

Makroelementy, wskaźniki gospodarki energetycznej i funkcji narządów mięsnych w surowicy krów suplementowanych zwiększoną dawką profilaktycznego dodatku mineralnego

MAŁGORZATA OLECH, KRZYSZTOF LUTNICKI, ŁUKASZ KUREK,
PIOTR BRODZKI*, TOMASZ RIHA, JAN MARCZUK

Zakład Chorób Wewnętrznych Zwierząt Gospodarskich i Koni, Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych Zwierząt,
*Zakład Andrologii i Biotechnologii Rozrodu, Wydział Medycyny Weterynaryjnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
ul. Głęboka 30, 20-612 Lublin

Otrzymano 15.10.2013

Zaakceptowano 30.12.2013

Olech M., Lutnicki K., Kurek Ł., Brodzki P., Riha T., Marczuk J.

Macroelements and the indicators of energy balance and parenchymal organ functions in the serum of cows supplemented with an increased dose of a prophylactic mineral additive

Summary

The study group consisted of 60 Holstein-Friesian cattle from farms situated in the central part of the Lublin region in Poland. The cows were kept in a tethered system and fed a TMR or a PMR. It was found that the animals had reduced concentrations of serum macroelements in the puerperal period. Therefore, the amount of a prophylactic mineral additive was increased by 50%. The study was conducted 6-8 weeks after parturition and directly before the dry period. The aim was to determine the influence of the increased doses of the mineral additive on the contents of calcium, phosphorus, and magnesium in serum, as well on the functions of parenchymal organs, to assess the health status of the herd. The results showed that an increased amount of supplements may lead to elevated values of the above macroelements (even higher than physiological standards) in many cows in the herd, which can be particularly dangerous in the absence of regular monitoring of blood biochemical parameters. Moreover, lower conception rates, problems with the musculoskeletal system, and further disorders in the puerperal period have also been reported.

Keywords: macroelements, magnesium, calcium, mineral supplements, dairy cows

Makroelementy są nie tylko elementem strukturalnym organizmów żywych, ale także regulują niemal wszystkie procesy metaboliczne (2). Nieodpowiednie stężenia wapnia (Ca), magnezu (Mg) i fosforu nieorganicznego (Pn) mogą powodować zaburzenia ze strony układu nerwowego oraz układu ruchu (8), wpływają także na rozród i płodność krów (25). Niedobór wapnia manifestuje się objawami klinicznymi porażenia poporodowego (zaleganie na mostku lub na boku, zaburzenia świadomości, od apatii po śpiączkę, brak apetytu i pragnienia, osłabienie lub brak perystaltyki przedżołądków, zarzucenie głowy na bok ciała, brak defekacji i oddawania moczu, utrata mleczności) lub występuje w postaci hipokalcemii szczytu laktacji oraz podklinicznej hipokalcemii, często obniżającej ogólną produktywność stada (13, 17, 21, 23). Hipofosfatemia u krów często przebiega z objawami trudnego podnoszenia się, kulawizn, bolesności kończyn lub zalegania,

ale przynajmniej na początku choroby nie występuje obniżenie apetytu i niejednokrotnie tylko nieznacznie obniżona mleczność (3, 6, 11). Natomiast niedobór Mg (hipomagnezemia) w formie klinicznej objawia się drgawkami całego ciała, wytrzeszczem gałek ocznych i niemal całkowitym przerwaniem produkcji mleka. W formie przewlekłej może prowadzić do obniżenia odporności, kulawizn i osłabienia organizmu (8, 18).

Oprócz objawów spowodowanych niedoborem wapnia (Ca), fosforu nieorganicznego (Pn) oraz magnezu (Mg) ostatecznym efektem zaburzeń mającym kluczowe znaczenie ekonomiczne dla producentów jest obniżenie wydajności mlecznej (10), a co za tym idzie – zmniejszenie opłacalności utrzymania stad bydła mlecznego (16, 23). Sytuacja ta jest powodem zwiększonego zainteresowania hodowców bydła zaburzeniami gospodarki mineralnej i skutkami niedoborów.

