

GOSPODAROWANIE AZOTEM W GOSPODARSTWACH WDROŻENIOWYCH OPOLSZCZYZNY

JERZY KUPIEC¹, JANINA ZBIERSKA¹, ALEKSANDRA WOŹNIAK², HONORATA PALUSZKIEWICZ-FLAK³

¹Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, ³Katedra Agronomii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego

jkupiec@up.poznan.pl

Synopsis. Celem przeprowadzonych badań było porównanie gospodarowania azotem w indywidualnych gospodarstwach rolnych o różnej specjalizacji, zlokalizowanych na obszarze województwa opolskiego. W pracy wykorzystano dane z lat 2004–2005, z 39 gospodarstw indywidualnych zlokalizowanych w 38 gminach. Wytypowane do badań gospodarstwa charakteryzowały się różną wielkością, skalą produkcji i specjalizacją. Ocenę gospodarowania azotem wykonano na podstawie bilansu „na powierzchni pola”. Bilans azotu wykazał nadwyżkę na poziomie 38,1 kg N·ha⁻¹ UR. Z przeprowadzonych badań wynika, że produkcja zwierzęca w znacznym stopniu przyczynia się do powstawania nadwyżek azotu, ponieważ salda w gospodarstwach z inwentarzem były wysokie (66,0 kg N·ha⁻¹ UR dla gospodarstw specjalizujących się w produkcji żywca wieprzowego oraz 31,3 kg N·ha⁻¹ UR dla gospodarstw z bydłem mlecznym). Rolnicy, którzy specjalizowali się w produkcji roślinnej, wnosili na pola bardzo małe ilości azotu z nawozami naturalnymi. Często rezygnowali z nawożenia obornikiem, gnojówką czy gnojowicą, które ze względu na brak inwentarza nie były w tych gospodarstwach wytwarzane i mogły pochodzić tylko z zakupu. To prowadziło do powstawania ujemnego salda azotu w tych gospodarstwach.

Słowa kluczowe – *key words*: bilans azotu – *nitrogen balance*, bilans „na powierzchni pola” – *field surface balance*, zanieczyszczenia obszarowe – *non-point pollutions*

WSTĘP

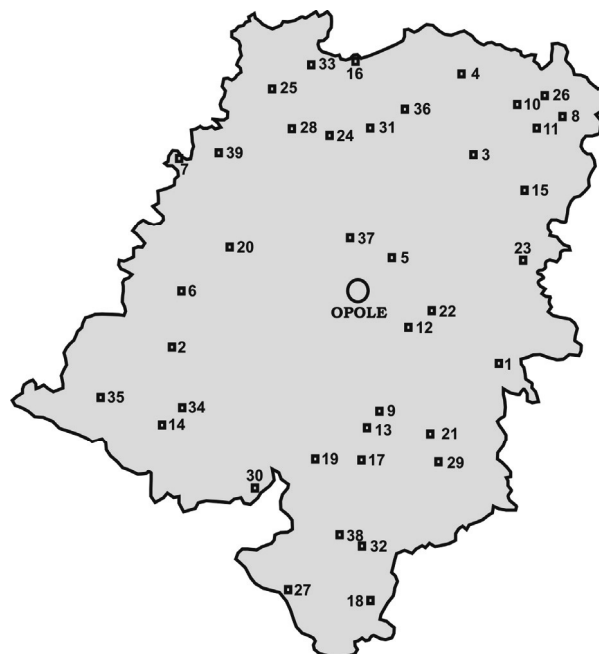
Intensywna gospodarka rolna prowadzona w krajach rozwijających się, nastawiona głównie na maksymalizację zysku, a przy tym zużywająca duże ilości środków produkcji, takich jak nawozy mineralne, pasze przemysłowe czy środki ochrony roślin, doprowadziła do niekorzystnych zmian w środowisku przyrodniczym. Wspólna Polityka Rolna Unii Europejskiej prowadzona przez ponad 40 lat sprzyjała nieracjonalnemu gospodarowaniu w rolnictwie. Brak odpowiedniej wiedzy i wrażliwości rolników na aspekty związane z ochroną środowiska, a przy tym gratyfikacja ilości a nie jakości wyprodukowanej żywności, doprowadziła do zanieczyszczenia wód składnikami biogennymi i ich degradacji. Duża ilość łatwo dostępnych składników w wodzie nasiliła zjawisko eutrofizacji w wodach powierzchniowych [Kajak 1994]. Szczególnie groźne jest zanieczyszczenie azotanami wód podziemnych, będących głównie rezerwuarem wód pitnych dla człowieka. Negatywny wpływ azotanów na kondycję ludzi jest ogólnie znany [Szponar i in. 1996]. Wykorzystywanie w rolnictwie środków produkcji, takich jak nawozy czy pasze przemysłowe, jest konieczne dla stabilności i prawidłowego funkcjonowania gospodarstw. Jednak nieracjonalne ich stosowanie, bez uwzględnienia specyfiki danego obszaru, może stanowić poważne zagrożenie dla środowiska [Kupiec 2007]. Dlatego dla ograniczenia negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko naturalne Unia Europejska w dniu 12 grudnia 1991 r. wprowadziła w życie tzw. Dyrektywę Azotanową [Dyrektywa 91/676/EWG]. Wśród wielu zapisów tej

