

Ocena wpływu zwiększonej ilości wapnia przy obniżonych bilansach kationowo-anionowych dawek pokarmowych w końcowym okresie zasuszenia na zdrowie, produktywność i płodność krów w różnym wieku^{*)}

RAFAŁ BODARSKI, STEFANIA KINAL, JERZY PREŚ,
MAJA SŁUPCZYŃSKA, JAN TWARDOŃ*

Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP,
ul. J. Chełmońskiego 38 C, 51-630 Wrocław

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

Bodarski R., Kinal S., Preś J., Słupczyńska M., Twardoń J.

Evaluation of the effect of decreased dietary cation-anion balances combined with increased calcium amount during the final phase of the dry period on the health, productivity and fertility of cows of different ages

Summary

The aim of the present study was to estimate the effectiveness of administering $MgSO_4 \times 7H_2O$ to cows as a treatment preventing the occurrence of hypocalcaemia, one of the most important health disturbances in high-yielding dairy cows during transition and early lactation period. $MgSO_4 \times 7H_2O$ was administered to young (2nd-3rd lactation) and older (4th-6th lactation) cows at a dose of 100 g/day/head (decrease of DCAB to 45 mEq/kg DM) alone during 2 weeks a.p., or in combination with $CaCO_3$ at a dose of 100 g/day/head (increase of Ca concentration from 0,54% to 0,93% of DM) during the last 10 days a.p.. Moreover, the studies concerned the effect of this treatment on milk yield and milk composition as well as fertility and cows' health. The experiment was conducted on 32 cows divided into age 2 groups: young and older cows (16 heads per group). All experimental animals received magnesium sulphate, but half of the cows from each group (8 heads) received additionally a higher amount of Ca in rations. Selected compounds and biochemical parameters including pH (blood, urine), Ca, P, Mg (serum, urine), Na, K, Cl (urine), glucose (blood), protein, urea (serum), pCO_2 , pO_2 , HCO_3^- , BE(E) (blood) were determined in urine, blood and blood serum. In the 8th week of lactation the milk yield and milk composition (fat, protein, lactose, dry matter, urea) were determined. In the 21st and 45th day after calving the level of progesterone was estimated. Moreover, fertility indices such as conception rate, insemination index and calving interval, as well as the occurrence and intensity of metabolic disorders were also determined.

A decrease in DCAB, regardless of carbonate addition, prevented hypocalcaemia. On the other hand, an increase in Ca concentration caused a slight deterioration in milk yield, biochemical indices of urine and blood, as well as the health and fertility of young cows. The administration of calcium carbonate to older cows had no effect on the milk yield and biochemical indices of urine and blood. However, the fertility and health were improved. In view of these facts, calcium carbonate combined with the so-called "strong anions" ought to be provided before calving only to older cows.

Keywords: DCAB, Ca, younger cows, older cows, dry period, hypocalcaemia

Optimalizacja czynników żywieniowych, w tym również żywienia mineralnego w okresie okołoporodowym zapewnia prawidłowy status metaboliczny krów, stanowi podstawę właściwego ich przygotowania do kolejnej laktacji, a także przyczynia się do zmniejszenia

strat produkcyjnych, hodowlanych i utrzymania właściwego poziomu kondycji krów, sprzyja również ograniczeniu występowania schorzeń. Jednak właściwe zbilansowanie dawki pokarmowej dla krów wysoko wydajnych pod względem mineralno-witaminowym w okresie okołoporodowym nie jest zadaniem łatwym i w pełni poznany. Wraz z rozwojem nauk

^{*)} Praca wykonana w ramach projektu nr 2 P06Z.04129, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

podstawowych odkrywanych są, na coraz niższych poziomach przemian tkankowych lub komórkowych, skomplikowane zależności między pierwiastkami i witaminami (10, 11, 17). Jednym z ważniejszych schorzeń metabolicznych okresu okołoporodowego i wczesnej laktacji o podłożu mineralnym jest zaburzenie gospodarki wapniowej – hypokalcemia, którego konsekwencją jest porażenie poporodowe. Szybki rozwój płodu w ostatnim okresie ciąży i rozpoczęcie intensywnej produkcji mleka powoduje dużą utratę wapnia z organizmu krowy z siarą i mlekiem, doprowadzając do gwałtownego spadku poziomu Ca w surowicy krwi. Zdaniem Oetzela (20), starsze krowy gorzej mobilizują wapń z kości i absorbują ten pierwiastek z przewodu pokarmowego, co zwiększa u nich zagrożenie i częstotliwość występowania hypokalcemii i porażenia poporodowego.

