

Suplementacja tłuszczu w żywieniu krów

Adam Mirowski

Fat supplementation in cows nutrition

Mirowski A.

Ruminant animals living in a natural environment ingest a small amount of fats. Dietary fat supplementation is increasingly popular in livestock production. Oilseeds, vegetable oil and fish oil are the most valuable sources of supplementary fat. Fat supplementation can increase energy density of the diet, attenuate negative energy balance during early lactation and improve reproductive performance. The dietary fat type is of great importance, because fatty acids can directly influence reproductive processes. Fat supplementation can modify fatty acid profile of cow milk. Dairy products derived from cows fed diets with linseed oil or fish oil contain higher levels of fatty acids with health-promoting properties. The aim of this paper was to present the aspects connected with fat supplementation in cows nutrition.

Keywords: nutrition, fat supplementation, fatty acids, cow.

Dieta zwierząt przeżuwiających żyjących w warunkach naturalnych charakteryzuje się niską zawartością tłuszczu. W żywieniu zwierząt hodowlanych duże zainteresowanie budzi suplementacja tego składnika, polegająca na stosowaniu pełnotłustych nasion roślin oleistych, olejów roślinnych i rybnych lub komercyjnych preparatów tłuszczowych. W artykule opisano zagadnienia związane z suplementacją tłuszczu w żywieniu krów.

Wzbogacanie diety krów w tłuszcz stwarza możliwość poprawy rozrodu. Dodatki tłuszczowe mogą bowiem zwiększyć zawartość energii w dawce pokarmowej, co ma na celu ograniczenie ujemnego bilansu energetycznego w okresie poporodowym. Niemniej kwasy tłuszczowe mogą wywierać bezpośredni wpływ na procesy rozrodcze, dlatego duże znaczenie ma rodzaj tłuszczu. Największe nadzieje wiąże się z wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi z rodzin n-6 (kwas linolowy) i n-3 (kwasy alfa-linolenowy, eikozapentaenowy – EPA i dokozaheksaenowy – DHA). Dowiedziano między innymi, że kwasy linolowy i alfa-linolenowy mają dobry wpływ na pęcherzyki jajnikowe (1, 2). Jak wynika z badań z użyciem soi (źródło kwasu linolowego) i lnu (źródło kwasu alfa-linolenowego), najlepszym rozwiązaniem jest wzbogacanie dawki pokarmowej w okresie pierwszych 40 dni po porodzie w kwasy tłuszczowe z rodziny n-6. Później zamienia się je na kwasy tłuszczowe z rodziny n-3, które podaje się do 40. dnia po inseminacji (3). Kwas linolowy może przyczynić się do zwiększenia syntezy i sekrecji prostaglandyny F_{2a} (PGF_{2a}) przez błonę śluzową macicy. Sądzi się więc, że może mieć korzystny wpływ na involucję macicy po porodzie. Kwasy tłuszczowe z rodziny n-3 mogą zmniejszać syntezę PGF_{2a} i zapobiegać lizie ciałka żółtego w okresie wczesnego życia zarodka (4, 5, 6).

Pewne obserwacje sugerują jednak, że suplementacja kwasów linolowego i alfa-linolenowego może źle

wpływać na rozwój zarodków (7, 8). Niemniej, jak wynika z badań wykonanych na bydło mięsne, stosowanie oleju sojowego (dodatek tłuszczu w formie chronionej) w ilości 100 g dziennie przez trzy tygodnie po inseminacji stwarza możliwość poprawy przeżywalności zarodków. Większy odsetek krów zacielenych może wynikać z wytwarzania większych ilości interferonu tau przez zarodki (9).

