

**BILANSE SKŁADNIKÓW NAWOZOWYCH
W GOSPODARSTWIE UKIERUNKOWANYM
NA PRODUKCJĘ MLEKA
NA BAZIE PASZ Z UŻYTKÓW ZIELONYCH
POŁOŻONYCH NA GLEBACH ORGANICZNYCH**

Stefan PIETRZAK¹⁾, Sławomir CHRZANOWSKI²⁾, Maciej ZIELAZNY²⁾

¹⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody

²⁾ Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Doświadczalny IMUZ w Biebrzy

Słowa kluczowe: gospodarowanie przestrzenią, krajobraz wsi, zabudowa wiejska

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań bilansów azotu, fosforu i potasu w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ w Biebrzy – gospodarstwie ukierunkowanym na produkcję mleka, bazującym na paszach z użytków zielonych położonych głównie na glebach torfowo-murszowych. W badaniach wykorzystano metodę bilansowania składników nawozowych „u wrót gospodarstwa” (ang. „farm gate balance”).

Stwierdzono, że średnie nadwyżki azotu, fosforu i potasu w ZD IMUZ Biebrza latach 2002–2006 wynosiły kolejno 40,7 kg N·ha⁻¹ lub 18,9 kg N·1000⁻¹ l mleka, 8,1 kg P·ha⁻¹ i 47,5 kg K·ha⁻¹, a wykorzystanie tych składników kształtowało się odpowiednio na poziomie: 28,4, 29,8 i 9,1%. Jednostkowe nadwyżki azotu, fosforu i potasu w Zakładzie były znacznie mniejsze od nadwyżek tych składników w indywidualnych gospodarstwach o podobnym profilu produkcji z podregionów łomżyńskiego i ostrołęckiego, posiadających w większości gleby mineralne.

Uznano, że ilość stosowanych nawozów fosforowych w Zakładzie można zmniejszyć, natomiast celowe jest zwiększenie ilości potasu.

Wskazano na potrzebę opracowania wskaźników ilości azotu mineralnego uwalnianego w procesie mineralizacji gleb organicznych, z uwzględnieniem różnych czynników wpływających na ten proces.

Adres do korespondencji: doc. dr hab. S. Pietrzak, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody, al. Hrabstwa 3, 05-090 Raszyn; tel. +48 (22) 720-05-31, e-mail: S.Pietrzak@imuz.edu.pl

WSTĘP

Gospodarstwa prowadzące chów bydła generują duże nadwyżki składników nawozowych, co jest związane z długą i złożoną drogą ich przepływu oraz przemian w procesie produkcyjnym. Z tego powodu gospodarstwa te są przedmiotem licznych prac badawczych w kraju i zagranicą, mających na celu określenie ich wpływu na środowisko i zoptymalizowanie metod produkcji. Ocena nadwyżek składników nawozowych powstających w gospodarstwach produkujących mleko i żywiec wołowy powszechnie prowadzi się metodą bilansu „u wrót gospodarstwa” (ang. „farm gate balance”). Dotychczasowe prace z tego zakresu, aczkolwiek obejmujące różne uwarunkowania produkcyjne, dotyczyły głównie gospodarstw posiadających użytki rolne położone na glebach mineralnych. Brak natomiast prac dotyczących bilansowania składników nawozowych w gospodarstwach prowadzących chów bydła, w których baza paszowa jest zlokalizowana na glebach organicznych. W takich gospodarstwach na dopływ składników nawozowych, szczególnie azotu, silnie oddziałuje proces mineralizacji materii organicznej gleb. Ocena efektów tego wpływu jest ciągle aktualnym i mającym bardzo ważne znaczenie praktyczne zadaniem naukowym do rozwiązania.

Podstawowym celem podjętych badań była ocena nadwyżek i wykorzystania azotu, fosforu i potasu w Zakładzie Doświadczalnym IMUZ w Biebrzy – gospodarstwie ukierunkowanym na produkcję mleka na bazie pasz z użytków zielonych położonych na glebach organicznych, głównie torfowo-murszowych.

Przedmiotem badań były bilanse składników nawozowych w skali całego gospodarstwa w okresie 1999–2006. Badania bilansów składników nawozowych podbudowano analizą uwarunkowań produkcyjnych gospodarstwa, której podstawą były głównie takie elementy, jak: struktura użytkowania gruntów, zasobność gleb w makroelementy, liczba i obsada zwierząt, wyniki produkcji zwierzęcej.

METODY BADAŃ

Nadwyżki i efektywność wykorzystania azotu, fosforu i potasu oszacowano metodą bilansowania składników nawozowych w skali gospodarstwa [PIETRZAK, 1997]. Do sporządzenia bilansów azotu, fosforu i potasu wykorzystano rejestry księgowe ZD IMUZ Biebrza z lat 1999–2006, zawierające dane nt. zakupu i sprzedaży produktów rolnych zawierających te składniki.

