

BILANS SKŁADNIKÓW NAWOZOWYCH W DIECIE KROWY MLECZNEJ

Andrzej SAPEK, Tomasz WALCZUK

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody

Słowa kluczowe: bilans składników w diecie, gospodarstwa mleczne

Streszczenie

Obliczono bilans składników nawozowych w diecie krowy w celu opracowania zmian w strategii nawożenia w gospodarstwach ukierunkowanych na wyłączną produkcję mleka. Badania oparto na rzeczywistej technologii żywienia krów mlecznych w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ w Falentach, w którym przeciętna wydajność mleka od krowy wynosiła $8\,700\text{ dm}^3\cdot\text{rok}^{-1}$. Bilans obejmował dietę krowy o wydajności $7\,000$, $8\,000$ i $10\,000\text{ dm}^3\cdot\text{rok}^{-1}$. W rocznych odchodach od jednej krowy pozostawało z diety $115\text{--}180\text{ kg N}$, $22\text{--}34\text{ kg P}$, $103\text{--}131\text{ kg K}$, $21\text{--}29\text{ kg Mg}$, $44\text{--}63\text{ kg Ca}$ i $12\text{--}16\text{ kg S}$. Te ilości fosforu i azotu pozostające w gospodarstwie mogą stanowić zagrożenie dla środowiska, a ilości potasu mogą powodować zwiększanie się jego zawartości w paszy z gospodarstwa, co może być niekorzystne dla zdrowotności krów. W intensywnych gospodarstwach ukierunkowanych na wyłączną produkcję mleka obserwuje się systematyczny nadmiar składników nawozowych. Gospodarstwa te wymagają innej strategii nawożenia i odpowiedniego doradztwa nawozowego.

WSTĘP

Zainteresowanie ograniczeniem rozpraszania azotu i fosforu z rolnictwa do środowiska skupiało się dotychczas w większości na zagadnieniach agrotechnicznych, a na problemy zootechniczne spoglądano głównie jako źródło nawozów naturalnych, rozpatrując ich zalety dla rolnictwa i ewentualne ujemne skutki dla środowiska. Te ostatnie wynikają z nadmiernej ilości tych nawozów w gospodarstwie, co próbuje się ograniczać metodami administracyjnymi przez ograniczanie obsady zwierząt. Współczesne wysoce wydajne technologie stosowane w produkcji zwie-

rzęcej naruszyły równowagę obiegu składników nawozowych w gospodarstwie. To naruszenie równowagi jest wyraźnie widoczne w coraz liczniejszych w Polsce gospodarstwach ukierunkowanych na wyłączną produkcję mleka.

W żywieniu krów mlecznych, szczególnie wysoce wydajnych, stosuje się pasze bogate w białko i składniki mineralne, zwłaszcza w fosfor i azot. Pasze gospodarcze są często weń zbyt ubogie, przeto dietę uzupełnia się komponentami o dużej zawartości białka i odpowiednimi dodatkami mineralnymi w ilościach liczących się w obiegu składników nawozowych w gospodarstwie. Powoduje to, że żywienie krów mlecznych stanowi ważną składową w bilansie składników nawozowych w gospodarstwie, a ilości składników nawozowych wnoszone z kupowanymi paszami i dodatkami mineralnymi mogą równoważyć lub nawet przewyższać potrzeby nawozowe w gospodarstwie. Powstaje w ten sposób nadmiar składników, w szczególności fosforu i azotu, który z jednej strony tworzy zbędne koszty, a z drugiej stanowi zagrożenie środowiska

Celem pracy było wykazanie przydatności bilansu składników nawozowych w diecie krowy do opracowania zmian w strategii nawożenia w gospodarstwach ukierunkowanych na produkcję mleka. Badania oparto na rzeczywistej technologii żywienia krów mlecznych stosowanej w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ w Falentach.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Bilans azotu, fosforu, potasu, magnezu, wapnia i siarki w diecie krowy mlecznej obliczono dla gospodarstwa Zakładu Doświadczalnego IMUZ w Falentach, w którym przeciętna wydajność mleka od krowy wynosi 8 700 dm³ rocznie. Aktualne, indywidualne dawki pasz dla krów o odpowiedniej wydajności mleka stosowano według wskazań firmy doradczej, która wykonała też analizę chemiczną poszczególnych komponentów diety (tab. 1). Rozpatrywano trzy dawki żywieniowe w pięciomiesięcznym okresie żywienia letniego i siedmiomiesięcznym żywieniu zimowego, ustalone dla krów o wydajności mleka 7 000, 8 000 i 10 000 dm³ rocznie (tab. 2). W bilansie uwzględniono sumę zawartości składników w dziennej dawce w poszczególnych paszach, ich sprzedaż z wyprodukowanym mlekiem oraz ich ilość wydaloną przez zwierzę, przyjmując, iż trafiła ona do mierzwy lub gleby pastwiska i pozostała w gospodarstwie. Obliczono także wykorzystanie przez krowę składników nawozowych, odnosząc ich zawartość w sprzedanym mleku do ich ilości w całej skarmionej paszy. Zawartość składników w organizmie przyjęto jako wartość stałą.

