

Wpływ cholicy na metabolizm tłuszczu u krów mlecznych

Adam Mirowski

Okres okołoporodowy jest jednym z najtrudniejszych w żywieniu krów mlecznych. W tym czasie zachodzą bowiem duże zmiany w organizmie krowy. Początek laktacji wiąże się z ujemnym bilansem energetycznym, który ma niebagatelny wpływ na zwierzęta. Dawki pokarmowe stosowane w okresie okołoporodowym często są wzbogacane w różne składniki odżywcze, które regulują procesy zachodzące w organizmie. W artykule omówiono zagadnienia związane z wpływem cholicy na metabolizm tłuszczu u krów mlecznych.

Ilość energii pobieranej przez ciężarne krowy zazwyczaj zaspokaja zapotrzebowanie matki i rozwijającego się płodu. Sytuacja może ulec jednak zmianie po porodzie. Wysokowydajne krowy mleczne pobierają wówczas bowiem zbyt mało paszy, aby móc zaspokoić swoje zapotrzebowanie na energię. W konsekwencji następuje rozwój ujemnego bilansu energetycznego, który wiąże się z nasilonym katabolizmem. Krowy zużywają rezerwy zgromadzone w organizmie na cele energetyczne. Nasilenie lipolizy w tkance tłuszczowej skutkuje wzrostem zawartości wolnych kwasów tłuszczowych w osoczu krwi. Zwiększone ilości kwasów tłuszczowych pobranych przez wątrobę służą jako źródło energii lub są przekształcane do triglicerydów, które przenikają do krwi w postaci lipoprotein lub ulegają odłożeniu. Gromadzenie się triglicerydów w wątrobie prowadzi do stłuszczenia tego narządu. Stłuszczenie wątroby przyczynia się zaś do pogorszenia stanu zdrowia i wyników produkcyjnych (1). Krowy zatuczone przed porodem są bardziej narażone na stłuszczenie wątroby. Nieograniczony dostęp do paszy w okresie zasuszenia może spowodować ponad sześciokrotny wzrost stężenia triglicerydów w wątrobie w ciągu kilku dni po wycieleniu. Jest to związane ze wzrostem zawartości niezestryfikowanych kwasów tłuszczowych we krwi (2). Jednym ze sposobów modulowania

The influence of choline supplementation on lipid metabolism in dairy cows

Mirowski A.

The periparturient period is associated with multiple metabolic changes in dairy cows. Negative energy balance during early lactation can impair health status and productive performance. Many nutrients added to dairy cow rations modulate metabolic processes. Choline supplementation during the periparturient period can reduce triacylglycerol accumulation in the liver during early lactation. Positive effects of choline supplementation on lipid metabolism in dairy cows may be accompanied by improved productive performance. The aim of this paper was to present the aspects connected with the possibilities of modulating lipid metabolism in dairy cows by a choline supplementation.

Keywords: nutrition, choline, supplementation, lipid metabolism, dairy cow.

metabolizmu tłuszczu u krów mlecznych jest wzbogacanie dawki pokarmowej w cholinę.

Cholina ulega przemianom mikrobiologicznym w żwaczu, dlatego podawanie krowom komponentów paszowych bogatych w ten składnik tylko w niewielkim stopniu zwiększa ilość cholicy dostającej się do jelita. Można przytoczyć badania przeprowadzone w warunkach *in vitro* z użyciem płynu żwaczowego pobranego od krów mlecznych, w których oszacowano stopień degradacji cholicy zawartej w różnych komponentach paszowych, m.in. w jęczmieniu, śrucie sojowej i mączce rybnej. Na podstawie tych obserwacji można stwierdzić, że ilość cholicy ulegającej degradacji w żwaczu często przekracza 80%. Z tego względu w żywieniu krów używa się cholicy chronionej przed procesami zachodzącymi w żwaczu. Dzięki temu więcej cholicy przemieszcza się do dalszych odcinków przewodu pokarmowego i ulega wchłonięciu do krwi (3).

