

## WPLYW KONCENTRACJI BIAŁKA I WARTOŚCI BILANSU KATIONOWO-ANIONOWEGO PREPARATÓW MLEKOZASTĘPCZYCH NA EFEKTYWNOŚĆ WYCHOWU CIELICZEK\*

Barbara Niwińska, Krzysztof Bilik

Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa,  
32-083 Balice k. Krakowa

*Celem badań było określenie wpływu zwiększenia koncentracji białka ogólnego (BO) i wartości bilansu kationowo-anionowego (BKAP) w preparatach mlekozastępczych na efektywność wychowu cieliczek rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej. Doświadczenie przeprowadzono w okresie od 7. do 120. dnia życia na 32 cieliczkach przydzielonych do 4 grup doświadczalnych (po 8 szt.), w których cieliczki żywiono od 7. do 56. dnia życia ograniczonymi dawkami pójła z preparatu mlekozastępczego o różnicowanej zawartości BO (220 lub 290 g) i wartości BKAP (+150 lub +350 meq) w 1 kg suchej masy (SM) i w całym okresie badań do woli mieszanką treściwą o tym samym składzie. Cielęta żywiono zgodnie z normami IZ PIB INRA (2009). Kontrolowano masę i wymiary ciała w 7., 56. i 120. dniu życia, dobowe przyrosty masy i wymiarów ciała, pobranie oraz zużycie pasz i składników pokarmowych na 1 kg przyrostu masy ciała w okresach od 7. do 56. i od 57. do 120. dnia życia. Wykazano, że zwiększenie zawartości BO z 220 do 290 g/kg SM w preparatach mlekozastępczych wpłynęło na zwiększenie dobowych przyrostów i wymiarów ciała cieliczek oraz poprawę wykorzystania pójła, suchej masy i energii na uzyskiwany 1 kg przyrostu masy ciała w okresie podawania pasz płynnych. Zwiększenie wartości BKAP z +150 do +350 meq/kg SM preparatu mlekozastępczego nie wpłynęło na poprawę analizowanych wskaźników.*

Pokrycie potrzeb pokarmowych cieliczek ras mlecznych w pierwszych tygodniach życia warunkuje ich prawidłowy wzrost i rozwój oraz stabilną wydajność w okresie użytkowania mlecznego (Khan i in., 2011). Podstawową paszę płynną w wychowie cieląt ras mlecznych stanowi pójło z preparatów mlekozastępczych (Górka i Kowalski, 2007), zawierające zwykle od 160 do 220 g białka ogólnego. Choć ostatnie wyniki badań (Hill i in., 2008; Labussiere i in., 2008) wskazują, że cielęta karmione paszą płynną o podwyższonej koncentracji białka ogólnego rosną lepiej, to jednak dotychczas nie określono jego optymalnej zawartości w preparatach mlekozastępczych stosowanych w odchowie cieląt ras mlecznych. Niektóre wyniki badań (Tucker i in., 1992) wskazują również, że przyrosty masy i wymiarów ciała cieląt zależą od współzależności między procesami metabolicznymi ich organizmu a ilością i formą jonową

\*Badania zrealizowano w ramach działalności statutowej IZ PIB, nr podzadania badawczego 05-4.04.1.

pierwiastków mineralnych wchłanianych z pożywienia. Właściwości jonowe paszy charakteryzuje równanie bilansu kationowo-anionowego paszy (BKAP), wyrażające liczbowo (w mEq w 1 kg SM) przewagę sumy kationów sodowych i potasowych (dodatnia wartość) lub przewagę sumy anionów chlorkowych i siarczanowych (ujemna wartość), albo ich równowagę (wartość=0). Wykazano, że przewaga kationów korzystniej wpływa na przyrosty masy i wymiarów ciała cieląt w porównaniu do równowagi lub przewagi anionów w BKAP preparatów mlekozastępczych podawanych w pierwszych tygodniach życia (Jackson i in., 2001; Niwińska, 2006), ale dotychczas nie określono, jaka przewaga kationów jest optymalna. Z analizy cytowanej literatury wynika, że we wczesnym okresie wychowu poprawę pokrycia potrzeb pokarmowych cieliczek można uzyskać przez modyfikację zawartości białka oraz składu mineralnego podstawowej paszy, jaką stanowią preparaty mlekozastępcze.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu zwiększonej koncentracji białka ogólnego i wartości bilansu kationowo-anionowego podawanych preparatów mlekozastępczych na efektywność wychowu cieliczek.

### Material i metody

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2009–2010 na 32 cieliczkach rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej, w okresie od 7. do 120. dnia życia. Cieliczki w 7. ( $\pm 1,1$ ) dniu życia przydzielono równolegle (według terminów urodzeń) do 4 grup żywieniowych (po 8 szt.), otrzymujących preparaty mlekozastępcze o następującej zawartości BO (g) i wartości BKAP (meq) w 1 kg SM: w grupie I (kontrolnej) odpowiednio 220 i +150, w grupie II 220 g i +350, w grupie III 290 i +150 oraz w grupie IV 290 i +350. Zawartość BO w preparacie mlekozastępczym podawanym w grupie kontrolnej była zbliżona do jego przeciętnej zawartości w obecnie stosowanych preparatach handlowych. W całym okresie doświadczenia cieliczki otrzymywały do woli mieszankę treściwą o tym samym składzie. Skład preparatów mlekozastępczych i dodatków mineralnych opracowano w oparciu o analizy chemiczne firmowych komponentów paszowych. Preparaty mlekozastępcze zostały wyprodukowane przez firmę Sano Polska sp. z o.o. (Sękowo), a mieszanki mineralne przez firmę Vetoquinol Biowet Polska sp. z o.o. (Gorzów Wielkopolski). Mieszankę treściwą sporządzono z pasz własnych ośrodka badawczego. Skład komponentowy pasz doświadczalnych przedstawiono w tabeli 1, dodatków mineralnych w tabeli 2, a skład chemiczny oraz wartość pokarmową pasz w tabeli 3.