Wśród wielu przyczyn hypokalcemii wymienia się wysoką zawartość wapnia w paszy w okresie zasuszenia, co jednak w świetle badań niektórych autorów (4, 13, 15) nie zawsze się potwierdza. W prewencji hypokalcemii coraz większą uwagę zwraca się także na stosunek kationów (Na^+ , K^+) do anionów (Cl^- , SO_4^{2-}) w dawce pokarmowej dla krów zasuszonych, na bilans kationowo-anionowy (DCAB) skarmianych dawek (15). W celu zalecanego obniżenia DCAB w tym okresie stosuje się sole anionowe: chlorki i siarczany. Spośród nich, jak podają Goff (9) oraz Goff i wsp. (12), najbardziej skuteczny wydaje się siarczan magnezu. Innym problemem jest głębokość przesunięcia bilansu kationowo-anionowego dawki pokarmowej krów zasuszonych w okresie przejściowym (3-0 tyg. a.p.). Poglądy na ten temat są zróżnicowane. Specjaliści amerykańscy proponują jego wartość od -70 (16) do nawet -150 mEq/kg s.m. (3). Natomiast badacze niemieccy (26) za wystarczający uważają poziom od 50 do -50 mEq/kg s.m. Obecnie częściej zalecane są wyższe bilanse. Wykazano, że głębokie obniżenie DCAB (do -150 mEq/kg s.m.) wiąże się z dramatycznym pogorszeniem pobierania pasz przez krowy, wzrostem cyrkulacji NEFA i koncentracji triglicerydów w wątrobie (18). Nie ma także jednoznacznych opinii naukowców na stosowanie obniżonych bilansów kationowo-anionowych łącznie ze zwiększeniem poziomu wapnia w diecie. Panuje pogląd, że po zastosowaniu soli anionowych poziom wapnia powinien ulec zwiększeniu od 0,6 (19) do ok. 1,00 (14) lub nawet do 1,5% w s.m. (18, 19), w zależności od głębokości obniżenia DCAB. Natomiast zdaniem innych autorów (5) zalecenia o stosowaniu 1,5% Ca w s.m. przed ocieleniem przy podawaniu anionów są jedynie „subiektywną spekulacją”.

Różnorodność poglądów na temat poziomu DCAB i Ca w dawce krów na 2 tyg. a.p. skłoniła autorów niniejszego opracowania do podjęcia badań, których celem była ocena wpływu dodatku uwodnionego siar-

Tab. 1. Wartość pokarmowa dawki dla krów na ostatnie 2 tygodnie zasuszenia (wg DLG)

Sucha masa (kg)	NEL (MJ)	nBO – (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	K (g)	Na (g)	Cl (g)	S (g)	DCAB (mEq/kg s.m.)
10,1	56,8	1198	54,5	33	17	140	25	62	21	85

czanu magnezu (obniżenie bilansu kationowo-anionowego do poziomu 45 mEq/kg s.m.) oraz zwiększonej ilości wapnia w dawce pokarmowej (do 0,93% s.m.) w okresie przejściowym na występowanie po porodzie hypokalcemii u krów, ze szczególnym uwzględnieniem ich reakcji na zastosowane zabiegi żywieniowe u krów młodszych (2.-3. laktacja) i starszych (4.-6. laktacja), a także wpływu tych zabiegów na wydajność mleczną i skład mleka oraz płodność i zdrowotność krów.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w południowej Wielkopolsce w gospodarstwie Drzewce o obsadzie 400 krów czystej rasy hf, odmiany czarno-białej. Średnia wydajność za 305 dni laktacji wynosiła 8000 kg mleka. Celem obliczenia wartości skarmianej na drugi okres zasuszenia dawki pokarmowej pobierano próbki pasz i oznaczono w nich podstawowe składniki pokarmowe (suchą masę, białko, tłuszcz, włókno) zgodnie z powszechnie przyjętą metodyką (1) oraz składniki mineralne – Ca, Mg, K, Na metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (AAS) wg PN-EN ISO 6869 (24), P – metodą fotometryczną z odczynnikami molibdeno-wanadynowym wg PN-JSO-6491 (25), S – wg PN-93/A-7485.15 (23) oraz Cl wg PN-81/R-64780 (22). Pozwoliło to na obliczenie wartości pokarmowej dawki krów zgodnie z normami DLG (7) oraz uzupełnienie składników mineralnych do poziomu wg norm NRC (19), a także na wyliczenie bilansów kationowo-anionowych (DCAB) dawki (tab. 1).