Dodawanie choliny do diety krów mlecznych w okresie okołoporodowym stwarza możliwość ograniczenia gromadzenia się triglicerydów w wątrobie po wycieleniu. Taki efekt uzyskano m.in. w badaniach, w których krowy otrzymywały niecałe 14,5 g choliny dziennie, począwszy od trzeciego tygodnia przed porodem do szóstego tygodnia po porodzie. Niższe stężenie triglicerydów w wątrobie obserwowano w pierwszym miesiącu laktacji (4). Suplementacja choliny zmniejsza ryzyko stłuszczenia wątroby u krów mlecznych wywołanego pobieraniem zbyt małych ilości paszy. Potwierdzają to badania przeprowadzone na krowach, które przez dziesięć dni pobierały tylko 30% potrzebnej im energii. Krowy otrzymujące w tym czasie dodatek choliny w dawce wynoszącej 15 g dziennie zgromadziły znacznie mniej triglicerydów w wątrobie i miały niższe stężenie niezestryfikowanych kwasów tłuszczowych w osoczu krwi. Te same badania wskazują również na przydatność choliny w leczeniu stłuszczenia wątroby. Zauważono, że podawanie jej krowom ze stłuszczeniem wątroby wywołanym pobieraniem zbyt małych ilości paszy przyspiesza obniżanie się zawartości triglicerydów w wątrobie (5).

Wpływ choliny na gromadzenie się triglicerydów w wątrobie zależy od jej dawki. Według jednych danych wraz ze zwiększaniem ilości choliny dodawanej do paszy z 6,5 do 25,8 g dziennie dochodzi do obniżenia stężenia triglicerydów w wątrobach krów z ujemnym bilansem energetycznym (6). Na podstawie zmian ekspresji genów można sądzić, że niższa zawartość triglicerydów w wątrobie u krów otrzymujących dodatek choliny wynika z poprawy metabolizmu kwasów tłuszczowych w wątrobie i pobudzenia syntezy lipoprotein o bardzo małej gęstości (VLDL). Stwierdzono, że korzystny wpływ suplementacji choliny na wątrobę nie ma związku z procesem lipolizy w tkance tłuszczowej (7).

Suplementacja choliny nie zawsze skutkuje jednak niższą zawartością triglicerydów w wątrobie. W jednych badaniach krowy otrzymujące dodatek choliny przez ostatnie trzy tygodnie ciąży i pierwsze trzy tygodnie laktacji w dawce dziennej wynoszącej niecałe 13 g miały wyższe stężenie triglicerydów w wątrobie o 1 pkt procentowy w okresie poporodowym w porównaniu z krowami nieotrzymującymi tego dodatku. Brak pozytywnego wpływu suplementacji choliny na zawartość triglicerydów w wątrobie mógł mieć związek z poprawą wyników produkcyjnych, której nie towarzyszyło zwiększenie pobrania paszy (8).

Suplementacja choliny może spowodować wzrost zawartości triglicerydów i obniżenie zawartości β -hydroksymaślanu we krwi. Taki efekt uzyskano w badaniach przeprowadzonych na krowach mlecznych, które otrzymywały dodatek choliny od 21. dnia przed porodem do 60. dnia laktacji. Początkowo podawano 25 g choliny dziennie, a po wycieleniu dawkę zwiększono do 50 g dziennie. Wyższe stężenie triglicerydów we krwi może wynikać z nasilonej syntezy lipoprotein w wątrobie i wydzielania większych ilości triglicerydów. Niższe stężenie β -hydroksymaślanu we krwi wskazuje zaś na mniejsze nasilenie ketogenezy (9).