Zgodnie z normami IZ PIB INRA (2009) cielęta otrzymywały ograniczone dawki pójła z preparatu mlekozastępczego, w ilości: 8 kg na dzień w okresie od 7. do 42. dnia życia, 6 kg dziennie od 43. do 49. dnia życia oraz 3 kg dziennie od 50. do 56. dnia życia. Preparaty podawano z wiader ze smoczkiem dwa razy dziennie (o godz. 8<sup>00</sup> i 13<sup>00</sup>) w postaci pójła otrzymanego po rozpuszczeniu w ciepłej wodzie preparatu w proszku w stosunku wagowym 7:1. Zwierzęta żywiono indywidualnie, a dzienne ilości pobieranych pasz były kontrolowane. Cielęta utrzymywano w indywidualnych klatkach wyposażonych w poidła automatyczne oraz ażurową, drewnianą podłogę wyścieloną słomą.

Tabela 1. Skład komponentowy pasz doświadczalnych (g × kg<sup>-1</sup> SM)  
 Table 1. Component composition of experimental feeds (g × kg<sup>-1</sup> DM)

Wyszczególnienie Item	I	II	III	IV
Preparaty mlekozastępcze Milk replacers				
komponenty firmowe: producer's components:				
I	371	371	242	242
II	280	280	260	260
III	234	234	386	386
drożdże piwne yeast	50	50	50	50
olej sojowy soybean oil	15	15	15	15
mrówczan wapnia calcium formate	13	13	13	13
dodatek witaminowy <sup>1</sup> vitamin supplement <sup>1</sup>	10	10	10	10
lizyna lysine	7	7	7	7
doświadczalny dodatek mineralny experimental mineral supplement				
M-1	20			
M-2		20		
M-3			20	
M-4				20
Mieszanka treściwa Concentrate mixture				
gniecione ziarno jęczmienia crushed barley grain		500		
gniecione ziarno pszenicy crushed wheat grain		247		
poekstrakcyjna śruta sojowa soybean meal		172		
otręby pszenne wheat bran		60		
mieszanka mineralno-witaminowa <sup>2</sup> mineral and vitamin mixture <sup>2</sup>		22		

<sup>1</sup>Dodatek witaminowy zawierał w 1 kg SM witaminy: A (15,58 g), D<sub>3</sub> (13 mg), E (10,38 g), B<sub>1</sub> (0,42 g), C (10,38 g), B<sub>2</sub> (0,42 g), B<sub>6</sub>-HCl (0,21 g), B<sub>12</sub> (2 mg), kwas nikotynowy (2,70 g), Ca-pantotienian (1,04 g), biotyne (21 mg), chlorek choliny (25,96 g) kwas foliowy (0,10 g) oraz żelazo (10,38 g).

<sup>1</sup>Vitamin supplement contained in 1 kg of DM: vitamins: A (15.58 g), D<sub>3</sub> (13 mg), E (10.38 g), B<sub>1</sub> (0.42 g), C (10.38 g), B<sub>2</sub> (0.42 g), B<sub>6</sub>-HCl (0.21 g), B<sub>12</sub> (2 mg), nicotinic acid (2.70 g), Ca-pantothenate (1.04 g), biotin (21 mg), choline chloride (25.96 g), folic acid (0.10 g) and iron (10.38 g).

<sup>2</sup>Mieszanka mineralno-witaminowa (Kälber Mineral, Blattin Polska Sp. z o.o., Ozimek, Polska) zawierała w 1 kg SM składniki mineralne: Ca (159 g), P (52 g), Na (77 g), Mg (33 g), Zn (3520 mg), Mn (1388 mg), Cu (459 mg), Co (8 mg), J (15 mg), Se (15 mg) oraz witaminy: A (276 mg); D<sub>3</sub> (2 mg); E (1531 mg); B<sub>1</sub> (280 mg), B<sub>2</sub> (122 mg), B<sub>6</sub> (102 mg), B<sub>12</sub> (1 mg), niacynę (638 mg), kwas pantotenowy (276 mg), kwas foliowy (15 mg) i biotyne (2 mg).

<sup>2</sup>Mineral and vitamin mixture (Kälber Mineral, Blattin Polska Sp. z o.o., Ozimek, Poland) contained in 1 kg of DM: mineral components Ca (159 g), P (52 g), Na (77 g), Mg (33 g), Zn (3520 mg), Mn (1388 mg), Cu (459 mg), Co (8 mg), I (15 mg), Se (15 mg) and vitamins: A (276 mg); D<sub>3</sub> (2 mg); E (1531 mg); B<sub>1</sub> (280 mg), B<sub>2</sub> (122 mg), B<sub>6</sub> (102 mg), B<sub>12</sub> (1 mg), niacin (638 mg), pantothenic acid (276 mg), folic acid (15 mg) and biotin (2 mg).

