

Suplementacja dawek pokarmowych wysoko wydajnych krów dodatkami tłuszczu, ich wpływ na pobieranie paszy oraz na zawartość tłuszczu i białka w mleku

RAFAŁ BODARSKI, STEFANIA KINAL, JANUSZ ORDA,
JERZY PREŚ, JAN TWARDOŃ*, KAMIL SIERŻANT

Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa UP, ul. J. Chelmońskiego 38 C, 51-630 Wrocław

*Katedra Rozrodu z Kliniką Zwierząt Gospodarskich UP, pl. Grunwaldzki 49, 50-366 Wrocław

Bodarski R., Kinal S., Orda J., Preś J., Twardoń J., Sierżant K.

Fat supplementation of high-yielding dairy cows' rations: the effect on feed intake as well as fat and protein concentration in milk

Summary

After the addition of fat in rations for cows, a decrease in dry matter intake (DMI) is frequently observed. Stimulation of cholecystokinin release and an increase of the absorption and oxidation of fatty acids in the liver explain the mechanism of this phenomenon. The addition of fat does not reduce the lipolysis of storage fat. Differences in the hypophagic operation of different fats can be explained on the basis of their physical and chemical characteristics and acceptance by cows. The worst tolerated are calcium soaps of palm oil, whereas other fats are consumed by cows quite willingly. Occasionally fat causes the opposite effect – it increases dry matter intake by cows. This occurs when fat is replaced by cereals. DMI and milk yield in cows decreases when increasing the dose of the percentage of unsaturated long-chain fatty acids. This hypophagic effect is explained by either the lowering fiber degradation in the rumen or metabolic regulation of feed intake: unsaturated fatty acids absorbed and oxidized in the liver gives a feeling of satiety and the effect of metabolic fuel or slows intestinal peristalsis. A decreased amount of fat in milk may induce metabolic factors associated with the mammary gland or increase the amount of trans fatty acids in the metabolism of linoleic acid in the rumen. In certain cases, fat supplementation results in reducing the concentration of protein in milk. It decreases the ratio of blood flow through the cow's udder tissue compared to the amount of milk produced (slower blood flow and a net amount of amino acids per saldo of kilogram of milk secreted is reduced), which results in lower protein content in milk.

Keywords: dairy cows, kinds of fat addition, calcium soaps, feed intake

Zdolność pobierania paszy u wysoko wydajnych krów mlecznych jest istotnym czynnikiem poziomu ich produktywności, ponieważ determinuje pobranie dostatecznej ilości energii i składników odżywczych zawartych w paszy, niezbędnych do pokrycia potrzeb pokarmowych krów. W czasie laktacji krowy, u których przebieg procesów trawienia jest prawidłowy, spożywają w dawkach pokarmowych od 14 do 28 kg suchej masy w zależności od masy ciała i wydajności mlecznej.

Pobranie suchej masy (DMI – dry matter intake) jest funkcją wielkości dawki i częstotliwości pobierania pasz, które są determinowane przez uczucie głodu

lub sytości. Za determinanty sytości u przeżuwaczy proponuje się uznać wypełnienie i hipertoniczność w odcinku żwaczowo-czepcowym (reticulo-rumen, RR) oraz ilość związków energetycznych utlenianych w wątrobie. Realizowane jest to poprzez stymulację receptorów transmitujących sygnały do ośrodka sytości w podwzgórze poprzez zmiany w koncentracji i przepływie wchłoniętych substancji odżywczych lub zużywanych metabolicznych związków energetycznych. Stopień stymulacji receptorów nabłonka żwaczowego przez LKT (lotne kwasy tłuszczowe) i elektrolity oraz receptorów komórek wątrobowych przez propioniany zależy od szybkości fermentacji pasz

w RR. Wpływa to na skrócenie czasu i wielkość pobrania paszy. Istnieje ponadto w ciągu całego cyklu laktacji homeorhetyczna kontrola hormonalna, która również wpływa na uczucie głodu i sytości, a w efekcie na DMI (1). W pierwszych tygodniach laktacji, wskutek rozregulowania hormonalnego i stresu wywołanego porodem, a także uwalniania rezerw tłuszczowych ciała, ilość energii wydzielanej w mleku przewyższa ilość energii, którą krowa pobiera w dawce pokarmowej (ujemny bilans energii). Zmniejszenie ujemnego bilansu energii w tym okresie można uzyskać, zwiększając ilość pobieranej paszy lub na drodze podniesienia koncentracji energii w 1 kg dawki pokarmowej. W praktycznym żywieniu krów mlecznych drugi sposób jest uzyskiwany poprzez stosowanie we wczesnej laktacji dodatków tłuszczowych lub pasz bogatych w tłuszcz.