Wpływ choliny na metabolizm tłuszczu ma odzwierciedlenie w składzie chemicznym mleka. Badania dotyczące tego zagadnienia wykonywano już w latach 80. ub. wieku. Stwierdzono wówczas, że cholina usprawnia transport kwasów tłuszczowych uwolnionych z tkanki tłuszczowej poprzez wątrobę do gruczołu mlekowego. Kwasy tłuszczowe transportowane do gruczołu mlekowego uczestniczą w syntezie tłuszczu, co skutkuje wyższą zawartością tego składnika w mleku. Dodawanie choliny do paszy treściwej w ilości wynoszącej 3 g/kg sprawiło, że zawartość tłuszczu w mleku wzrosła o ponad 0,3 pkt procentowego. Towarzyszyło temu niższe stężenie wolnych kwasów tłuszczowych we krwi (10).

W nowych badaniach dodawanie choliny do diety krów mlecznych w okresie okołoporodowym w dawce dziennej wynoszącej niecałe 13 g spowodowało wzrost wydajności tłuszczu o 0,16 kg dziennie w pierwszych trzech tygodniach laktacji. Wartość ta uległa obniżeniu do 0,10 kg dziennie w okresie od 22. do 105. dnia laktacji. Kontynuowanie suplementacji choliny nie miało wpływu na ilość wytwarzanego tłuszczu mlecznego. Krowy wciąż mogą zatem wytwarzać więcej tłuszczu mimo zakończenia suplementacji (11). Potwierdzają to badania, w których krowy mleczne otrzymywały 10 g choliny dziennie, począwszy od 20. dnia przed porodem do 20. dnia laktacji. Dzięki suplementacji krowy wytwarzały mleko bogatsze w tłuszcz w drugim miesiącu laktacji (12).

Nie jest jeszcze znana dawka choliny, która ma najlepszy wpływ na wyniki produkcyjne i stan zdrowia krów mlecznych. Analiza dostępnych danych naukowych pozwala stwierdzić, że optymalna dawka choliny dodawanej do diety krów mlecznych w okresie okołoporodowym najprawdopodobniej przekracza 12,9 g dziennie (13). Efekty podawania choliny krowom mlecznym zależą też od czasu rozpoczęcia i trwania suplementacji. Najlepszych rezultatów można oczekiwać w przypadku rozpoczęcia jej w ostatnich tygodniach ciąży i kontynuowania we wczesnej laktacji (11).

Dawniej sądzono, że korzyści wynikające z suplementacji choliny mogą być większe w przypadku krów narażonych na stłuszczenie wątroby. Nowe badania nie potwierdzają jednak tego przypuszczenia. Zauważono, że efekty podawania choliny krowom mlecznym w okresie okołoporodowym (poprawa wyników produkcyjnych) nie zależą od ich kondycji przed wycieleniem (14). Według innych obserwacji żywienie krów mlecznych paszą z dodatkiem choliny w okresie okołoporodowym może zwiększyć wydajność mleczną niezależnie od ilości energii pobranej w okresie zasuszenia (15).

Podsumowanie

Dodawanie choliny do diety krów mlecznych w okresie okołoporodowym pobudza wydzielanie triglicerydów z wątroby, dlatego stwarza możliwość ograniczenia gromadzenia się ich we wczesnej laktacji. Może to wynikać z poprawy metabolizmu kwasów tłuszczowych w wątrobie i pobudzenia syntezy lipoprotein o bardzo małej gęstości. Suplementacja choliny

moduluje metabolizm tłuszczu również w gruczole mlekowym, co przejawia się zmianami jego zawartości w mleku. Korzystny wpływ suplementacji choline na metabolizm tłuszczu u krów mlecznych może mieć przełożenie na lepsze wyniki produkcyjne. Poprawa wyników produkcyjnych może wynikać też z lepszego wykorzystania składników odżywczych pobranych w paszy w procesie wytwarzania mleka. Wskazuje się na potrzebę określenia optymalnej dawki choline, która mogłaby przynieść największą korzyść w żywieniu krów mlecznych.

