

The effect of feeding on the dairy cows fertility

Kowalski Z.M., Department of Animal Nutrition, University of Agriculture in Krakow

The aim of this review was to present the relationships between feeding system and the reproductive performance of high yielding dairy cows. The consequences and costs of poor fertility were also discussed. Failures in reproduction are considered to be related to the poor nutritional status. Cows with poor body condition tend to have impaired reproductive performance including increased time from parturition to the onset of ovarian activity, lower conception rate and increased days open. Inadequate nutrition of lactating, highly productive dairy cows can lead to impaired fertility. These animals have also greater susceptibility to metabolic disorders. The effect of energy and protein intake on fertility was discussed in details. Special attention was put on negative energy balance in early lactation as well as on the use of supplemental fat in dairy cows diet. Also the excessive protein intake was discussed considering both protein level in the diet and protein degradability in the rumen. Finally, important practical recommendations for energy and protein balance in dairy cows diet were given.

Keywords: reproductive performance, nutritional status, dairy cows.

Zaburzenia w rozrodzie to drugi po *mastitis* najważniejszy problem zdrowotny w chowie krów mlecznych, co powoduje, że dobra płodność jest bardzo istotnym składnikiem opłacalności produkcji mleka. Hodowca ponosi koszty niezacielenia się krów i opieki weterynaryjnej. Dodatkowymi kosztami zaburzeń rozrodu są także spowolnienie postępu hodowlanego oraz otluszczenie się krów. Zaburzenia płodności powodują wydłużenie okresu międzywycieleniowego, wskutek czego wiele krów w stadzie charakteryzuje się przedłużonymi laktacjami. W końcowym okresie takich laktacji, a więc w ostatnich 2–3 miesiącach, krowy przed zasuszeniem produkują 6–8 kg mleka dziennie, co zawsze stanowi zagrożenie ich otluszczeniem. Bardzo niewielu hodowców potrafi żywić takie krowy. Zdecydowana większość żywi je dawkami o koncentracji składników przewidzianej dla dużo wyższych wydajności (15–18 kg mleka), co najczęściej prowadzi do otluszczenia. Zaburzenia rozrodu są często wynikiem błędów żywieniowych, a niezacielenie się krów utrudnia ich prawidłowe żywienie.

Wskaźniki płodności, takie jak długość okresu od porodu do pierwszej rui czy okresu międzyrui, mogą być

Wpływ żywienia na płodność krów mlecznych*

Zygmunt M. Kowalski

z Katedry Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

cennymi informacjami o błędach w żywieniu. Na przykład spóźniona pierwsza rui po porodzie, po 60 dniu, zamiast w 40–45 dniu, świadczy o nadmiernie ujemnym bilansie energii w okresie okołoporodowym. Z kolei zbyt długie okresy międzyrui w stadzie, tj. powyżej 30 dni, mogą wskazywać na problem wczesnej zamieralności zarodków. Złe wskaźniki rozrodu uzyskiwane u pierwiastek mogą świadczyć o niewłaściwym odchowcie jałówek.

Czy wysoka wydajność mleczna musi pogarszać płodność krów?

Kłopoty z rozrodem krów mlecznych pojawiają się w naszych stadach coraz częściej, co można wiązać ze zwiększającą się wydajnością mleczną, a także z powiększaniem się stad. Im większe jest stado, tym mniejsza jest indywidualna kontrola krowy, w tym kontrola pobrania paszy czy zauważanie objawów rui.

Pogorszenie wskaźników rozrodu u wysoko wydajnych krów nie jest wynikiem niekorzystnego działania genów, bo przecież jałówki krów rasy holsztyńsko-fryzjskiej (hf) zacielają się równie dobrze jak jałówki rasy nizinnej czarno-białej (ncb). Pogorszenie płodności związane jest prawdopodobnie z wysokim zapotrzebowaniem na składniki pokarmowe u takich krów, które trudno jest pokryć w warunkach żywienia fermowego. Badania pokazują na przykład, że w wysoko wydajnych stadach krów mlecznych 70–80% zwierząt ma w okresie okołoporodowym problemy z subkliniczną hipokalcemią, której przyczyną to z jednej strony dramatyczny wzrost zapotrzebowania na wapń związany z produkcją siary, a z drugiej błędy w żywieniu mineralnym popełniane w okresie zasuszenia (nadmiar potasu, niedobór magnezu, nadmiar wapnia i niedobór fosforu; 1). W ich wyniku krowa nieprzygotowana hormonalnie do mobilizacji wapnia z kości i zatrzymywania go w nerkach oraz do zwiększonego wchłaniania z jelit, popada w stan hipokalcemii. Możliwość pokrycia zapotrzebowania na wapń z dawki pokarmowej jest w tym okresie nierealna, bo wiązałaby się z pobieraniem np. ponad 200 g Ca/dzień.

Większa wydajność mleczna u krów rasy hf powoduje, że częstsze są przypadki ujemnego bilansu energii oraz związanych z nim chorób metabolicznych (ketozy, stłuszczenia wątroby), negatywnie wpływające na płodność. Szczególną uwagę zwraca się na problemy z wykrywaniem rui, związane z niedoborami energetycznymi.