Stado krów dojnych w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ w Falentach składało się przeciętnie ze 103 sztuk o średniej masie 650 kg. Przeciętna wydajność krowy w stadzie z 12 miesięcy w 305-dniowej laktacji wynosiła 8765 dm³ mleka o zawartości tłuszczu 3,94% i białka 3,28%. Krowy są rasy Nb. z około 70% dolewem krwi

Tabela 1. Zawartość składników nawozowych w zastosowanych paszach**Table 1.** Nutrient content in applied fodder

Rodzaj paszy Kind of fodder	Zawartość Content						
	s.m. DM	N	P	K	Mg	Ca	S
	%	g·kg ⁻¹ s.m.		g·kg ⁻¹ DM			
Kiszonka z kukurydzy Maize silage	31,1	13,0	2,7	10,5	2,2	3,7	1,8
Sianokiszonka Hay silage	57,3	21,7	2,9	25,6	2,4	15,4	3,1
Zielonka z trawy Grass	18,0	25,6	3,0	23,0	1,8	5,0	1,9
Kiszonka z lucerny Alfalfa silage	34,2	35,1	3,2	22,1	1,9	9,3	3,4
Kiszone ziarno kukurydzy Maize grain silage	68,7	18,0	3,2	22,1	1,4	2,0	1,4
Słoma Straw	90,0	6,9	0,7	23,7	2,3	3,0	1,7
Śruta sojowa Soybeans	87,5	86,9	7,4	28,0	3,0	3,3	4,5
Ziarno pszenicy Wheat grains	86,4	23,9	4,1	4,8	1,2	0,7	2,1
Pasza treściwa Concentrates	89,0	35,9	8,6	12,6	5,3	14,0	3,3
Mieszanka mineralna Mineral mixture		0,0	73,0	0,0	100	108	0,0

Tabela 2. Dzienna dawka składników paszowych (kg·d⁻¹) dla krow o różnej wydajności mleka (dm³·rok⁻¹)**Table 2.** Daily dose of fodder (kg·d⁻¹) for cows with different milk efficiency (dm³·year⁻¹)

Rodzaj paszy Kind of fodder	Dawka w zależności od sezonu żywieniowego i wydajności krowy Dose related to feeding season and milk efficiency					
	zima winter			lato summer		
	7000	8000	10 000	7000	8000	10 000
Kiszonka z kukurydzy Maize silage	19,0	19,0	19,0	15,0	15,0	15,0
Sianokiszonka Hay silage	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0
Zielonka z trawy Grass	–	–	–	15,0	15,0	15,0
Kiszonka z lucerny Alfalfa silage	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Kiszone ziarno kukurydzy Maize grain silage	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Słoma Straw	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Śruta sojowa Soybeans	1,0	1,0	1,5	0,5	0,75	1,0
Ziarno pszenicy Wheat grains	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Pasza treściwa Concentrates	1,5	3,0	6,5	1,5	3,0	6,5
Mieszanka mineralna Mineral mixture	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Razem Total	39,2	40,7	44,7	48,7	50,5	54,2

HF. W stadzie były 22 pierwiastki, 21 krow w II laktacji, 22 w III laktacji i 40 powyżej III laktacji, w tym 6 od VI do IX laktacji. Krowy są żywione systemie PMR paszą objętościową – kisonka z kukurydzy, sianokiszonka, kisonka z lucerny, słoma, kiszone ziarno z kukurydzy. Latem przebywają 4 godziny na pastwisku.

Dzienna dawka żywieniowa paszy objętościowej jest normowana na produkcję 18 dm⁻³ mleka. Paszę treściwą powyżej wymienionej wydajności podaje się w formie granulatu 10 razy dziennie automatem do zadawania pasz treściwych i mieszanki mineralnej.