Tabela 2. Skład komponentowy doświadczalnych dodatków mineralnych ( $\text{g} \times \text{kg}^{-1}$  SM)  
 Table 2. Component composition of experimental mineral supplements ( $\text{g} \times \text{kg}^{-1}$  DM)

Wyszczególnienie Item	Doświadczalny dodatek mineralny Experimental mineral supplement			
	M-1	M-2	M-3	M-4
Siarczan wapnia uwodniony Hydrated calcium sulfate	424	424		
Chlorek wapnia Calcium chloride	165	82		
Kreda pastewna Limestone			387	387
Kwaśny węglan potasu Potassium bicarbonate			135	337
Laktoza Lactose	411	494	478	276

Podczas doświadczenia kontrolowano masę i wymiary ciała (wysokość w krzyżu, wysokość w kłębie) cieliczek w 7., 56. i 120. dniu życia. Masę ciała określano jako średnią z pomiarów przeprowadzanych przez dwa kolejne dni rano, przed zadaniem pasz. Wymiary ciała określano na podstawie pomiarów wysokości w kłębie i w krzyżu, przy użyciu laski zoometrycznej. W okresach od 7. do 56. oraz od 57. do 120. dnia życia określono dobowe przyrosty masy ciała i wymiarów ciała, dobowe pobranie a także zużycie pasz i składników pokarmowych na uzyskany 1 kg przyrostu masy ciała.

Podstawową analizę chemiczną pasz określano metodami standardowymi (AOAC, 1995). Zawartość włókna (NDF, ADF i ADL) oznaczano według Van Soesta i in. (1991), zawartość Ca, Na, K w komponentach paszowych metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (według procedury PN-EN ISO 6869:2002), a zawartość fosforu zgodnie z PN-ISO 6491:2000. Zawartość siarki oznaczano w próbkach mineralizowanych w temp. 550°C na sucho, posługując się metodą opisaną przez Bardsleya i Lancastera (1960), a zawartość chloru argentometrycznie metodą zgodną z PN-ISO 1841-1:2002. W oparciu o skład chemiczny komponentów firmowych, obliczono skład komponentowy oraz wartość pokarmową doświadczalnych preparatów mlekozastępczych zgodnie z równaniami przedstawionymi w normach żywienia NRC (2001). Zawartość laktozy obliczono wg równania: laktoza ( $\text{g} \times \text{kg}^{-1}$ ) = 1000 – BO – tłuszcz – popiół, zawartość energii brutto (EB) wg równania: EB ( $\text{MJ} \times \text{kg}^{-1}$ ) = 0,057 BO + 0,092 tłuszcz + 0,0395 laktoza, koncentrację białka strawnego przyjmując współczynniki strawności cieląt nieprzeżuujących określone dla białka wprowadzonych komponentów mlecznych i roślinnych. BKAP preparatów mlekozastępczych wyliczono jako liczbę miligramorównoważników (mEq) zawartych w 1 kg SM paszy wynikającą z równania BKAP ( $\text{mEq} / 1\text{kg SM}$ ) = [(mEq Na + mEq K) – (mEq Cl + mEq S)] na podstawie wyników analizy zawartości sodu, potasu, chloru oraz siarki w 1 kg SM paszy (Niwińska, 2006). Przyjęto przeliczniki wynoszące dla: 1 g Na = 43,48 mEq; 1g K = 25,64 mEq, 1 g Cl = 28,21 mEq oraz 1 g S = 62,5 mEq. Skład komponentowy i wartość pokarmową mieszanki treściwej obliczono wg IZ PIB-INRA (2009), posługując się programem komputerowym INRation (ver. 4.05, Copyright INRA, 1988–2004).

Tabela 3. Skład chemiczny oraz wartość pokarmowa pasz doświadczalnych, (n = 3)<sup>1</sup>  
 Table 3. Chemical composition and nutritional value of experimental feeds (n = 3)<sup>1</sup>

Wyszczególnienie Item	Preparaty mlekozastępcze Milk replacers				Mieszkanka treściwa Concentrate mixture
	I	II	III	IV	
Skład chemiczny Chemical composition					
Sucha masa (g × kg <sup>-1</sup> ) Dry matter (g × kg <sup>-1</sup> )	959	968	963	964	880
w SM (g × kg <sup>-1</sup> ) on a DM basis (g × kg <sup>-1</sup> )					
białko ogólne crude protein	239	222	292	294	191
tłuszcz surowy crude fat	188	180	176	176	22
popiół surowy crude ash	88	86	86	83	54
laktoza <sup>2</sup> lactose	485	512	446	447	
NDF					185
ADF					64
ADL					17
Ca	11,0	11,8	10,7	9,9	3,6
P	5,5	5,4	5,7	5,8	5,8
Cl	16,7	12,2	16,5	12,1	0,6
K	20,9	21,3	21,5	22,1	6,6
Na	6,2	5,2	4,9	5,0	1,5
S	2,5	1,6	2,4	1,9	1,7
Wartość pokarmowa (kg SM) Nutritional value (in kg of DM)					
białko paszy trawione w jelicie <sup>3</sup> (g) protein digested in the intestine (g)	188	188	257	257	60
BTJN <sup>4</sup> (g)					131
PDIN (g)					127
BTJE <sup>5</sup> (g)					127
PDIE (g)					127
energia brutto (MJ) gross energy (MJ)	21,0	20,7	21,1	21,2	18,4
jednostki paszowe produkcji mleka feed units for lactation	1,9	1,9	1,9	1,9	1,1
Ca/P	2,0	2,2	1,9	1,7	0,6
BKAP (meq × kg <sup>-1</sup> SM)	+177	+324	+148	+323	+111
DCAB (meq × kg <sup>-1</sup> DM)					

<sup>1</sup>Liczba wykonanych analiz.

<sup>2</sup>Number of analyses.

<sup>3</sup>Obliczono wg wzoru: zawartość laktozy = 1000 – białko ogólne – tłuszcz surowy – popiół surowy (wyrażone w g × kg<sup>-1</sup> SM) (wg NRC, 2001).

<sup>4</sup>Calculated according to the formula: lactose content = 1000 – crude protein – crude fat – ash (expressed in g × kg<sup>-1</sup> DM) (acc. NRC, 2001).