Niskie pH treści żwacza przy intensywnej fermentacji pasz treściwych może obniżyć stopień trawienia włókna, co zwiększa wypełnienie i nacisk na ściany RR. Dodatek tłuszczu poprzez pokrycie cząstek paszy (samorzutne otoczkowanie) może również hamować trawienie włókna pasz objętościowych z dalszym ujemnym efektem. Ponadto tłuszcz stymuluje uwalnianie cholecystokininy (CCK), która wpływa na wywołanie uczucia sytości (19). Stwierdzono, że wyższy dodatek tłuszczu do paszy zwiększa poziom CCK w osoczu krów (5).

Ilość i rodzaj skarmianych tłuszczów może mieć wpływ na ilość i skład tłuszczu mleka oraz jego cechy jakościowe (fizyczne i odżywcze) (3, 20). Jednym ze sposobów zwiększania tłuszczu w dawkach pokarmowych krów jest stosowanie gniecionych, śrutowanych lub poddanych obróbce termicznej nasion roślin oleistych lub olejów roślinnych. Źródłem tłuszczu są również tzw. tłuszcze chronione, takie jak mydła wapniowe kwasów tłuszczowych oleju palmowego, rzepakowego lub lnianego, tłuszcze otoczkowane białkiem z formaldehydem czy też stosowanie amidów kwasów tłuszczowych (3, 19).

Korzystny efekt dodatku tłuszczu na wyniki produkcyjne może być ograniczany przez ujemne oddziaływanie na fermentację w żwacu, głównie poprzez obniżanie aktywności celulozowej mikroorganizmów żwacza. Tłuszcz chroniony to tłuszcz obojętny dla fermentacji w żwacu, może on jednak ujemnie wpływać na spożycie suchej masy. Optymalny poziom dodatków tłuszczowych dla krów wynosi 2-3 % i nie powinien przekraczać 5-6% suchej masy dawki pokarmowej (18).

Wpływ rodzaju dodawanego tłuszczu na pobieranie pasz

Po dodaniu tłuszczu do dawek dla krów obserwowano często spadek pobrania suchej masy, obniżenie w osoczu stężenia insuliny a wzrost cholecystokininy

(5). W następstwie wzrostu oksydacji kwasów tłuszczowych (FA) z wątroby bieżą sygnali do ośrodka sytości w mózgu. Podawanie tłuszczu może zwiększyć z czasem koncentrację, a w efekcie wzrost oksydacji nienasyconych kwasów tłuszczowych (NSFA) w wątrobie. Stymulowanie przez dodatek tłuszczu uwalniania cholecystokininy oraz zwiększania absorpcji i oksydacji FA w wątrobie wyjaśnia według Allena (1) mechanizm zjawiska hypofagii. Natomiast dodatek tłuszczu nie obniża lipolizy tłuszczu zapasowego (12).

W metaanalizie (1), której celem było określenia wpływu różnych dodatków tłuszczowych na DMI, podzielono je na 4 grupy – nasiona oleiste, tłuszcz zwierzęcy, utwardzone kwasy tłuszczowe i triacyloglicerole oraz mydła wapniowe oleju palmowego (Ca-PFA). Wnioski zostały wyciągnięte na podstawie danych z 60 prac naukowych.

Ilość dodawanego tłuszczu wahała się od 1% do 6% s.m. Przy dodatku 2-3% nasion oleistych, tłuszczu zwierzęcego, kwasów nasyconych i triacylogliceroli ujemny wpływ na pobieranie paszy był nieznaczny. Natomiast przy dodatku Ca-PFA w 50% analizowanych doświadczeń stwierdzono istotny spadek pobrania paszy – na każdy procent dodanego tłuszczu w postaci mydeł wapniowych oleju palmowego DMI obniżało się o 2,5%. Pobranie suchej masy przez krowy w tych badaniach wahało się od 18 do 28 kg/dz. Różnice w działaniu hypofagicznym badanych tłuszczów można próbować wyjaśnić na podstawie ich fizycznej i chemicznej charakterystyki i akceptacji przez krowy. Najgorzej tolerowane były mydła wapniowe oleju palmowego, natomiast inne tłuszcze były pobierane przez krowy dość chętnie. Interesujące było także spostrzeżenie, iż w kilkunastu z analizowanych eksperymentów tłuszcz wywołał odwrotne działanie – obserwowano zwiększenie pobrania suchej masy przez krowy. Miało to miejsce, gdy zboża zastępowano tłuszczem. Takie podstawienie redukuje hypofagiczny efekt działania propionianów (końcowego związku fermentacji w RR skrobi zbóż), gdyż w tym przypadku mniejszy jest ich dopływ do wątroby. Mniejszy jest również przyrost ciepła po pobraniu pokarmu (heat increment). Zjawisko to obserwowano przy dodaniu nasion roślin oleistych i nasyconych kwasów tłuszczowych.