Dyrektywy na wszystkie państwa członkowskie nałożony został m.in. obowiązek ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany ze źródeł rolniczych.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie gospodarowania azotem w indywidualnych gospodarstwach rolnych o różnej specjalizacji, zlokalizowanych na obszarze województwa opolskiego.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wytypowano 39 gospodarstw indywidualnych umiejscowionych w 38 gminach województwa opolskiego (rys. 1). W badaniach wykorzystano dane z lat 2004–2005. Gospodarstwa charakteryzowały się różną wielkością, skalą produkcji i specjalizacją (tab. 1). Dane, które



Rys. 1. Lokalizacja badanych gospodarstw na obszarze woj. opolskiego
Fig. 1. Localization of investigated farms in Opole voivodship

opisywały prowadzoną w gospodarstwach produkcję roślinną i zwierzęcą (strukturę zasiewów, plon główny i uboczny, międzyplony, materiał nasienny i rozmnożeniowy, ilość zastosowanych nawozów mineralnych i naturalnych, innych substratów organicznych, które służyły jako nawóz), uzyskano z Opolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego, Oddział w Łosiowie. Wielkość depozycji azotu z atmosfery przyjęto na podstawie sumarycznego opadu azotu – utlenionego i zredukowanego [GUS 2006]. Na podstawie danych i pomiarów, dla badanych obszarów Opolszczyzny opad azotu w 2003 wyniósł średnio $10,8 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ [WIOŚ 2005]. Biologiczne

Tabela 1. Charakterystyka badanych gospodarstw oraz zużycie nawozów naturalnych
 Table 1. Characteristic of surveyed farms and manures using

Nr gospodarstwa <i>Farm's number</i>	UR – LU (ha)	Specjalizacja – <i>Specialization</i>		DJP·ha ⁻¹ <i>LSU·ha⁻¹</i>	Nawozy naturalne <i>Manures</i> (kg N·ha ⁻¹ UR – LU)
		Produkcja roślinna <i>Plant production</i>	Produkcja zwierzęca <i>Animal production</i>		
Gospodarstwa z trzodą chlewną – <i>Pig farms</i>					
1	70,4	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,9	72,8
2	48,1	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,3	27,0
3	69,7	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,9	78,0
4	27,6	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,5	42,2
5	45,9	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,9	72,8
6	23,5	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	1,0	73,9
7	28,7	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,5	40,7
8	33,8	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,8	61,7
9	51,8	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	1,5	121,7
10	32,0	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	1,0	79,6
11	35,5	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	1,3	107,4
12	35,2	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	1,2	95,8
13	110,3	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,6	51,7
14	37,2	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,4	33,2
15	50,9	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	1,0	79,9
16	102,2	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,4	28,2
17	70,1	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,5	38,2
18	23,6	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	0,7	61,2
19	36,8	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	3,8	302,5
Średnio – <i>Mean</i>	49,1	zboża – <i>cereals</i>	trzoda – <i>pigs</i>	1,0	77,3
Gospodarstwa z bydlęciem mlecznym – <i>Dairy farms</i>					
20	70,9	zboża, przemysłowe <i>cereals, industrial</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,6	36,7
21	78,3	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	1,0	62,7
22	55,0	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	1,3	80,0
23	182,0	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,5	29,5
24	17,2	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	1,3	84,7
25	182,3	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,1	9,7
26	42,5	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	1,0	61,4
27	49,9	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,8	49,1
28	25,9	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,9	61,6
29	85,5	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,8	52,8
30	44,3	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,8	48,8
31	53,1	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,6	42,2
32	13,7	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,8	50,7
Średnio – <i>Mean</i>	69,3	zboża – <i>cereals</i>	bydło – <i>cattle</i>	0,8	51,5
Gospodarstwa z produkcją roślinną – <i>Farms with plant production</i>					
33	53,3	zboża – <i>cereals</i>	–	0,0	0,0
34	90,0	zboża – <i>cereals</i>	–	0,0	0,0
35	103,1	zboża – <i>cereals</i>	–	0,0	0,0
36	87,3	zboża, przemysłowe <i>cereals, industrial</i>	–	0,0	0,0
37	244,2	zboża – <i>cereals</i>	–	0,0	12,0
38	154,0	zboża – <i>cereals</i>	–	0,0	12,0
39	59,9	zboża – <i>cereals</i>	–	0,0	0,0
Średnio – <i>Mean</i>	113,1	zboża – <i>cereals</i>	–	0,0	3,4