Ścisłymi badaniami objęto 32 krowy, które przydzielono do dwóch grup o równej liczebności: krowy w drugiej-trzeciej laktacji (gr. I) i krowy starsze – czwarta-szosta laktacja (gr. II). W każdej z grup wydzielono dwie podgrupy liczące po osiem sztuk. W celu uzyskania różnicy kationowo-anionowej dawek pokarmowych na poziomie ok. 50 mEq/kg s.m., tj. zalecanych przez badaczy niemieckich (26), wszystkim krowom na 2 tygodnie a.p. podawano uwodniony siarczan magnezu ($\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$) w ilości 100 g/dz./szt. Dwióm podgrupom (Ib i IIb) dodatkowo przez ostatnie 10 dni a.p. podawano 100 g węgla wapnia (CaCO_3) – tab. 2.

Tab. 2. Układ doświadczenia

Gr. I (krowy młodsze 2.-3. laktacja) – 16 szt.		Gr. II (krowy starsze 4.-6. laktacja) – 16 szt.	
Gr. Ia 8 szt.	Gr. Ib 8 szt.	Gr. IIa 8 szt.	Gr. IIb 8 szt.
2 tyg. a.p.	2 tyg. a.p.	2 tyg. a.p.	2 tyg. a.p.
DCAB 45*	DCAB 45*	DCAB 45*	DCAB 45*
bez dodatku CaCO_3	CaCO_3 – 100 g (10 dni)	bez dodatku CaCO_3	CaCO_3 – 100 g (10 dni)

Objaśnienie: * – na 2 tygodnie przed ocieleniem podano uwodniony MgSO_4 w ilości niezbędnej do uzyskania DCAB = 45 mEq/kg s.m.

Od krów w 5-1 dniu przed porodem, 4 godz. po odpasie pobierano mocz, w którym oznaczono pH za pomocą pH-metru, zawartość Ca, Mg, K i Na metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej, P – metodą fotometryczną i Cl przy użyciu zestawu odczynników diagnostycznych firmy Human. Z przyczyn organizacyjnych do obliczenia ilości wydalaných składników mineralnych nie wykorzystano określonej bezpośrednio (pełna kolekcja) lub za pomocą metod pośrednich z wykorzystaniem kreatyniny (8, 29) dziennej produkcji moczu. Posłużono się natomiast wynikami badań innych autorów (6, 28) oraz wcześniejszych doświadczeń własnych (17), przyjmując za dzienną objętość moczu 15 l od sztuki, charakterystyczną dla krów rasy hf. w 5.-1. dniu a.p. i 7. dniu p.p. od krów pobrano krew z żyły jarzmowej. W surowicy krwi (5-1 dni a.p.), za pomocą testów biochemicznych (POCH – Gliwice) oznaczono Ca, P_{nieorg.}, Mg, a w 7. dniu p.p. – glukozę w pełnej krwi (glukometr One Touch) oraz w surowicy krwi białko całkowite i mocznik (POCH – Gliwice). Ponadto we krwi pobranej na 5-1 dni przed porodem oznaczono wskaźniki równowagi kwasowo-zasadowej metodą Astrupa i wsp. (2) przy użyciu aparatu firmy Corning-286.

Od wszystkich krów objętych badaniami w ósmym tygodniu laktacji z pełnego udoju pobrano mleko i określono jego wydajność oraz zawartość w nim tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy aparatem Milko-Scan 133 B firmy Foss Electric oraz mocznika – analizatorem AA II firmy Brant Lütbe.

W 21. i 45. dniu po porodzie od krów z żyły jarzmowej pobrano krew i w surowicy metodą immunoenzymatyczną przy użyciu aparatu Biokom EXL 800 oznaczono poziom progesteronu jako markera podjęcia funkcji przez jajniki. W oparciu o dokumentację i na podstawie wywiadów weterynaryjnych wyliczono niektóre wskaźniki płodności: zapłodnialność, indeks inseminacyjny oraz okres międzyciążowy. Podczas trwania eksperymentu prowadzono również obserwacje dotyczące oceny zdrowotności krów objętych badaniami. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji jedno- i dwuczynnikowej. Dla analizy jednoczynnikowej istotności różnic między grupami zweryfikowano testem wielokrotnego rozstępu Duncana przy poziomie istotności $p \leq 0,05$. Dla analizy dwuczynnikowej podano wartości poziomu istotności wpływu na badane wskaźniki wieku krów (I czynnik), zabiegu polegającego na podaniu zwiększonej ilości wapnia (II czyn-

nik) oraz interakcji między tymi czynnikami. Do obliczeń wykorzystano pakiet statystyczny Statistica.