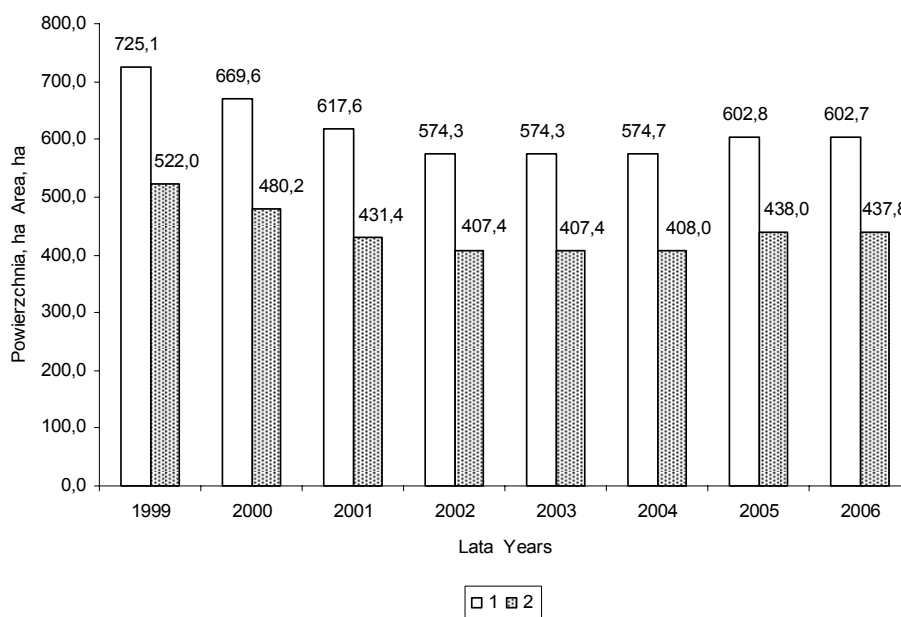
Strukturę użytkowania gruntów, liczbę i obsadę zwierząt, wyniki produkcji zwierzęcej określono na podstawie danych księgowych.

Badania chemiczno-rolnicze gleb wykonano w Stacji Rolniczo-Chemicznej w Oddziale w Białymstoku. Próbkę gleby do analizy pobrano i przygotowano zgodnie z PN-R-04031:1997. W próbkach gleby oznaczano zawartość fosforu przyswajalnego oraz zawartość potasu przyswajalnego wg: PN-R-04023:1996; PN-R-04022:1996/Az1:2002; PN-R-04024:1997.

Wyceny zasobności gleb dokonano zgodnie z kryteriami IUNG [OBOJSKI, STRĄCZYŃSKI, 1995].

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

W 2006 r. powierzchnia ogólna ZD IMUZ Biebrza wynosiła 768,2 ha, z czego 602,7 ha zajmowały użytki rolne, 130,9 ha lasy i zadrzewienia oraz 34,7 ha pozostałe grunty. W składzie użytków rolnych znajdowało się 164,8 ha gruntów ornych i 437,8 ha użytków zielonych. Powierzchnia użytków rolnych zmniejszyła się prawie o 17% w stosunku do 1999 r., podobnie zmniejszyła się również powierzchnia użytków zielonych (nieco ponad 16%) – rysunek 1. W latach 2001–2006 Zakład wydierzał okolicznym rolnikom odpowiednio: 59,75; 132,5; 96,6; 68,7; 41,0 i 41,0 ha użytków zielonych.



Rys. 1. Dynamika zmian powierzchni użytków rolnych i użytków zielonych w ZD IMUZ Biebrza w latach 1999–2006; 1 – użytki rolne, 2 – użytki zielone

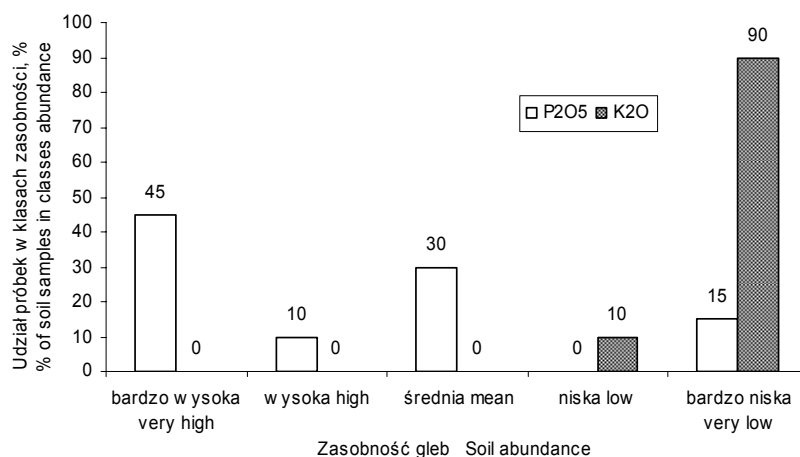
Fig. 1. Dynamics of changes in the surface area of agricultural lands and grasslands in the Experimental Farm IMUZ Biebrza in 1999–2006; 1 – agricultural lands, 2 – grasslands

Grunty orne są położone w większości na glebach brunatnych, wytworzonych na głębokich piaskach luźnych i zaliczane głównie do V i VI klasy bonitacyjnej (145,2 ha). Do klasy IV zaliczane jest tylko niecałe 12% gruntów ornych, wytworzonych na utworach ilastych. Użytki zielone są położone wyłącznie na glebach organicznych, głównie torfowo-murszowych. Zaliczane są do III (77,65 ha), IV (322,62 ha) oraz V i VI (37,53 ha) klasy bonitacyjnej. Na powierzchni 370 ha istnieje sprawny system melioracyjny, który daje możliwość regulowania warunków wodnych w okresie wegetacyjnym.