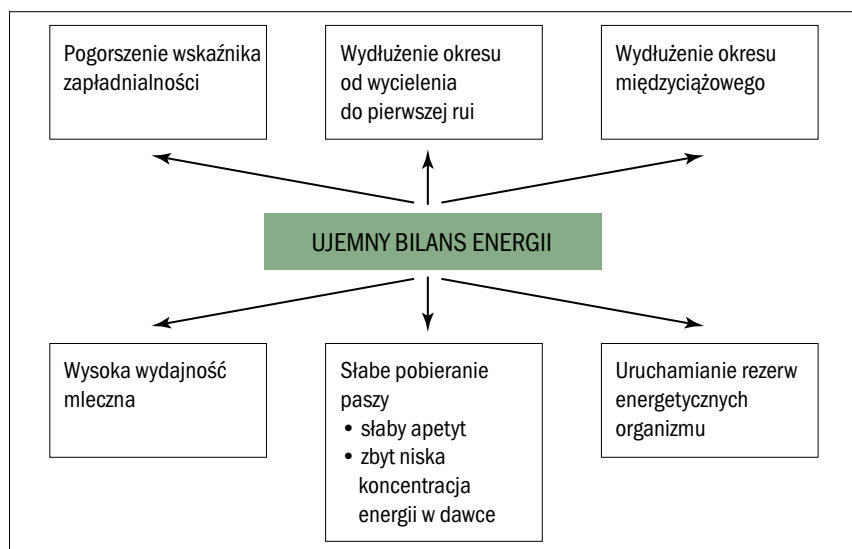
To prawdopodobnie nie wysoka wydajność sama w sobie jest przyczyną problemów z rozrodem krów mlecznych, chociaż statystyki wskazują na ścisłą ujemną zależność pomiędzy wydajnością mleczną a wskaźnikiem zapładniałości (2). Po prostu nie potrafimy żywić krów o wysokim potencjale produkcyjnym i zaburzenia rozrodu są reakcją na niedobory składników pokarmowych. Organizm krowy mobilizuje się w okresie okołoporodowym do wykarmienia potomstwa (sekrecja mleka), a w sytuacji niedoboru składników pokarmowych ukierunkowuje się na wytwarzanie mleka, a nie na rozmnażanie się.

Ciekawe doniesienia na ten temat zaprezentowano na konferencji naukowej (XIV International Conference on Production Diseases in Farm Animals), jaka odbyła się w 20–24 czerwca 2010 r. w Ghent (Gandawa), w Belgii. Van Saun i Leitgeb (3) analizowali zależności pomiędzy produkcją mleka a rozrodem krów w stadach niemieckich i wykazali, że można uzyskać dobre wskaźniki rozrodu przy wysokiej wydajności mlecznej, chociaż wymagane są bardziej intensywne metody zarządzania rozrodem. Także Bruckstein (4) z Izraela uważa, że dobrze zarządzane farmy mogą osiągać wysoką produkcję mleka i relatywnie dobre wskaźniki rozrodu. Kluczem do sukcesu jest zwłaszcza zarządzanie żywieniem. W badaniach z Izraela 47% farm z najwyższą wydajnością mleczną było w grupie z najlepszą skutecznością pierwszego zabiegu inseminacji. W tej grupie było tylko 23% farm z najniższą wydajnością. Co ciekawe, że w badaniach tych współczynnik korelacji (dla 148 stad) pomiędzy wydajnością mleczną za 305 dni laktacji a skutecznością pierwszego zabiegu inseminacji nie był ujemny (jak zwykle się uważa) i wyniósł 0,189 ($P < 0,03$) dla krów w pierwszej laktacji oraz 0,234 ($P < 0,01$), dla krów w drugiej i więcej laktacji (4). Może

* Referat wygłoszony 8 maja 2010 r. w Krakowie podczas konferencji pt. „Problemy rozrodu bydła” zorganizowanej z okazji jubileuszu 45-lecia pracy naukowej prof. Marii Katkiewicz i prof. Zdzisława Boryczki.

Tabela 1. Główne przyczyny żywieniowe pogorszenia płodności krów

Wyszczególnienie	Nadmiar lub niedobór	Wpływ na rozród
Energia	niedobór	im dłuższy i głębszy jest ujemny bilans energii, tym dłuższy okres od wycielenia do pierwszej owulacji
	niedobór	utrata kondycji opóźnia pojawienie się rui i zmniejsza wskaźnik zapładnialności
Białko	niedobór	podatność na zakażenia, w tym na zakażenia układu rozrodczego
	niedobór	opóźniona inwolucja macicy
	niedobór	ciche ruje
	nadmiar	pogorszenie płodności (wpływ amoniaku i mocznika)
	nadmiar	obciążenie energetyczne związane z detoksykacją amoniaku w wątrobie
Wapń	niedobór	opóźniona inwolucja macicy, trudne porody, zatrzymanie łożyska (uwaga na selen)
Witamina A	niedobór	zatrzymanie łożyska, wczesne poronienia
β-karoten	niedobór	zaburzenia w funkcjonowaniu ciała żółtego



Ryc. 1. Zależność pomiędzy ujemnym bilansem energii a rozrodem krów

się więc okazać, że stada wysoko wydajne, przez lepsze zarządzanie, a zwłaszcza przez lepsze standardy żywienia, osiągają nie tylko wyższe wydajności, ale również lepsze wskaźniki rozrodu niż stada gorzej zarządzane. Oczywiście będą to niższe wskaźniki rozrodu niż u krów nisko wydajnych, ale porównanie stad źle i dobrze zarządzanych jest pouczające, nie tylko dla hodowców w Izraelu. Warto dodać, że na wydłużenie okresu międzyciążowego do ponad 150 dni największy wpływ w Izraelu mają problemy z niewykrywaniem rui (w prawie 90% stad ten efekt był istotny), zbyt długi okres zasuszenia, *metritis* oraz wycielenia letnie (4).