<sup>5</sup>Białko strawne w preparatach mlekozastępczych = białko trawione w jelicie cienkim (wg IZ PIB-INRA, 2009).

<sup>6</sup>Digestible protein in milk replacer = protein digested in the small intestine (acc. to IZ PIB-INRA, 2009).

<sup>7</sup>Białko trawione w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego zależne od dostępności białka dla fermentacji mikrobiologicznej w żwaczku.

<sup>8</sup>Protein digested in the small intestine supplied by microbial protein from rumen degraded protein.

<sup>9</sup>Białko trawione w jelicie cienkim pochodzenia mikrobiologicznego zależne od dostępności energii dla fermentacji mikrobiologicznej w żwaczku.

<sup>10</sup>Protein digested in the small intestine supplied by microbial protein from rumen fermented organic matter.

Ocenę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono przy zastosowaniu programu Statistica 8 PL (StatSoft Polska Sp. z o.o., Kraków) posługując się analizą dwuczynnikową i testem Duncana. Oceniano wpływ zawartości BO (1-czynnik), wartości BKAP (2-czynnik) w preparatach mlekozastępczych oraz interakcji tych czynników na wartości analizowanych wskaźników. Różnice między średnimi przyjęto jako tendencję statystyczną dla poziomu prawdopodobieństwa  $0,05 < P \leq 0,1$ , różnice istotne dla poziomu  $P \leq 0,05$  oraz różnice nieistotne dla poziomu  $P > 0,1$ .

Tabela 4. Masy ciała i dobowe przyrosty masy ciała cieliczek  
Table 4. Body weight and daily weight gains of female calves

Wyszczególnienie Item	Grupy Groups				SEM <sup>1</sup>	Wpływ <sup>2</sup> Effect		
	I	II	III	IV		BO <sup>3</sup> CP	BKAP4 DCAB	BO x BKAP CP x DCAB
Liczebność w grupie Size of group	8	8	8	8				
<b>Masa ciała (kg) Body weight (kg)</b>								
Wiek cieląt (dni): Age of calves (days):								
7	42,1	41,5	46,0	40,9	1,0			
56	61,1 a	61,8 b	68,3 a	64,0 ab	1,1	*	ns	ns
120	108,8	110,6	116,5	112,4	1,4	ns	ns	ns
<b>Dobowy przyrost masy ciała (g) Daily weight gains (g)</b>								
W okresie od – do (dni życia): In the period from – to (days of age):								
7–56	379 b	406 ab	445 a	461 a	13	*	ns	t
57–120	745	763	754	756	19	ns	ns	ns

<sup>1</sup> Błąd standardowy średniej.

<sup>1</sup> Standard error of the mean.

<sup>2</sup> Prawdopodobieństwo statystycznie istotnego wpływu czynnika lub interakcji czynników oznaczono:  $t 0,05 \leq P \leq 0,1$ , \*  $P \leq 0,05$  oraz ns  $P > 0,1$ .

<sup>2</sup> The statistical significance of factors and of interaction effects marked as:  $t 0,05 \leq P \leq 0,1$ , \*  $P \leq 0,05$  and ns  $P > 0,1$ .

<sup>3</sup> Zawartość białka ogólnego w preparatach mlekozastępczych.

<sup>3</sup> Crude protein content in milk replacers.

<sup>4</sup> Wartości bilansu kationowo-anionowego preparatów.

<sup>4</sup> Dietary cation-anion balance of milk replacers.

a, b – wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $P \leq 0,05$ ).

a, b – values with different letters differ significantly ( $P \leq 0,05$ ).

## Wyniki

Zawartość BO oraz wartość BKAP w doświadczalnych preparatach mlekozastępczych była zgodna z przyjętymi założeniami metodycznymi (tab. 3). Także zawartość składników pokarmowych oraz wartość pokarmowa mieszanki treściwej odpowiadały wartościom zalecanym przez normy żywienia przeżuwaczy (IZ PIB-INRA,

2009; NRC, 2001). W okresie odpajania cieliczki pobierały średnio 800 ( $\pm 10$ ) g SM z preparatów mlekozastępczych, co stanowiło około 72% SM dziennej dawki pokarmowej. Wzrost zawartości BO w preparatach mlekozastępczych wpłynął na zwiększenie masy ciała w 56. dniu życia i dobowych przyrostów masy ciała cieliczek ( $P \leq 0,05$ ) w okresie od 7. do 56. dnia życia, bez istotnego wpływu na masę ciała w wieku 120 dni i dobowe przyrosty w okresie od 57. do 120. dnia życia (tab. 4). W okresie podawania paszy płynnej wykazano również tendencję ( $P \leq 0,1$ ) do wzajemnego oddziaływania zwiększonej koncentracji BO i wartości BKAP w preparatach mlekozastępczych na poprawę dobowych przyrostów masy ciała cieląt. Zwiększenie zawartości BO w preparatach mlekozastępczych spowodowało również istotne zwiększenie ( $P \leq 0,05$ ) dziennego pobrania mieszanki treściwej przez cieliczki (tab. 5), przy jednoczesnym obniżeniu ( $P \leq 0,05$ ) zużycia pójła oraz SM, EB i EN paszy na 1 kg przyrostu masy ciała (tab. 6). Nie stwierdzono istotnego wpływu zwiększonej wartości BKAP w preparatach mlekozastępczych na dzienne pobranie paszy i składników pokarmowych oraz ich zużycie na 1 kg przyrostu masy ciała cieliczek. Cieliczki karmione preparatami mlekozastępczymi o wyższej zawartości BO charakteryzowały się również tendencją do uzyskiwania większych ( $P < 0,1$ ) wymiarów wysokości w kłębie i w krzyżu w 56. i 120. dniu życia oraz wyższych dobowych przyrostów tych wymiarów w okresie od 7. do 56. dnia życia w porównaniu z cieliczkami karmionymi preparatami uboższymi w białko (tab. 7). Wymiary ciała oraz przyrosty wymiarów ciała cieliczek nie zależały natomiast od wartości BKAP w podawanych preparatach mlekozastępczych ( $P > 0,1$ ).