Wpływ wysycenia i biouwodorowania kwasów tłuszczowych

W innej metaanalizie (10) wykazano, że DMI i wydajność mleczna (FCM – przeliczona na 4% tłuszczu) u krów obniża się, gdy w dawce rośnie procent nienasyconych długołańcuchowych kwasów tłuszczowych (NSLCFA – non saturated long chain fatty acids). Ten hypofagiczny efekt wyjaśniany jest albo obniżeniem rozkładu włókna w żwacu, albo metabolicznymi regu-

lacjami pobrania pasz (kwasy nienasycone są dobrze absorbowane z przewodu pokarmowego). Drackley i wsp. (7) sugerują, że nienasycone kwasy tłuszczowe wpływają na motorykę jelita cienkiego, spowalniając jego ruchy. Intensywny proces biouwodorowania zachodzący w RR powinien zredukować hypofagiczne działanie NSLCFA. Stopień biouwodorowania zależy od rodzaju tłuszczu oraz czasu retencji i populacji mikroorganizmów w RR. Jest on wyższy przy większej ilości nienasyconych kwasów C-18 (22) i zmniejsza się przy wzroście ilości nasyconego tłuszczu (6). Lipoliza triacylogliceroli zmniejsza się, gdy rośnie udział nasyconych kwasów tłuszczowych (9). Dodatek oleamidów obniża DMI, ponieważ są one odporne na biouwodorowanie w RR (16). Mydła wapniowe oleju palmowego ulegają biouwodorowaniu w 57%, podczas gdy dla kwasów C-18 wartość ta wynosi tylko 33% (22). Sprawdza się hipoteza Drackleya i wsp. (7), wg której hypofagia tłuszczu zależy od ilości nienasyconych kwasów tłuszczowych docierających do dwunastnicy. Dodatkowo kwasy nienasycone absorbowane i utlenione w wątrobie dają uczucie sytości na zasadzie metabolicznego efektu spalania związków energetycznych (1). Estryfikacja FA nie powoduje wyraźnych zmian w DMI (13). Dodatek 2,5% nasyconych kwasów tłuszczowych nie obniża pobrania pasz, a zwiększa czas przeżuwania o 7-10% i zmniejsza pobranie wody przez krowy (13).

Wpływ dodatku tłuszczu na skład mleka

Spadek ilość tłuszczu w mleku – syndrom MFD (milk fat depression) wywołują najczęściej dwa czynniki (2, 18, 21) – związany z metabolizmem w gruczole mlekowym zmniejszony dopływ octanów i beta-hydroksymaślanów oraz wzrost ilości kwasów tłuszczowych trans (CLA) w metabolizmie kwasu linolowego w zwaczy (produkt pośredni biouwodorowania kwasu linolowego do stearynowego). Teza ta znajduje poparcie w wynikach badań przedstawionych przez Zhanga i wsp. (23), w których badano dodatek suszonego wywaru zbożowego z pszenicy zastosowany w żywieniu krów. Dodatek ten zwiększył pobranie paszy i ilość mleka, ale jednocześnie istotnie zmniejszył zawartość tłuszczu w mleku (3,92% vs. 3,60%). Za przyczynę uznać należy istotny wzrost w mleku kwasu oktadekanowego (C18:1 trans 10) z 0,36% do 0,60% w sumie kwasów tłuszczowych. Przy stosowaniu wywarów z ziarna kukurydzy w podobnych warunkach takiego obniżenia zawartości tłuszczu nie obserwowano (11, 15). Hristov i wsp. (14) przy obecności w tłuszczu dużej ilości kwasu laurynowego (C12:0) stwierdzili istotne obniżenie koncentracji tłuszczu w mleku oraz jego ilości.