Żywnienie najważniejszym czynnikiem decydującym o rozrodzie krów z wysokim potencjałem produkcyjnym

Cechy płodności charakteryzują się zwykle małą odziedziczalnością, stąd istotny wpływ na zmienność mają czynniki środowiskowe, zwłaszcza żywnienie (5, 6). Dotyczy to tak niedoboru, jak i nadmiaru, w stosunku do zapotrzebowania na energię, białko, składniki mineralne i witaminy. Zależność

pomiędzy żywieniem a rozrodem jest jednak kompleksowa, a reakcje zwierząt podlegają znacznej zmienności. Czynniki żywieniowe mogą decydować o rozrodzie krów poprzez wpływ na podwzgórze, przysadkę, wzrost pęcherzyków jajnikowych, funkcję ciała żółtego, jakość oocytów, środowisko macicy i przeżywalność zarodków.

Podstawowymi przyczynami zaburzeń w rozrodzie są błędy żywieniowe. To nie dobre żywienie poprawia, ale złe pogarsza rozród! Takie rozumowanie zachęca do poszukiwania błędów, a nie do znalezienia cudownego środka, który go poprawi. Ze względu na kompleksowy charakter zależności żywienie-rozród, taki środek po prostu nie istnieje! Czynnikiem żywieniowym, mającym podstawowe znaczenie dla rozrodu krów, jest stopień pokrycia potrzeb energetycznych (tab. 1). Drugim w kolejności jest poziom i rodzaj białka w dawce pokarmowej. Istotny jest również udział składników mineralnych i witamin, chociaż ich rola jest w praktyce często przeceniana. Nawet najlepszy dodatek mineralno-witaminowy nie poprawi płodności krów źle żywionych energetycznie lub pod względem podaży białka.

Żywnienie energetyczne a problemy z rozrodem krów

Jak wspomniano wcześniej, najważniejszym czynnikiem żywieniowym istotnym dla rozrodu krów jest pobranie energii (ryc. 1). Szczególnie ważna jest utrata apetytu w okresie okołoporodowym, wskutek czego krowy nie są zdolne do pobierania takiej ilości energii, która pokrywałaby zapotrzebowanie energetyczne na produkcję siary i mleka (5). W sytuacji ujemnego bilansu energii potrzeby pokrywane są częściowo w wyniku mobilizacji rezerw energetycznych, co powoduje pogorszenie kondycji. Ujemny bilans energetyczny oddziałuje na płodność także pośrednio, poprzez choroby metaboliczne, które dodatkowo potęgują skutki deficytu energii. Nadmiernie ujemny bilans energetyczny wynika przede wszystkim ze słabego apetytu i/lub ze zbyt niskiej koncentracji energii w dawce.

Mechanizmy zależności pomiędzy przemianami energii a płodnością krów nie są jeszcze w pełni poznane. Zwraca się uwagę na zmniejszenie sekrecji hormonu luteinizującego (LH) w wyniku ujemnego bilansu energetycznego. LH jest niezbędny do wznowienia aktywności jajników po porodzie, wzrostu i dojrzewania pęcherzyków jajnikowych, owulacji oraz dla sekrecji progesteronu przez ciało żółte. Zmniejszenie ilości LH powoduje zahamowanie wzrostu pęcherzyków i opóźnienie owulacji. Z kolei zmniejszenie sekrecji progesteronu osłabia zewnętrzne objawy rui oraz pogarsza warunki w macicy dla implantacji zarodka.

Najbardziej typowym zaburzeniem rozrodu, wynikającym z nadmiernie ujemnego bilansu energetycznego jest wydłużenie okresu od wycielenia do pierwszej rui (ryc. 1). Bilans ten wpływa na płodność poprzez pogorszenie jakości dojrzewających pęcherzyków. Cykl jajnikowy rozpoczyna po 14–15 dniach od dnia z najniższym bilansem energii (7). Z tego względu ważna dla hodowcy jest nie tylko bezwzględna wielkość niedoboru energii w całym okresie

poporodowym, ale również wielkość niedoboru w najgorszym dniu po wycieleniu (zwykle w 1–2 tygodnie laktacji).

Ze skalą oraz długością trwania ujemnego bilansu energetycznego związane jest pogorszenie kondycji. Z punktu widzenia płodności ważniejszym wskaźnikiem od stanu kondycji w momencie inseminacji jest jej zmiana (utrata) w okresie poporodowym. Wykazano wielokrotnie, że nadmierny spadek kondycji w pierwszych tygodniach laktacji (powyżej 1 pkt BCS¹) powoduje zaburzenia płodności, w tym głównie wydłużenie okresu od wycielenia do pierwszej rui oraz zmniejszenie wskaźnika zapładnialności (8). W warunkach utraty kondycji dojrzewające pęcherzyki jajnikowe są nieprawidłowo zmniejszone, co utrudnia owulację oraz zmniejsza późniejszą sekrecję progesteronu.