Podawane w literaturze stężenie składników mineralnych w mleku krowy różni się w zależności od rasy zwierząt, okresu laktacji i sposobów żywienia; różnice te są jednak niewielkie. Autorzy nie dysponowali analizami mleka krów z badanej obory, wykorzystali więc przeciętne stężenia, zestawione przez ROBINSONA, BEAUCAIRE i MEYERA [2008] na podstawie analizy licznych próbek mleka, wykonanej w Uniwersytecie Stanowym w Davis w Kalifornii (tab. 3).

Tabela 3. Stężenie składników nawozowych w mleku przyjęte w obliczeniach bilansowych [ROBINSON, BEAUCAIRE, MEYER, 2008]

Table 3. Nutrient concentrations in milk adopted in budgeted calculation [ROBINSON, BEAUCAIRE, MEYER, 2008]

Lokalizacja Location	Stężenie, g·dm ⁻³ Concentration, g·dm ⁻³					
	N	P	K	Mg	Ca	S
Falenty	5,4	1,05	1,5	0,35	1,4	0,45
Oregon	5,2	1,04	1,5	–	–	–

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wykorzystanie z diety pierwiastków wchodzących w budowę substancji organicznych mleka, jak: azot, fosfor lub siarka, było duże – ok. 25% i nie zmniejszało się w miarę wzrostu wydajności mleka. Wykorzystanie wapnia było odpowiednio mniejsze – ok. 18%, a potasu i magnezu małe – ok. 10% (tab. 4–6). Można przyjąć, że niewykorzystane przez krowę składniki mineralne z paszy, jak: fosfor, potas, magnez i wapń, w całości pozostaną w gospodarstwie w nawozach naturalnych. W przypadku jednak związków azotu i siarki część z nich może ulatniać się do atmosfery w trakcie procesów fizjologicznych w organizmie zwierzęcia, a na pewno z odchodów przed ich odłożeniem jako nawozów naturalnych. Stwierdzone ilości składników nawozowych wydalanych przez wysokomleczną krowę o wydajności 10 000 dm³·rok⁻¹ były dwa razy większe niż dotychczas ogólnie przyjmowane – 70 kg N, 15 kg P, 69 kg K i 8 kg Mg rocznie [FAUSTZAHLEN, 1993].

Różnica bilansowa odpowiada ilości składnika pozostającej w gospodarstwie, a pochodzącej z odchodów jednej krowy. Ilości te od krowy o wydajności 8 000 dm³·rok⁻¹ (130 kg N, 25 kg P i 108 kg K) znacznie przekraczają zapotrzebowanie na nawozy niezbędne do wyprodukowania paszy gospodarskiej przeznaczonej dla tej krowy. W gospodarstwie powstaje więc nadmiar składników, zwłaszcza fosforu i potasu, który nagromadza się w glebie lub też ulega rozproszaniu do środowiska.

Tabela 4. Roczny bilans składników nawozowych w diecie krowy o wydajności mleka 7000 dm³·rok⁻¹**Table 4.** Annual nutrient budget in the diet of dairy cow with a milk efficiency of 7000 dm³·year⁻¹

Wyszczególnienie Specification	Składowa bilansu Budget component	N	P	K	Mg	Ca	S
		kg·rok ⁻¹		kg·year ⁻¹			
Przychód Input	pasze z gospodarstwa farm fodder pasze zakupione purchased fodder	113,0	16,3	100,0	11,3	36,3	12,8
Rozchód Output	sprzedane mleko sold milk	37,8	7,4	10,5	2,5	9,8	3,8
Różnica bilansowa Budget difference	pozostało w gospodarstwie left in farm	115,0	21,6	103,0	21,3	44,0	11,8
Wykorzystanie składnika, Component utilization, %	%	24,8	25,5	9,3	10,5	18,2	24,4

Tabela 5. Roczny bilans składników nawozowych w diecie krowy o wydajności mleka 8000 dm³·rok⁻¹**Table 5.** Annual nutrient budget in the diet of dairy cow with a milk efficiency of 8000 dm³·year⁻¹

Wyszczególnienie Specification	Składowa bilansu Budget component	N	P	K	Mg	Ca	S
		kg·rok ⁻¹		kg·year ⁻¹			
Przychód Input	pasze z gospodarstwa farm fodder pasze zakupione purchased fodder	113,0	16,3	100,0	11,3	36,3	12,8
Rozchód Output	sprzedane mleko sold milk	60,0	17,2	20,3	15,1	24,4	4,5
Różnica bilansowa Budget difference	pozostało w gospodarstwie left in farm	43,2	8,4	12,0	2,8	11,2	4,3
Wykorzystanie składnika, Component utilization, %	%	130,0	25,1	108,0	23,6	50,0	13,0
		25,0	25,1	10,0	10,6	18,5	25,0

