

## Wpływ bilansu kationowo-anionowego na wzrost i rozwój buhajków w okresie ich oceny osobniczej

Andrzej Łozicki<sup>1</sup>, Maria Dymnicka<sup>1</sup>, Barbara Niwińska<sup>2</sup>,  
Jan Miciński<sup>3</sup>, Janusz Klupczyński<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej, 02-786 Warszawa, ul. Ciszewskiego 8,

<sup>2</sup>Instytut Zootechniki – PIB w Krakowie, Zakład Żywienia Zwierząt, ul. Krakowska 1, 32-083 Balice k. Krakowa

<sup>3</sup>Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Hodowli Bydła i Oceny Mleka, ul. Oczapowskiego 5, 10-718 Olsztyn

Badania prowadzono na 42 buhajkach (hereford – 22 sztuk, limousine – 20 sztuk). Buhajki opasano od 7. do 14. miesiąca życia. W każdej rasie zwierzęta podzielono na dwie podgrupy żywione indywidualnie dawkami, w których paszą podstawową była kiszonka z kukurydzy lub kiszonka z traw, uzupełniane mieszanką treściwą dostosowaną do paszy objętościowej. Na podstawie składu mineralnego pasz z norm NRC [6] ustalono zawartość składników mineralnych w kiszonkach, mieszankach treściwych, a następnie całych dawkach i wyliczono BKAP (bilans kationowo-anionowy pasz) dla średnich dawek za cały okres opasu. W trakcie badań co miesiąc określano wyniki produkcyjne buhajków, które analizowano w obrębie rasy oraz łącznie z dwóch ras dla dawek z kiszonką z kukurydzy lub kiszonką z traw. Wyliczony BKAP dla kiszonki z traw był ponad trzykrotnie większy (+460,00 mEq/1 kg s.m.) w porównaniu do wartości wyliczonej dla kiszonki z kukurydzy (+140,56 mEq/1 kg s.m.). W przypadku średniej dawki z kiszonką z kukurydzy BKAP wynosił 120,93 mEq/1 kg s.m., natomiast dla dawki z kiszonką z traw – 270,00 mEq/1 kg s.m. Analiza wskaźników wzrostu i rozwoju zwierząt nie wykazała różnic między zwierzętami z obu grup żywieniowych. Natomiast przy żywieniu kiszonką z traw, jako paszą podstawową, obserwowano wyższe pobranie suchej masy oraz zużycie energii i białka na 1 kg przyrostu. W przypadku buhajków limousine oraz łącznie dla obu ras różnice w pobraniu suchej masy oraz zużyciu BTJN były istotne statystycznie.

**SŁOWA KLUCZOWE:** opas buhajków / kationy / aniony / BKAP

Istnieje zależność między ilością i formą jonową wchłanianych z pożywienia składników mineralnych, a procesami metabolicznymi organizmu. Badania na cielętach i wółcach wykazały różnice w przyrostach masy ciała w zależności od poziomu kationów i anionów w paszach i dawkach [4, 5, 7, 9, 11]. Wyniki badań wskazują, między

innymi, na wpływ zawartości anionów i kationów w diecie na gospodarkę wapniowo-fosforową oraz pobranie paszy przez zwierzęta i przez to na ich wyniki produkcyjne [1, 2, 11]. Wielu autorów, w tym Gueguen i Pointillart [3], zwraca uwagę, że nadmierne zakwaszenie ustroju przez aniony pobierane z paszą wpływa niekorzystnie na wzrost zwierząt oraz mineralizację kości.

Najbardziej utrwaloną formułą opisującą stosunek anionów do kationów w dawce jest równanie bilansu kationowo-anionowego paszy (BKAP). Kationy uwzględniane w równaniu stanowią sumę kationów sodowych i potasowych, natomiast aniony to suma anionów chlorkowych i siarczanowych. Bilans kationowo-anionowy pasz można regulować poprzez odpowiedni dobór pasz objętościowych, treściwych oraz dodatków mineralnych.

Celem pracy była analiza bilansu kationowo-anionowego dawek (BKAP), determinowanego rodzajem paszy objętościowej stosowanej jako podstawa dawki, pod kątem jego wpływu na wyniki produkcyjne opasanych buhajków.

## **Materiał i metody**

Badania prowadzono na 42 buhajkach (hereford – 22 sztuk, limousine – 20 sztuk). Buhajki opasano od 7. do 14. miesiąca życia. Początkowa masa ciała zwierząt kształtowała się od 215 do 291 kg. W każdej rasie zwierzęta podzielono na dwie podgrupy żywione indywidualnie dawkami, w których paszą podstawową była kiszonka z kukurydzy (KK) lub kiszonka z traw (KT), uzupełniane mieszanką treściwą dostosowaną do paszy objętościowej (tab. 1). W skład obu mieszanek wchodziły te same komponenty, ale stosowane w różnych ilościach, tak aby uzyskać mieszankę treściwą o wartości pokarmowej dostosowanej do konkretnej paszy objętościowej (tab. 2).

Dawki pokarmowe bilansowano wg norm IZ-INRA programem INRAtion 3.2, przyjmując dla buhajków rasy limousine przyrosty 1200 g/dzień, dla buhajków hereford – 1100 g/dzień. Ilość pasz objętościowych i treściwych była tak ustalona, aby dawki przy obu zestawach były izoenergetyczne i izobiałkowe. Dla uzyskania takiego samego pobrania składników pokarmowych w obu grupach, buhajki żywione dawkami z kiszonką z traw otrzymywały nieznacznie większą ilość paszy treściwej, w porównaniu do buhajków żywionych kiszonką z kukurydzy, jako podstawą dawki.

W trakcie badań buhajki ważono co miesiąc i określano przyrost masy ciała. Na podstawie wyników ważenia modyfikowano dawki pokarmowe dla opasanych zwierząt. Codziennie kontrolowano pobranie paszy i na tej podstawie określono rzeczywiste pobranie paszy przez zwierzęta.

Na podstawie składu mineralnego pasz z norm NRC [6] ustalono zawartość składników mineralnych w kisonkach, mieszanek treściwych, a następnie całych dawkach. Na tej podstawie wyliczono BKAP dla średnich dawek za cały okres opasu. BKAP wyliczono ze wzoru:

$$\text{BKAP (mEq/1kg s.m.)} = [(m\text{Eq Na}^+ + m\text{Eq K}^+) - (m\text{Eq Cl}^- + m\text{Eq SO}_4^{2-})]$$

**Tabela 1 – Table 1**Średnie pobranie paszy i składników pokarmowych przez buhajki  
The mean intake of feed and nutrients by bulls

Wyszczególnienie Specification	Hereford		Limousine	
	rodzaj żywienia – type of feeding			
	KK*	KT**	KK*	KT**
<b>Kg paszy/kg s.m. paszy</b> <b>Feed kg/DM kg</b>				
kiszonka z kukurydzy maize silage	10,1/3,03		11,44/2,52	
kiszonka z traw grass silage		8,85/3,13		10,9/3,16
siano hay	1,20/1,02	1,12/0,95	1,99/1,69	2,10/1,78
mieszanka treściwa I concentrate I		2,93/2,52		3,80/3,26
mieszanka treściwa II concentrate II	2,62/2,25		3,13/2,69	
<b>Dobowe pobranie składników pokarmowych:</b> <b>Daily intake of nutrients:</b>				
sucha masa (kg) dry matter (kg)	6,3	6,6	6,9	8,2
JPŻ – UFV	5,2	5,1	6,6	7,0
BTJN – PDIN (g)	583	618	696	796
BTJE – PDIE (g)	601	625	745	781

KK\* – grupa żywiona kisonką z kukurydzy jako paszą podstawową – feeding group with maize silage as a basic feed in ration

KT\*\* – grupa żywiona kisonką z traw jako paszą podstawową – feeding group with grass silage as a basic feed in ration

**Tabela 2 – Table 2**Skład i wartość pokarmowa mieszanek treściwych  
Composition and nutritive value of concentrates

Wyszczególnienie Specification	Mieszanka I Concentrate I	Mieszanka II Concentrate II
Pszonżyto – Triticale (%)	25,5	22,0
Jęczmień – Barley (%)	37,0	30,0
Otręby pszenne – Bran (%)	15,0	15,0
Śruta poekstrakcyjna sojowa (%)	8,0	15,0
Soybean meal (%)		
Śruta poekstrakcyjna rzepakowa (%)	12,0	15,0
Rapeseed meal (%)		
Kreda pastwana – Limestone (%)	1,5	2,0
Premix (%)	1,0	1,0
<b>Wartość pokarmowa 1 kg mieszanki</b> <b>Nutritive value of 1 kg of concentrate</b>		
JPŻ – UFV	1,09	1,09
BTJN – PDIN (g)	129	153
BTJE – PDIE (g)	122	134

Przyjęto przeliczniki: 1 g Na = 43,48 mEq; 1 g K = 25,64 mEq; 1 g Cl = 28,21 mEq; 1 g S = 62,5 mEq. Wyniki produkcyjne buhajków analizowano w obrębie ras oraz łącznie dla danego zestawu pasz – KK lub KT.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono jednoczynnikową analizą wariancji wykorzystując program Statgraphics 4.0.

## Wyniki i dyskusja

Wyliczony BKAP, na podstawie składu mineralnego pasz, różnił się między dawkami opartymi na kiszonce z kukurydzy i kiszonce z traw, przy czym w obu zestawach miał wartości dodatnie. Występujące między dawkami różnice wynikały w głównej mierze z rodzaju zastosowanej paszy objętościowej. W przypadku mieszanek treściwych, podawanych w dawkach, różnice w BKAP nie były duże, co wynikało z zastosowania tych samych komponentów, jedynie w różnych proporcjach (tab. 3). Różnice w ilości podawanych mieszanek, w zależności od rodzaju kiszonki, także nie miały znacznego wpływu na ogólny stosunek kationów do anionów w dawce. Natomiast analizowane kiszonki różniły się zawartością Ca, Na, K, S i Cl (tab. 3), a to przekłada się na BKAP tych pasz i następnie całych dawek. Wyliczony BKAP dla kiszonki z traw był ponad trzykrotnie większy w porównaniu do wartości wyliczonej dla kiszonki z kukurydzy (tab. 3). W przypadku zaś średnich dawek różnice w BKAP były znacznie mniejsze i wynosiły dla dawek z kiszoną z kukurydzy BKAP +120,93 mEq (tab. 4), natomiast dla dawki z kiszoną z traw +270,00 mEq (tab. 5). Wyliczona dla obu dawek zawartość Ca i P w kg suchej masy była na podobnym poziomie. Duże różnice między dawkami występowały zaś w zawartości potasu, a w mniejszym stopniu – sodu i chloru. Wysoka zawartość K w kiszonce z traw miała zatem duży wpływ na BKAP całej dawki, wreszcie mogła mieć wpływ na lepszą absorpcję i bilans Ca. Między innymi Gueguen i Pointillart [3] wskazują, że alkalizacja ustroju związana z większym pobra-

**Tabela 3 – Table 3**

Skład mineralny i wartość BKAP pasz wchodzących w skład dawek [6, 8]  
Mineral composition and DCAB of feed content in feed rations [6, 8]

Wyszczególnienie Specification	Zawartość składników mineralnych (g/l kg s.m.) Content of minerals (g/l kg DM)							BKAP (mEq/l kg s.m.) DCAB (mEq/l kg DM)
	Ca	P	Ca/P	Na	K	S	CL	
	Kiszonka z kukurydzy Maize silage	2,80	2,60	1,07	0,05	12,00	2,90	
Kiszonka z traw Grass silage	5,50	2,90	1,90	0,25	25,40	6,70	0,21	+460,00
Mieszanka I Concentrate I	7,92	6,40	1,24	0,21	8,58	2,20	0,81	+69,00
Mieszanka II Concentrate II	10,44	6,81	1,53	0,23	9,93	2,47	0,82	+88,00

niem K, sprzyja intensywności osteogenezy. Natomiast przy wysokim BKAP, wynikającym z dużej zawartości kationów sodowych i potasowych, gorsze może być wchłanianie P, co wiąże się z gorszą rozpuszczalnością związków fosforu w alkalicznym środowisku [12].

**Tabela 4 – Table 4**

BKAP w 1 kg suchej masy dawek z kiszonką z kukurydzy jako paszą podstawową  
DCAB in 1 kg of dry matter feed ration with maize silage as a basic feed

Rasa Breed	Ca	P	Ca/P (g/kg s.m. – g/kg DM)	Na	K	Cl	S	BKAP (mEq/1 kg s.m.) DCAB (mEq/1 kg DM)
Hereford	6,01	4,06	1,48	0,14	12,57	2,50	2,31	+113,89
Limousine	6,51	4,17	1,56	0,16	13,18	2,60	2,29	+127,97
Średnio Average								+120,93

**Tabela 5 – Table 5**

BKAP w 1 kg suchej masy dawek z kiszonką z traw jako paszą podstawową  
DCAB in 1 kg of dry matter feed ration with grass silage as a basic feed

Rasa Breed	Ca	P	Ca/P (g/kg s.m. – g/kg DM)	Na	K	Cl	S	BKAP (mEq/1 kg s.m.) DCAB (mEq/1 kg DM)
Hereford	6,47	4,15	1,56	0,23	18,22	4,21	1,24	+280,69
Limousine	6,53	4,16	1,57	0,22	17,56	3,99	1,41	+259,31
Średnio Average								+270,00

Analiza wskaźników wzrostu i rozwoju zwierząt nie wykazała różnic między zwierzętami z obu grup żywieniowych w obrębie ras oraz łącznie dla obu ras w grupach żywionych kiszonką z traw lub kiszonką z kukurydzy, jako paszami podstawowymi.

Biorąc pod uwagę zużycie składników pokarmowych na 1 kg przyrostu, zaznacza się wyższe pobranie suchej masy oraz zużycie energii i białka przy dawkach opartych na kiszonce z traw. Tendencja ta występuje zarówno w obrębie ras, jak i dla obu ras traktowanych łącznie. W przypadku buhajków limousine oraz łącznie dla obu ras, różnice w pobraniu suchej masy oraz zużyciu BTJN były istotne statystycznie (tab. 6)

Ponieważ przy obu zestawach pasz dawki były izoenergetyczne i izobiałkowe, zatem występujące między zwierzętami z obu grup różnice mogły być wynikiem działania innych czynników żywieniowych, takich jak skład mineralny dawki, czy proporcje

**Tabela 6 – Table 6**

Wyniki produkcyjne buhajków w czasie doświadczenia  
Production results of bulls during the experiments

Wyszczególnienie Specification	Rodzaj żywienia Type of feeding	Rasa – Breed				Średnio Average	
		Hereford		Limousine			
		$\bar{x}$	Sd	$\bar{x}$	Sd	$\bar{x}$	Sd
Liczba zwierząt (sztuk) Number of animals (heads)	KK*	12		10		22	
	KT**	10		10		20	
	ogółem total	22		20		42	
Masa ciała początkowa (kg) Initial body weight (kg)	KK	215,2	13,13	269,4	16,86	242,3	20,60
	KT	223,3	11,54	290,6	7,98	256,8	16,51
Masa ciała końcowa (kg) Final body weight (kg)	KK	450,9	12,61	520,3	11,81	485,6	14,98
	KT	459,6	9,20	540,3	5,04	499,9	11,59
Średnie przyrosty dobowe w okresie opasu (kg) Mean daily gain during the fattening (kg)	KK	1,123	15,58	1,195	12,06	1,159	11,84
	KT	1,125	15,85	1,189	10,30	1,157	10,96
Średnie przyrosty dobowe od uro- dzenia do końca doświadczenia (kg) Mean daily gain from birth to the end of experiment (kg)	KK	0,990	13,66	1,130	12,96	1,060	11,13
	KT	1,00	10,37	1,175	5,62	1,087	7,70
Zużycie składników pokarmowych na 1 kg przyrostu: Conversion of nutrient per 1 kg gain:							
sucha masa (kg) dry matter (kg)	KK	5,19	0,91	5,93 <sup>A</sup>	0,67	5,56 <sup>a</sup>	0,90
	KT	5,47	0,96	7,18 <sup>A</sup>	0,77	6,45 <sup>a</sup>	1,20
JPŻ – UFV	KK	4,65	0,82	5,60	0,72	5,13	0,89
	KT	4,73	0,83	6,11	0,66	5,53	1,00
BTJN – PDIN (g)	KK	532,54	93,72	590,82 <sup>A</sup>	76,41	561,00 <sup>a</sup>	88,76
	KT	562,62	99,16	676,36 <sup>A</sup>	73,34	628,24 <sup>a</sup>	101,13
BTJE – PDIE (g)	KK	548,98	96,61	632,42	81,79	590,00	97,36
	KT	568,99	100,28	663,62	71,96	623,00	95,89

KK\* – grupa żywiona kiszconką z kukurydzy jako paszą podstawową – feeding group with maize silage as a basic feed in ration

KT\*\* – grupa żywiona kiszconką z traw jako paszą podstawową – feeding group with grass silage as a basic feed in ration

AA – P≤0,01; aa – P≤0,05

pomiędzy poszczególnymi składnikami dawki. Wyniki licznych badań wskazują również na BKAP, jako jeden z czynników wpływających na pobranie i wykorzystanie pasz oraz wyniki produkcyjne zwierząt. Gorsze pobranie paszy oraz wyniki produkcyjne uzyskiwano u zwierząt otrzymujących dawki o BKAP ujemnym [5]. Różnice w pobraniu paszy i wynikach produkcyjnych mogą występować także przy różnych poziomach BKAP dodatniego. Shahzad i wsp. [11] porównywali, między innymi, pobranie paszy i wyniki produkcyjne u buhajków bawołów, podając im dawki z BKAP równym 110,

220 i 330 mEq/kg suchej masy. Najwyższe pobranie paszy oraz przyrosty dobowe odnotowywano przy BKAP 330 mEq/kg s.m., najniższe zaś – przy 110 mEq/kg s.m.

W przeprowadzonych badaniach w dawkach w obu zestawach pasz BKAP był dodatni, jednak wskaźnik ten wyliczony dla dawek z kiszonką z traw był ponad dwukrotnie wyższy w porównaniu do dawek z kiszonką z kukurydzy. Wskazuje to na znacznie wyższe pobranie kationów, które mogą wpływać na pH ustroju oraz przemiany składników mineralnych w organizmie. Nie znalazło to jednak odzwierciedlenia w wynikach produkcyjnych między zwierzętami żywionymi dawkami z kiszonką z kukurydzy i kiszonką z traw, jako paszami podstawowymi, mogło zaś wpłynąć na pobranie paszy i jej wykorzystanie (tab. 6). Związek między BKAP a pobraniem paszy przez zwierzęta i ich wynikami produkcyjnymi obserwowany był w badaniach innych autorów. Jackson i wsp. [4] w badaniach na cielętach, stosując dawki z BKAP: 0, 210, 370 i 520 mEq/kg s.m., najwyższe pobranie suchej masy dawki oraz przyrosty dobowe uzyskali przy BKAP 370 mEq/kg s.m. Również Niwińska [7], w badaniach na cielętach, obserwowała pozytywny wpływ BKAP przy poziomie 200 mEq/kg s.m. na wyniki produkcyjne. W opasie wołców Ross i wsp. [9], podając dawki z BKAP: 0, 150, 300 i 450 mEq/kg s.m., stwierdzili najwyższe pobranie paszy i przyrosty dobowe przy BKAP 150 mEq/kg s.m. Sanchez i Beede [10] na podstawie analizy statystycznej wskazują, że w przypadku krów mlecznych najbardziej korzystny ze względu na metabolizm i wyniki produkcyjne jest BKAP wahający się od +250 do +500 mEq/kg s.m.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że żywienie kiszonką z traw, jako paszą podstawową w dawkach dla opasów, zwiększa BKAP dawek w porównaniu do kiszonki z kukurydzy. Nie obserwowano różnic w wynikach produkcyjnych między zwierzętami żywionymi dawkami z kiszonką z kukurydzy i kiszonką z traw, jako paszami podstawowymi. Wyższe było natomiast pobranie suchej masy oraz zużycie energii i białka na 1 kg przyrostu przy żywieniu kiszonką z traw. W przypadku buhajków limousine i ogólnie wszystkich buhajków żywionych kiszonką z traw różnice dotyczące pobrania suchej masy i zużycia BTJN były istotne statystycznie.

## PIŚMIENNICTWO

1. BLOCK E., 1994 – Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 77, 1437-1450.
2. FREDEEN A.H., DePETERS E.J., BALDWIN R.L., 1988 – Characterization of acid-base disturbances and effect on calcium and phosphorus balances of dietary fixed ions in pregnant or lactating does. *Journal of Animal Science* 66, 159-168.
3. GUEGUEN L., POINTILLART A., 2000 – The bioavailability of dietary calcium. *Journal of the American College of Nutrition* 19, 119-136.
4. JACKSON J.A., HOPKINS D.M., XIN Z., HEMKEN R.W., 1992 – Influence of cation-anion balance on feed intake, body weight gain, and humoral response of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 75, 1281-1286.
5. JACKSON J.A., HEMKEN R.W., 1994 – Calcium and cation-anion balance on feed intake, body weight gain, and humoral response of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 77, 1430-1436.

6. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC, 2001.
7. 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. *Roczniki Naukowe Zootechniki*. Monografie i Rozprawy nr 33.
8. Normy Żywienia Drobiu. Praca zbiorowa pod red. S. Smulikowskiej. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna, 2005.
9. ROSS J.G., SPEARS J.W., GARLICH J.D., 1994 – Dietary electrolyte balance effect on performance and metabolic characteristics in finishing steers. *Journal of Animal Science* 72, 1600-1607.
10. SANCHEZ W.K., BEEDE D.K., 1996 – Is there an optimal cation-anion difference for lactation diets? *Animal Feed Science and Technology* 59, 1-3, 3-12.
11. SHAHZAD M.A., SARWAR M., MAHR-UN N., 2007 – Nutrient intake, acid base and growth performance of growing male buffalo calves fed varying level of dietary cation anion difference. *Livestock Science* 111, 136-143.
12. WAN-ZAHARI M., THOMPSON J.K., SCOTT D., BUCHMAN W., 1990 – The dietary requirement of calcium and phosphorus for growing lambs. *Animinal Production* 50, 300-308.

Andrzej Łozicki, Maria Dymnicka, Barbara Niwińska,  
Jan Miciński, Janusz Klupczyński

## Effect of dietary cation-anion balance on the growth and development of young bulls during individual evaluation

### Summary

The studies were carried out on 42 young bulls (Hereford – 22 animals, Limousine – 20 animals). The bulls were fattened since the 7<sup>th</sup> till the 14<sup>th</sup> month of life. Within each breed, the animals were divided into two sub-groups fed the individual rates where the basic feed consisted of maize silage or grass silage, supplemented with the concentrate, adjusted to roughage. On the ground of mineral composition of feeds, specified in norms NRC [6], the content of mineral components in silages, concentrates and then, in whole rations was established and cation-anion balance of feeds (DCAB) was calculated for mean rates during the whole fattening period. During the studies, monthly production results of the bulls were determined and analysed within the breed and totally from two breeds for the rates with maize silage or grass silages. The calculated DCAB for grass silage was three times higher (+460.00 mEq/1 kg DM) as compared to value, calculated for maize silage (+140.56 mEq/1 kg DM). In case of the mean rate with maize silage, DCAB was equal to +120.93 mEq/1 kg DM whereas for the rate with grass silage amounted to +270,00 mEq/1 kg DM. Analysis of indices of animal growth and development did not reveal any differences between the both analysed feeding groups. Higher intake of DM and consumption of protein per 1 kg of gain was found in case of grass silage feeding as basic feed. In case of Limousine bulls, and totally for both breeds, differences in dry matter intake and PDIN was significant.