Wyniki i omówienie

U krów z wszystkich podgrup, niezależnie od podawania węglanu wapnia, uzyskano odpowiednie zakwaszenie moczu (6,26-6,38) – tab. 3. Ilość wydalonego w moczu krów objętych badaniami wapnia, magnezu,

Tab. 3. pH i wydalanie (g/dz.) niektórych pierwiastków w moczu krów w okresie od 5-1 dnia a.p. ($\bar{x} \pm s$)

Badane parametry	Analiza jednoczynnikowa – wartości dla podgrup				Analiza dwuczynnikowa – istotność wpływu zabiegu p		
	Krowy młodsze		Krowy starsze		Wiek	Dodatek węglanu	Interakcja
	S	S + W	S	S + W			
pH	6,34 ± 0,29	6,38 ± 0,37	6,26 ± 0,24	6,34 ± 0,19	bi	bi	bi
Ca	8,85 ^a ± 2,40	6,60 ^b ± 2,55	8,40 ^{ab} ± 2,40	8,55 ^{ab} ± 2,70	bi	bi	bi
P	1,06 ^{ab} ± 0,21	1,10 ^a ± 0,13	0,96 ^b ± 0,08	1,12 ^a ± 0,08	bi	bi	bi
Mg	5,10 ^a ± 1,65	2,40 ^b ± 1,35	4,35 ^{ab} ± 1,50	4,80 ^a ± 1,5	bi	bi	bi
Na	18,0 ^a ± 3,90	6,15 ^b ± 4,35	19,35 ^a ± 7,20	15,90 ^{ab} ± 2,70	bi	bi	bi
K	104 ^a ± 22,8	69 ^b ± 28,9	90 ^{ab} ± 24,3	77 ^{ab} ± 30,0	bi	bi	bi
Cl	41,88 ± 9,32	43,97 ± 6,99	43,89 ± 14,35	36,69 ± 14,37	bi	bi	bi

Objaśnienie: S – siarczan magnezu; S + W siarczan magnezu + węglan wapnia; a, b – różnice istotne przy $p \leq 0,05$; bi – brak istotności

Tab. 4. Zawartość glukozy (mg%) we krwi oraz białka całkowitego (g/l), mocznika i niektórych pierwiastków w surowicy krów (mmol/l) ($\bar{x} \pm s$)

Badane parametry	Analiza jednoczynnikowa – wartości dla podgrup				Analiza dwuczynnikowa – istotność wpływu zabiegu p		
	Krowy młodsze		Krowy starsze		Wiek	Dodatek węglanu	Interakcja
	S	S + W	S	S + W			
Glukoza 7 dz. p.p.	70,50 ± 7,40	70,75 ± 6,02	70,80 ± 7,43	70,17 ± 6,11	bi	bi	bi
Białko 7 dz. p.p.	59,75 ± 6,73	64,30 ± 4,49	61,82 ± 5,03	60,17 ± 6,35	bi	bi	bi
Mocznik 7 dz. p.p.	4,04 ± 0,87	3,77 ± 0,48	3,73 ± 0,41	3,54 ± 0,52	bi	bi	bi
Ca 5-1 dz. a.p.	2,19 ^a ± 0,13	2,40 ^b ± 0,06	2,43 ^b ± 0,07	2,28 ^{ab} ± 0,19	bi	bi	bi
Ca 7 dz. p.p.	2,14 ± 0,16	2,19 ± 0,17	2,14 ± 0,43	2,34 ± 0,22	bi	bi	bi
P 5-1 dz. a.p.	1,32 ± 0,38	1,49 ± 0,38	1,54 ± 0,30	1,48 ± 0,43	bi	bi	bi
P 7 dz. p.p.	1,40 ^{ab} ± 0,30	1,79 ^b ± 0,49	1,17 ^a ± 0,24	1,45 ^{ab} ± 0,38	≤ 0,05	≤ 0,05	bi
Mg 5-1 dz. a.p.	1,07 ± 0,11	1,12 ± 0,11	1,14 ± 0,07	1,11 ± 0,10	bi	bi	bi
Mg 7 dz. p.p.	1,10 ± 0,14	1,00 ± 0,12	1,12 ± 0,13	1,08 ± 0,13	bi	bi	bi

Objaśnienie: jak w tab. 3.

sodu i potasu była podobna. Wyjątek stanowiła wyraźnie ($p \leq 0,05$) niższa ekskrecja tych pierwiastków w moczu krów młodych, otrzymujących węglan wapnia (tab. 3). Natomiast krowy starsze, którym nie podawano węglanu wapnia wydalają mniej ($p \leq 0,05$) fosforu w moczu niż krowy z pozostałych podgrup. Zarówno zwiększenie ilości wapnia na 10 dni a.p., jak i wiek krów nie miały wyraźnego wpływu na wydalanie chloru w moczu, chociaż wyraźnie najmniej tego pierwiastka usuwały krowy starsze, otrzymujące węglan wapnia. Zaistniałych różnic nie potwierdzono statystycznie ze względu na dużą zmienność osobniczą krów, o czym świadczy wielkość odchylenia standardowego (tab. 3).