Na spadek tłuszczu w mleku wpływa także zbyt mała zawartość frakcji włókna obojętnodetergentowego (NDF) i kwaśnodetergentowego (ADF), za dużo pasz

treściwych oraz nadmierne rozdrobnienie pasz włóknistych w dawce pokarmowej. Także pozażwaczowy dodatek większych ilości niektórych aminokwasów (np. leucyny) prowadzi do liniowego obniżenia ilości tłuszczu w mleku (18). Informacje te należy brać pod uwagę przy interpretacji wyników stosowania dodatku tłuszczu do dawek pokarmowych.

Wpływ na zawartość białka

Jednoczesny dodatek tłuszczu (4%) i kazeiny (8%) do dawki pokarmowej dla krów w laktacji obniżał poziom aminokwasów (AA) w żyłe mlekowej (4). Różnica tętniczo-żylna (tzw. wychwyty) wzrastała, ekstrakcja AA w gruczole mlekowym rosła, co prowadziło do zwiększenia syntezy białka mleka. Sam tłuszcz zmniejszał stosunek przepływu krwi przez tkankę wymienia do ilości produkowanego mleka (krew wolniej przepływała i ilość aminokwasów *per saldo* na kilogram wydzielanego mleka była mniejsza), co skutkowało obniżeniem zawartości białka w mleku. Zdaniem Jenkinsa i McGuire'a (17), zawartość białka w mleku spada przeciętnie o 0,03 punktu procentowego na każde 100 g pobranego dodatku tłuszczu (powyżej poziomu w typowych dawkach). Spadek dotyczy frakcji kazeinowej, wpływ tłuszczu na białka serwatkowe nie jest jednoznaczny, natomiast ilość związków azotowych niebiałkowych generalnie wykazuje tendencję wzrostową. Ponieważ jednak prawidłowa suplementacja tłuszczu wywołuje wzrost produkcji mleka, całkowita dzienna produkcja białka przez wymię utrzymuje się na tym samym poziomie lub nawet może być nieco wyższa, mimo spadku procentowej koncentracji białka.

Podsumowanie

Od kilkunastu lat propaguje się w żywieniu krów wysoko wydajnych po ocieceniu dodatek tłuszczów roślinnych i innych jako uzupełnienie niedoboru energii. W świetle badań z ostatnich lat sprawa ta staje się bardziej skomplikowana i wymaga dokładnej analizy podawanego tłuszczu. Ze względu na polepszenie właściwości prozdrowotnych tłuszczu mleka preferowane są tłuszcze roślinne o określonym składzie (małej ilości kwasów nasyconych, a dużej nienasyconych). Nie dotyczy to jednak wszystkich NSFA: najnowsze badania wykazują np., że kwasy laurynowy i mirystynowy nie powinny znajdować się w tłuszczach paszowych, gdyż obniżają zarówno pobranie paszy, jak i wartość prozdrowotną mleka (14).

Według holenderskich autorów (8), zbyt duży dodatek olejów (ok. 600 g/dzień) obniża strawność NDF o około 13%, a ilość N-mikrobiologicznego o około 8%. Badania amerykańskie (13) wykazują, iż mydła wapniowe oleju palmowego i długołańcuchowych kwasów nienasyconych wyraźnie obniżają pobieranie paszy oraz wydajność mleka i zawartość tłuszczu

w mleku. Podawane nasycone kwasy tłuszczowe nie zmieniają pobrania i trawienia paszy, ale nie poprawiają właściwości prozdrowotnych mleka. Wydaje się, że najodpowiedniejsza byłaby droga pośrednia: naturalne pasze o wysokiej zawartości kwasów nienasyconych, takie jak: pastwisko, zielonki świeże lub konserwowane, pasze treściwe (głównie ziarna zbóż i ich przetwory) z niewielkim dodatkiem olejów roślinnych (około 1-2% s.m.). Reasumując, dodatek tłuszczu paszowego nie zawsze przynosi spodziewane efekty – czasem może pogarszać pobranie paszy i efekty produkcyjne.