Grunty orne w całości są nawożone nawozami naturalnymi w postaci obornika i gnojowicy. Obornik stosuje się na nich co 2–3 lata, gnojowicę czasami co roku, przeważnie jednak co dwa lata. Niewykorzystaną do nawożenia gruntów ornych gnojowicą nawozi się

użytki zielone, głównie łąki. Obornik stosuje się wyłącznie pod kukurydzę w dawce 20–25 t·ha⁻¹ w dwóch okresach – jesienią (okres gromadzenia na przyźmie od maja do końca września) i wiosną (okres gromadzenia na przyźmie od października do końca kwietnia). Gnojowicę rozlewa się od kwietnia do końca października. Jej dawki zależą głównie od uprawy: pszenżyto – ok. 16 m³·ha⁻¹, jęczmień i żyto – ok. 24 m³·ha⁻¹, kukurydza – ok. 9 m³·ha⁻¹, a użytki zielone przeciętnie ok. 12 m³·ha⁻¹.

Gleby użytków rolnych ZD IMUZ Biebrza należą do zasobnych w fosfor. Wykonane w 2006 r. analizy chemiczne próbek gleb organicznych z użytków zielonych (w liczbie 20) wykazały, że 55% z nich znajdowało się w klasach zasobności fosforu „bardzo wysoka” i „wysoka” i aż 80% próbek (z populacji 10 sztuk) gleb mineralnych gruntów ornych znajdowało się w klasie zasobności „bardzo wysoka” – rysunki 2, 3.

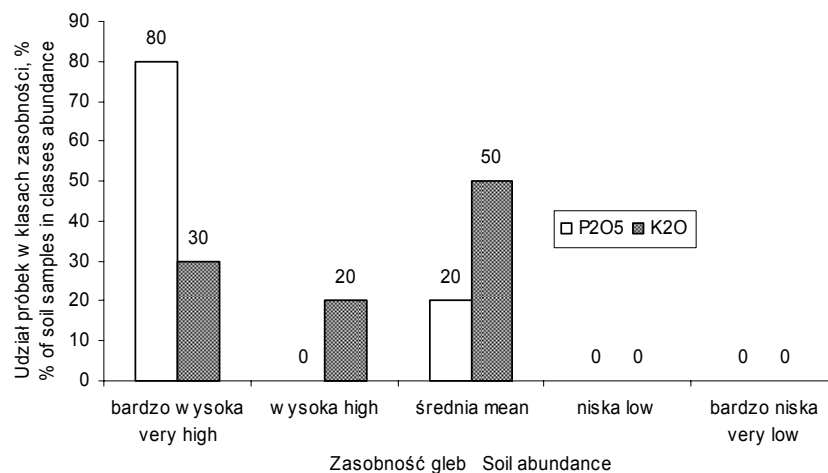


Rys. 2. Udział próbek gleb organicznych z użytków zielonych w poszczególnych klasach zasobności w fosfor i w potas

Fig. 2. Percent of organic soil samples from grasslands in particular classes of phosphorus and potassium abundance

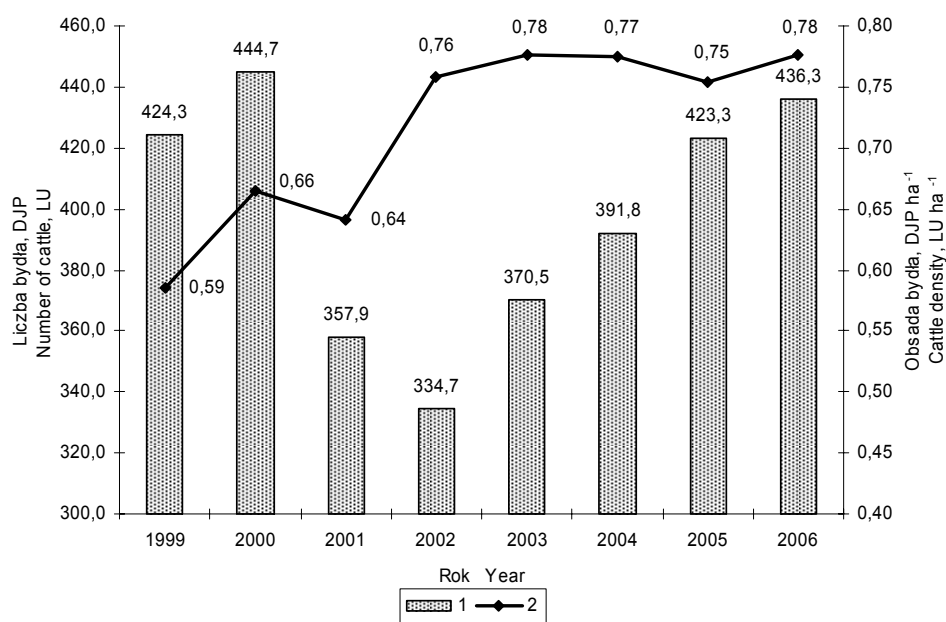
Pod względem zasobności w potas gleby organiczne okazały się ubogie – gleby wszystkich próbek zostały zakwalifikowane do kategorii zasobności „niska” i „bardzo niska”, natomiast gleby mineralne były zasobne – żadna z próbek nie należała do tych kategorii – rysunki 2, 3. Niską zasobność w potas gleb użytków zielonych można tłumaczyć ich rodzajem. Użytki zielone w ZD IMUZ Biebrza są położone na glebach torfowo-murszowych drugiego stadium zmurzenia wytworzonych na torfach silnie rozłożonych w warstwie T₁ i średnio rozłożonych (MtlIcb) w warstwie T₂. Takie gleby, ze względu na utwór, z którego powstały, charakteryzują się bardzo niską zasobnością w potas.