Piśmiennictwo

- Shahsavari A., D'Occhio M.J., Al Jassim R.: The role of rumen-protected choline in hepatic function and performance of transition dairy cows. *Br. J. Nutr.* 2016, **116**, 35–44.
- Van den Top A.M., Wensing T., Geelen M.J., Wentink G.H., Van't Klooster A.T., Beynen A.C.: Time trends of plasma lipids and enzymes synthesizing hepatic triacylglycerol during postpartum development of fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1995, **78**, 2208–2220.
- Sharma B.K., Erdman R.A.: *In vitro* degradation of choline from selected feedstuffs and choline supplements. *J. Dairy Sci.* 1989, **72**, 2772–6.
- Zom R.L.G., van Baal J., Goselink R.M.A., Bakker J.A., de Veth M.J., van Vuuren A.M.: Effect of rumen-protected choline on performance, blood metabolites, and hepatic triacylglycerols of periparturient dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2011, **94**, 4016–4027.
- Cooke R.F., Del Río N.S., Caraviello D.Z., Bertics S.J., Ramos M.H., Grummer R.R.: Supplemental choline for prevention and alleviation of fatty liver in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2007, **90**, 2413–2418.
- Zenobi M.G., Scheffler T.L., Zuniga J.E., Poindexter M.B., Campagna S.R., Castro Gonzalez H.F., Farmer A.T., Barton B.A., Santos J.E., Staples C.R.: Feeding increasing amounts of ruminally protected choline decreased fatty liver in nonlactating, pregnant Holstein cows in negative energy status. *J. Dairy Sci.* 2018, **101**, 5902–5923.
- Goselink R.M.A., van Baal J., Widjaja H.C.A., Dekker R.A., Zom R.L.G., de Veth M.J., van Vuuren A.M.: Effect of rumen-protected choline supplementation on liver and adipose gene expression during the transition period in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2013, **96**, 1102–16.
- Bollatti J.M., Zenobi M.G., Artusso N.A., Lopez A.M., Nelson C.D., Barton B.A., Staples C.R., Santos J.E.: Effects of rumen-protected choline on the inflammatory and metabolic status and health of dairy cows during the transition period. *J. Dairy Sci.* 2020, **103**, 4192–4205.
- Elek P., Gaál T., Husvéth F.: Influence of rumen-protected choline on liver composition and blood variables indicating energy balance in periparturient dairy cows. *Acta Vet. Hung.* 2013, **61**, 59–70.
- Erdman R.A., Shaver R.D., Vandersall J.H.: Dietary choline for the lactating cow: possible effects on milk fat synthesis. *J. Dairy Sci.* 1984, **67**, 410–5.
- Bollatti J.M., Zenobi M.G., Artusso N.A., Alfaro G.F., Lopez A.M., Barton B.A., Nelson C.D., Staples C.R., Santos J.E.: Timing of initiation and duration of feeding rumen-protected choline affects performance of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2020, **103**, 4174–4191.
- Mečionytė I., Palubinskas G., Anskienė L., Japertienė R., Juodžentytė R., Žilaitis V.: The Effect of Supplementation of Rumen-Protected Choline on Reproductive and Productive Performances of Dairy Cows. *Animals (Basel)* 2022, **12**, 1807.
- Arshad U., Zenobi M.G., Staples C.R., Santos J.E.: Meta-analysis of the effects of supplemental rumen-protected choline during the transition period on performance and health of parous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2020, **103**, 282–300.
- Bollatti J.M., Zenobi M.G., Barton B.A., Staples C.R., Santos J.E.: Responses to rumen-protected choline in transition cows do not depend on prepartum body condition. *J. Dairy Sci.* 2020, **103**, 2272–2286.
- Zenobi M.G., Gardinal R., Zuniga J.E., Dias A.L.G., Nelson C.D., Driver J.P., Barton B.A., Santos J.E., Staples C.R.: Effects of supplementation with ruminally protected choline on performance of multiparous Holstein cows did not depend upon prepartum caloric intake. *J. Dairy Sci.* 2018, **101**, 1088–1110.