wiązanie N_2 przez *Rhizobium* współżyjące z roślinami motylkowatymi obliczono na podstawie współczynników symbiotycznego wiązania azotu [Gorlach i Mazur 2002]. W bilansach uwzględniono również wiązanie azotu przez drobnoustroje wolnożyjące w glebie. Przyjęto za Fotymą i Mercikiem [1995], że rocznie drobnoustroje wprowadzają do gleby $10 \text{ kg azotu} \cdot \text{ha}^{-1}$ UR. Produkcję nawozów naturalnych oraz zawartość w nich azotu obliczono na podstawie stanów średniorocznych inwentarza wg wytycznych Rozporządzenia Rady Ministrów z dn. 18 maja 2005 r. [Dz. U. Nr 93, poz. 778, 779 i 780].

W pracy obliczono emisję lotnych związków azotu ($N-N_2O$ i $N-NH_3$) powstających w produkcji roślinnej i zwierzęcej, uwzględniając jej specyfikę i różne etapy [Kuczyński 2002]. Obliczenia emisji amoniaku z nawozów naturalnych, które z rolniczego punktu widzenia są stratami, wykonano na podstawie wytycznych dla Polski wg modelu RAINS (The Regional Air Pollution Information and Simulation) opracowanego przez International Institute for Applied Systems Analysis [Klimont i Brink 2004]. Emisję $N-N_2O$ na skutek denitryfikacji oraz $N-NH_3$ z nawozów mineralnych obliczono za pomocą współczynników opracowanych przez polskich badaczy [Fotyma i Mercik 1995, Skiba i in. 1997].

Obliczenia bilansu azotu wykonano metodą „na powierzchni pola”, stosowanym w wielu krajach europejskich w różnych modyfikacjach [Oenema 1999, Oviedo 1995]. Bilans ten częściowo zmodyfikowano i poszerzono w taki sposób, aby jak najlepiej przedstawić stronę przychodową i rozchodową. W bilansach tego typu często popełnia się podstawowe błędy uwzględniając po stronie przychodowej depozycję azotu z atmosfery jako źródła azotu, nie uwzględniając jednak emisji amoniaku z nawozów. To może prowadzić do zawyżenia salda azotu przy obliczaniu bilansu. W pracy bilans został poszerzony o procesy naturalne będące źródłem azotu w glebie, bądź też powodujące jego straty. Dla uszczegółowienia bilansu dodano elementy pomijane z różnych względów przez wielu autorów. W bilansie tym uwzględniono:

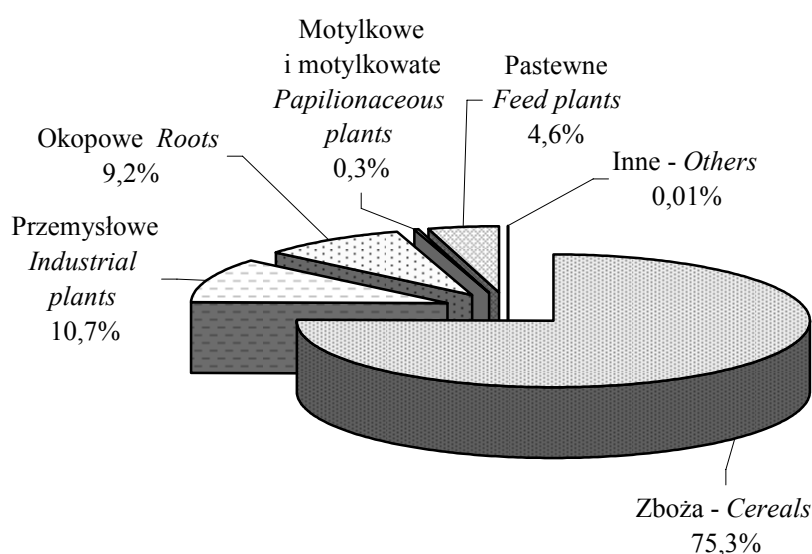
- po stronie przychodu: zużycie nawozów mineralnych, naturalnych i organicznych, wiązanie biologiczne azotu przez rośliny motylkowate w uprawach polowych i na użytkach zielonych oraz wiązanie azotu przez mikroorganizmy glebowe, depozyt składnika z atmosfery, wniesiony na pole materiał siewny i rozmnożeniowy,
- po stronie rozchodu: wynoszenie azotu z plonami (głównymi i ubocznymi), straty spowodowane emisją amoniaku z nawozów gospodarskich i mineralnych, straty w wyniku denitryfikacji.

Poszczególne pozycje bilansu obliczono w oparciu o dane uzyskane w gospodarstwach oraz wskaźniki zawartości składnika w różnych produktach. Ilość azotu w nawozach mineralnych wyliczono wg danych podanych na etykietach przez producenta. Zawartość składnika w plonach głównych i ubocznych oraz resztkach poźniwnych określono korzystając z tabel składu chemicznego [Elmadfa i Muskat 2003, Furgał-Dzierżuk i in. 2003]. Wykonane zostały również własne analizy na zawartość azotu w wybranym materiale siewnym oraz częściach nadziemnych i podziemnych niektórych roślin (pomidor, koniczyna, marchew pastewna, burak cukrowy, kostrzewa czerwona, marchew pastewna). Wykorzystanie składnika zostało obliczone wg powszechnie stosowanego w tego typu obliczeniach wzoru – $(\Sigma_{\text{rozchód}} / \Sigma_{\text{przychód}}) \times 100$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na podstawie informacji z OODR wytypowane do badań gospodarstwa były rozwojowymi o wysokiej kulturze rolnej, które upowszechniały nowe technologie i współpracowały od wielu lat z Ośrodkiem w Łosiowie. Wielkość gospodarstw podana w UR wahała się od 13,7 ha do 244,2 ha (tab. 1). Średnia wielkość gospodarstwa wyniosła 67,3 ha, przy czym największą

grupę stanowiły gospodarstwa do 50 ha UR. Analizowane gospodarstwa rolne cechował bardzo wysoki udział gruntów ornych (GO) w strukturze użytków rolnych (93,4%). Trwałe użytki zielone (TUZ) zajmowały zaledwie 6,6% powierzchni UR. Wytypowane do badań gospodarstwa indywidualne Opolszczyzny nie posiadały działów specjalnych. Były to typowe gospodarstwa rolne nastawione na produkcję żywca, mleka oraz płodów roślinnych. W badanych gospodarstwach w strukturze zasiewów dominowały zboża (rys. 2), z których rolnicy najczęściej wysiewali pszenicę ozimą (42,7% pow. obsianej zbożami), kukurydżę na ziarno (17,6%) oraz jęczmień jary (11,1%).



Rys. 2. Struktura zasiewów w badanych gospodarstwach
 Fig. 2. Structure of sown area in surveyed farms

Zużycie nawozów mineralnych na 1 ha UR w grupie gospodarstw objętych badaniami było znacznie większe niż średnio na Opolszczyźnie [GUS 2005]. Na jedno gospodarstwo przypadało średnio 261,8 kg NPK·ha⁻¹ UR. Średnie zużycie nawozów naturalnych w przeliczeniu na azot, w poszczególnych grupach specjalizacyjnych gospodarstw przedstawiało się następująco: gospodarstwa z trzodą – 77,3, gospodarstwa z bydłem mlecznym – 51,5, gospodarstwa wyłącznie z produkcją roślinną – 3,4 kg·ha⁻¹ UR.