Tabela 6. Roczny bilans składników nawozowych w diecie krowy o wydajności mleka 10 000 dm³·rok⁻¹**Table 6.** Annual nutrient budget in the diet of dairy cow with a milk efficiency of 10 000 dm³·year⁻¹

Wyszczególnienie Specification	Składowa bilansu Budget component	N	P	K	Mg	Ca	S
		kg·rok ⁻¹		kg·year ⁻¹			
Przychód Input	pasze z gospodarstwa farm fodder pasze zakupione purchased fodder	122,0	16,9	107,0	11,4	36,3	13,0
Rozchód Output	sprzedane mleko sold milk	112,0	27,8	38,2	21,5	40,8	8,8
Różnica bilansowa Budget difference	pozostało w gospodarstwie left in farm	54,0	10,5	15,0	3,5	14,0	5,4
Wykorzystanie składnika, Component utilization, %	%	180,0	34,2	131,0	29,4	63,0	16,4
		23,1	23,5	10,3	10,6	18,2	24,8

W żywnieniu stosowanym w oborze w Falentach dawki pasz objętościowych (gospodarskich) są niezależne od wydajności mleka, tylko dawki pasz handlowych – treściwych, ziarna soi oraz mieszanek mineralnych – są zwiększane proporcjonalnie do tej wydajności. Takie postępowanie powoduje, że udział składników pochodzenia handlowego dominuje w diecie i w przypadku fosforu i magnezu przekracza 50% (tab. 7), co decyduje o wielkości i pochodzeniu ich różnicy bilansowej.

Tabela 7. Udział składnika nawozowego z zakupionej paszy w całej diecie krów wysokomlecznych, %

Table 7. Percentage share of nutrient from purchased fodder in the complete diet of highly efficient cows

Wydajność mleka, dm ³ ·rok ⁻¹ Milk efficiency, dm ³ ·year ⁻¹	Składnik nawozowy Nutrient					
	N	P	K	Mg	Ca	S
7 000	26	44	12	53	33	18
8 000	35	51	17	57	46	26
10 000	50	63	28	66	53	41

Obliczony bilans azotu, fosforu i potasu w diecie krowy o wydajności mleka 10 000 dm³·rok⁻¹ porównano z podobnym bilansem wykonanym przez służbę doradczą Uniwersytetu Stanu Oregon w diecie krowy o wydajności mleka 11 589 dm³·rok⁻¹ [HART i in., 1997]. W obydwóch obliczeniach przyjmowano podobne stężenie składników w mleku (tab. 3). W diecie krowy w Falentach o wydajności 10 000 dm³·rok⁻¹ stosowano tyle samo azotu oraz o 12 kg fosforu i 47 kg potasu więcej niż w diecie krowy z Oregon, mimo większej mleczności tej ostatniej (tab. 8). Wykorzystanie azotu z paszy przez krowę z Oregon było o 1,1, fosforu o 1,5, a potasu o 2,2 razy lepsze.

Tabela 8. Roczny bilans składników nawozowych (kg·rok⁻¹) w diecie krowy o podobnej wydajności z różnych gospodarstw

Table 8. Annual nutrient budget (kg·year⁻¹) in the diet of dairy cows from various farms

Składowa bilansu Budget component	Falenty			Oregon ¹⁾			Wisconsin ²⁾		
	wydajność krowy, dm ³ ·rok ⁻¹			efficiency of cow, dm ³ ·year ⁻¹					
	10 000			11 589			9 000		
	N	P	K	N	P	K	N	P	
Pasza Fodder	234,0	45,0	146,0	232,0	33,0	99,0	186,0	26,0	
Sprzedane mleko Sold milk	54,0	10,5	12,0	60,0	12,0	18,0	45,0	8,0	
Pozostało w gospodarstwie Left in farm	180,0	34,2	134,0	176,0	21,0	75,0	141,0	18,0	
Wykorzystanie składnika, % Nutrient utilization, %	23,1	23,5	8,2	25,9	35,0	18,3	24,2	30,8	

¹⁾HART i in. [1997]. ²⁾WATTIAUX [2005].