W celu unikania nadmiernie ujemnego bilansu energetycznego, a przez to zaburzeń w rozrodzie, należy:

- 1) maksymalizować pobranie paszy po wycieleniu, głównie poprzez właściwe przygotowanie kondycji krowy oraz odpowiednie żywienie krowy w okresie przejściowym (3 ostatnie tygodnie ciąży);
- 2) zwiększyć koncentrację energii w dawce pokarmowej poprzez zwiększanie udziału w dawce pasz treściwych, zwiększanie udziału w dawce kiszonki z kukurydzy, dbanie o termin zbioru zielonek, z których produkowane są kiszonki, stosowanie dodatków tłuszczowych (całe nasiona rzepaku, tłuszcz chroniony itp.).

Tłuszcz jako źródło energii i skład tłuszczu

Niestety możliwości zwiększania koncentracji energii w dawkach dla wysoko wydajnych krow są ograniczone. Często zwiększanie udziału w dawce energetycznych pasz treściwych kończy się subkliniczną kwasicą żwacza. Dobrą alternatywą jest zwiększenie gęstości energetycznej dawki pokarmowej przez stosowanie dodatków tłuszczu.

Zawartość tłuszczu w tradycyjnych dawkach pokarmowych wynosi z reguły 2–3% (w suchej masie; 9). Przez stosowanie dodatków tłuszczów niechronionych (np. olejów roślinnych) można tę zawartość podnieść do poziomu około 4% (tłuszcz z dodatku stanowi wtedy około 1–1,5% suchej masy dawki). Dalsze zwiększanie udziału w dawce takich dodatków tłuszczowych jest już jednak niebezpieczne, gdyż powodują hamowanie namnażania

się bakterii zwozowych, zwłaszcza tych, które odpowiadają za trawienie celulozy. Pozostaje więc możliwość stosowania dodatków tłuszczów chronionych², bo wtedy zawartość tłuszczu w dawce pokarmowej można podnieść do poziomu około 6% (tłuszcz z dodatku stanowi wtedy około 3% suchej masy dawki). Większe dawki dodatków tłuszczowych, także tłuszczu chronionego, są jednak nie tylko zbyt drogie, ale przede wszystkim mogą spowodować zaburzenia apetytu.

Wyniki badań dotyczących wpływu dodatków tłuszczowych na wskaźniki rozrodu są zmienne, chociaż w większości uzyskano efekty pozytywne. W przeglądzie literatury z tego zakresu Staples i wsp. (10) wyliczyli, że w 11 z 20 analizowanych doświadczeń wykazano pozytywny wpływ dodatku tłuszczu na rozród krow. W znacznej części z nich poprawie wskaźników rozrodu towarzyszył wzrost wydajności mlecznej, co potwierdzałoby pozytywny wpływ dodatku tłuszczu na ograniczenie niedoborów energetycznych. Dodatek tłuszczu zmniejszył ujemny bilans energetyczny, przez co poprawiły się wskaźniki rozrodu krow. Pozytywny wpływ dodatku tłuszczu na aktywność jajników u krow może po części wynikać również ze zwiększenia koncentracji we krwi cholesterolu niezbędnego do syntezy hormonów gonadotropowych i progesteronu, a także ze zwiększenia poziomu we krwi hormonu wzrostu oraz insuliny stymulującej wzrost pęcherzyków jajnikowych.

W znacznej części badań obserwowano poprawę wskaźników rozrodu, mimo braku wpływu na wydajność mleczną. W tych badaniach dodatek tłuszczu poprawił rozród, nie poprawiając jednocześnie bilansu energii krowy. Przyczyn takiej reakcji upatruje się w składzie tłuszczu, tj. w zawartości kwasów tłuszczowych z grupy omega-3, czyli C18:3 (α -linolenowy), C20:5 (EPA; eikozapentaenowy), C22:6 (dokozaheksaenowy). W wielu doświadczeniach wykazano pozytywny wpływ tych kwasów na wskaźniki rozrodu krow, a zwłaszcza na zwiększenie wskaźnika zapładnialności. Jako prawdopodobny mechanizm podaje się wpływ kwasów z rodziny omega-3 na zmniejszenie sekrecji PGF_{2 α} przez błonę śluzową macicy oraz jajnik. Prostaglandyna ta powoduje lizę ciała żółtego odpowiedzialnego za podtrzymanie ciąży (ryc. 2).

Wspomniane kwasy wzmacniają działanie interferonu τ (tau), substancji produkowanej przez zarodek od około 10 dnia jego życia, która ma na celu ochronę ciała żółtego poprzez blokowanie syntezy PGF_{2 α} (11). Panuje pogląd, że współcześnie

zarodki krow mlecznych rasy holsztyńskofryzyjskiej produkują zbyt mało interferonu τ , aby zahamować regresję ciała żółtego powodowaną przez PGF_{2 α} , co może być powodem większej niż w przeszłości częstotliwości zamierania zarodków. Krócej utrzymujące się ciało żółte produkuje mniej progesteronu, co nie tylko zmniejsza szansę na podtrzymanie ciąży, ale także zmniejsza manifestowanie rui.