Spośród 39 badanych gospodarstw woj. opolskiego w 82,1% z nich prowadzona była produkcja zwierzęca. W strukturze inwentarza dominowała trzoda chlewna, dająca w krótkim czasie szybki obrót kapitałem. Chów bydła mlecznego prowadzony był w 40,8% spośród 39 gospodarstw, przy czym w 33,3% gospodarstw był to kierunek dominujący. W zdecydowanej większości przypadków obsada zwierząt nie przekraczała maksymalnego obciążenia 1,5 DJP·ha⁻¹ UR, określonego w *Cross-compliance* [CDR 2007]. Tylko w jednym przypadku (gospodarstwo nr 19) ilość DJP była 2,5-krotnie większa od zalecanej. Średnio na jedno gospodarstwo przypadało 0,7 DJP·ha⁻¹ UR (tab. 1).

Obciążenie użytków rolnych nawozami naturalnymi nie było duże i w większości gospodarstw mieściło się w bezpiecznych granicach określonych w Wymaganiach wzajemnej zgodności – *Cross-compliance* (do $170 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). W gospodarstwie nr 19 ilość azotu była zdecydowanie większa i wyniosła $303 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. W pozostałych przypadkach suma nawozów naturalnych w przeliczeniu na azot nie przekraczała $122 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Bilans azotu wykonany metodą „na powierzchni pola” w grupie 39 badanych gospodarstw indywidualnych województwa opolskiego wykazał nadwyżkę na poziomie $38,1 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR (tab. 2). Wynik ten był zbliżony do wyników bilansu za lata 1999–2003 obliczonego przez Kopińskiego [2005] dla kraju na podstawie metodyki „na powierzchni pola” proponowanej przez OECD. Bilans ten kształtował się na poziomie $35,5 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR. Saldo otrzymane przez Kopińskiego [2005] dla woj. opolskiego wyniosło $30,9 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR. Bilans, który został obliczony przez Łabętowicza i in. [2003] tą samą metodą za lata 1999–2000, dla badanego województwa dał wynik na poziomie $29,1 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR.

Z przeprowadzonych badań wynika, że produkcja zwierzęca w znacznym stopniu przyczynia się do powstawania nadwyżek azotu. Uzyskane wyniki badań wyraźnie pokazują, że gospodarstwa rolne specjalizujące się w produkcji zwierzęcej wprowadzają na swój obszar duże ilości biogenów, słabiej je wykorzystując. Według niektórych autorów [Pietrzak 2005] wynika to z gorszej przyswajalności tego składnika zawartego w paszach.

W gospodarstwach z bydłem mlecznym największą grupę (36,8%) stanowiły wyniki w przedziale 30–60 kg. Zaledwie o 5% mniej znajdowało się w przedziale 100–150 kg. Bilanse w gospodarstwach z trzodą również charakteryzowały się niewłaściwym rozkładem sald. Po 23,1% wyników mieściło się w przedziałach: 0–30, 30–60 i 60–100 kg, czyli większość wyników nie mieściła się w bezpiecznym dla środowiska zakresie 0–30 kg. Jak widać z danych w tabeli 2 rolnicy prowadzący tylko produkcję roślinną wnosili z pola większą ilość składnika niż wnosili z nawozami, dlatego też średni wynik bilansu azotu kształtował się poniżej zera. Charakterystyczne dla gospodarstw Opolszczyzny było dosyć wysokie wykorzystanie składnika sięgające 85,3%. Spośród elementów przychodu bilansu, które wносиły na pola najwięcej azotu wyróżnić należy nawozy mineralne oraz naturalne. Podobne wnioski sformułował również Burczyk [2003]. Łącznie rolnicy wnieśli na pola z tymi nawozami 76,3% azotu (24,6% z nawozami naturalnymi, 51,7% z mineralnymi).

Saldo bilansu azotu w gospodarstwach Opolszczyzny nastawionych na produkcję żywności kształtowało się na poziomie $66,0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR. Wyniki bilansu w badanych gospodarstwach wahały się w zakresie od 14,3 do $117,4 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR. Wykorzystanie azotu kształtowało się na dobrym poziomie (średnio 73,4%), choć było niższe od wykorzystania tego składnika w gospodarstwach z bydłem mlecznym (79,9%), czy specjalizujących w produkcji roślinnej (116,3%). Sapek i Sapek [2005] uważają, że ważnym celem jest osiągnięcie pewnego poziomu efektywności wykorzystania azotu w produkcji rolniczej do roku 2015. Ze względu na ograniczone możliwości stuprocentowego wykorzystania azotu, autorzy proponują 30% wykorzystanie dla gospodarstw ukierunkowanych na produkcję zwierzęcą i 70% w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji roślinnej. Wykorzystanie azotu we wszystkich typach badanych w pracy gospodarstw było znacznie wyższe. Dla porównania gospodarstwa w Holandii i Szwecji charakteryzują się dużo niższym wykorzystaniem tego składnika, kolejno 35% i 24% [Swensson 2002]. W przypadku gospodarstw roślinnych przychód był nieproporcjonalny do rozchodu, ponieważ rolnicy wnosili więcej składnika z płonami niż zostało dotarło na pola z różnych źródeł.