DYSKUSJA WYNIKÓW

Bilans składników nawozowych w diecie krowy wykazuje zakres wykorzystania składników z paszy do produkcji mleka oraz ich ilość wydaloną z odchodami przez krowę. Uzyskane dane mogą służyć do optymalizacji żywienia w zakresie rodzaju komponentów i ich proporcji w paszy. Służą one, lub powinny służyć, do opracowywania planów nawozowych w gospodarstwach ukierunkowanych na intensywną produkcję mleka. Obliczone bilanse składników nawozowych w diecie krowy z gospodarstwa w Falentach potwierdziły znany fakt, że do produkcji mleka wykorzystywana jest tylko część tych składników zawartych w skarmionej paszy. Wykazały także, iż zwiększaniu wydajności mleka nie towarzyszy gorsze wykorzystanie tych składników przez krowę. Wykorzystanie azotu z paszy było porównywalne z danymi służby doradczej z Uniwersytetu Stanu Oregon, natomiast fosforu i potasu było o połowę mniejsze (tab. 8). Fakt ten wymaga zastanowienia, zwłaszcza pod kątem powstawania w gospodarstwie nadmiaru fosforu i potasu, co może powodować zakłócenia w racjonalnym gospodarowaniu nawozami. W pracy rozpatrywano obieg składników w odniesieniu do stada o dużej mleczności krow, co wymagało ich żywienia paszą bogatą w białko i składniki mineralne, trudną do pozyskania w gospodarstwie. Dlatego wzbogacano ją paszą treściwą, ziarnem soi oraz dodatkami mineralnymi, co powodowało wnoszenie do gospodarstwa znaczących ilości składników i naruszało równowagę nawozową w gospodarstwie.

Autorzy nie podejmują dyskusji na temat przyjmowanych w Polsce koncepcji żywienia mineralnego krowy. Chcą jednak zwrócić uwagę na potrzebę takiej dyskusji, głównie ze względu na powstające zagrożenie jakości wody, wynikające z nadmiaru składników nawozowych w gospodarstwie. Dyskusję taką oraz opracowywania odpowiednich zaleceń dla rolników podjęły się, między innymi, służby doradcze niektórych uniwersytetów w Stanach Zjednoczonych [BOSCH, WOLFE, KNOWLTON, 2006; DOU i in., 2003; ERB, bez roku wydania; MYERS, KNOWLTON, JONES, 2000; POWELL i in., 1998; POWELL, SATTER, 1994; STOKES, JORDAN, 2008; WU, ISHLER, 2004] oraz rządowej służby doradczej w Australii [FLEMING, 2005; LAWRIE i in., 2004] i Kanadzie [CALBERRY, 2004]. Wymienieni autorzy omawiali korzyści finansowe i środowiskowe, wynikające z ograniczenia udziału fosforu i potasu w paszy.

Stwierdzone ilości poszczególnych składników, niewykorzystane przez zwierzę, są wydalane z odchodami i ostatecznie trafiają do nawozów naturalnych, dysponowanie którymi wymaga spełnienia wymagań gospodarczych i środowiskowych. Każdy ze składników ujętych w bilansie zachowuje się inaczej w gospodarstwie i spełnia w nim inną rolę. Azot i siarka tworzą gazowe związki i część ich zawartości z odchodów może ulatniać się do atmosfery, począwszy od procesów fizjologicznych w organizmie zwierzęcia aż do procesów zachodzących w trakcie postępowania z nawozami mineralnymi. Wszystkie składniki mogą być gubione podczas manipulacji z odchodami i nawozami, a także w trakcie składowania na-

wozów [SAPEK, SAPEK, 2007]. Przeto ilości składników w stosowanych nawozach naturalnych są odpowiednio mniejsze niż różnica bilansowa w diecie krowy.

Azot. Ilość 150–230 kg azotu zawartego w rocznej diecie krów z obory w Falentach, skutkująca 115–180 kg N wydalanego przez krowę może stanowić problem w jego racjonalnym zagospodarowaniu, mimo że trzeba uwzględniać jego straty w gazowych postaciach. W porównywanych bilansach z gospodarstw w Stanach Zjednoczonych ilość azotu w dawkach paszy i odchodach oraz wykorzystanie azotu były porównywalne z danymi z Falent (tab. 8).

