera niekorzystny wpływ na rozród (23, 24). Obniżenie się stężeń beta-karotenu i witaminy A we krwi krów w okresie okołoporodowym może być jedną z przyczyn pogorszonego funkcjonowania układu immunologicznego i zwiększonej częstości występowania różnych chorób. W badaniach przeprowadzonych przez kanadyjskich naukowców krowy z zapaleniem gruczołu mlekowego miały znacznie niższe stężenie beta-karotenu w osoczu krwi, w porównaniu ze zdrowymi osobnikami (25). Wykazano, że wraz ze wzrostem stężenia retinolu w surowicy

krwi krów mlecznych w ostatnim tygodniu przed porodem dochodzi do zmniejszenia ryzyka wystąpienia klinicznego zapalenia gruczołu mlekowego (26). W innych badaniach nie wykryto istotnych różnic w stężeniach beta-karotenu i witaminy A w surowicy krwi krów mlecznych w stadach, w których średnia liczba komórek somatycznych w mleku wynosiła nie więcej niż 150 tys./ml lub nie mniej niż 700 tys./ml (27).

Według polskich obserwacji dodawanie beta-karotenu do dawki pokarmowej jest jednym z czynników przyczyniających się do zmniejszenia liczby komórek somatycznych w mleku (28). Zagraniczni naukowcy pozyskiwali mleko o mniejszej liczbie komórek somatycznych po zastosowaniu syntetycznego beta-karotenu, który podawano przez sto dni po porodzie w dawce wynoszącej 300 mg dziennie (29). W innych badaniach stwierdzono, że suplementacja beta-karotenu w okresie zasuszenia i wczesnej laktacji w dawce dziennej wynoszącej 300 mg nie ogranicza częstości występowania klinicznego zapalenia gruczołu mlekowego (30).

Podsumowanie

Niedobór beta-karotenu wciąż występuje w stadach bydła, zwłaszcza w okresie okołoporodowym (31). Najlepszym źródłem beta-karotenu jest świeża zielonka pastwiskowa. W przypadku żywienia oborowego pomocne są dodatki paszowe. Stosowanie dawek pokarmowych bogatych w beta-karoten ma na celu zapobieganie niedoborowi tego składnika w stadzie, a dodatkowo stwarza możliwość poprawy wartości odżywczej i stabilności oksydacyjnej mleka.

Piśmiennictwo

1. Lebeda M.: A decrease in blood beta-carotene in dairy cows during late pregnancy period. *Vet. Med. (Praha)* 1986, **31**, 513–520.
2. Kankofer M., Albera E.: Postpartum relationship of beta carotene and vitamin A between placenta, blood and colostrum in cows and their newborns. *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes* 2008, **116**, 409–412.
3. Surynek J., Kucera A., Brandejs P.: The level of beta-carotene and vitamin A in the blood of nursing calves and their mothers. *Vet. Med. (Praha)* 1976, **21**, 557–563.
4. Johnston L.A., Chew B.P.: Peripartum changes of plasma and milk vitamin A and beta-carotene among dairy cows with or without mastitis. *J. Dairy Sci.* 1984, **67**, 1832–1840.
5. Katsoulos P.D., Roubies N., Panousis N., Karatzanos P., Karatzias H.: Long-term fluctuations and effect of age on serum concentrations of certain fat-soluble vitamins in dairy cows. *Vet. Clin. Pathol.* 2005, **34**, 362–367.
6. Puvogel G., Baumrucker C., Blum J.W.: Plasma vitamin A status in calves fed colostrum from cows that were fed vitamin A during late pregnancy. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 2008, **92**, 614–620.
7. Newstead D.F.: Carotene and immunoglobulin concentrations in the colostrum and milk of pasture-fed cows. *J. Dairy Res.* 1976, **43**, 229–237.
8. Jensen S.K., Johannsen A.K., Hermansen J.E.: Quantitative secretion and maximal secretion capacity of retinol, beta-carotene and alpha-tocopherol into cows' milk. *J. Dairy Res.* 1999, **66**, 511–522.
9. Calderón F., Chauveau-Duriot B., Pradel P., Martin B., Graulet B., Doreau M., Nozière P.: Variations in carotenoids, vitamins A and E, and color in cow's plasma and milk following a shift from hay diet to diets containing increasing levels of carotenoids and vitamin E. *J. Dairy Sci.* 2007, **90**, 5651–5664.
10. Jukola E., Hakkarainen J., Saloniemi H., Sankari S.: Effect of selenium fertilization on selenium in feedstuffs and selenium, vitamin E, and beta-carotene concentrations in blood of cattle. *J. Dairy Sci.* 1996, **79**, 831–837.
11. Nozière P., Grolier P., Durand D., Ferlay A., Pradel P., Martin B.: Variations in carotenoids, fat-soluble micronutrients, and color in cows' plasma and milk following changes in forage and feeding level. *J. Dairy Sci.* 2006, **89**, 2634–2648.