Wzrost produktywności w stadach bydła mlecznego wymusza na hodowcach dokładniejsze bilansowanie żywienia i równoczesne stosowanie dodatków profilaktycznych zapobiegających występowaniu najczęstszych chorób metabolicznych. Takie postępowanie zmniejsza częstość występowania stanów klinicznych, ale wciąż nie zapobiega występowaniu postaci podklinicznych lub stanów niedoborowym o nietypowym przebiegu. Najczęstszymi zaburzeniami mineralnymi występującymi we wschodniej Polsce na podstawie obserwacji własnych są niedobory: wapnia, fosforu, magnezu, cynku i miedzi. U bydła mlecznego niedobory mineralne najczęściej pojawiają się w okresie okołoporodowym (8). Hodowcy, przewidując taką sytuację, starają się zapobiegać chorobom tego typu poprzez profilaktyczne podawanie dodatków mineralnych w diecie, najczęściej bez dokładnego rozpoznania statusu mineralnego stada. W wielu przypadkach badania laboratoryjne mające na celu określenie, z jakimi zaburzeniami mamy lub możemy mieć do czynienia, są traktowane, niestety, jako zbędny element kontroli stanu zdrowia stada. Analizy takie wykonywane są jedynie u osobników chorych bądź o zmniejszonej produktywności. Natomiast ze względu na koszty profilaktyczne wykonywanie badań laboratoryjnych nie jest powszechną praktyką wśród hodowców bydła, co prowadzi do podawania suplementów mineralnych jedynie na podstawie utartych schematów, nieadekwatnych do sytuacji w stadzie. To uzasadnia potrzebę prowadzenia badań w stadach, w których właściciele bez analizy sytuacji podwyższyli lub obniżyli wielkość podawanych dodatków mineralnych.

Profilaktycznie stosowane dodatki mineralne są najczęściej preparatami złożonymi, zawierającymi wiele składników mineralnych i często także witaminowych. W przypadku suplementacji niedoboru wapnia czy magnezu hodowcy często podają mieszanki zawierające także inne składniki, m.in.: fosfor, potas czy witaminę A, D₃ (4, 22). Niekiedy może to doprowadzić do nadmiernego wzrostu stężenia niektórych składników w organizmie zwierzęcia lub nieprawidłowej korelacji pomiędzy poszczególnymi pierwiastkami. Z obserwacji własnych wynika, że w wielu przypadkach podaż dodatków mineralnych zwiększana jest przez hodowców w sytuacji przebytych zaburzeń w latach poprzednich. Dane z piśmiennictwa i badania własne potwierdzają natomiast, że tylko podanie ściśle ukierunkowanego dodatku mineralnego po wcześniejszym ustaleniu statusu mineralnego stada lub pojedynczego zwierzęcia daje w efekcie odpowiednie wyrównanie istniejących zaburzeń mineralnych (7). Dodatki złożone powinny być zawsze stosowane w ilości opracowanej i zalecanej przez producenta i dostosowanej do systemu utrzymania, żywienia i produktywności zwierząt pod kierunkiem doradcy żywieniowego oraz lekarza weterynarii.

W badaniach własnych podczas rutynowej kontroli stanu zdrowia krów w stadach bydła mleczne-