Tabela 5. Dzielne pobranie pasz i składników pokarmowych przez cieliczki  
Table 5. The average daily intake of feed and nutrients by female calves

Wyszczególnienie Item	Grupy Groups				SEM <sup>1</sup>	Wpływ <sup>2</sup> Effect		
	I	II	III	IV		BO <sup>3</sup> CP	BKAP <sup>4</sup> DCAB	BO x BKAP CP x DCAB
1	2	3	4	5	6	7	8	9

W okresie od 7. do 56. dnia życia:

In the period from 7 to 56 days of age:

mieszanka treściwa (kg) concentrate mixture (kg)	0,34 b	0,35 b	0,37 a	0,38 a	0,1	*	ns	ns
pójło (kg) liquid feed (kg)	6,91	6,84	6,88	6,85	0,2	ns	ns	ns
sucha masa (kg) dry matter (kg)	1,1 b	1,1 b	1,2 a	1,2 a	0,1	t	ns	ns
białko ogólne (g) crude protein (g)	256 b	242 b	305 a	306 a	5,3	*	ns	ns
białko trawione w jelicie (g) protein digested in the intestine (g)	194 b	195 b	255 a	254 a	5,5	*	ns	ns
energia brutto (MJ) gross energy (MJ)	22,9 b	22,8 b	23,5 a	23,5 a	0,1	*	ns	ns

cd. tab. 5 – Table 5 contd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
jednostki paszowe produkcji mleka feed units for lactation	1,9	1,9	1,9	1,9	0,1	ns	ns	ns
W okresie od 57. do 120. dnia życia: In the period from 57 to 120 days of age:								
mieszanka treściwa (kg) concentrate mixture (kg)	1,96 b	1,95 b	2,07 a	2,08 a	0,3	t	ns	ns
sucha masa (kg) dry matter (kg)	1,71 b	1,71 b	1,83 a	1,81 a	0,3	t	ns	ns
białko ogólne (g) crude protein (g)	374 b	372 b	395 a	397 a	6,2	t	ns	ns
białko trawione w jelicie (g) protein digested in the intestine (g)	249 b	248 b	263 a	264 a	4,1	t	ns	ns
jednostki paszowe produkcji mleka feed units for lactation	2,2 b	2,1 b	2,3 a	2,3 a	0,1	t	ns	ns

<sup>1</sup>Zawartość białka ogólnego w preparatach mlekozastępczych.

<sup>1</sup>Crude protein content in milk replacers.

<sup>2</sup>Wartości bilansu kationowo-anionowego preparatów.

<sup>2</sup>Dietary cation-anion balance of milk replacers.

<sup>3</sup>Błąd standardowy średniej.

<sup>3</sup>Standard error of the mean.

<sup>4</sup>Prawdopodobieństwo statystycznie istotnego wpływu czynnika lub interakcji czynników oznaczono: t 0,05≤P≤0,1, \* P≤0,05 oraz ns P>0,1.

<sup>4</sup>The statistical significance of factors and of interaction effects marked as: t 0.05≤P≤0.1, \* P≤0.05 and ns P>0.1.

a, b – wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P≤0,05).

a, b – values with different letters differ significantly (P≤0.05).

Tabela 6. Zużycie pasz i składników pokarmowych na uzyskanie 1 kg przyrostu masy ciała  
Table 6. The average utilization of feed and nutrients per kg of body weight gain

Wyszczególnienie Item	Grupy Groups				SEM <sup>1</sup>	Wpływ <sup>2</sup> Effect		
	I	II	III	IV		BO <sup>3</sup> CP	BKAP <sup>4</sup> DCAB	BO x BKAP CP x DCAB
1	2	3	4	5	6	7	8	9
mieszanka treściwa (kg) concentrate mixture (kg)	0,92	0,86	0,85	0,86	0,1	ns	ns	ns
pójło (kg) liquid feed (kg)	18,6 a	17,0 a	15,6 b	15,5 b	0,5	*	ns	ns
sucha masa (kg) dry matter (kg)	3,0 a	2,8 a	2,6 b	2,6 b	0,1	*	ns	ns
białko ogólne (g) crude protein (g)	687 a	600 b	691 a	696 a	19	*	ns	ns
białko trawione w jelicie (g) protein digested in the intestine (g)	521 b	482 b	578 a	578 a	16	*	ns	ns

W okresie od 7. do 56. dnia życia:

In the period from 7 to 56 days of age:

mieszanka treściwa (kg) concentrate mixture (kg)	0,92	0,86	0,85	0,86	0,1	ns	ns	ns
pójło (kg) liquid feed (kg)	18,6 a	17,0 a	15,6 b	15,5 b	0,5	*	ns	ns
sucha masa (kg) dry matter (kg)	3,0 a	2,8 a	2,6 b	2,6 b	0,1	*	ns	ns
białko ogólne (g) crude protein (g)	687 a	600 b	691 a	696 a	19	*	ns	ns
białko trawione w jelicie (g) protein digested in the intestine (g)	521 b	482 b	578 a	578 a	16	*	ns	ns



cd. tab. 6 – Table 6 contd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
energia brutto (MJ) gross energy (MJ)	61,6 a	56,4 a	53,4 b	53,5 b	1,6	t	ns	ns
jednostki paszowe produkcji mleka feed units for lactation	5,1 a	4,7 a	4,4 b	4,4 b	0,1	*	ns	ns
W okresie od 57. do 120. dnia życia: In the period from 57 to 120 days of age:								
mieszanka treściwa (kg) concentrate mixture (kg)	2,66	2,60	2,80	2,79	0,1	ns	ns	ns
sucha masa (kg) dry matter (kg)	2,35	2,28	2,45	2,46	0,1	ns	ns	ns
białko ogólne (g) crude protein (g)	509	496	534	533	14	ns	ns	ns
białko trawione w jelicie (g) protein digested in the intestine (g)	339	330	355	354	9,3	ns	ns	ns
energia brutto (MJ) gross energy (MJ)	49,1	47,8	51,5	51,3	1,3	ns	ns	ns
jednostki paszowe produkcji mleka feed units for lactation	2,9	2,9	3,1	3,1	0,1	ns	ns	ns

<sup>1</sup>Zawartość białka ogólnego w preparatach mlekozastępczych.

<sup>1</sup>Crude protein content in milk replacers.

<sup>2</sup>Wartości bilansu kationowo-anionowego preparatów.

<sup>2</sup>Dietary cation-anion balance of milk replacers.

<sup>3</sup>Błąd standardowy średniej.

<sup>3</sup>Standard error of the mean.

<sup>4</sup>Prawdopodobieństwo statystycznie istotnego wpływu czynnika lub interakcji czynników oznaczono:  $t 0,05 \leq P \leq 0,1$ , \*  $P \leq 0,05$  oraz ns  $P > 0,1$ .

<sup>4</sup>The statistical significance of factors and of interaction effects marked as:  $t 0,05 \leq P \leq 0,1$ , \*  $P \leq 0,05$  and ns  $P > 0,1$ .

a, b – wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $P \leq 0,05$ ).

a, b – values with different letters differ significantly ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 7. Wymiary oraz dobowe przyrosty wymiarów ciała cieliczek  
Table 7. Body dimensions and daily gains of female calf dimensions

Wyszczególnienie Item	Grupy Groups				SEM <sup>1</sup>	Wpływ <sup>2</sup> Effect		
	I	II	III	IV		BO <sup>3</sup> CP	BKAP <sup>4</sup> DCAB	BO x BKAP CP x DCAB
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Wysokość w kłębie (cm) Withers height (cm)</b>								
Wiek cieląt (dni): Age of calves (days):								
7	71,4	71,6	73,0	73,3	0,5	ns	ns	ns
56	76,0 b	77,0 b	79,1 a	79,0	0,5	*	ns	ns
120	83,6 b	84,8 b	86,6 a	86,6	0,6	t	ns	ns

cd. tab. 7 – Table 7 contd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Dobowy przyrost wysokości w kłębie (mm)</b> <b>Withers height daily gain (mm)</b>								
W okresie od – do (dni życia): In the period from – to (days of age):								
7–56	0,93 b	1,08 b	1,23 a	1,15 a	0,1	*	ns	ns
57–120	1,19	1,21	1,17	1,19	0,1	ns	ns	ns
<b>Wysokość w krzyżu (cm)</b> <b>Hip height (cm)</b>								
Wiek cieląt (dni): Age of calves (days):								
7	75,3	74,9	77,4	76,0	0,6	ns	ns	ns
56	81,5 b	81,3 b	83,9 a	82,5 a	0,6	t	ns	ns
120	90,8 b	90,6 b	93,5 a	91,9 a	0,5	t	ns	ns
<b>Dobowy przyrost wysokości w krzyżu (mm)</b> <b>Hip height daily gain (mm)</b>								
W okresie od – do (dni życia): In the period from – to (days of age):								
7–56	1,25 b	1,27 ab	1,30 a	1,30 a	0,1	t	ns	ns
57–120	1,45	1,46	1,50	1,47	0,1	ns	ns	ns

<sup>1</sup> Zawartość białka ogólnego w preparatach mlekozastępczych.

<sup>1</sup> Crude protein content in milk replacers.

<sup>2</sup> Wartości bilansu kationowo-anionowego preparatów.

<sup>2</sup> Dietary cation-anion balance of milk replacers.

<sup>3</sup> Błąd standardowy średniej.

<sup>3</sup> Standard error of the mean.

<sup>4</sup> Prawdopodobieństwo statystycznie istotnego wpływu czynnika lub interakcji czynników oznaczono: t 0,05 ≤ P ≤ 0,1, \* P ≤ 0,05 oraz ns P > 0,1.

<sup>4</sup> The statistical significance of factors and of interaction effects marked as: t 0.05 ≤ P ≤ 0.1, \* P ≤ 0.05 and ns P > 0.1.

a, b – wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P ≤ 0,05).

a, b – values with different letters differ significantly (P ≤ 0.05).