Zawartość glukozy we krwi oraz białka i mocznika w surowicy krwi była mało zróżnicowana i mieściła się w przedziale wartości referencyjnych (30) – tab. 4. Uzyskane poziomy Ca w surowicy krów nie wskazują na występowanie hypokalcemii. W surowicy krów młodych pobierających CaCO_3 koncentracja Ca była wyższa ($p \leq 0,05$) niż u krów młodych, którym węglanu wapnia nie podawano. Natomiast zawartość tego pierwiastka w surowicy krwi krów starszych utrzymywała się na podobnym poziomie, chociaż nieco niższą ilość wapnia wykazano w surowicy krów, którym podawano węglan wapnia. W 7. dniu p.p. zawartość Ca w surowicy krwi wszystkich krów objętych badaniami utrzymywała się w przedziale od 2,14 do 2,34 mmol/l. Nieco wyższe wartości wykazano u krów, którym podawano węglan wapnia (tab. 4). Zawartość $\text{P}_{\text{nieorg.}}$ w surowicy krwi krów zarówno w 5.-1. dniu a.p., jak i w 7. dniu p.p. utrzymywała się w przedziale wartości mieszczących się poniżej lub na granicy wartości norm referencyjnych (1,5 mmol/l) – tab. 4. Świadczy to o występowaniu hypofosfatemii u wszystkich krów. Należy podkreślić, że podawanie krowom młodym węglanu korzystnie wpłynęło ($p \leq 0,05$) na wzrost zawartości $\text{P}_{\text{nieorg.}}$ w surowicy krwi w 7. dniu p.p. Koncentracja Mg w surowicy krwi zarówno przed, jak i po wycieleniu u wszystkich krów była wysoka.

Wyniki analiz równowagi kwasowo-zasadowej w części dotyczącej komponentu metabolicznego zaprezentowano w tab. 5. Uzyskane parametry we krwi krów mieściły się w przedziale wartości podawanych w normach referencyjnych (30). Wartość pH krwi krów (7,34-7,38) wskazuje na lekkie zakwaszenie ich or-

Tab. 5. Parametry równowagi kwasowo-zasadowej krwi krów (5-1 dz. a.p.) ($\bar{x} \pm s$)

Badane parametry	Analiza jednoczynnikowa – wartości dla podgrup				Analiza dwuczynnikowa – istotność wpływu zabiegu p		
	Krowy młodsze		Krowy starsze		Wiek	Dodatek węglanu	Interakcja
	S	S + W	S	S + W			
pH	7,38 $\pm 0,03$	7,36 $\pm 0,05$	7,34 $\pm 0,04$	7,36 $\pm 0,02$	bi	bi	bi
p CO_2 mmHg	49,46 $\pm 3,72$	46,63 $\pm 5,72$	51,49 $\pm 6,46$	50,43 $\pm 3,67$	bi	bi	bi
p O_2 mmHg	38,31 $\pm 6,49$	40,01 $\pm 2,77$	35,24 $\pm 7,05$	35,07 $\pm 2,48$	bi	bi	bi
HCO_3^- akt. mmol/l	28,39 $\pm 1,59$	25,77 $\pm 0,80$	27,21 $\pm 3,30$	28,07 $\pm 2,28$	bi	bi	$\leq 0,05$
BE(E) mmol/l	3,15 $\pm 1,68$	0,68 $\pm 0,91$	1,40 $\pm 3,25$	2,60 $\pm 2,22$	bi	bi	$\leq 0,05$

Objaśnienie: jak w tab. 3.

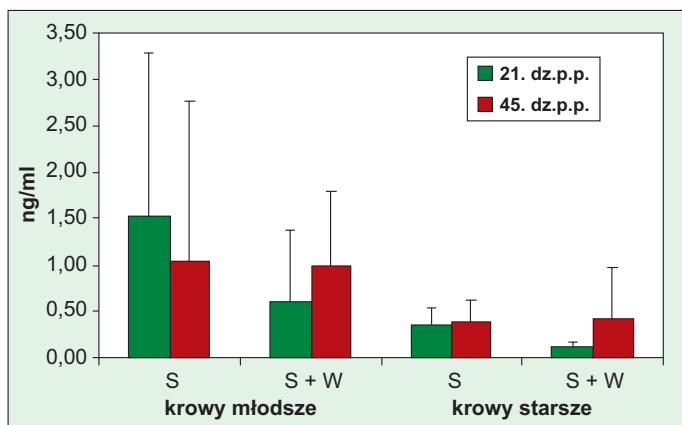
Tab. 6. Wydajność dobową i skład mleka w ósmym tygodniu laktacji ($\bar{x} \pm s$)