go stwierdzono obniżenie stężenia wapnia, fosforu i magnezu w okresie 2 tygodni po prawidłowym porodzie. Skutkiem tego było podwyższenie przez hodowców ilości stosowanego dodatku mineralnego o 50%. Mimo takiego działania właściciele gospodarstw nie zauważyli polepszenia produkcji mlecznej w stosunku do roku poprzedniego, równocześnie nie zanotowali też przypadków klinicznych niedoborów makroelementów. Natomiast u niektórych zwierząt pojawiły się problemy z zapłodnieniem pomimo braku zmian patologicznych w układzie rozrodczym. Stało się to podstawą do zbadania wpływu zwiększonego podawania dodatku mineralnego na kształtowanie się poziomów wybranych makroelementów i parametrów biochemicznych we krwi u krów produkujących średnie (do 36 kg) i wysokie (powyżej 36 kg) ilości mleka w szczycie laktacji. Badania przeprowadzono w dwu stadach o różnych systemach zadawania karmy, ale o bardzo podobnym składzie dawki pokarmowej. Z badań wykluczono osobniki, u których stwierdzono: zmiany dotyczące układu rozrodczego (stany zapalne, cysty na jajnikach, przetrwałe ciało żółte), osobniki z objawami klinicznymi, które mogły wpłynąć na wynik badań (zapalenie wymienia – *mastitis*, niestrawności, zaburzenia apetytu) oraz zwierzęta, u których podjęto leczenie w ciągu ostatniego miesiąca.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w 2 stadach bydła mlecznego, w których krowy znajdowały się na uwięzi, na grupie 60 osobników w wieku od 3 do 6 lat, rasy holsztyńsko-fryzyskiej. Zwierzęta charakteryzowały się średnim lub dobrym stanem odżywienia i dobrą lub bardzo dobrą produkcją mleczną – średnia wydajność roczna badanych stad wynosiła do 9785 kg mleka na sztukę. Do badań zwierzęta podzielono na dwie równe grupy w każdym stadzie: I – produkujące do 36 kg mleka, II – około 41 kg mleka dziennie. W obu stadach w okresie 2 tygodni po porodzie odnotowano niskie średnie stężenia makroelementów w surowicy – wapnia około 2 mmol/dm³, magnezu około 1 mmol/dm³, natomiast stężenie fosforu osiągnęło wartość około 1,2 mmol/dm³. Badane zwierzęta żywione były koncentratami paszowymi lub paszami pełnoporcjowymi z dodatkiem własnych zbóż (pszenżyto, pszenica, owies), kiszonkami z kukurydzy, traw, liści buraczanych, wysłodków oraz sianem i słomą pszenną lub jęczmienną (dawkę żywieniową ustalano z uwzględnieniem wielkości produkcji i okresu fizjologicznego). W obu gospodarstwach dawka pokarmowa, wydajność krów i jakość materiału genetycznego były bardzo zbliżone, a wyniki badań laboratoryjnych i klinicznych, a także dotychczasowe obserwacje – podobne. W pierwszym gospodarstwie (stado A) z systemem żywienia w oparciu o TMR (total mixed ratio) dodatek białkowy oraz profilaktyczny dodatek mineralny był mieszany z całością dawki pokarmowej, natomiast w drugim (stado B) z systemem żywienia PMR (portion mixed ratio) pasze objętościowe zadawano wozem paszowym, a treściwe z dodatkami mineralnymi ręcznie. Dodatek mineralny zawierał w swoim składzie 19% wapnia, 4% fosforu i 7% magnezu

i był typowym suplementem stosowanym na terenie, gdzie prowadzono badania.

Badaniami objęto zwierzęta, które nie wykazywały żadnych objawów klinicznych w celu wykluczenia wpływu stwierdzonych zmian (np.: stany zapalne, niestrawności) na wyniki badań biochemicznych krwi. Pierwsze pobranie krwi wykonano około 1 miesiąca od rozpoczęcia podawania zwiększonej dawki pokarmowej w okresie największej dziennej produkcji mlecznej, a drugie bezpośrednio przed rozpoczęciem okresu zasuszenia.

Materiał do analiz pobierano zawsze w tych samych godzinach porannych, po udoju. Wcześniej przeprowadzono szczegółowe badanie kliniczne zwierząt, mające na celu wykluczenie osobników wykazujących kliniczne objawy chorobowe. Krew pobierano z żyły szyjnej zewnętrznej, a surowicę po odwirowaniu zamrażano w temperaturze -80°C . Zawartości Ca całkowitego, Mg całkowitego i Pn w surowicy, stężenia glukozy (GLUC) i kreatyniny (CREA), aktywność aminotransferazy asparaginianowej (AST) i zawartość bilirubiny całkowitej (BIL T) oznaczono metodą kolorymetryczną z użyciem aparatu BS-130 Chemistry Analyzer firmy Mindray, wykorzystując zestawy odczynników firmy Cormay.

Wyniki badań biochemicznych poddano analizie statystycznej, posługując się programem Statistica 10,0 PL. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi określano przy pomocy testu t-Studenta, przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i omówienie

Podczas badania klinicznego nie stwierdzono u zwierząt żadnych istotnych zaburzeń. W okresie poporodowym, a także w momencie pobierania próbek właściciele zgłosili częstsze niż w ubiegłych latach problemy z zapłodnieniem krów (powtarzanie inseminacji w niektórych przypadkach nawet 5 razy), brak oczekiwanego wzrostu produkcji mlecznej po podwyższeniu dawki makroelementów w paszy oraz okresowo zmienny apetyt. Dalsze obserwacje zwierząt już po zakończeniu badań wykazały większą częstotliwość chorób okołoporodowych i rodzenie dużych cieląt.