Piśmiennictwo

1. Allen M. S.: Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 2000, 83, 1598-1624.
2. Bauman D. L., Griinari J. M.: Regulation and nutritional manipulation of milk fat: Low fat milk syndrome. *Liv. Prod. Sci.* 2001, 70, 15-29.
3. Brzóska F.: Effect of dietary vegetable oils on milk yield, composition and CLA isomer profile in milk from dairy cows. *J. Anim. Feed Sci.* 2005, 445-459.
4. Cant J. P., DePeters E. J., Baldwin R. L.: Effect of dietary fat and post-ruminal casein administration on milk composition of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1991, 74, 211-219.
5. Choi B. R., Palmquist D. L.: High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. *J. Nutr.* 1996, 126, 2913-2919.
6. Christensen R. A., Overton T. R., Clark J. H., Drackley J. K., Nelson R., Blum S. A.: Effects of dietary fat with or without nicotinic acid on nutrient flow to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1996, 79, 1410-1424.
7. Drackley J. L., Klumeyer T. H., Trusk A. M., Clark J. H.: Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation chain length into abomasum of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1992, 75, 1517-1526.
8. Elgersma A., Tamminga S., Dijkstra J.: Lipids in herbage, [w:] Elgersma A., Dijkstra J., Tamminga S.: Fresh herbage for dairy cattle. Netherlands, Springer 2006, 175-194.
9. Elizalde J. C., Aldrich C. G., LaCount D. W., Drackley J. K., Merchen N. R.: Ruminal and total digestibilities in steers fed diets containing liquefied or prilled saturated fatty acids. *J. Anim. Sci.* 1999, 77, 1930-1039.
10. Firkins J. L., Eastridge M. L.: Assessment of the effects of iodine value on fatty acid digestibility, feed intake, and milk production. *J. Dairy Sci.* 1994, 77, 2357-2366.
11. Gehman A. M., Kononoff P. J.: Utilization of nitrogen in cows consuming wet distillers grains with solubles in alfalfa and corn silage-based dairy rations. *J. Dairy Sci.* 2010, 93, 3166-3175.
12. Grummer R. R.: Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. *Vet. J.* 2008, 176, 10-20.
13. Harvatine K. J., Allen M. S.: Effects of Fatty Acid Supplements on Feed Intake, and Feeding and Chewing Behavior of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 1104-1112.
14. Hristov A. N., Lee C., Cassidy T., Long M., Heyler K., Corl B., Forster R.: Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2011, 94, 382-395.
15. Hubbard K. J., Kononoff P. J., Gehman A. M., Kelzer J. M., Karges K., Gibson M. L.: Short communication: The effect of feeding high-protein distillers dried grains on milk production of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2009, 92, 2911-2914.
16. Jenkins T. C.: Fatty acid composition of milk from Holstein cows fed oleamide or canola oil. *J. Dairy Sci.* 1998, 81, 794-800.
17. Jenkins T. C., McGuire M. A.: Major advances in nutrition: impact on milk composition. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 1302-1310.
18. Pisulewski P. M., Rulquin H., Roussel E.: Ocena zapotrzebowania krów mlecznych na leucynę. Cz. I. Wpływ rosnących dwunastniczych infuzji leucyny na wydajność i skład mleka krów. *Acta Agraria Silv. ser. Zoot.* 1999, 37, 49-63.
19. Preś J., Stefaniak T., Orda J., Łuczak W., Sierżant K.: Nowe spojrzenie na krótkoterminowe regulacje pobierania pokarmu u krów mlecznych wysoko wydajnych, [w:] Stefaniak T.: Noworodek a środowisko 7. Problemy okresu przejściowego u bydła mlecznego. Zakład Immunologii i Prewencji Weterynaryjnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu 2011, 134-151.
20. Reidelberger R. D.: Cholecystokinin and control of food intake. *J. Nutr.* 1994, 124, 1327-1333.
21. Shingfield K. J., Bernard L., Leroux C., Chilliard Y.: Role of trans fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. *Anim.* 2010, 4, 1140-1166.
22. Wu Z., Ohajuruka O. A., Palmquist D. L.: Ruminal synthesis, biohydrogenation, and digestibility of fatty acids by dairy cow. *J. Dairy Sci.* 1991, 74, 3025-3034.
23. Zhang S. Z., Penner G. B., Abdelqader M., Oba M.: Effects of feeding alfalfa hay on chewing, rumen pH, and milk fat concentration of dairy cows fed wheat dried distillers grains with solubles as a partial substitute for barley silage. *J. Dairy Sci.* 2010, 93, 3243-3252.

Adres autora: dr inż. Rafał Bodarski, ul. Chelmońskiego 38C, 51-630 Wrocław; e-mail rafal.bodarski@up.wroc.pl