Badane parametry	Analiza jednoczynnikowa – wartości dla podgrup				Analiza dwuczynnikowa – istotność wpływu zabiegu p		
	Krowy młodsze		Krowy starsze		Wiek	Dodatek węglanu	Interakcja
	S	S + W	S	S + W			
Mleko kg	31,14 $\pm 2,33$	29,17 $\pm 3,11$	33,43 $\pm 8,01$	32,80 $\pm 8,81$	bi	bi	bi
Tłuszcz %	3,77 $\pm 0,27$	3,77 $\pm 0,53$	4,14 $\pm 0,43$	4,37 $\pm 0,68$	$\leq 0,05$	bi	bi
Białko %	3,09 $\pm 0,17$	3,17 $\pm 0,53$	3,27 $\pm 0,43$	3,07 $\pm 0,31$	bi	bi	bi
Laktoza %	4,90 $\pm 0,11$	4,82 $\pm 0,28$	4,90 $\pm 0,13$	4,85 $\pm 0,09$	bi	bi	bi
Sucha masa %	12,53 $\pm 0,15$	12,46 $\pm 0,67$	13,00 $\pm 0,68$	12,99 $\pm 0,77$	bi	bi	bi
Mocznik mg/l	296 ^a ± 67	249 ^{ab} ± 116	185 ^b ± 63	177 ^b ± 56	$\leq 0,01$	bi	bi

Objaśnienie: jak w tab. 3.

ganizmu. Podanie krowom młodym węglanu wapnia obniżyło zasoby zasad (BE), a u krów starszych podwyższyło te zasoby. Należy jednak podkreślić, że uzyskane dla tego parametru wartości wykazywały dużą zmienność, o czym świadczy wielkość odchylenia standardowego (tab. 5).

Wyniki dotyczące analiz mleka zaprezentowano w tab. 6. Wydajność mleka u wszystkich krów utrzymywała się na zbliżonym poziomie i była wyższa u krów starszych niż u młodych, chociaż zaistniałych różnic nie potwierdzono statystycznie. Na skład mleka krów miał wpływ ich wiek. W mleku zwierząt starszych zawartość tłuszczu była wyższa ($p \leq 0,05$), a zawartość mocznika wyraźnie niższa ($p \leq 0,01$) niż w mleku krów młodych. Dodatek wapnia w okresie ostatnich dwóch tygodni zasuszenia nie miał wpływu na wielkość produkcji mleka i jego skład w ósmym tygodniu laktacji. Jedynie u krów młodych otrzymujących węglan wapnia stwierdzono nieco niższą produkcję mleka.



Ryc. 1. Poziom progesteronu w surowicy krwi krow

Objaśnienie: S – siarczan magnezu; S + W – siarczan magnezu + węglan wapnia

Krowy młodsze zarówno w 21., jak w 45. dniu po wycieleniu produkowały wyraźnie więcej progesteronu niż krowy starsze (ryc. 1). Niezależnie od wieku, poziom progesteronu w 45. dniu p.p. u krow otrzymujących węglan był wyższy niż w 21. dniu, podczas gdy u krow, którym nie podawano węglanu wapnia wzrost koncentracji progesteronu był nieznaczny, a u krow młodszych nastąpiło nawet jego obniżenie. Mimo dużych różnic w poziomach hormonu między podgrupami nie potwierdzono ich statystycznie, ze względu na wysokie wartości odchylenia standardowego dla poszczególnych podgrup (ryc. 1).

Wskaźniki płodności były lepsze u krow młodych niż starszych. Zapłodnialność u wszystkich krow była stosunkowo niska (33,3-33,6%), w szczególności u krow starszych, którym nie podawano węglanu wapnia – 16,7%. Podawanie krowom młodym węglanu wapnia zwiększyło indeks inseminacji (z 1,83 do 2,00) i okres międzyciążowy (z 102,5 do 106 dni). Natomiast u krow starszych, otrzymujących węglan wapnia, indeks inseminacyjny obniżył się (z 2,33 do 2,17), a okres międzyciążowy uległ skróceniu (z 113 do 109,5 dnia). Obserwacje te zbieżne były z poziomami progesteronu w surowicy krwi (ryc. 1). Po wycieleniu u krow nie zanotowano przypadków porażenia poporodowego, natomiast zatrzymanie łożyska wystąpiło u krow młodych, otrzymujących węglan (16,6%). U krow starszych stwierdzono przemieszczenie trawieńca, przy czym podanie im węglanu wapnia obniżyło częstotliwość występowania tego schorzenia (z 33,3% do 16,6%).

Wyniki dotyczące pH moczu uzyskane w prezentowanych badaniach mieściły się w granicach 5,5-6,5. Według Joyce i wsp. (16), po zastosowaniu soli anionowych liczyć się należy z wystąpieniem lekkiej kwasicy metabolicznej w organizmie krowy, której potwierdzeniem jest właśnie takie pH moczu (5). Świadczy to o skutecznym działaniu uwodnionego siarczanu magnezu, jako soli anionowej. Zanotowany brak wpływu dodatku Ca na wydalanie tego pierwiastka w moczu u krow starszych potwierdzają badania Oetzela i wsp.

(21), którzy, stosując sole anionowe, porównywali dwa poziomy Ca: 0,84 vs. 1,18% s.m. Natomiast obserwowany dla krow młodszych spadek wydalania wapnia w moczu, po zwiększeniu jego poziomu w diecie, stoi w sprzeczności z wynikami badań Chana i wsp. (5), wskazujących na zależność: więcej Ca w diecie – większe usuwanie tego pierwiastka w moczu. Podobną jak w prezentowanej pracy tendencję do wzrostu wydalania P oraz brak różnic w ekskrecji innych pierwiastków w moczu po zwiększeniu dawki wapnia w diecie uzyskano także w innych badaniach (5).

Wykazany w prezentowanej pracy brak wpływu zmiennych poziomów wapnia w dawce pokarmowej na jego koncentrację w surowicy krwi potwierdzają obserwacje z innych doświadczeń przeprowadzonych na krowach (5) oraz ovcach (27). Natomiast odmienne spostrzeżenia dotyczą poziomu tego pierwiastka w surowicy krow młodszych i starszych: według niektórych autorów (5, 18), krowy młodsze charakteryzują się wyższym poziomem metabolizmu wapnia, czemu towarzyszy w okresie okołoporodowym większa jego koncentracja we krwi. Tezy tej nie potwierdzono w prezentowanych badaniach, w których wpływ wieku na zawartość tego pierwiastka w surowicy był nieistotny ($P = 0,3$ dla a.p. i $P = 0,5$ dla p.p.). Obserwowane u młodych krow zwiększenie zawartości fosforu w surowicy krwi po zwiększeniu poziomu Ca w diecie wykazano także w badaniach Chana i wsp. (5).

Brak jednoznacznego oddziaływania różnych poziomów wapnia na parametry równowagi kwasowo-zasadowej obserwowany w prezentowanych badaniach potwierdza tezę Chana i wsp. (5), że na te wskaźniki biochemiczne większy niż ilość wapnia w diecie wpływ wywiera poziom DCAB dawki pokarmowej.

Podobnie, na podstawie przedstawianych wyników doświadczenia trudno znaleźć jednoznaczne zależności między poziomem Ca w dawce pokarmowej na 10 dni przed porodem a wydajnością i składem mleka w następczej laktacji. Znacznie większe znaczenie w tym względzie odgrywał, podobnie jak w innych badaniach (5), wiek krow.

W piśmiennictwie brak jest wyników badań nad wpływem zmiennych poziomów Ca w dietach o obniżonym DCAB w okresie końcowego zasuszenia krow mlecznych na występowanie chorób metabolicznych i płodność krow, stąd też przedstawienie rezultatów badań własnych należy uznać za pionierskie w zakresie tej tematyki.

Wnioski

1. Zastosowanie przez dwa tygodnie a.p. 100 g/dz./sztukę $MgSO_4 \times 7 H_2O$ (obniżenie DCAB do 45 mEq/kg s.m.), nawet bez zwiększenia ilości wapnia w dawce pokarmowej (z 0,54% do 0,93% s.m.), niezależnie od wieku krow zapobiega występowaniu hypokalcemii po porodzie.

2. Krowy w różnym wieku reagują nieco odmiennie na podanie przed ocieleniem siarczanu magnezu łącz-

nie z węglanem wapnia w ilości 100 g/dz./szt. przez ostatnie 10 dni a.p. (0,93% Ca w s.m. dawki):

– krowy młode (2.-3. laktacja) reagują na ten zabieg raczej negatywnie (niewielkie pogorszenie wydajności, wskaźników biochemicznych w moczu i krwi oraz wskaźników płodności i zdrowotności po ocieleniu);

– reakcja krów starszych (4.-6. laktacja) jest bardziej pozytywna (brak pogorszenia wydajności mleka i wskaźników biochemicznych w moczu i krwi, poprawa wskaźników płodności i stanu zdrowia krów po ocieleniu).

3. Węglan wapnia łącznie z tzw. silnymi anionami należy podawać przed ocieleniem tylko u krów starszych.

Piśmiennictwo

1. AOAC.: Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. Washington 1995, s. 1899.
2. Astrup P., Jorgensen K., Andersen O. S., Engel K.: The acid-base metabolism. A new approach. *Lancet* 1960, 7133, 1035-1039.
3. Block E.: Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J. Dairy Sci.* 1984, 67, 2939-2948.
4. Breves G., Praechter Ch., Schröder B.: Kationen-/Anionen- Verhältnis in Milchviehrationen. *Lohman Information* 1999, 2, 22-26.
5. Chan P. S., West J. W., Bernard J. K.: Effect of prepartum dietary calcium on intake and serum and urinary mineral concentrations of cows. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 704-713.
6. Charbonneau E., Chouinard P. Y., Tremblay G. F., Allard G., Pellerin D.: Hay to reduce dietary cation-anion difference for dry dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2008, 91, 1585-1596.
7. DLG.: Tabele wartości pokarmowej pasz i norm żywienia przeżuwaczy. DLG Verlag, Frankfurt/Main 1997, s. 248.
8. Gaynor P. J., Mueller F. J., Miller J. K., Ramsey N., Goff J. P., Horst R. L.: Parturient hypocalcemia in jersey cows fed alfalfa haylage-based diets with different cation to anion ratios. *J. Dairy Sci.* 1989, 72, 2525-2531.
9. Goff J. P.: Immune suppression around the time of calving and the impact of metabolic disease. *Proc. XXV Jubilee World Buiatrics Congress, Budapest* 2008, s. 39-41.
10. Goff J. P., Horst R. L.: Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1997, 80, 176-186.
11. Goff J. P., Horst R. L.: Oral administration of calcium salts for treatment of hypocalcemia in cattle. *J. Dairy Sci.* 1993, 76, 101-108.
12. Goff J. P., Ruiz R., Horst R. L.: Relative acidifying activity of anionic salts commonly used to prevent milk fever. *J. Dairy Sci.* 2004, 87, 1245-1255.
13. Green H. B., Horst R. L., Britz D. C., Littledike E. T.: Vitamin D metabolites in plasma of cows fed a prepartum low calcium diet for prevention of parturient hypocalcemia. *J. Dairy Sci.* 1981, 64, 217-222.
14. Horst R.: Strategies for prevention of periparturient hypocalcemia in the dairy cow. Wykład. XII Kongres PTNW, Warszawa 16-17.09.2004.
15. Horst R. L., Goff J. P., Reinhard T. A., Buxton D. R.: Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1997, 80, 1269-1280.
16. Joyce P. W., Sanchez W. K., Goff J. P.: Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfalfa. *J. Dairy Sci.* 1997, 80, 2866-2875.
17. Kinal S., Korniewicz A., Chrzęszcz E., Kistowski T.: A comparison of calcium and phosphorus requirement according to different standards in dry cows. *J. Anim. Feed Sci.* 1996, 5, 11-23.
18. Moore S. J., VandeHaar M. J., Sharma B. K., Pilbeam T. E., Beede D. K., Bucholtz H. F., Liesman J. S., Horst R. L., Goff J. P.: Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cows. *J. Dairy Sci.* 2000, 83, 2095-2104.
19. NRC (National Research Council): Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Nat. Acad. Press, Washington 2001, s. 408.
20. Oetzel G. R.: Meta-analysis of nutritional risk factors for milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1991, 74, 3900-3912.
21. Oetzel G. R., Fettman M. J., Hamar D. W., Olson J. D.: Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status, and urinary calcium excretion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1991, 74, 965-971.
22. PN-81/R-64780.: Oznaczanie zawartości chlorków rozpuszczalnych w wodzie.
23. PN-93/A-7485.15.: Oznaczenie zawartości siarki.
24. PN-EN ISO 6869.: Pasze. Oznaczanie zawartości wapnia, miedzi, żelaza, magnezu, manganu, potasu, sodu i cynku. Metoda absorpcyjnej spektrometrii atomowej, 2002.
25. PN-JSO-6491.: Pasze. Oznaczanie zawartości fosforu. Metoda spektrometryczna, 2000.
26. Staufjenbiel R., Frömer S., Löffler S. L., Engel M., Gelfert C. C.: Experimentelle Untersuchungen zur Wirkung verschiedener „saurer“ Salze und Schlussfolgerungen für die Anwendung in der Gebärparese. *Tagungsbericht, 7. Symposium Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen, Neurruppin* 2003, s. 33-61.
27. Takagi H., Block E.: Effects of reducing dietary cation-anion balance on calcium kinetics in sheep. *J. Dairy Sci.* 1991, 74, 4225-4237.
28. Vagnoni D. B., Oetzel G. R.: Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J. Dairy Sci.* 1998, 81, 1643-1652.
29. Wang C., Beede D. K.: Effects of ammonium chloride and sulfate on acid-base status and calcium metabolism of dry jersey cows. *J. Dairy Sci.* 1992, 75, 820-828.
30. Winnicka A.: Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. SGGW, Warszawa 2008, s. 122.

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