Obecnie głównym kierunkiem produkcji w ZD IMUZ Biebrza jest produkcja mleka. Po załamaniu się produkcji w 2002 r., w ciągu ostatnich czterech lat liczba i obsada bydła (rys. 4) oraz produkcja i wydajność krów (rys. 5) znacznie się zwiększyły. Wcześniej w Zakładzie prowadzono również produkcję trzody chlewnej i suszu zielonki łąkowej. Zaprzestano tych form działalności w latach 1999–2001.



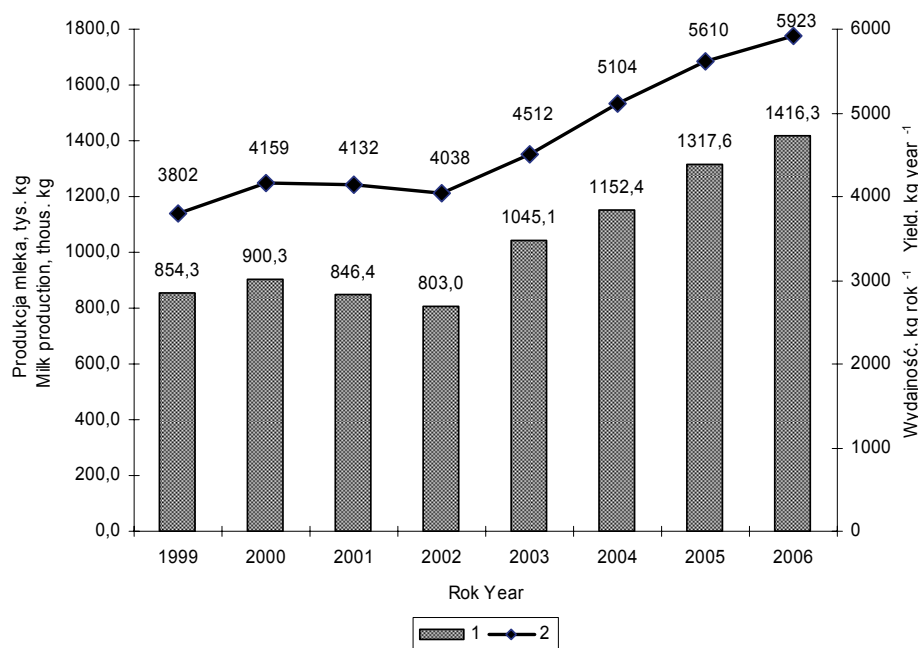
Rys. 3. Udział próbek gleb mineralnych z gruntów ornych w poszczególnych klasach zasobności w fosfor i potas

Fig. 3. Percent of mineral soil samples from arable lands in particular classes of phosphorus and potassium abundance



Rys. 4. Liczba (1) i obsada bydła (2) w ZD IMUZ Biebrza w latach 1999–2006

Fig. 4. The number (1) and density (2) of cattle in the Experimental Farm IMUZ Biebrza in 1999–2006



Rys. 5. Produkcja (1) i wydajność mleka od krowy (2) w ZD IMUZ Biebrza w latach 1999–2006

Fig. 5. Production (1) and milk yield from a cow (2) in the Experimental Farm IMUZ Biebrza in 1999–2006

WYNIKI I DYSKUSJA

W rozpatrywanym okresie 1999–2006 można wydzielić dwa charakterystyczne pod względem wyników bilansu składników nawozowych przedziały czasu – pierwszy przypada na lata 1999–2001, drugi na 2002–2006.

W pierwszym okresie (1999–2001) w ZD IMUZ w Biebrzy nastąpiło załamanie produkcji (tendencja z poprzednich lat rzutowała jeszcze na wyniki produkcyjne w 2002 r.). Przejawem tego było zmniejszenie pogłowia, obsady zwierząt, produkcji mleka i wydajności mlecznej krów. W 2001 r. ilość stosowanych mineralnych nawozów azotowych zmniejszyła się w porównaniu z 1999 i 2000 r. odpowiednio cztero- i pięciokrotnie. Analiza wyników bilansów NPK z tego okresu wskazuje na rozregulowanie gospodarki składnikami nawozowymi – tabele 1–3. Wyniki te mają specyficzny charakter i trudno je porównywać z wynikami bilansów z lat 2002–2006, kiedy gospodarka składnikami nawozowymi przybrała uporządkowany charakter. Dlatego nie uwzględniono ich w dalszych analizach.

W drugim przedziale czasu, przypadającym na lata 2002–2006, średnie nadwyżki azotu, fosforu i potasu wynosiły kolejno 40,7 kg N·ha⁻¹ lub 18,9 kg N·1000⁻¹ l mleka, 8,1 kg P·ha⁻¹ i 47,5 kg K·ha⁻¹, a wykorzystanie tych składników kształtowało się na poziomie odpowiednio 28,4, 29,8 i 9,1% – tabele 1–3.

Tabela 1. Bilans azotu w ZD IMUZ Biebrza w latach 1999–2006

Table 1. Nitrogen balance in the Experimental Farm IMUZ Biebrza in 1999–2006

Wyszczególnienie Specification	Lata Years							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Przychód, kg N·ha ⁻¹ Input, kg N·ha ⁻¹								
– nawozy mineralne mineral fertilisers	50,7	61,6	12,2	33,2	38,6	38,7	37,2	21,8
– pasze treściwe concentrated fodder	7,9	16,2	10,2	10,2	8,2	10,7	12,7	14,8
– słoma straw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1	1,1
– materiał siewny seed material	0,0	0,4	0,025	0,1	0,6	0,3	0,2	0,04
– opady atmosferyczne atmospheric precipitation	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
Razem przychód, kg N·ha ⁻¹ Total input, kg N·ha ⁻¹	69,2	88,8	33,0	54,2	58,0	60,6	61,8	48,4
Rozchód, kg N·ha ⁻¹ Output, kg N·ha ⁻¹								
– produkty roślinne plant products	3,0	45,5	14,9	5,6	4,3	0,4	0,005	0,1
– mleko milk	5,7	6,4	7,4	9,1	10,9	11,6	11,3	12,2
– bydło cattle	3,6	5,7	3,5	2,8	1,3	2,8	3,5	3,6
– trzoda chlewna swine	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
– obornik farmyard manure	0,03	0,04	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0
Razem rozchód, kg N·ha ⁻¹ Total output, kg N·ha ⁻¹	13,3	57,7	25,8	17,5	16,5	14,8	14,8	15,8
Nadwyżka, kg N·ha ⁻¹ Surplus, kg N·ha ⁻¹	55,9	31,1	7,2	36,7	41,5	45,7	47,0	32,5
Wykorzystanie, % Efficiency, %	19,2	65,0	78,2	32,3	28,4	24,5	23,9	32,7
Nadwyżka, kg N·(1000 l) ⁻¹ mleka	47,4	23,2	4,8	20,2	19,0	20,1	21,5	13,8
Surplus, kg N·(1000 l) ⁻¹ milk								

Tabela 2. Bilans fosforu w ZD IMUZ Biebrza w latach 1999–2006**Table 2.** Phosphorus balance in the Experimental Farm IMUZ Biebrza in 1999–2006

Wyszczególnienie Specification	Lata Years							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Przychód, kg P·ha ⁻¹ Input, kg P·ha ⁻¹								
– nawozy mineralne mineral fertilisers	11,1	2,7	8,4	9,7	5,5	9,8	9,2	5,2
– pasze treściwe concentrated fodder	2,1	3,3	3,1	2,4	1,9	3,0	2,7	3,0
– słoma straw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
– paszowe dodatki mineralne mineral fodder additives	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,4	0,7	0,3
– materiał siewny seed-material	0,3	0,1	0,005	0,0	0,1	0,1	0,04	0,01
Razem przychód, kg P·ha ⁻¹ Total input, kg P·ha ⁻¹	13,5	6,1	10,5	12,3	8,2	14,4	12,8	8,8
Rozchód, kg P·ha ⁻¹ Output, kg P·ha ⁻¹								
– produkty roślinne plant products	0,7	6,1	2,0	0,9	0,7	0,1	0,001	0,01
– mleko milk	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,1	2,3
– bydło cattle	1,1	1,7	1,0	0,8	0,4	0,8	1,0	1,1
– trzoda chlewna swine	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
– obornik farmyard manure	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,005	0,0	0,0
Razem rozchód, kg P·ha ⁻¹ Total output, kg P·ha ⁻¹	3,0	9,0	4,5	3,4	3,1	3,1	3,1	3,3
Nadwyżka, kg P·ha ⁻¹ Surplus, kg P·ha ⁻¹	10,5	-2,9	6,1	8,9	5,2	11,3	9,7	5,5
Wykorzystanie, % Efficiency, %	22,1	147,0	42,3	28,0	37,3	21,3	24,4	37,8

Tabela 3. Bilans potasu w ZD IMUZ Biebrza w latach 1999–2006**Table 3.** Potassium balance in the Experimental Farm IMUZ Biebrza in 1999–2006

Wyszczególnienie Specification	Lata Years							
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Przychód, kg K·ha ⁻¹ Input, kg K·ha ⁻¹								
– nawozy mineralne mineral fertilisers	49,9	32,7	39,4	44,7	62,8	45,2	47,2	37,9
– pasze treściwe concentrated fodder	2,4	5,8	3,1	3,3	2,7	4,0	4,0	4,8
– pasze objętościowe (+słoma) bulk fodder (+straw)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	2,0
– materiał siewny seed material	0,1	0,1	0,008	0,0	0,2	0,1	0,1	0,01
Razem przychód, kg K·ha ⁻¹ Total input, kg K·ha ⁻¹	52,4	38,7	42,5	48,1	65,7	49,8	53,3	44,7
Rozchód, kg K·ha ⁻¹ Total output, kg K·ha ⁻¹								
– produkty roślinne plant products	1,0	27,8	9,2	2,8	4,7	0,2	0,002	0,1
– mleko milk	1,6	1,8	2,1	2,5	3,0	3,2	3,1	3,4
– bydło cattle	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
– trzoda chlewna swine	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
– obornik farmyard manure	0,04	0,05	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0
Razem rozchód, kg K·ha ⁻¹ Total output, kg K·ha ⁻¹	3,0	30,0	11,5	5,5	7,9	3,7	3,4	3,7
Nadwyżka, kg K·ha ⁻¹ Surplus, kg K·ha ⁻¹	49,4	8,6	31,0	42,5	57,9	46,1	49,9	40,9
Wykorzystanie, % Efficiency, %	5,7	77,7	27,0	11,5	12,0	7,4	6,3	8,3

Generowane w Zakładzie nadwyżki azotu w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytków rolnych i jednostkę produkcji mleka były znacznie mniejsze od nadwyżek tych składników w indywidualnych gospodarstwach o podobnym profilu produkcji i podobnej wydajności mlecznej krów z woj. podlaskiego, w których w wieloletnim okresie wynosiły one odpowiednio $121 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ lub $29 \text{ kg N}\cdot 1000^{-1} \text{ l mleka}$ [PIETRZAK, 2005]. Gospodarstwa te posiadają jednak w większości gleby mineralne. Efektywność wykorzystania azotu w Zakładzie była lepsza niż w porównywanych gospodarstwach, w których wykorzystanie N wynosiło 19%.

Na względnie dobre wyniki bilansu azotu w Zakładzie wpłynęła ilość tego składnika wprowadzana do produkcji rolnej w wyniku mineralizacji materii organicznej gleb łąkowych. Jak stwierdza PAWLUCZUK [2004], „Mineralizacja organicznych połączeń azotu w glebach torfowo-murszowych jest głównym źródłem azotu dostępnego dla roślin”. W Zakładzie ok. 80% gleb użytków zielonych stanowią gleby średnio zmurszałe MtlI. Rocznie w wyniku mineralizacji w warstwie gleby 0–20 cm mogło się z nich uwalniać nawet do $490 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 4) w postaci N-NH_4 i N-NO_3 , z czego część była wprowadzona do obiegu w gospodarstwie poprzez system korzeniowy roślin. Podane powyżej nadwyżki azotu w Zakładzie i innych gospodarstwach z woj. podlaskiego sugerują, że proces mineralizacji gleb organicznych zasilał obieg azotu w Zakładzie strumieniem $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Najkorzystniejszy wynik bilansu azotu z całego okresu 2002–2006 wystąpił w ostatnim roku ze względu na mały nadmiar tego składnika (na jednostkę powierzchni i jednostkę produkcji) oraz dość dużą efektywność jego wykorzystania. Wyniki te uzyskano w warunkach wzrostu produkcji. Sugeruje to, że zastosowane w 2006 r. mineralne nawożenie azotem (o nadwyżce tego składnika decydowała głównie jego ilość wprowadzana w nawozach) w ilości mniejszej niż w latach poprzednich może być brane pod uwagę jako podstawa do ustalania dawek tego składnika na następne lata.

Ilość azotu, pozyskiwana przez rośliny w następstwie mineralizacji gleb torfowo-murszowych, stanowi znaczny profit dla Zakładu. Z drugiej strony należy jednak mieć na uwadze, że z procesem mineralizacji gleb wiążą się takie niekorzystne zjawiska, jak zmniejszenie miąższości gleb czy zanieczyszczenie wód. Dlatego też należy dokładać znacznych starań, aby racjonalnie sterować tym procesem, głównie poprzez gospodarkę wodną.

W uzupełnieniu do przeprowadzonej analizy wyników bilansu azotu, celowe jest zwrócenie uwagi na ograniczoną przydatność stosowania bilansu u wrót gospodarstwa w gospodarstwach prowadzących produkcję roślinną na glebach organicznych, ponieważ w metodzie tej nie uwzględnia się ilości tego składnika uwalnianego w glebie w wyniku mineralizacji jego organicznych związków. W efekcie uzyskuje się obciążony znacznym błędem obraz powstających nadwyżek i efektywności wykorzystania azotu. Potrzebne jest zatem opracowanie odpowiednich wskaźników wydajności mineralizacji tego składnika w glebie (wyrażonych w $\text{kg N}\cdot\text{min}\cdot\text{ha}^{-1}$) w celu zwiększenia użyteczności stosowanej w niniejszych badaniach metody.

Wyniki bilansu fosforu świadczą, że ZD IMUZ Biebrza w sposób bardziej zrównoważony gospodaruje tym składnikiem w porównaniu z typowymi w kraju gospodarstwami utrzymującymi bydło. W tego rodzaju gospodarstwach przeciętne nadwyżki kształtują się bowiem na poziomie $15,3 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ [LABĘTOWICZ i in., 2002], tj. o $7,2 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ więcej niż w Zakładzie, mimo że tutaj też istnieją jeszcze możliwości zmniejszenia nadmiaru fosforu.

Tabela 4. Mineralizacja azotu w warunkach różnego zaawansowania procesu murszenia gleby [ILNICKI, 2004 za: Fronckovjak, 1969]**Table 4.** Mineralisation of nitrogen at various advancement of soil moorshing process [ILNICKI, 2004 after Fronckovjak, 1969]

Rodzaj gleby Kind of soil	Zawartość w warstwie 0–20 cm Content in the 0–20 cm layer Mg·ha ⁻¹		Roczna mineralizacja azotu w warstwie 0–20 cm Annual mineralisation of nitrogen in the 0–20 cm layer kg·ha ⁻¹	Stosunek rocznej ilości zmineralizowanego azotu i azotu ogólnego The ratio of annually mineralised to total nitrogen %	Ilość substancji organicznej mineralizowanej w ciągu roku w warstwie 0–20 cm Amount of the annually mineralised organic matter in the 0–20 cm layer Mg·ha ⁻¹
	substancja organiczna s.m. organic matter DM	azot ogólny total nitrogen			
Słabo zmurszała MtI Poorly moorshed MtI	275	9,60	77–98	0,8–1,0	2,2–2,8
Średnio zmurszała MtII Moderately moorshed MtII	414	17,86	281–493	1,6–2,8	6,5–11,4
Silnie zmurszała MtIII Strongly moorshed MtIII	519	21,92	170–369	0,8–1,7	4,0–8,7
Silnie zmurszała MtIII, z suchym, ziarnistym murszem Strongly moorshed with dry grainy moorsh	468	26,00	99–186	0,4–0,7	1,8–3,3

Świadczą o tym wyniki analiz gleb, które wskazują na duży udział w gospodarstwie gleb bardzo wysoce zasobnych w fosfor. Na tych glebach mineralne nawożenie fosforowe powinno być wyeliminowane. Na glebach z wysoką zasobnością w fosfor, też mających znaczny udział w Zakładzie, mineralne nawożenie tym składnikiem powinno być znacznie ograniczone. Na możliwość zmniejszenia jego nadmiaru wskazuje także pośrednio przykład ZDMUZ Falenty, w którym – bazując na wynikach bilansu – zmniejszono nadmiar tego składnika z $14,8 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 1997 r. do $3,4 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2004 r., zwiększając jednocześnie jego wykorzystanie z 34 do 67% [BARSZCZEWSKI, 2005].

W odniesieniu do wyników bilansu potasu zwraca uwagę dość małe wykorzystanie tego składnika w ZD IMUZ Biebrza. Jest to jednak sytuacja powszechnie występująca w gospodarstwach prowadzących chów bydła. Wskazują na to m.in. wyniki badań bilansu potasu z 6 gospodarstw rolnych na terenie gminy Chorzele (podregion ostrołęcki), ukierunkowanych na towarową produkcję mleka [BENEDYCKA, KACZYŃSKA, RZEPIŃSKI, 2004]. W gospodarstwach tych średnia efektywność wykorzystania potasu wynosiła 9,5%, a nadmiar $68,5 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nadwyżka potasu w Zakładzie była mniejsza w stosunku do porównywanych gospodarstw o $21 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$, co jest związane głównie z niższym poziomem nawożenia. Ze względu na małą zasobność gleb Zakładu w potas należy zwiększyć stosowane dawki tego składnika, szczególnie na użytki zielone. Na łąkach dwukośnych pożądane byłoby minimum dwukrotne nawożenie w ciągu roku – wiosną oraz po zbiorze drugiego pokosu. Ogólnie wyniki bilansu potasu są dowodem potrzeby znalezienia rozwiązań poprawiających efektywność wykorzystania tego składnika w produkcji rolnej.

Przeprowadzone badania bilansów azotu, fosforu i potasu dostarczyły wielu istotnych informacji, przydatnych w poprawie zarządzania tymi składnikami w Zakładzie oraz wskazały na nowe potrzeby badawcze.

WNIOSKI

1. Nadwyżki azotu generowane w ZD IMUZ Biebrza w okresie od 2002 do 2006 r. były stosunkowo małe ($40,7 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ lub $18,9 \text{ kg N}\cdot 1000^{-1}$ l mleka), a wykorzystanie tego składnika duże (28,4%). Wyniki te uzyskano jednak, nie uwzględniając w bilansie jego ilości dostarczanej roślinom w wyniku mineralizacji gleb organicznych.