Fosfor. Krowy żywiono paszą bogatą w ten składnik, co powodowało przechodzenie do nawozów naturalnych 22–34 kg P od krowy rocznie, ilości prawie dwukrotnie większej niż wynikająca z danych bilansowych ze Stanów Zjednoczonych. W gospodarstwie w Falentach ponad 50% fosforu pochodziło z komponentów paszowych zakupionych spoza gospodarstwa, zatem żywienie jednej krowy wzbogaca glebę gospodarstwa o 12–18 kg P·ha⁻¹ rocznie, co stwarza dużą nadwyżkę bilansową fosforu w gospodarstwie, opisaną przez BARSZCZEWSKIEGO [2008]. Nadwyżki bilansowe fosforu w gospodarstwach mlecznych Australii mieściły się w granicach od 29 do 127 kg P·ha⁻¹, co wynika z potrzeby inwestycyjnego nawożenia gleb Australii, niedoborowych w ten składnik [LAWRIE i in., 2004]. W gospodarstwach mlecznych w Finlandii nadwyżki bilansowe wynosiły średnio 12±7 kg P·ha⁻¹ [VIRTANEN, JUHA, 2005]. WATTIAUX i in. [2005] wykazali, że nadmiar fosforu w przeciętnych gospodarstwach mlecznych z Nowej Zelandii, Stanów Zjednoczonych i Holandii zawiera się w zakresie od 1,0 do 12,4 t P·rok⁻¹, a wykorzystanie z paszy do produkcji mleka – od 20 do 44%. Największy nadmiar tego składnika wynikający ze stosowania nawozów stwierdzono w Nowej Zelandii – 96 kg P·ha⁻¹·rok⁻¹, a wynikający z zakupu paszy w Stanach Zjednoczonych w przeliczeniu na krowę – 25 kg P·rok⁻¹. Wynoszenie fosforu z mlekiem w przeliczeniu na krowę było najmniejsze w Nowej Zelandii – 5 kg P·rok⁻¹, większe w Holandii – 9 kg P·rok⁻¹, a największe w Stanach Zjednoczonych – 13 kg P·rok⁻¹. Te dane obrazują różnice w wydajności mleka, gdyż zawartość fosforu w mleku jest stała ~1 g·dm⁻³. W świetle powyższego stwierdzony nadmiar fosforu w diecie krowy o mleczności 10 000 dm³, wynoszący 34,2 kg P·rok⁻¹, jest zbyt duży w porównaniu z danymi bilansowymi ze Stanów Zjednoczonych.

Potas. Zawartość potasu w większości komponentów pochodzących z gospodarstwa była większa od 20 g K·kg⁻¹, co wobec małego stężenia tego składnika w mleku powodowało jego duży nadmiar, pozostający w nawozach naturalnych, których stosowanie pod uprawy paszowe sprzyjało dalszemu powstawaniu nadwyżki bilansowej tego składnika. Wprawdzie HART i in. [1997] uważają, że potas jest niezbędnym składnikiem pokarmowym dla krów mlecznych, lecz jego większa zawartość w paszy niż 15 g·kg⁻¹ K może sprzyjać metabolicznym chorobom krów, takim jak: tężyczka pastwiskowa, zapalenie wymienia i gorączka mleczna. W konsekwencji zalecają ograniczyć stosowanie nawozów potasowych pod rośliny przeznaczone na paszę dla krów. Nadmiar potasu w diecie krów z gospodarstwa w Fa-

lentach, przekraczający w przeliczeniu na krowę $100 \text{ kg P}\cdot\text{rok}^{-1}$, wskazuje na potrzebę ograniczenia nawożenia tym składnikiem, zwłaszcza pod uprawy paszowe.

Magnez. Ponad 50% tego składnika w rozpatrywanej diecie pochodziło spoza gospodarstwa. Magnez z paszy był wykorzystywany tylko w 10%, zatem gleby gospodarstwa są wzbogacane w przeliczeniu na krowę o $20\text{--}30 \text{ kg Mg}\cdot\text{rok}^{-1}$, co jest zjawiskiem pożądanym.

Wapń. Ilości tego składnika wnoszone do gospodarstwa z kupowanymi paszami w przeliczeniu na krowę wynoszą od 20 do $40 \text{ kg Ca}\cdot\text{rok}^{-1}$, co w porównaniu z magnezem ma tylko niewielki, aczkolwiek korzystny wpływ na bilans wapnia w gospodarstwie.

Gospodarstwo w Falentach jest jednym z coraz liczniejszych w Polsce, w których przeciętna wydajność mleka od krowy przekracza $7\,000 \text{ dm}^3\cdot\text{rok}^{-1}$. Stwarza to potrzebę opracowania odpowiedniej koncepcji doradztwa nawozowego w takich gospodarstwach, opartej na bilansie w nich składników nawozowych, biorącym pod uwagę masę składników wynoszonych ze sprzedanymi produktami zwierzęcymi oraz wnoszonych z kupowanymi paszami, zwłaszcza z dodatkami mineralnymi. Bilansowanie składników nawozowych w gospodarstwie metodą powierzchni pola, obowiązujące we wdrażaniu Dyrektywy Azotanowej [Rozporządzenie..., 2002], nie spełnia takich wymagań, gdyż obliczenia te opierają się na średnich krajowych w odniesieniu do zawartości składników w nawozach naturalnych, w których nie uwzględnia się różnic w wydajności produkcji zwierzęcej i wynikających zeń odmienności w żywieniu inwentarza. Potrzeba nowej koncepcji nawożenia w omawianych gospodarstwach wynika zarówno z możliwości obniżenia nakładów na produkcję oraz, co również ważne, z konieczności ochrony jakości wody, w szczególności przed jej eutrofizacją fosforem. Nadmiar fosforu w przeliczeniu na krowę w granicach od 20 do $35 \text{ kg P}\cdot\text{rok}^{-1}$, z czego około 50% pochodzi spoza gospodarstwa, będzie powodował zwiększanie zasobności gleb gospodarstwa do wysycenia ich pojemności sorpcyjnej wobec tego składnika, powyżej której nie będzie on zatrzymywany w glebie i zwiększy się prawdopodobieństwo jego wymywania do wody.

PODSUMOWANIE

Zestaw pasz stosowany w diecie krów mlecznych w gospodarstwie w Falentach jest bogaty w składniki nawozowe, a ich licząca się część – od 12 do 66% – pochodzi z komponentów zakupywanych spoza gospodarstwa. Jest to dodatkowa masa składników trafiająca z nawozami naturalnymi do gleby gospodarstwa. Według dostępnych danych, ilości fosforu i potasu stosowane w diecie krów w gospodarstwie w Falentach są prawie dwa razy większe niż w porównywanej diecie stad o podobnej wydajności mleka od krowy w Stanach Zjednoczonych, odpowiednio większa jest zatem ich zawartość w nawozach naturalnych.

W intensywnych gospodarstwach ukierunkowanych na wyłączną produkcję mleka obserwuje się systematyczny nadmiar składników nawozowych. Gospodarstwa te wymagają innej strategii nawożenia i odpowiedniego doradztwa nawozowego. Plan nawożenia w gospodarstwie powinien opierać się na bilansie składników, w którym uwzględniana byłaby ich masa wnoszona doń z paszami, dodatkami do pasz i nawozami mineralnymi po stronie przychodu oraz ich masa w sprzedawanym mleku i żywcu po stronie rozchodu. W tych gospodarstwach opieranie zaleceń nawozowych na różnicy między ilością składników wnoszonych na powierzchnię pola z nawozami mineralnymi i naturalnymi a ilością wynoszoną z masą roślinną nie gwarantuje zapobiegania nadmiernemu rozpraszaniu się składników nawozowych do środowiska, pomimo że takie postępowanie jest wymagane przy wdrażaniu Dyrektywy Azotanowej [Rozporządzenie..., 2002].