Stężenie Ca w surowicy przed rozpoczęciem podawania zwiększonej dawki dodatku mineralnego

w okresie około 2 tygodni po porodzie u wszystkich zwierząt było wyraźnie niższe od przyjętych norm (poniżej 2 mmol/dm^3). Szczególnie było to widoczne w grupach zwierząt, które produkowały w szczytzie laktacji powyżej 36 kg mleka. Wyniki badań stężenia Ca w stosunku do pobrania przed zastosowaniem zwiększonej dawki dodatku mineralnego wykazały istotny statystycznie wzrost stężenia tego pierwiastka zarówno w pierwszym, jak i w drugim pobraniu krwi, co szczególnie było widoczne w grupie krów produkujących do 36 kg mleka dziennie, w szóstym tygodniu laktacji. Wzrost stężenia tego pierwiastka w surowicy u krów o większej produkcji nie był jednak tak wyraźny (tab. 1).

Badania przeprowadzone w okresie szczytu laktacji wykazały znaczący wzrost stężenia Ca w surowicy we wszystkich grupach badanych zwierząt mimo dużej produkcji mlecznej (w grupie drugiej średnia produkcja wyniosła 41 kg mleka dziennie). We wszystkich grupach mimo znacznego wzrostu zawartości Ca mieścił się on w granicach norm fizjologicznych.

W okresie przed zasuszeniem wartości stężenia Ca w surowicy zbliżyły się do górnych granic norm fizjologicznych, co najbardziej było widoczne w stadach A i B w grupach o mniejszej produkcji mleka.

Stężenia Mg w surowicy notowane w chwili rozpoczęcia badań we wszystkich badanych grupach były niskie, ale mieściły się w granicach przyjętych norm fizjologicznych (26). W trakcie badań nastąpił znaczący wzrost zawartości Mg, a w grupie pierwszej w stadzie B wystąpiły nawet wartości hipermagnezemiczne. W pozostałych trzech grupach zanotowano górną granicę norm przyjętych dla tego pierwiastka (26). Także zawartość fosforu nieorganicznego w surowicy istotnie statystycznie wzrosła podczas badań, jednakże tylko w grupie drugiej w stadzie B zbliżyła się do górnej granicy normy (26). W przypadku Pn także w pobraniu zerowym zanotowano bardzo niskie stężenia, wyraźnie niższe od norm fizjologicznych.

W okresie około dwóch tygodni po porodzie uzyskano wysokie wartości bilirubiny całkowitej, które w czasie laktacji we wszystkich grupach wróciły do

Tab. 1. Wartości badanych parametrów w poszczególnych grupach krów mlecznych

Badany parametr	Jednostki	Normy*	Stado A					
			Krowy powyżej 36 kg mleka (gr. II)			Krowy do 36 kg mleka (gr. I)		
			pobranie			pobranie		
			0	I	II	0	I	II
Ca	mmol/dm ³	2,25-3,03	2,04 ^{aA} ± 0,11	2,29 ^{bb} ± 0,07	2,60 ^{cc} ± 0,13	2,10 ^{aA} ± 0,10	2,42 ^{bb} ± 0,05	2,73 ^{cc} ± 0,18
Mg	mmol/dm ³	0,78-1,23	1,02 ^{aA} ± 0,10	1,12 ^{aA} ± 0,15	1,23 ^{bb} ± 0,14	0,99 ^{aA} ± 0,14	1,09 ^{ab} ± 0,09	1,23 ^{bb} ± 0,16
Pi	mmol/dm ³	1,81-2,10	1,27 ^{aA} ± 0,24	1,51 ^{abA} ± 0,34	1,56 ^{ba} ± 0,24	1,25 ^{aA} ± 0,30	1,53 ^{abAB} ± 0,44	1,72 ^{bb} ± 0,35
CHOL	mmol/l	1,8-5,2	3,09 ^{aA} ± 1,26	3,35 ^{aA} ± 0,93	5,06 ^{bb} ± 1,64	1,96 ^{aA} ± 0,57	4,28 ^{bcBC} ± 1,03	4,30 ^{cc} ± 1,72
BIL T	μmol/dm ³	0-2,7	8,23 ± 7,99	4,09 ± 3,04	4,26 ± 3,86	14,36 ^{aA} ± 11,51	1,74 ^{bcBC} ± 0,90	2,99 ^{cc} ± 3,11
CREA	μmol/l	88,4-183	97,24 ± 16,12	102,10 ± 14,62	103,43 ± 12,86	107,76 ± 74,46	94,85 ± 13,44	100,07 ± 15,20
GLUC	mmol/l	2,2-4,5	3,33 ± 0,77	3,26 ± 0,52	3,42 ± 0,33	3,63 ± 0,75	3,73 ± 0,35	3,77 ± 0,40

Objaśnienia: * normy kliniczne Zakładu Chorób Wewnętrznych Zwierząt Gospodarskich i Koni UP w Lublinie, a, b, c – istotność

norm fizjologicznych. Stężenie cholesterolu w surowicy początkowo kształtowało się w granicach przyjętych norm, ale w trakcie badań jego zawartość wzrastała i w grupie pierwszej w stadzie A zbliżyła się do górnej granicy, osiągając 5,06 mmol/l (tab. 1). W stadzie A stężenie cholesterolu w obu grupach podczas ostatniego pobrania było istotnie statystycznie wyższe niż w pobraniu zerowym. Także stężenie glukozy wzrastało w trakcie obserwacji i najwyższe wartości osiągało tuż przed okresem zasuszenia. Stężenie kreatyniny we wszystkich grupach wahało się, ale przez cały okres badań znajdowało się w granicach przyjętych norm fizjologicznych dla krów mlecznych (26).

W gospodarstwach mlecznych w Polsce i na świecie dużą rolę przywiązuje się do profilaktyki zaburzeń metabolicznych w oparciu o różne preparaty i sposoby ich stosowania (12, 13). Brak kontroli składu paszy i parametrów biochemicznych krwi przy uzupełnianiu niedoborów lub niedostosowanie dodatków paszowych do aktualnych problemów w stadzie może zaburzać homeostazę organizmu u pojedynczych osobników lub w całej grupie (1, 4, 9, 19). Uzasadnia to konieczność bardzo precyzyjnych analiz biochemicznych krwi (szczególnie w zakresie makro- i mikroelementów oraz gospodarki energetycznej ustroju) przy każdej próbie ingerencji w ustaloną dawkę pokarmową. Opieranie się hodowców tylko na wybiórczych, często przypadkowych badaniach nie zawsze przynosi spodziewane efekty w postaci wyrównania niedoborów mineralnych w okresie okołoporodowym i laktacji oraz zwiększenia produkcji mlecznej, co udowodniono w badaniach własnych. Uzyskane wyniki badań biochemicznych oraz stan kliniczny zwierząt w trakcie całego doświadczenia wskazują, że nie tylko niedobory, ale również nadmierna podaż składników mineralnych może wywołać u zwierząt nietypowe zaburzenia. W badaniach własnych takie problemy u krów mlecznych najczęściej dotyczyły rozrodu i wydajności mlecznej. Znaczące podwyższenie zawartości Ca, Pn i Mg w organizmie, szczególnie tuż przed okresem zasuszenia może również niekorzystnie wpływać na występowanie zaburzeń poporodowych. Porażenie poporodowe

i zaleganie okołoporodowe często są spowodowane nieprawidłowym żywieniem zwierząt w okresie zasuszenia, co może być przyczyną występowania lub podstawą zapobiegania schorzeniom w okresie okołoporodowym (12, 15, 19, 20). W badanych stadach mimo zmniejszenia dodatków mineralnych po analizie wyników trzeciego pobrania krwi zanotowano wzrost przypadków schorzeń poporodowych oraz zaburzeń układu rozrodczego w następnej laktacji o 20-50%. Może to sugerować, że zaburzenia stężeń badanych pierwiastków utrzymały się we krwi krów do okresu okołoporodowego i wpłynęły na jego przebieg, co obserwowali również inni autorzy (1, 14, 19, 24). Interesujący jest również zanotowany spadek produkcji mleka w stosunku do poprzedniej laktacji mimo wysokich stężeń badanych makroelementów w surowicy, co wskazuje, że nadmierne podawanie dodatku mineralnego nie wpływa na zmiany w produkcji mleka. Na tej podstawie można zauważyć, że tylko wyrównanie niedoborów mineralnych ma wpływ na produktywność zwierząt. W badaniach własnych u krów odnotowano także zmienne pobieranie paszy i wody, co ustąpiło w krótkim czasie po obniżeniu podaży dodatków mineralnych, ale mogło wpłynąć na gorsze wyniki w produkcji mleka. Zmienny apetyt i mniejsza produkcja mleczna obserwowana po 3-4 tygodniach od rozpoczęcia podawania dużej ilości dodatku mineralnego wpłynęła na wysoką zawartość cholesterolu i glukozy w surowicy. Taka sytuacja sprzyja otłuszczeniu się krów w okresie laktacji, a następnie w okresie poprzedzającym poród. Natomiast po porodzie w przypadku wystąpienia niedoborów energii może to doprowadzić do rozwoju ketozy i zespołu tłustej krwi po porodzie (6). Natomiast mimo tak dużego wzrostu stężenia związków mineralnych we krwi nie stwierdzono bezpośredniego wpływu na stan czynnościowy wątroby i nerek. Wskazuje to, że zwiększona podaż dodatków mineralnych nie wpływa na zaburzenia w układzie rozrodczym i hormonalnym poprzez uszkodzenie wątroby i nerek, jako miejsc istotnych dla syntezy i działania wielu hormonów (4, 12, 15). Wysokie stężenia Ca, Mg i Pn wpływają na wyciszenie

hormonalne i dlatego mogą powodować zaburzenia w rozrodzie i układzie ruchu oraz zaburzenia apetytu. Mimo oczekiwanego polepszenia produktywności krów i lepszych wyników w zapładnianiu przy podawaniu tylko o 50% większej dawki złożonego dodatku mineralnego nie uzyskano spodziewanej poprawy. Dowodzi to, że prowadzenie profilaktyki powinno się odbywać pod ścisłą kontrolą wyników

Stado B					
Krowy powyżej 36 kg mleka (gr. II)			Krowy do 36 kg mleka (gr. I)		
pobranie			pobranie		
0	I	II	0	I	II
2,04 ^{ab} ± 0,04	2,33 ^{bb} ± 0,06	2,58 ^{cc} ± 0,09	2,09 ^{ab} ± 0,05	2,39 ^{bb} ± 0,06	2,68 ^{cc} ± 0,09
0,93 ^{ab} ± 0,05	1,16 ^{bcb} ± 0,13	1,25 ^{cc} ± 0,15	0,95 ^{ab} ± 0,08	1,10 ^{bcb} ± 0,09	1,21 ^{cc} ± 0,15
1,21 ^{ab} ± 0,08	1,66 ^{bcb} ± 0,33	1,69 ^{cc} ± 0,26	1,28 ^{ab} ± 0,10	1,71 ^{bcb} ± 0,28	1,88 ^{cc} ± 0,26
3,29 ^{ab} ± 0,48	3,64 ^{aba} ± 0,67	3,97 ^{ba} ± 0,72	2,61 ^{ab} ± 0,52	3,53 ^{bcb} ± 0,71	3,91 ^{cc} ± 0,70
8,70 ± 3,57	7,20 ± 2,67	6,53 ± 1,67	8,11 ± 4,18	8,29 ± 2,51	6,09 ± 3,11
89,99 ^{ab} ± 12,80	106,08 ^{baa} ± 12,12	104,58 ^{ba} ± 12,81	95,74 ± 17,73	98,92 ± 14,45	103,60 ± 13,71
2,90 ^{ab} ± 0,38	2,67 ^{ab} ± 0,35	3,49 ^{bb} ± 0,47	3,26 ^{ab} ± 0,17	3,19 ^{ab} ± 0,26	3,93 ^{bb} ± 0,23

różnic pomiędzy kolejnymi pobraniami przy $p \leq 0,05$, A, B, C – przy $p \leq 0,01$

badan laboratoryjnych, ponieważ zmiana ilości preparatów profilaktycznych może przynieść więcej szkód i strat finansowych niż korzyści. Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć wniosek, że efekty zmian w dawce żywieniowej powinny być kontrolowane w szczycie laktacji i przed zasuszeniem poprzez wykonanie szczegółowych badań laboratoryjnych oraz stałą obserwację stada prowadzoną nie tylko przez samego hodowcę, ale również w porozumieniu z doradcą żywieniowym i lekarzem weterynarii.

Piśmiennictwo

- Barton B. A., Jørgensen N. A., DeLuca H. F.: Impact of prepartum dietary phosphorus intake on calcium homeostasis at parturition. *J. Dairy Sci.* 1987, 67, 1236-1239.
- Bauman D. E., Currie W. B.: Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.* 1980, 63, 1514-1529.
- Call J. W., Butcher J. E., Shupe J. L., Olsen A. E., Blake J. T.: Clinical effects of low dietary phosphorus concentrations in feed given to lactating dairy cows. *Am. J. Vet. Res.* 1987, 48, 133-136.
- DeGaris P. J., Lean I. J.: Milk fever in dairy cows: A review of pathophysiology and control principles. *Vet. J.* 2009, 176, 58-69.
- Drackley J. K.: Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? *J. Dairy Sci.* 1999, 82, 2259-2273.
- Gerloff B. J., Swenson E. P.: Acute recumbency and marginal phosphorus deficiency in dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 1996, 208, 716-719.
- Goff J. P.: Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. *Anim. Feed Sci. Tech.* 2006, 126, 237-257.
- Goff J. P.: The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and sub-clinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J.* 2008, 176, 50-57.
- Goff J. P.: Treatment of calcium, phosphorus and magnesium balance disorders. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 1999, 15, 619-639.
- Hadžimusić N., Krnić J.: Values of Calcium, Phosphorus and Magnesium Concentrations in Blood Plasma of Cows in Dependence on the Reproductive Cycle and Season. *J. Fac. Vet. Med. Istanbul Univ.* 2012, 38, 1-8.
- Haque S., Verma B. B.: Effects of treatment of experimental hypophosphatemia in crossbred calves with tonophosphan and sodium acid phosphate. *Indian Vet. J.* 1992, 69, 1119-1121.
- Horst R. L., Goff J. P., Reinhardt T. A.: Role of Vitamin D in Calcium Homeostasis and Its Use in Prevention of Bovine Periparturient Paresis. *Acta Vet. Scand.* 2003, Suppl. 97, 35-50.
- Horst R. L., Goff J. P., Reinhardt T. A., Buxton D. R.: Strategies of preventing milk fever in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 1997, 80, 1269-1280.
- Kichura T. S., Horst R. L., Beitz D. C., Littledike E. T.: Relationships between prepartal dietary calcium and phosphorus, vitamin D metabolism, and parturient paresis in dairy cows. *J. Nutr.* 1982, 112, 480-487.
- Kronqvist C., Emanuelson U., Spörndly R., Holtenius K.: Effects of prepartum dietary calcium level on calcium and magnesium metabolism in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2011, 94, 1365-1373.
- Kurek Ł., Stec A.: Wpływ okresu okołoporodowego i wieku na zawartość wybranych makroelementów, wolnych kwasów tłuszczowych oraz wskaźników funkcji narządów mięsnych u zdrowych krów mlecznych. *Annales UMCS, 2005, Sec DD, Vol LX, 6, 37-54.*
- Lean J., DeGaris P. J., McNeill D. M., Block E.: Hypocalcemia in dairy cows: Metanalysis and dietary cation anion difference theory revisited. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 669-684.
- Martens H., Schweigel M.: Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias. Implications for clinical management. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2000, 16, 339-368.
- McNeill D. M., Roche J. R., McLachlan B. P., Stockdale C. R.: Nutritional strategies of the prevention of hypocalcemia at calving for dairy cows in pasture-based systems. *Aust. J. Agr. Res.* 2002, 53, 755-770.
- Oetzel G. R.: Meta-analysis of nutritional risk factors for milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1991, 74, 3900-3912.
- Reinhardt T. A., Lippolis J. D., McCluskey B. J., Goff J. P., Horst R. L.: Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Vet. J.* 2011, 188, 122-124.
- Stec A., Kurek Ł., Studzińska M.: Wpływ preparatu Propical na kształtowanie się gospodarki wapniowo-energetycznej u krów mlecznych. *Życie Wet.* 2000, 75, 95-98.
- Thilting-Hansen T., Jørgensen R. J., Østergaard S.: Milk fever control principles: a review. *Acta Vet. Scand.* 2002, 43, 1-19.
- Wang C., Beede D. K.: Effects of diet magnesium on acid-base status and calcium metabolism of dry cows fed acidogenic salts. *J. Dairy Sci.* 1992, 75, 829-836.
- Wilde D.: Influence of macro and micro mineral in the peri-parturient period of fertility in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 2006, 96, 240-249.
- Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Wydawnictwo SGGW, 2011.

Adres autora: mgr Małgorzata Olech, ul. Głęboka 30, 20-612 Lublin;
e-mail: malgorzata.olech@up.lublin.pl