2. Nadwyżki fosforu powstające w Zakładzie są na umiarkowanym poziomie. Można je jeszcze zmniejszyć przez zmniejszenie dawek nawozów fosforowych na użytki rolne, ponieważ gleby są wysoce zasobne w ten składnik.

3. Nadwyżki i wykorzystanie potasu w Zakładzie są względnie małe. Z powodu niskiej zasobności gleb w potas celowe jest zwiększenie jego ilości w stosowanym nawożeniu. Należy jednocześnie szukać rozwiązań, umożliwiających zwiększenie efektywności wykorzystania tego składnika w produkcji rolnej.

4. Istnieje potrzeba opracowania wskaźników ilości azotu mineralnego uwalnianego w procesie mineralizacji gleb organicznych z uwzględnieniem różnych czynników wpływających na ten proces.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., 2005. Rola struktury zasiewów oraz nawożenia obornikiem w kształtowaniu niektórych parametrów bilansu azotu i fosforu w dużym gospodarstwie mlecznym. W: Gospodarowanie azotem i fosforem w rolnictwie w aspekcie poprawy jakości wód Bałtyku. Zesz. Edukac. 10. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 39–48.
- BENEDYCKA Z., KACZYŃSKA E., RZEPIŃSKI W., 2004. Stopień zrównoważenia gospodarki nawozowej w fermach mlecznych w gminie Chorzele. W: Poprawa efektywności wykorzystania składników nawozowych w gospodarstwach rolnych na Mazowszu. Mater. konf., 10.11.2004 r. Warszawa: IBMER maszyn. s. 19–26.
- ILNICKI P., 2004. Polskie rolnictwo a ochrona jakości środowiska. Poznań: AR ss. 485.
- ŁABĘTOWICZ J., MAJEWSKI E., RADECKI A., KASZCZUK M., 2002. Bilans fosforu w wybranych gospodarstwach rolnych w Polsce. Nawozy Nawożenie nr 4(13) s. 139–148.
- OBOJSKI J., STRĄCZYŃSKI S., 1995. Odczyn i zasobność gleb Polski w makro- i mikroelementy. Puławy: IUNG ss. 40.
- PAWLUCZUK J., 2004. Mineralizacja azotu w glebach torfowo-murszowych strefy morenowej Pojezierza Mazurskiego. Ann. UMCS Sect. E 59 2 s. 559–567.
- PIETRZAK S., 1997. Metoda bilansowania składników nawozowych w gospodarstwie rolnym. Mater. Instr. 116. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 22.
- PIETRZAK S., 2005. Ocena stanu gospodarowania azotem i fosforem w wybranych gospodarstwach prowadzących chów bydła mlecznego w regionie Podlasia. W: Gospodarowanie azotem i fosforem w rolnictwie w aspekcie poprawy jakości wód Bałtyku. Zesz. Edukac. 10. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 49–56.
- PN-R-04022:1996/Az1, 2002. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego potasu w glebach mineralnych. Warszawa: Pol. Kom. Norm.
- PN-R-04023:1996. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu w glebach mineralnych. Warszawa: Pol. Kom. Norm.
- PN-R-04024:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu, potasu, magnezu i manganu w glebach organicznych. Warszawa: Pol. Kom. Norm.
- PN-R-04031:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Pobieranie próbek. Warszawa: Pol. Kom. Norm.

Stefan PIETRZAK, Sławomir CHRZANOWSKI, Maciej ZIELAZNY

**NUTRIENT BALANCES IN A DAIRY FARM BASED ON FODDER
FROM GRASSLANDS SITUATED ON ORGANIC SOILS**

Key words: balance of nitrogen, dairy farm, organic soils, phosphorus and potassium

S u m m a r y

Balances of nitrogen, phosphorus and potassium are presented for a dairy farm, the Experimental Farm IMUZ in Biebrza, basing on fodder from grasslands situated mainly on peat-moorsh soils. The method of nutrient balancing “at the farm’s gate” was used in the study.

Mean surplus of nitrogen, phosphorus and potassium for the years 2002–2006 in Experimental Farm IMUZ Biebrza was 40.7 kg N·ha⁻¹ or 18.9 kg N·1000⁻¹ l milk, 8.1 kg P·ha⁻¹ and 47.5 kg K·ha⁻¹, and the efficiency of nutrient utilisation was 28.4, 29.8 and 9.1%, respectively. Specific surplus of

nitrogen, phosphorus and potassium in the Experimental Farm was considerably smaller than the surplus of these components in private farms of similar production from łomżyński and ostrołęcki regions of mostly mineral soils.

It was estimated that the level of phosphorus fertilization in the Experimental Farm could be diminished while an increase of potassium fertilization appeared reasonable. The need was underlined of elaborating the indices of mineral nitrogen release during mineralisation of organic soils with regard to various factors affecting this process.

Recenzenci:

prof. dr hab. Tadeusz Filipek

prof. dr hab. Jan Łabętowicz

Praca wpłynęła do Redakcji 30.10.2007 r.