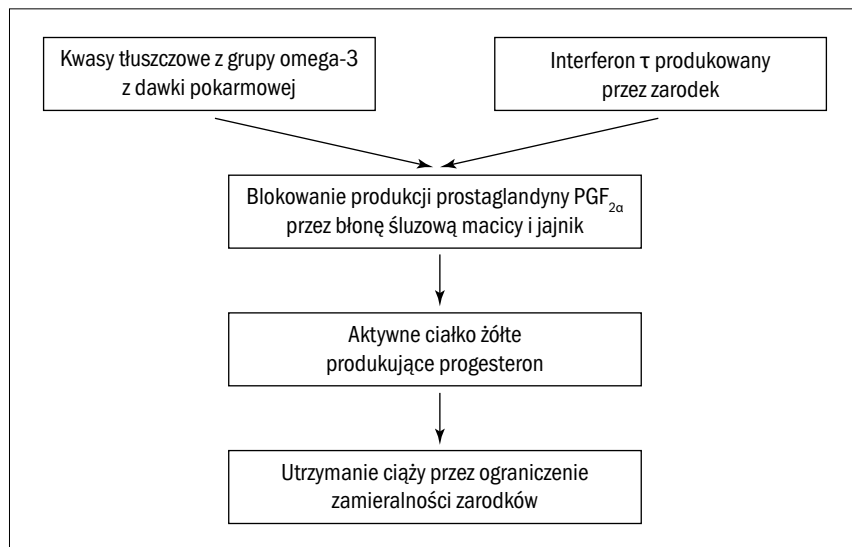
Kwasy grupy omega-3 mają także właściwości przeciwzapalne oraz wspomagają układ odpornościowy, co także pośrednio sprzyja lepszemu rozrodowi. Badania prowadzone na ludziach oraz zwierzętach wskazują, że spożywanie tłuszczów bogatych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy omega-3 wymaga produkcji cytokin, składników istotnych w regulacji czynności układu immunologicznego. Warto przy tym wiedzieć, że kwasy z rodziny omega-6, w tym głównie kwas linołowy (C18:2 n-6), są z kolei prekursorami syntezy prostaglandyn, w tym PGF_{2 α} . Skarmianie na przykład mydeł wapniowych kwasów tłuszczowych oleju palmowego, zawierającego około 10% tego kwasu, sprzyja więc sekrecji tej prostaglandyny.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z rodziny omega-3 w największych ilościach znajdują się w oleju rybim (EPA 30–35% i DHA 25–30% sumy kwasów), a także w nasionach lnu (kwas α -linolenowy stanowi w nich 55–60% sumy kwasów tłuszczowych, a zawartość tłuszczu ogółem wynosi 30–40%). Stosunkowo dużo kwasu α -linolenowego znajduje się w zielonce pastwiskowej, ale ze względu na popularność alkierzowego systemu żywienia krow, opartego na kiszonce z kukurydzy, to źródło kwasu α -linolenowego ma obecnie dużo mniejsze znaczenie niż w przeszłości. Stosowanie w żywieniu krow produktów sporządzonych na bazie oleju rybiego nie jest w naszym kraju zabronione, w przeciwieństwie do zabronionej mączki rybnej.

W hamowaniu sekrecji PGF_{2 α} szczególnie skuteczne są kwasy EPA i DHA, a więc kwasy oleju rybiego. Co bardzo ważne, w przeciwieństwie do innych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym do kwasu α -linolenowego, EPA i DHA w bardzo znaczącym stopniu unikają procesowi biouwodorowania w żwacz (w tym procesie bakterie dołączają wodór do atomów węgla połączonych podwójnymi wiązaniami). W badaniach Mattos i in. (12) dla uzyskania pozytywnego efektu pobrania przez krowy kwasów EPA i DHA do zmniejszenia sekrecji PGF_{2 α} , zwierzęta pobierały dziennie

¹ BCS – body condition score, punktowy wskaźnik kondycji (przyp.red.).

² Tłuszcz chroniony to tłuszcz, który jest obojętny dla fermentacji w żwacz i jest trawiony enzymatycznie w środowisku kwaśnym. Postaciami takiego tłuszczu są np. mydła wapniowe kwasów tłuszczowych i nasiona roślin oleistych poddane ogrzewaniu lub ekstruzji (przyp.red.).



Ryc. 2. Prawdopodobny mechanizm wpływu kwasów omega-3 na rozród krów

68 g EPA oraz 53 g DHA, tak przed porodem (od 21 dnia przed porodem), jak i po porodzie, co oznaczało pobranie około 2% oleju rybiego przed porodem (% suchej masy dawki) oraz 1,8% po porodzie.