## Omówienie wyników

Uzyskane wyniki wskazują, że zwiększenie koncentracji białka ogólnego od 220 do 290 g w SM preparatów mlekozastępczych podawanych w ilościach wynoszących około 800 (± 10) g SM w dziennej dawce, wpłynęło na poprawę wskaźników efektywności wychowu cieliczek zwłaszcza w okresie podawania pasz płynnych (od 7. do 56. dnia życia), a w mniejszym stopniu w późniejszym (od 57. do 120. dnia życia) okresie wychowu. W okresie podawania pasz płynnych cieliczki karmione preparatami mlekozastępczymi bogatszymi w białko ogólne uzyskiwały bowiem istotnie większe masy ciała, wymiary wysokości w kłębie i krzyżu w 56. dniu życia oraz wyższe dobowe przyrosty masy i wymiarów ciała, przy niższym zużyciu pójła oraz suchej masy i energii brutto dawki na 1 kg przyrostu masy ciała. Wykazane w badaniach wyniki są zgodne z rezultatami doświadczeń innych autorów wykonanych

z udziałem cieląt rasy holsztyńskiej. Labussiere i in. (2008) określając wpływ wzrostu koncentracji BO (od 190 do 240 g w kg SM) w izokalorycznych preparatach mlekozastępczych na wskaźniki wychowu i metabolizm białkowy buhajków rasy hf w okresie od 5. do 8. tygodnia życia stwierdzili, że ze wzrostem koncentracji BO wzrastały istotnie dobowe przyrosty masy ciała (od 970 do 1090 g) i zawartość białka w uzyskanych przyrostach (od 178 do 198 g), przy równoczesnym obniżeniu zawartości tłuszczu (od 163 do 90 g). Zależności te potwierdziły również wyniki badań Hilla i in. (2008) przeprowadzone z udziałem cieliczek rasy hf w okresie wychowu od 4. do 61. dnia życia. Cytowane badania ponadto wykazały, że wzrostowi koncentracji od 200 do 280 g BO w paszy płynnej towarzyszyła także poprawa gospodarki białkowej, potwierdzona wzrostem retencji azotu (z 44 do 65%) i wyższą ilością odłożonego białka w tuszy. Wyniki badań własnych oraz cytowanych doniesień wskazują, że w żywieniu cieląt ograniczonymi dawkami paszy płynnej, stosowanie preparatów mlekozastępczych zawierających 280–290 g BO w SM lepiej pokrywa potrzeby białkowe cieląt niż stosowanie preparatów o niższej (200 g) zawartości BO. Wykazano także istnienie interakcji między wzrostem koncentracji BO i wartością BKAP w preparatach mlekozastępczych w oddziaływaniu na dobowe przyrosty masy ciała cieląt w okresie podawania pasz płynnych. Można przypuszczać, że lepsze pokrycie potrzeb białkowych stymulowało intensywniejszy metabolizm szybciej rosnących cieliczek, a wzrastająca przewaga kationów BKAP paszy płynnej utrzymywała prawidłową równowagę kwasowo-zasadową ich organizmu. Zależność tę opisali Apper-Bossard i in. (2006) na podstawie wyników badań przeprowadzonych z udziałem wysokowydajnych krów mlecznych. Autorzy ci wykazali, że wzrostowi produkcji towarzyszy wzrost metabolizmu, którego konsekwencją są zmiany równowagi kwasowo-zasadowej organizmu w kierunku zakwaszenia, a zakres tych zmian może być regulowany BKAP podawanych pasz. U młodych przeżuwaczy zależność tę potwierdzono również w badaniach z udziałem bawolich cieląt (Shahzad i in., 2007). Autorzy analizując odczyn kwasowy krwi i moczu oraz koncentrację jonu  $\text{HCO}_3^-$  we krwi wykazali, że wyższy metabolizm zwiększający produkcję ditlenku węgla, działającego w środowisku wodnym jak kwas węglowy, może być neutralizowany wzrostem przewagi kationów w BKAP w podawanej paszy. Wyniki cytowanych prac, a także wyniki prezentowanych badań sugerują, że skuteczność oddziaływania przewagi kationów w BKAP preparatów mlekozastępczych na efektywność wychowu zależy od intensywności metabolizmu cieląt.

W prawidłowym wychowie cieląt, obok zapewnienia optymalnych przyrostów masy ciała nierozwiązanym dotychczas problemem pozostaje ocena wpływu składu pasz płynnych na pobranie i wykorzystanie pasz stałych. Dotychczas uważano, że lepsze pokrycie potrzeb pokarmowych w okresie podawania pasz płynnych obniża pobranie pasz stałych, a co za tym idzie, hamuje rozwój funkcjonalny żwacza i wykorzystanie składników pokarmowych tych pasz (Jasper i Weary, 2002; Niwińska i Strzetelski, 2004; Terre i in., 2007). Powyższe zależności wykazywano jednak w odniesieniu do poziomu żywienia, a nie w odniesieniu do koncentracji BO w paszach płynnych podawanych w ograniczonych dawkach. W naszych badaniach wzrostowi koncentracji BO w preparatach mlekozastępczych towarzyszyło równocześnie zwiększone pobranie mieszanki treściwej zarówno w okresie podawania pasz płyn-

nych ( $P \leq 0,05$ ), jak i w okresie wyłącznego żywienia paszą treściwą ( $P \leq 0,1$ ), chociaż jej zużycie na 1 kg przyrostu masy ciała było zbliżone we wszystkich grupach. Wydaje się jednak, że oszacowana tendencja charakteryzująca zużycie paszy treściwej w przedstawionych badaniach mogła wynikać z niskiej jej strawności, spowodowanej niedostatecznym poziomem produkcji amylazy, odpowiedzialnej za trawienie skrobi roślinnej a także z niedostatecznego rozwoju funkcji trawiennych żwacza u młodych cieląt (Hill i in., 2010). Uzyskane natomiast zależności w okresie wyłącznego podawania paszy stałej sugerują, że zwierzęta lepiej odżywione w okresie podawania pasz płynnych, chętniej pobierały paszę stałą, ale niestabilizowany przebieg procesów mikrobiologicznych w rozwijającym się żwaczu, nie pozwalał na optymalne wykorzystanie składników pokarmowych z tej paszy. Dokładniejsze wyjaśnienie tych zależności wymaga jednak dalszych badań.