Długołańcuchowe kwasy tłuszczowe w niewielkim stopniu przenikają przez łożysko z krwi matki do płodu. Wzbogacanie diety krów w okresie późnej ciąży w olej rybny w ilości 300 g dziennie może spowodować mniej więcej dwukrotny wzrost udziału DHA w lipidach osocza krwi nowo narodzonych cieląt. Jednocześnie matki charakteryzują się kilkanaście razy większym udziałem DHA w lipidach osocza krwi, w porównaniu z krowami karmionymi paszą z dodatkiem nasyconych kwasów tłuszczowych. Olej lniany nie powoduje istotnego wzrostu zawartości kwasu alfa-linolenowego ani jego długołańcuchowych pochodnych (EPA i DHA) u nowo narodzonych cieląt. Występują znaczne różnice w profilu kwasów tłuszczowych lipidów osocza krwi nowo narodzonych cieląt i ich matek. Może to wynikać z małej przepuszczalności łożyska dla wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Niemniej jednak istnieje pozytywna zależność między zawartością DHA w osoczu krwi krów i ich potomstwa. Jest to konsekwencją dużej roli, jaką DHA odgrywa w rozwoju płodów (10).

Wykazano, że żywienie krów w okresie późnej ciąży paszą zawierającą nasiona bogate w kwas linolowy lub oleinowy powoduje obniżenie zawartości kwasów tłuszczowych z rodziny n-3, między innymi EPA i DHA, w osoczu krwi nowo narodzonych cieląt (11). Według innych obserwacji suplementacja tłuszczu w dwóch ostatnich miesiącach ciąży ma niewielki wpływ na profil kwasów tłuszczowych osocza krwi nowo narodzonych cieląt. Potomstwo krów otrzymujących dodatek tłuszczu bogatego w kwas linolowy (w formie chronionej) ma trochę więcej tego kwasu w osoczu krwi bezpośrednio po porodzie, w porównaniu z potomstwem krów pobierających paszę wzbogaconą w nasycone kwasy tłuszczowe, głównie kwas stearynowy. Jednocześnie niższa jest zawartość długołańcuchowych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3. Suplementacja tłuszczu ma znacznie większy wpływ na profil kwasów tłuszczowych siary. Stwierdzono, że dodawanie nasyconych kwasów tłuszczowych do diety krów ma korzystny wpływ na stopień zaopatrzenia cieląt w immunoglobuliny G. Cielęta lepiej bowiem wchłaniają immunoglobuliny zawarte w siarze (12).

W badaniach przeprowadzonych na krowach żywnych paszą o niskiej zawartości tłuszczu zauważono, że suplementacja kwasów tłuszczowych w okresie późnej ciąży może spowodować zwiększenie urodzeniowej masy ciała cieląt (12). Wydaje się, że rodzaj kwasów

tłuszczowych nie ma w tym względzie istotnego znaczenia. Potwierdzają to badania, w których bydło mięsne otrzymywało w ostatnim trymestrze ciąży dodatek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (DHA, EPA i kwasu linolowego, w formie chronionej) lub nasyconych i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych w ilości 190 g dziennie. Nie wykryto różnic w urodzeniowej ani odsadzeniowej masie ciała. Zwrócono jednak uwagę na wyższą masę ciała w dniu uboju potomstwa krów pobierających w okresie ciąży dodatek wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (13).

Poprzez wzbogacanie diety krów w tłuszcz można modyfikować profil kwasów tłuszczowych mleka, a w mniejszym stopniu także mięsa. Kluczowe znaczenie ma rodzaj tłuszczu. Można przytoczyć badania, w których krowy otrzymywały tłuszcz bogaty w nasycone kwasy tłuszczowe lub olej roślinny (lniany bądź słonecznikowy) i algi, które stanowią bogate źródło DHA. W wyniku zastosowania olejów roślinnych i alg mleko zawiera mniej nasyconych kwasów tłuszczowych. Olej lniany i algi powodują znaczne zwiększenie zawartości kwasu alfa-linolenowego i DHA zarówno w mleku, jak i w mięsie. Najwięcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 występuje w mleku krów żywionych paszą z dodatkiem oleju słonecznikowego. Jednocześnie nie odnotowano wzrostu zawartości tych kwasów w mięsie (14). Opublikowano też badania, w których krowy otrzymywały mieszaninę olejów słonecznikowego i rybnego, lnianego i rybnego lub wszystkich naraz. Mieszaniny te podawano w ilości 3% suchej masy, a poszczególnych olejów użyto w jednakowych ilościach. Najkorzystniejszy profil kwasów tłuszczowych mleka uzyskano po zastosowaniu dwóch ostatnich mieszanin. Doszło do zwiększenia zawartości kwasu zwichrowego (*cis*-9, *trans*-11 CLA) i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3, zwłaszcza kwasu alfa-linolenowego i DHA. Jednocześnie nastąpiło zmniejszenie stosunku stężenia kwasów tłuszczowych z rodziny n-6 do stężenia kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 (15).

Tłuszcz lniany budzi szczególne zainteresowanie naukowców zajmujących się suplementacją tłuszczu w żywieniu krów. Według jednych danych olej lniany może być dodawany do diety krów mlecznych w ilości do 4% suchej masy. Takie postępowanie stwarza możliwość wzbogacenia mleka w pożądane kwasy tłuszczowe, bez pogorszenia strawności składników odżywczych i produkcji mleka. Wraz ze wzrostem zawartości oleju lnianego w dawce pokarmowej (0, 2, 3 lub 4%) nastąpił wzrost wydajności mleka (26,1; 27,3; 27,4 i 28,4 kg dziennie). Nie doszło do zmian zawartości tłuszczu w mleku, jednak wzrost podaży oleju spowodował obniżenie się zawartości białka (16). W innych badaniach odnotowano obniżenie wydajności tłuszczu mlecznego o 30% po zastosowaniu 5-procentowego dodatku oleju lnianego. Suplementacja oleju lnianego powoduje zmniejszenie ekspresji genów kodujących białka uczestniczące w syntezie lipidów w gruczole mlekowym. Efektem jest niższa zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku. Wzrost zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mleku wynika z większej dostępności tych związków lub substratów dla gruczołu mlekowego (17).

Zagraniczni naukowcy porównali efekty zastosowania oleju lnianego lub nasion lnu dostarczających takiej samej ilości tłuszczu. Krowy żywiono paszą, do której dodawano tłuszcz palmowy (300 g dziennie), olej lniany (300 g dziennie) lub nasiona lnu (688 g dziennie). Nie wykryto istotnych różnic w pobraniu suchej masy, zmianach masy ciała, wydajności mlecznej i zawartości podstawowych składników odżywczych w mleku. Zastąpienie tłuszczu palmowego tłuszczem lnianym powoduje znaczną poprawę profilu kwasów tłuszczowych mleka (18).

Duże zainteresowanie naukowców budzą również tłuszcze bogate w długołańcuchowe pochodne kwasu alfa-linolenowego – DHA i EPA, zwłaszcza oleje rybne. Mają one korzystny wpływ na profil kwasów tłuszczowych mleka, lecz mogą spowodować zmniejszenie pobrania suchej masy i pogorszenie wydajności mlecznej. Potwierdzają to badania wykonane na krowach, które otrzymywały olej rybny w ilości 0, 75, 150 lub 300 g dziennie. Najważniejszą zmianą w profilu kwasów tłuszczowych mleka był liniowy wzrost zawartości EPA (z 0,07 do 0,18 g/100 g sumy kwasów tłuszczowych) i DHA (z 0,03 do 0,10 g/100 g sumy kwasów tłuszczowych). Wraz ze wzrostem ilości podawanego oleju doszło do zmniejszenia pobrania suchej masy oraz wydajności mleka, które charakteryzowało się niższą zawartością tłuszczu. Mleko krów otrzymujących największy dodatek oleju rybnego miało 30% mniej tłuszczu w porównaniu z mlekiem krów żywionych paszą bez oleju. Jednocześnie wydajność tego składnika była niższa o 40% (19).

Podsumowanie

Suplementacja tłuszczu może wywierać istotny wpływ na organizm krowy. Efekty suplementacji zależą między innymi od stanu fizjologicznego krowy, ilości i rodzaju tłuszczu, formy, w jakiej został użyty, oraz składu dawki pokarmowej. Wzbogacanie diety w komponenty tłuszczowe, które mogą zmniejszać wytwarzanie tłuszczu mlecznego, stwarza możliwość poprawy bilansu energetycznego i ograniczenia mobilizacji zapasów tłuszczu w okresie wczesnej laktacji (20). Suplementacja tłuszczu może mieć korzystny wpływ na rozród. Dzięki niej można modyfikować profil kwasów tłuszczowych mleka i wzbogacać go w pożądane kwasy tłuszczowe. Prowadzone są badania nad ograniczaniem powstawania metanu poprzez stosowanie komponentów tłuszczowych (21, 22). Suplementacja tłuszczu stwarza możliwość zwiększenia zawartości energii w dawce pokarmowej. Jednocześnie może jednak spowodować zmniejszenie pobrania suchej masy, co wiąże się z ryzykiem zmniejszonej podaży składników odżywczych (23).

Piśmiennictwo

1. Bilby T.R., Block J., do Amaral B.C., Sa Filho O., Silvestre F.T., Hansen P.J., Staples C.R., Thatcher W.W.: Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. *J. Dairy Sci.* 2006, **89**, 3891–3903.
2. Thomas M.G., Bao B., Williams G.L.: Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *J. Anim. Sci.* 1997, **75**, 2512–2519.
3. Dirandeh E., Towhidi A., Zeinoaldini S., Ganjkanlou M., Ansari Pir-saraei Z., Fouladi-Nashta A.: Effects of different polyunsaturated

- fatty acid supplementations during the postpartum periods of early lactating dairy cows on milk yield, metabolic responses, and reproductive performances. *J. Anim. Sci.* 2013, **91**, 713–721.
4. Childs S., Lynch C.O., Hennessy A.A., Stanton C., Wathes D.C., Sreenan J.M., Diskin M.G., Kenny D.A.: Effect of dietary enrichment with either n-3 or n-6 fatty acids on systemic metabolite and hormone concentration and ovarian function in heifers. *Animal* 2008, **2**, 883–893.
 5. Grant M.H., Alexander B.M., Hess B.W., Bottger J.D., Hixon D.L., Van Kirk E.A., Nett T.M., Moss G.E.: Dietary supplementation with safflower seeds differing in fatty acid composition differentially influences serum concentrations of prostaglandin F metabolite in postpartum beef cows. *Reprod. Nutr. Dev.* 2005, **45**, 721–727.
 6. Mattos R., Staples C.R., Arteche A., Wiltbank M.C., Diaz F.J., Jenkins T.C., Thatcher W.W.: The effects of feeding fish oil on uterine secretion of PGF₂α, milk composition, and metabolic status of periparturient Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2004, **87**, 921–932.
 7. Marei W.F., Wathes D.C., Fouladi-Nashta A.A.: Impact of linoleic acid on bovine oocyte maturation and embryo development. *Reproduction* 2010, **139**, 979–988.
 8. Petit H.V., Cavalieri F.B., Santos G.T., Morgan J., Sharpe P.: Quality of embryos produced from dairy cows fed whole flaxseed and the success of embryo transfer. *J. Dairy Sci.* 2008, **91**, 1786–1790.
 9. Brandão A.P., Cooke R.F., Schubach K.M., Marques R.S., Bohnert D.W., Carvalho R.S., Dias N.W., Timlin C.L., Clark-Deener S., Currin J.F., Jump D.B., Pohler K.G., Cerri R.L.A., Mercadante V.R.G.: Supplementing Ca salts of soybean oil after artificial insemination increases pregnancy success in *Bos taurus* beef cows. *J. Anim. Sci.* 2018, **96**, 2838–2850.
 10. Moallem U., Zachut M.: The effects of supplementation of various n-3 fatty acids to late-pregnant dairy cows on plasma fatty acid composition of the newborn calves. *J. Dairy Sci.* 2012, **95**, 4055–4058.
 11. Salehi R., Ambrose D.J.: Parturition maternal diets supplemented with oilseeds alter the fatty acid profile in bovine neonatal plasma possibly through reduced placental expression of fatty acid transporter protein 4 and fatty acid translocase. *Reprod. Fertil. Dev.* 2017, **29**, 1846–1855.
 12. Garcia M., Greco L.F., Favoreto M.G., Marsola R.S., Martins L.T., Bisinotto R.S., Shin J.H., Lock A.L., Block E., Thatcher W.W., Santos J.E., Staples C.R.: Effect of supplementing fat to pregnant non-lactating cows on colostral fatty acid profile and passive immunity of the newborn calf. *J. Dairy Sci.* 2014, **97**, 392–405.
 13. Marques R.S., Cooke R.F., Rodrigues M.C., Brandão A.P., Schubach K.M., Lippolis K.D., Moriel P., Perry G.A., Lock A., Bohnert D.W.: Effects of supplementing calcium salts of polyunsaturated fatty acids to late-gestating beef cows on performance and physiological responses of the offspring. *J. Dairy Sci.* 2017, **95**, 5347–5357.
 14. Angulo J., Hiller B., Olivera M., Mahecha L., Dannenberger D., Nuernberg G., Losand B., Nuernberg K.: Dietary fatty acid intervention of lactating cows simultaneously affects lipid profiles of meat and milk. *J. Sci. Food Agric.* 2012, **92**, 2968–2974.
 15. Thanh L.P., Suksombat W.: Milk yield, composition, and fatty acid profile in dairy cows fed a high-concentrate diet blended with oil mixtures rich in polyunsaturated fatty acids. *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 2015, **28**, 796–806.
 16. Benchaar C., Romero-Pérez G.A., Chouinard P.Y., Hassanat F., Eugene M., Petit H.V., Côrtes C.: Supplementation of increasing amounts of linseed oil to dairy cows fed total mixed rations: effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, protozoal populations, and milk fatty acid composition. *J. Dairy Sci.* 2012, **95**, 4578–4590.
 17. Ibeagha-Awemu E.M., Li R., Ammah A.A., Dudemaine P.L., Bissonnette N., Benchaar C., Zhao X.: Transcriptome adaptation of the bovine mammary gland to diets rich in unsaturated fatty acids shows greater impact of linseed oil over safflower oil on gene expression and metabolic pathways. *BMC Genomics* 2016, **17**, 104.
 18. Suksombat W., Thanh L.P., Meeptom C., Mirattanaphrai R.: Effects of linseed oil or whole linseed supplementation on performance and milk fatty acid composition of lactating dairy cows. *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 2014, **27**, 951–959.
 19. Kairenius P., Ärölä A., Leskinen H., Toivonen V., Ahvenjärvi S., Vanhatalo A., Huhtanen P., Hurme T., Grünari J.M., Shingfield K.J.: Dietary fish oil supplements depress milk fat yield and alter milk fatty acid composition in lactating cows fed grass silage-based diets. *J. Dairy Sci.* 2015, **98**, 5653–5671.
 20. Qin N., Bayat A.R., Trevisi E., Minuti A., Kairenius P., Viitala S., Mutikainen M., Leskinen H., Elo K., Kokkonen T., Vilkki J.: Dietary supplement of conjugated linoleic acids or polyunsaturated fatty acids suppressed the mobilization of body fat reserves in dairy cows at early lactation through different pathways. *J. Dairy Sci.* 2018, **101**, 7954–7970.
 21. Guyader J., Eugène M., Meunier B., Doreau M., Morgavi D.P., Silberberg M., Rochette Y., Gerard C., Loncke C., Martin C.: Additive methane-mitigating effect between linseed oil and nitrate fed to cattle. *J. Anim. Sci.* 2015, **93**, 3564–3577.
 22. Klem K.E., Humphries D.J., Kirton P., Givens D.I., Reynolds C.K.: Differential effects of oilseed supplements on methane production and milk fatty acid concentrations in dairy cows. *Animal* (w druk). 2017, **11**, 1–10.
 23. Weld K.A., Armentano L.E.: The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 2017, **100**, 1766–1779.