Warto także zwrócić uwagę na możliwość poprawy wskaźników rozrodu przez stosowanie pełnotłustych nasion lnu. Petit i Twagiramungu (13) wykazali, że u krów otrzymujących w dawce pokarmowej w okresie wczesnej laktacji około 10% (w suchej masie) takich nasion obserwowano o około 15 i 8% mniejszą zamieralność zarodków w stosunku do krów żywnych z dodatkiem tłuszczu chronionego (Megalac – mydła wapniowe kwasów tłuszczowych oleju palmowego; 3,8% suchej masy dawki) oraz pełnotłustych nasion soi (17,7% suchej masy dawki). U krów żywnych lnem obserwowano większe ciało żółte, a także najwyższy poziom progesteronu we krwi pomiędzy 17 a 21 dniem cyklu.

Wpływ zawartości białka w dawce pokarmowej na rozród krów

Ze względu na zmniejszone pobranie paszy w okresie poporodowym do pełnego pokrycia potrzeb białkowych konieczne jest zwiększenie koncentracji białka ogólnego w dawce pokarmowej do 17–18% suchej masy. Część hodowców zwiększa jednak ten udział jeszcze bardziej, licząc błędnie na ewentualny pozytywny wpływ zwiększonej zawartości białka ogólnego w dawce na jej pobranie. Oprócz wspomnianego celowego zwiększania koncentracji białka ogólnego w dawce, nadmierne spożycie tego składnika (ponad 20% w suchej masie) może wynikać również ze zbyt dużego pobrania takich pasz, jak zielonka pastwiskowa (zwłaszcza młoda), kiszonka z trawy czy lucerna. Zbyt wysokie pobranie białka może być również wynikiem błędów

popęlnianych w bilansowaniu dawek lub z ich niezbilansowania.

Nadmierna ilość pobranego białka, w stosunku do pobrania energii, powoduje powstawanie w żwaczu takiej ilości amoniaku, która przewyższa możliwość wbudowania go w białko mikroorganizmów. Dodatkowo wysoka koncentracja amoniaku w żwaczu zwiększa pH płynu żwacza, co jeszcze bardziej zwiększa tempo wchłaniania amoniaku ze żwacza do krwi. Nadmiar amoniaku po wchłonięciu do krwi i przedostaniu się do wątroby jest przez nią przetwarzany w mocznik. Jednak gdy przekroczona zostanie zdolność wątroby do przetworzenia amoniaku w mocznik, może dojść do zatrucia amoniakiem. Zwiększenie koncentracji amoniaku i mocznika we krwi prowadzi do zwiększenia koncentracji tych składników w narządach rozrodczych krowy, co wydaje się główną przyczyną pogorszenia wskaźników rozrodu. Przetworzenie amoniaku w mocznik wymaga ponadto wydatkowania energii, której zwykle brakuje krowom w okresie wczesnej laktacji. Nadmierna ilość jonów amonowych w wątrobie zaburza również procesy glukoneogenezy, co pogłębia ujemny bilans energii, negatywnie wpływający na płodność krów.

Dobrym wskaźnikiem nadmiernej produkcji amoniaku w żwaczu jest stężenie azotu mocznika w osoczu krwi oraz w mleku. Żywnienie dawkami zbyt bogatymi w białko, a zwłaszcza białko ulegające rozkładowi w żwaczu (BUR_z), jednocześnie zbyt ubogimi w energię dostępną dla bakterii w żwaczu, powoduje zwiększenie zawartości N-mocznika w osoczu krwi. Część mocznika jest wystarczająco mała, aby swobodnie przemieszczać się wraz z krwią do różnych części ciała, w tym do narządów rozrodczych.

W wielu doświadczeniach wykazano, że nadmierna koncentracja białka

ogólnego w dawce pokarmowej może powodować pogorszenie wskaźników rozrodu u krów mlecznych, zwłaszcza starszych, tj. w czwartej i dalszych laktacjach (2, 5, 6, 14). Zwykle dotyczy to pogorszenia wskaźnika zapładnialności, skuteczności pierwszego zabiegu inseminacji oraz długości okresu międzyciążowego. Ponadto wysoka koncentracja białka ogólnego nie ma wpływu na rozpoczęcie cyklu rujowego w okresie powycieleniowym, a więc na długość okresu od wycielenia do pierwszej rui lub owulacji. Najbardziej typowym zaburzeniem rozrodu, wynikającym z nadmiernie pobrania białka, a zwłaszcza białka ulegającego rozkładowi w żwaczu, jest pogorszenie wskaźnika zapładnialności, głównie w wyniku wczesnej zamieralności zarodków.

Poglądy na temat poziomu zawartości białka ogólnego w dawce, od którego rozpoczynają się ewentualne problemy z rozrodem są bardzo rozbieżne. Według Ferguson i Chalupa (14) wydłużenia okresu międzyciążowego oraz zwiększenia indeksu unasienniania można spodziewać się, gdy koncentracja białka ogólnego w suchej masie dawki przekracza 15–16%. Jordan i Swanson (15) obserwowali liniowe zwiększanie się długości okresu międzyciążowego (od 69 do 106 dni) w miarę jak zwiększano koncentrację białka ogólnego z 12,7 do 19,3%. Także Elrod i Butler (16) obserwowali zmniejszenie skuteczności pierwszej inseminacji (z 82 do 61%), gdy zwiększono koncentrację białka ogólnego w dawkach dla jałówek z 15,5 do 21, 8%.