Zwiększenie zawartości białka ogólnego z 220 do 290 g  $\times$  kg<sup>-1</sup> suchej masy w preparacie mlekozastępczym podawanym w okresie od 7. do 56. dnia, przy dziennej dawce preparatu wynoszącej średnio 800 ( $\pm$  10) g suchej masy, zwiększa dobowe przyrosty masy i wymiarów ciała oraz wykorzystanie suchej masy, energii brutto i energii netto pasz na 1 kg przyrostu masy ciała cieliczek.

Wzrost przewagi kationów w bilansie kationowo-anionowym od 150 do 350 meq  $\times$  kg<sup>-1</sup> suchej masy preparatów mlekozastępczych, przy podobnej dziennej dawce preparatu, nie wpływa na zwiększenie analizowanych wskaźników w wychowie cieliczek.

Uzyskane wyniki wskazują, że określenie zależności między pokryciem potrzeb pokarmowych w okresie podawania pasz płynnych a pobraniem i wykorzystaniem składników pokarmowych pasz stałych wymaga dalszych badań.

### Piśmiennictwo

- Apper-Bossard E., Peyraud J.L., Favardin P., Meschy F. (2006). Changing dietary cation-anion difference for dairy cows fed with contrasting levels of concentrate in diets. *J. Dairy Sci.*, 89: 749–760.
- Bardsley C.E., Lancaster J.D. (1960). Determinant of reserve sulphur and soluble sulfates in soils. *Soil. Sci. Anim. Proc.*, 24: 265–268.
- Bascom S.A., James R.E., McGilliard M.L., Van Amburgh M. (2007). Influence of dietary fat and protein on body composition of Jersey bull calves. *J. Dairy Sci.*, 90: 5600–5609.
- Górka P., Kowalski Z.M. (2007). Preparaty mlekozastępcze w odchowcie cieląt ras mlecznych. *Med. Weter.*, 63 (11): 1296–1299.
- Hill S.R., Knowlton K.F., Daniels K.M., James R.E., Pearson R.E., Capuco A.V., Akers R.M. (2008). Effects of milk replacer composition on growth, body composition, and nutrient excretion in preweaned Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, 9: 3145–3155.
- Hill T.M., Bateman II H.G., Aldrich J.M., Schlotterbeck R.L. (2010). Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 93 :1105–1115.
- Jackson J.A., Akay V., Franklin S.T., Aaron K.D. (2001). The effect of cation-anion difference on calcium requirement, feed intake, body weight gain, and blood gasses and mineral concentration of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 84: 147–153
- Jasper J., Weary D.M. (2002). Effects of *ad libitum* milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.*, 85: 3054–3058.
- Khan M.A., Weary D.M., von Keyserlingk M.A.G. (2011). Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 94: 1071–1081.

- Labussiere E., Dubois S., van Milgen J., Bertrand G., Noblet J. (2008). Effects of dietary crude protein on protein and fat deposition in milk-fed veal calves. *J. Dairy Sci.*, 91: 4741–4754.
- Niwińska B. (2006). Wpływ bilansu kationowo-anionowego i zawartości wapnia w paszy na efektywność odchowu oraz przemiany składników mineralnych u cieląt w pierwszych trzech miesiącach życia. *Rocz. Nauk. Zoot., Mon. Rozpr.*, 33, 82 ss.
- Niwińska B., Strzetelski J.A. (2004). Effects of type of liquid feed and feeding frequency on calf performance. *J. Anim. Feed Sci.*, 13, 1: 167–170.
- NRC (2001). *Nutrient Requirement of Dairy Cattle*. Natl. Acad. Sci., Washington DC.
- Shahzad M.A., Sarwar M., Mahr-un-Nisa (2007). Nutrient intake, acid base status and growth performance of growing male buffalo calves fed varying level of dietary cation anion difference. *Livest. Sci.*, 111: 136–143.
- Terre M., Devant M., Bach A. (2007). Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on performance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. *Livest. Sci.*, 110: 82–88.
- Tucker W.B., Hogue J.F., Waterman D.F., Swenson T.S., Xin Z., Hemken W., Jackson J.A., Adams J.S., - L.J. (1992). Sulfur should be included when calculating the dietary cation–anion balance of diets for lactating dairy cows. *Oklahoma Res. Stat., Oklahoma City, OK. Anim. Sci. Res. Rep.*, pp 141–150.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583–3597.

Zatwierdzono do druku 3 X 2012

BARBARA NIWIŃSKA, KRZYSZTOF BILIK

**Effect of protein concentration and dietary cation-anion balance in milk replacers on rearing performance of female calves**

SUMMARY

The objective of the study was to analyse the effect of enriching milk replacers with crude protein (CP) and increasing the value of dietary cation-anion balance (DCAB) on rearing performance of female calves. The study was a  $2 \times 2$  factorial design, with the two factors being CP content (220 and 290 g) and DCAB value (+150 and +350 meq) of 1 kg milk replacer dry matter (DM). Thirty-two Polish Holstein-Friesian female calves aged 7 days were assigned to 1 of 4 experimental groups ( $n = 8$ ), in which they received limited experimental milk replacer to 56 days of age and the same concentrate mixture *ad libitum* to 120 days of age. Rearing performance was determined from body weight and body size measures at 7, 56 and 120 days of age, and daily gains of weight and body size, feed and nutrient utilization for weight gain during the periods from 7 to 56 and 57 to 120 days of age. The increase in CP concentration in milk replacers had a beneficial effect on body weight of heifer calves at 56 days of age, on the daily weight gains and utilization of liquid feed, feed DM, and net energy for weight gain ( $P \leq 0.05$ ) during the liquid feeding. The increase in the value of DCAB did not affect the rearing performance of female calves ( $P > 0.1$ ).

Key words: female calves, milk replacers, protein, dietary cation-anion balance, rearing performance