Bilans azotu w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka dał wynik zbliżony do wielkości bezpiecznej – $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ UR [MRiRW, MS 2002]. Porównując wnoszenie składników na pola w trzech typach gospodarstw można zauważyć, że najwięcej azotu w gospodar-

Tabela 2. Bilans azotu w badanych gospodarstwach w latach 2004–2005
 Table 2. Balance of nitrogen in examined farms located in years 2004–2005

Wartość Value	Przychód N (kg·ha ⁻¹ UR) – Input N (kg·ha ⁻¹ LU)					Rozchód N (kg·ha ⁻¹ UR) – Output N (kg·ha ⁻¹ LU)					Saldo Balance	WK (%)				
	WBW	WS	DEP	NM	NN	MSR	PUM	Przychód razem Input sum	PG	PUM			DEN z NM	E NH ₃ z NM	E NH ₃ z NN	Rozchód razem Output sum
Gospodarstwa specjalizujące się w chowie bydła mlecznego – Farms specialized with dairy cows																
Min.–Min.	10,0	0,0	8,5	57,0	9,7	0,8	9,8	169,3	59,0	12,3	0,9	3,6	2,8	106,6	-102,8	39,4
Maks.–Max.	10,0	3,2	13,8	174,0	84,7	3,7	48,3	274,1	204,4	91,6	2,8	11,1	14,8	320,3	163,7	147,2
Średnio–Mean	10,0	0,7	10,2	109,1	47,8	2,1	24,5	203,4	110,3	39,0	1,7	7,0	14,0	172,1	31,3	79,9
Gospodarstwa specjalizujące się w chowie trzody chlewnej – Farms specialized with pigs																
Min.–Min.	10,0	0,0	8,5	18,0	27,0	1,8	2,3	169,7	62,2	16,0	0,3	1,2	7,9	116,8	-14,3	46,3
Maks.–Max.	10,0	1,4	13,8	179,0	302,5	5,3	75,3	399,9	144,6	101,3	2,9	11,5	89,0	336,5	63,3	108,4
Średnio–Mean	10,0	0,2	10,8	105,5	77,3	3,0	33,8	240,6	104,6	38,9	1,7	6,8	22,7	174,6	66,0	73,4
Gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej – Farms specialized in plant production																
Min.–Min.	10,0	0,0	8,5	103,0	0,0	1,5	11,3	136,3	106,9	24,0	1,6	6,6	0,0	149,8	-94,4	72,8
Maks.–Max.	10,0	0,9	13,5	185,0	12,0	2,8	36,7	218,6	174,1	105,2	3,0	11,8	0,0	289,7	55,9	150,0
Średnio–Mean	10,0	0,1	10,5	144,0	3,4	2,3	22,7	192,9	147,3	63,5	2,3	9,2	0,0	222,3	-29,4	116,3
Ogółem gospodarstwa – In general farms																
Min.–Min.	10,0	0,0	1,4	18,0	0,0	0,8	2,3	136,3	59,0	12,3	0,3	1,2	0,0	106,6	-102,8	39,4
Maks.–Max.	10,0	3,2	13,8	185,0	302,5	5,3	75,3	399,9	204,4	105,2	3,0	11,8	89	336,5	163,7	150,0
Średnio–Mean	10,0	0,4	10,8	116,4	55,4	2,7	29,1	224,9	117,0	44,3	1,9	7,5	16,1	186,7	38,1	85,3

WBW – wiązanie przez mikroorganizmy wolnożyjące, WS – wiązanie symbiotyczne, DEP – depozycja z atmosfery, NM – nawozy mineralne, NN – nawozy naturalne, MSR – materiał siewny, PUM – plon uboczny i międzyplony, PG – plony główne roślin, DEN – denitryfikacja, E – emisja, WK – wykorzystanie składnika
 WBW – fixation by free-living soil microorganisms, WS – symbiotic fixation, DEP – deposition, NM – mineral fertilizers, NN – manures, MSR – sowing material, PUM – by-product and catch crops, PG – main crops, DEN – denitrification, E – emission, WK – utilization of nutrient

stwach posiadających inwentarz docierało na pola z nawozami mineralnymi, z trzodą 43,9%, z bydłem mlecznym 53,7%, a także z własnymi nawozami naturalnymi – odpowiednio 32,1 i 23,5%. W gospodarstwach nieposiadających zwierząt widać znacznie zwiększony udział nawozów mineralnych, na poziomie 74,7% przychodu. Nawozy naturalne wносиły bardzo niewiele składnika (1,8%) ze względu na bardzo mały ich zakup.

We wszystkich typach gospodarstw Opolszczyzny azot był wynoszony z pola przede wszystkim z plonem głównym. Udział tej składowej bilansu w rozchodzie wyniósł: dla gospodarstw z trzodą chlewną – 59,9%, w zagrodach z bydłem mlecznym – 64,1%, a w gospodarstwach nieposiadających inwentarza – 66,3%. Duża ilość azotu została wyniesiona z plonami ubocznymi, głównie ze słomą. Produkcja zwierzęca wykorzystuje duże ilości słomy, która może zostać wykorzystywana jako ściółka lub pasza dla zwierząt. W gospodarstwach typowo roślinnych wykorzystanie słomy może być również wielorakie. Jako produkt towarowy może ona zostać sprzedana, wymieniona na obornik, kompostowana, bądź przeznaczona na opał, co staje się coraz bardziej popularne ze względu na rosnące ceny paliw kopalnych.

W gospodarstwach z bydłem mlecznym powstawały znaczne straty azotu w postaci emisji amoniaku, stąd dość duży ich udział po stronie rozchodu. Gospodarstwa prowadzące wyłącznie produkcję polową charakteryzowały się ujemnym saldem bilansu azotu, średnio na poziomie $-29,4 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$.

WNIOSKI

1. Spośród badanych gospodarstw indywidualnych woj. opolskiego największe nadwyżki azotu generowały gospodarstwa posiadające inwentarz żywy, a więc można stwierdzić, że produkcja zwierzęca może wpływać na powstawanie wysokich sald tego składnika i stwarzać potencjalne zagrożenie dla środowiska.
2. Największe nadwyżki azotu stwierdzono w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji żywca wieprzowego. Sytuacja ta mogła wynikać z bardzo intensywnej produkcji zwierzęcej. Obsada zwierząt oraz zużycie N z nawozów naturalnych w gospodarstwach z trzodą były najwyższe spośród wszystkich badanych gospodarstw.
3. W gospodarstwach nieposiadających zwierząt wprowadzano bardzo małe ilości azotu z nawozami naturalnymi. Mogło to mieć wpływ na saldo bilansu, które dla tych gospodarstw było ujemne.

PIŚMIENNICTWO

- BURCZYK P. 2003. Gospodarowanie składnikami nawozowymi w gospodarstwach rolnych w otoczeniu Jeziora Miedwie. Mat. Konf. „Woda Środ. Obsz. Wiej.”, IMUZ Falenty, 24–25 listopada 2003: 142.
- Centrum Doradztwa Rolniczego. 2007. Minimalne wymagania wzajemnej zgodności (cross-compliance) dla gospodarstw rolnych. Przewodnik dla doradców (<http://cc.cdr.gov.pl>).
- Dyrektywa Rady (91/676/EWG) z dn. 12 grudnia 1991 roku dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (<http://www.mos.gov.pl>).
- Elmadfa I., Muskat E. 2003. Wielkie tabele kalorii i wartości odżywczych. Muza SA Warszawa: ss. 118.
- Fotyma M., Mercik S. 1995. Chemia rolna. PWN Warszawa: ss. 356.
- Furgał-Dzierżuk I., Kański J., Kosmala I. 2003. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz. Wyd. IZ Kraków: ss. 88.

- Główny Urząd Statystyczny. 2005. Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich. Zakł. Wyd. Stat. Warszawa: ss. 485.
- Główny Urząd Statystyczny. 2006. Ochrona środowiska. Informacje i opracowania statystyczne. Zakł. Wyd. Stat. Warszawa: ss. 522.
- Gorlach E., Mazur T. 2002. Chemia rolna. Wyd. PWN Warszawa: ss. 347
- Kajak Z. 1994. Hydrobiologia. Ekosystemy wód śródlądowych. Wyd. Filii UW, Białystok: ss. 326.
- Klimont Z., Brink C. 2004. Modelling of emissions of air pollutants and greenhouse gases from agricultural sources in Europe. Interim Report. IIASA, Austria: ss. 69
- Kopiński J. 2005. Regionalne zróżnicowanie bilansu azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim w latach 1999–2003. *Naw. Nawoż. (Fert. Fertil.)* 2(23): 84–93.
- Kuczyński T. 2002. Emisja amoniaku z budynków inwentarskich a środowisko. RWNT Zielona Góra: ss. 242
- Kupiec J. 2007. Ocena obciążenia agro-ekosystemów na podstawie bilansu składników biogennych „u wrót” w wybranych gospodarstwach Wielkopolski. *Fragm. Agron.* 24(3): 275–282.
- Łabętowicz J., Radecki A., Wasilewski Z. 2003. Waloryzacja obszarów wiejskich na potrzeby inwestycji środowiskowych. *Woda Środ. Obsz. Wiej., Rozpr. Nauk. Monogr. Wyd. IMUZ Falenty* 10: ss. 73.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. 2002. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Red. Duer I., Fotyma M., Madej A., Warszawa: ss. 112.
- Oenema O. 1999. Nitrogen cycling and losses in agricultural systems. In: Nitrogen cycle and balance in Polish agriculture. Wyd. IMUZ Falenty: 25–43.
- Oviedo E. 1995. Guidelines for calculating mineral balance. PARCOM (Oslo and Paris convention for the prevention of marine pollution.). *PRAM* 95/7/6: ss. 9.
- Pietrzak S. 2005. Optymalizacja wykorzystania azotu i fosforu w gospodarstwach prowadzących chow bydła mlecznego na Podlasiu. *Woda Środ. Obsz. Wiej., Rozpr. Nauk. Monogr., IMUZ Falenty* 13: ss. 129.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 maja 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczególnych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich, *Dz. U. Nr 93, poz. 778, 779 i 780.*
- Sapek S., Sapek B. 2005. Strategia gospodarowania azotem i fosforem w rolnictwie w aspekcie ochrony wód Morza Bałtyckiego. W: *Rolnictwo polskie i ochrona jakości wody.* Red. B. Sapek. IMUZ Falenty, *Zesz. Eduk.*: 10: 27–38.
- Skiba U., Fowler D., Smith K.A. 1997. Nitric oxide emissions from agricultural soils in temperate and tropical climates: sources, controls and mitigation options. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 48: 139–153.
- Swensson C. 2002. Ammonia release and nitrogen balances on south Swedish dairy farms 1997–1999. *Acta Univ. Agric. Suec., Agraria* 333: ss. 68.
- Szponar L., Pawlik-Dobrowolski J., Domagała R., Twardy S., Traczyk I. 1996. Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim. *Aneks – Nadmiar azotu w rolnictwie zagrożeniem zdrowia człowieka.* *Prace IŻŻ Warszawa* 80: 10–27.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska. 2005. Raport o stanie środowiska w województwie opolskim w roku 2004. *Bibl. Monit. Środ., Opole:* ss. 184.

J. KUPIEC, J. ZBIERSKA, A. WOŹNIAK, H. PALUSZKIEWICZ-FLAK

NITROGEN MANAGEMENT OF OPOLSKIE VOIVODSHIP IN DEVELOPMENT FARMS

Summary

The 39 private farms were analyzed in this paper. The surveys were led in 2004–2005 years covered farms located in opolskie voivodship. Investigated farms were characterized various types and levels of production. Mean size of selected private farms was 68.74 ha. The paper presents estimation results of nitrogen

“field surface” balance methodology. Input considered nitrogen in fertilizers, manures, sowing material, deposition, crop residue, N fixation. Output enclosed the nutrient in: crops and losses by ammonia emission from manures and fertilizers. The results of nitrogen balance in 39 private farms showed surpluses in farms with livestock (66.0 kg N·ha⁻¹ LU in farms with pigs and 31.3 kg N·ha⁻¹ LU in farms with dairy cows). In farms specialized in plant production balance showed nitrogen deficit (-29.4 kg N·ha⁻¹ LU).