Wpływ nadmiernego spożycia białka na pogorszenie wskaźników rozrodu nie jest jednak zawsze tak oczywisty. Na przykład Wu i Satter (17) nie obserwowali ujemnego wpływu dawek z dużą zawartością białka (nawet do 20%) na podstawowe wskaźniki rozrodu. W opinii wspomnianych autorów o wskaźnikach rozrodu decydują inne czynniki niż koncentracja białka w dawce pokarmowej, w tym między innymi wydajność mleka i status energetyczny krowy. W ciekawym doświadczeniu Garcia-Bajalil i wsp. (18) wykazali brak wpływu dawek o zawartości 12,3 i 27,4% białka ogólnego na wzrost pęcherzyków jajnikowych oraz owulację u krów niebędących w laktacji (bez ujemnego bilansu energii), poddanych zabiegowi superowulacji. Tak zróżnicowane dawki nie wpływały również na jakość zarodków. Wyniki tej pracy mogą sugerować, że nadmierne pobranie białka może potęgować jedynie negatywny wpływ innych czynników na rozród krów, w tym głównie ujemnego bilansu energii.

Wpływ poziomu białka ogólnego na płodność krów jest więc zmienny. Istotny jest tutaj status energetyczny krowy, jej wiek, wydajność mleczna i stan zdrowia oraz rodzaj białka w dawce pokarmowej.

Znaczenie rodzaju białka

Według Ferguson i Chalupa (14) brak wpływu wysokiej zawartości białka na płodność krów w wielu doświadczeniach wynika z nieuwzględniania rodzaju białka, w tym udziału białka ulegającego (BUR₂) i nieulegającego rozkładowi w żwacu (BNR₂). To właśnie skarmianie dużej ilości białka o znacznej podatności na rozkład w żwacu jest powodem powstawania w żwacu nadmiernej ilości amoniaku. Wykazano, że możliwe jest poprawienie wskaźników rozrodu przez skarmianie białka o mniejszej podatności na rozkład w żwacu.

Ujemny wpływ nadmiernego pobrania białka ulegającego rozkładowi w żwacu na wskaźniki rozrodu dotyczy przede wszystkim krów starszych, tj. w czwartej i dalszych laktacjach. Z kolei zwiększenie udziału tego białka w białku ogólnym (16% białka ogólnego w suchej masie) może nawet poprawić wskaźnik zapładnialności u krów pierwiastek. Starsze krowy, produkujące więcej mleka, mają zwykle większy spadek masy ciała w okresie wczesnej laktacji. Większy ujemny bilans energii, dodatkowo pogłębiany jest przez konieczność detoksykacji amoniaku oraz wydalania mocznika z organizmu. Przyczyną pogorszonej płodności krów starszych może być więc wpływ nadmiernego spożycia białka ulegającego rozkładowi w żwacu na ujemny bilans energii.

Przyczyny ujemnego wpływu nadmiernego pobrania białka na wskaźniki rozrodu krów

Przyczyny ujemnego wpływu na płodność nadmiernego pobrania białka, w tym białka rozkładalnego w żwacu, nie są jeszcze w pełni poznane. Najczęściej zwraca się uwagę na (2, 5, 6, 14):

- 1) toksyczne działanie amoniaku i mocznika (i innych niezidentyfikowanych składników azotowych) znajdujących się w narządach i płynach układu rozrodczego; może to powodować zaburzenia w dojrzewaniu pęcherzyków jajnikowych oraz wpływać ujemnie na plemniki, komórki jajowe oraz na przeżywalność gamet i zarodków;
- 2) nieprawidłowe zbilansowanie białkowo-energetyczne dawki, co może ujemnie wpływać na metabolizm krowy i bilans energii; dotyczy to również nadmiernego spożycia białka nieulegającego rozkładowi w żwacu (aminokwasów) w stosunku do zapotrzebowania krowy;
- 3) oddziaływanie amoniaku i mocznika na sekrecję gonadotropin i/lub progesteronu; nie wydaje się jednak, aby istniał bezpośredni wpływ nadmiernej wysokiej koncentracji białka i/lub białka ulegającego rozkładowi w żwacu na sekrecję

gonadotropin (LH i FSH) – nadmiar białka i/lub BUR₂ może wpływać natomiast ujemnie na wytwarzanie hormonów steroidowych w jajnikach, co z kolei powoduje zmniejszenie wydzielania gonadotropin przez przysadkę;

- 4) oddziaływanie amoniaku i mocznika na pH w macicy;
- 5) koszt energetyczny (pogłębianie ujemnego bilansu energii) detoksykacji amoniaku w wątrobie oraz wydalania mocznika z organizmu, a także deaminacji aminokwasów (przy znacznym nadmiarze białka nieulegającego rozkładowi w żwacu); wpływ amoniaku na funkcjonowanie wątroby jest szczególnie niekorzystny przy jej stłuszczeniu (zwyrodnienie tłuszczowe wątroby).

Nadmiar amoniaku może także pogarszać funkcjonowanie systemu immunologicznego krowy, co może opóźnić usuwanie toksyn płodowych z macicy. W rezultacie krowy żywione nadmierną ilością białka ogólnego, a zwłaszcza białka ulegającego rozkładowi w żwacu, częściej zapadają na zapalenie błony śluzowej macicy. Krowy żywione dawkami z dużym udziałem białka ulegającego rozkładowi w żwacu częściej zapadają również na inne choroby w okresie wczesnej laktacji, co potwierdza ujemny wpływ takiego żywienia na układ immunologiczny.