12. Kolb E., Dittrich H., Dobeleit G., Schmalfuss R., Siebert P., Stäuber E., Wahren M.: Content of beta-carotene, vitamin E and ascorbic acid in blood plasma of female calves, cattle, bulls, castrates and ox throughout the course of the year. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 1991, **104**, 387–391.
13. Carpino S., Horne J., Melilli C., Licitra G., Barbano D.M., Van Soest P.J.: Contribution of native pasture to the sensory properties of Ragusano cheese. *J. Dairy Sci.* 2004, **87**, 308–315.
14. O'Callaghan T.F., Faulkner H., McAuliffe S., O'Sullivan M.G., Hennessy D., Dillon P., Kilcawley K.N., Stanton C., Ross R.P.: Quality characteristics, chemical composition, and sensory properties of butter from cows on pasture versus indoor feeding systems. *J. Dairy Sci.* 2016, **99**, 9441–9460.
15. Faulkner H., O'Callaghan T.F., McAuliffe S., Hennessy D., Stanton C., O'Sullivan M.G., Kerry J.P., Kilcawley K.N.: Effect of different forage types on the volatile and sensory properties of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 2018, **101**, 1034–1047.
16. Kapusta A., Kuczyńska B., Puppel K.: Relationship between the degree of antioxidant protection and the level of malondialdehyde in high-performance Polish Holstein-Friesian cows in peak of lactation. *PLoS One* 2018, **13**, e0193512.
17. Havemose M.S., Weisbjerg M.R., Bredie W.L., Poulsen H.D., Nielsen J.H.: Oxidative stability of milk influenced by fatty acids, antioxidants, and copper derived from feed. *J. Dairy Sci.* 2006, **89**, 1970–1980.
18. Kaewlamun W., Okouyi M., Humblot P., Techakumphu M., Ponter A.A.: Does supplementing dairy cows with β -carotene during the dry period affect postpartum ovarian activity, progesterone, and cervical and uterine involution? *Theriogenology* 2011, **75**, 1029–1038.
19. Ishida M., Nishijima Y., Ikeda S., Yoshitani K., Obata A., Sugie Y., Aoki Y., Yamaji T., Fujita M., Nakatsuji Y., Kume S.: Effects of supplemental β -carotene on colostrum immunoglobulin and plasma β -carotene and immunoglobulin in Japanese Black cows. *Anim. Sci. J. (w druk)*.
20. Fernandez S.C., Budowski P., Ascarelli L., Neumark H., Bondi A.: Pre-intestinal stability of beta-carotene in ruminants. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 1976, **46**, 439–445.
21. Schweigert F.J., Eisele W.: Parenteral beta-carotene administration to cows: effect on plasma levels, lipoprotein distribution and secretion in the milk. *Z. Ernährungswiss.* 1990, **29**, 184–191.
22. Flachowsky G., Heidemann B., Schlenzig M., Wilk H., Henning A.: Factors influencing the vitamin A concentration in the liver of cattle. *Z. Ernährungswiss.* 1993, **32**, 21–37.
23. Iwańska S., Lewicki C., Rybicka M.: The effect of beta carotene supplementation on the beta carotene and vitamin A levels of blood plasma and some fertility indices of dairy cows. *Arch. Tierernahr.* 1985, **35**, 563–570.
24. Jackson P.S., Furr B.J., Johnson C.T.: Endocrine and ovarian changes in dairy cattle fed a low beta-carotene diet during an oestrus synchronisation regime. *Res. Vet. Sci.* 1981, **31**, 377–383.
25. Batra T.R., Singh K., Ho S.K., Hidiroglou M.: Concentration of plasma and milk vitamin E and plasma beta-carotene of mastitic and healthy cows. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 1992, **62**, 233–237.
26. LeBlanc S.J., Herdt T.H., Seymour W.M., Duffield T.F., Leslie K.E.: Peripartum serum vitamin E, retinol, and beta-carotene in dairy cattle and their associations with disease. *J. Dairy Sci.* 2004, **87**, 609–619.
27. Erskine R.J., Eberhart R.J., Hutchinson L.J., Scholz R.W.: Blood selenium concentrations and glutathione peroxidase activities in dairy herds with high and low somatic cell counts. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1987, **190**, 1417–1421.
28. Skrzypek R., Wójtowski J., Fahr R.D.: Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk—a case study from Poland. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.* 2004, **51**, 127–131.
29. Rakes A.H., Owens M.P., Britt J.H., Whitlow L.W.: Effects of adding beta-carotene to rations of lactating cows consuming different forages. *J. Dairy Sci.* 1985, **68**, 1732–1737.
30. Oldham E.R., Eberhart R.J., Muller L.D.: Effects of supplemental vitamin A or beta-carotene during the dry period and early lactation on udder health. *J. Dairy Sci.* 1991, **74**, 3775–3781.
31. Bothmann J., Magnus F., Hasseler W., Kossen T., Füll M.: Metabolic monitoring on small and medium sized dairy farms in Emsland, Germany. *Tierarztl. Prax. Ausg. G Grosstiere Nutztiere* 2016, **44**, 83–91.

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