Ilości azotu w rocznych odchodach jednej wysokomlecznej krowy są bliskie $170 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Są to ilości maksymalnie dozwolone w dawce nawozów naturalnych. Niebranie po uwagę ilości fosforu zawartego w paszy spoza gospodarstwa może doprowadzić do nadmiernego wzbogacenia gleb w ten składnik, a to z kolei do eutrofizacji wody poniżej gospodarstwa. Nadmiar potasu może powodować jego zawartość w paszy większą od $15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, niekorzystną dla zdrowotności krów. Jedynie magnez z zakupywanych pasz i dodatków skutecznie uzupełnia niedobór tego pierwiastka w glebach, natomiast wapń przyczynia się, chociaż częściowo, do ograniczania zakwaszania gleb.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., 2008. Kształtowanie się obiegu składników nawozowych w produkcyjnym gospodarstwie mlecznym w warunkach dochodzenia do równoważonego systemu gospodarowania. Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. nauk. monogr. nr 23 ss. 122.
- BOSCH D.J., WOLFE M.L., KNOWLTON K.F., 2006. Reducing phosphorus runoff from dairy farms. *J. Env. Quality* 35 s. 918–927.
- CALBERRY J., 2004. Dietary phosphorus in dairy cattle – How to manage nutrients and protect the environment. Factsheet. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- DOU Z., FERGUSON J.D., FIORINI J., TOTH J.D., ALEXANDER S.M., CHALE L.E., RYAN C.M., KNOWLTON K.F., KOHN R.A., PETERSOM A.B., SIMS J.T., WU Z., 2003. Phosphorus feeding levels and critical control points on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 86 (11) s. 3787–3795.
- ERB K.A., Managing phosphorus risk. UW Extension Madison – IPM.
- Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau, 1993. Pr. zbior. Red. J. Quade. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag GmbH ss. 618.
- FLEMING N., 2005. Phosphorus budgeting for dairy farms – Lower Murray. Gov. South Australia. FACT SHEET no 30/03.
- HART J., GARWER M., GRAHAM M., MARX E.S., 1997. Dairy manure as fertilizer source. Oregon State University Extension Service. EM 8586, August 1997.
- LAWRIE R.A., HAVILAH E.J., ELDRIDGE S.M., DOUGHERTY W.J., 2004. Phosphorus budgeting and distribution on dairy farms in coastal New South Wales. SuperSoil. Publ. The Regional Institute Ltd.: www.regional.org.au/asssi/super-soil2004/s13/oral/1619_Lawrier.htm

- MYERS K., KNOWLTON K., JONES G.M., 2000. Dietary phosphorus and water quality. Tech. Bull. Extension (VCE) Publ. s. 404–120.
- POWELL J.M., SATTER L.D., CONVERSE J.C., JACKSON-SMITH D.B., 1998. A systems approach to improving phosphorus management on dairy farms. Extended abstracts of papers and posters presented at the Manure Management Conference. February 10–12, 1998, in Ames, Iowa.
- ROBINSON P.H., BEUCAIRE T., MEYER D., 2008. Mineral levels in bulk milk of California dairy cows. Davis: Cooperative Extension Univ. California.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych. Dz. U. 2003 nr 4 poz. 44.
- SAPEK A., SAPEK B., 2007. Zmiany jakości wody i gleby w zagrodzie i jej otoczeniu w zależności od sposobu składowania nawozów naturalnych. Zesz. Edukac. 11 ss. 114.
- STOKES S., JORDAN E., 2008. Impact of nutrition on manure nutrients. Texas A&M University. ASWeb-028.
- VIRTANEN H., JUHA N. 2005. Nitrogen and phosphorus balances on Finnish dairy farms. *Agricult. Food Sci.* vol. 14 no. 2 s. 166–180.
- WATTIAUX M.A., PELLERIN D., FLIS S.A., CHARBONEAU E., 2005. Economic and environmental analysis of whole-farm nitrogen and phosphorus balance and cycling in mixed livestock-crop farms. W: Integrating livestock-crop systems to meet the challenges of globalisation. Vol. 1. AHAT-BSAS Intern. Conf. Nov. 4–18, 2005, Khon Kean, Thailand: www.dairynutrient.wisc.edu/images/326/E-E-Anal-Farm.pdf
- WU Z., ISHLER V., 2004. Reducing dietary phosphorus in the dairy herd. W: Nutrient management. PennState, Coll. Agricult. Sci.: www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/phos.pdf

Andrzej SAPEK, Tomasz WALCZUK

NUTRIENTS BALANCE IN THE DIET OF DAIRY COW

Key words: dairy farm, nutrient balance in diet

S u m m a r y

Nutrient balance has been calculated in the dairy cow diet in order to introduce changes in the fertilization strategy at the dairy farm. The investigations were based on the actual feeding technology used in the farm of Experimental Station at Falenty, where the average milking efficiency is 8 700 dm⁻³·year⁻¹. The diet of cows of milking efficiency 7 000, 8 000 and 10 000 dm⁻³·year⁻¹ was considered. The amount of nutrients in animal wastes per one cow was in the range – 115–180 kg N, 22–34 kg P, 103–131 kg K, 21–29 kg Mg, 44–63 kg Ca and 12–16 kg S. These amounts of phosphorus or nitrogen may pose a risk to the environment, and the amount of potassium could increase its content in the farm fodder, that could be critical for animal health. A regular increase of nutrient surplus is observed in dairy farms. These farms need different fertilization strategy and appropriate fertilization advisory.

Recenzenci:

prof. dr hab. Jan Mikołajczak

prof. dr hab. Stanisław Twardy

Praca wpłynęła do Redakcji 26.05.2008 r.