Białko nieulegające rozkładowi w żwacu (BNR₂) powinno stanowić około 32–35% białka ogólnego (15% białka ogólnego w suchej masie) u krów średnio wydajnych i 35–40% u krów wysoko wydajnych (18–19% białka ogólnego w suchej masie). Paszami białkowymi, które ze względu na relatywnie niższą podatność białka na rozkład w żwacu (niska zawartość białka trawionego w jelicie – BTJN lub białka ulegającego rozkładowi w żwacu) należałoby stosować w dawkach pokarmowych dla krów wysoko wydajnych, są młóto browarniane, zwłaszcza suszone, suszony wywar zbożowy oraz preparaty białka chronionego.

Gdy jednak z jakichś powodów krowy pobierają nadmierne ilości białka ulegającego rozkładowi w żwacu, konieczne jest uzupełnienie dawki paszami zawierającymi energię łatwo dostępną dla bakterii żwacza, na przykład wysłódkami buraczanymi, śrutami zbożowymi, w tym śrutą kukurydzianą.

Bardzo dobrym wskaźnikiem przemian białkowych u krowy jest poziom mocznika w mleku, oznaczany już przez niektóre krajowe laboratoria. Zbyt wysokie stężenie mocznika w mleku, np. ponad 280–300 mg/dl, odzwierciedla nadmierne spożycie białka ulegającego rozkładowi w żwacu i zbyt małe pobranie energii, co może mieć konsekwencje w pogorszeniu płodności krów.

Piśmiennictwo

1. Lean I.J., DeGaris P.J., McNeil D.M., Block E.: Hypocalcemia in dairy cows: meta-analysis and dietary cation anion difference theory revisited. *J. Dairy Sci.* 2006, **89**, 669-684.
2. Butler W.R.: Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 2000, **60-61**, 449-457.
3. Van Saun R.J., Leitgeb E.: Lactation based assessment of productive and reproductive interactions in German dairy herds. W: *Proc. XIVth International Conference on Production Diseases in Farm Animals* (edit. Opsomer G. et al.), 20-24 June, 2010, Ghent, Belgium.
4. Bruckstein S.: Can a well managed cow have good fertility and high production? W: *Proc. XIVth International Conference on Production Diseases in Farm Animals* (Opsomer G. et al., eds), 20-24 June, 2010, Ghent, Belgium.
5. Garnsworthy P.C., Webb R.: The influence of nutrition on fertility in dairy cows. W: *Recent developments in ruminant nutrition* (Wiseman J., Garnsworthy P.C., Eds), Nottingham University Press, 1999, 4:499-516
6. Kowalski Z.M., Kamiński J.: Niektóre problemy żywienia krów wysoko wydajnych. *Post. Nauk Rol.* 2000, **4**, 77-98.
7. Zurek E., Foxcroft G.R., Kennelly J.J.: Metabolic status and interval to first ovulation in postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1995, **78**, 1909-1920.
8. Domecq J.J., Skidmore A.L., Lloyd J.W., Kaneene J.B.: Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 1997, **80**, 113-120.
9. Kowalski Z.M.: Wymagania pokarmowe bydła mlecznego. W: *Zywnienie zwierząt i paszoznawstwo. Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt*, Tom 2. (Jamroz D. i Potkański A., red), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004, s. 27-91
10. Staples C.R., Burke J.M., Thatcher W.W.: Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 1998, **81**, 856-871.
11. Robinson R.S., Hammond A.J., Wathes D.C., Hunter M.G., Mann G.E., 2008. Corpus luteum-endometrium-embryo interactions in the dairy cow: underlying mechanisms and clinical relevance. *Reprod. Domest. Anim.* 2008, **43** (Suppl.2), 104-112.
12. Mattos R., Staples C.R., Arceche A., Wiltbank M.C., Diaz E.J., Jenkins T.C., Thatcher W.W.: The effects of feeding fish oil on uterine secretion of PGF_{2α}, milk composition, and metabolic status of periparturient Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2004, **87**, 921-932.
13. Petit H.V., Twagiramungu H.: Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. *Theriogenology* 2006, **66**, 1316-1324.
14. Ferguson J.D., Chalupa W.: Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1989, **72**, 746-766.
15. Jordan E.R., Swanson L.V.: Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in the high-producing dairy cow. *J. Dairy Sci.* 1979, **62**, 58-63.
16. Elrod C.C., Butler W.R.: Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.* 1993, **71**, 694-701.
17. Wu Z., Satter L.D.: Milk production during the complete lactation of dairy cows fed diets containing different amounts of protein. *J. Dairy Sci.* 2000, **83**, 1042-1051.
18. Garcia-Bojalil C.M., Staples C.R., Thatcher W.W., Drost M.: Protein intake and development of ovarian follicles and embryos of superovulated nonlactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1994, **77**, 2537-2548.

Prof. dr hab. Zygmunt M. Kowalski, Katedra Żywnienia Zwierząt i Paszoznawstwa, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków