

NADWYŻKI FOSFORU W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH ZLOKALIZOWANYCH NA OBSZARACH SZCZEGÓLNIENIE NARAŻONYCH NA ZANIECZYSZCZENIA AZOTANAMI

Jerzy KUPIEC, Janina ZBIERSKA

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska

Słowa kluczowe: bilans „na powierzchni pola”, fosfor, obszary szczególnie narażone (OSN), wody wrażliwe, zanieczyszczenia obszarowe

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było rozpoznanie gospodarowania fosforem w wybranych gospodarstwach średnio- i wielkoobszarowych na podstawie bilansu sporządzonego metodą „na powierzchni pola”. W pracy wykorzystano dane z okresu 2002-2006, z 26 gospodarstw wielkoobszarowych oraz 65 średnioobszarowych, zlokalizowanych na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych, wyznaczonych w zlewniach wód wrażliwych w regionie wodnym Warty oraz Odry na podstawie zaleceń Dyrektywy 91/676/EWG (tzw. Dyrektywy Azotanowej). Saldo fosforu w gospodarstwach wielkoobszarowych wyniosło średnio 15,3 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ UR, natomiast w gospodarstwach średnioobszarowych – 46,5 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ UR. Spośród badanych OSN największe nadwyżki fosforu stwierdzono w gospodarstwach zlewni rzek Pogona i Dąbrówka, najmniejsze natomiast w gospodarstwach zlokalizowanych w OSN zlewni rzek Samica Stęszewska i Mogilnica. Ze względu na przewagę gleb zasobnych w fosfor we wszystkich badanych zlewniach (oprócz Orli) wynik bilansu powinien być bliski zera, a więc badane gospodarstwa rolne mogły stwarzać potencjalne zagrożenie jakości wód. Największym źródłem fosforu na polu były nawozy mineralne.

WSTĘP

Przygotowywana obecnie unijna Dyrektywa Fosforanowa ma być kolejnym krokiem do podejmowania działań w zakresie ochrony wód powierzchniowych i podziemnych oraz ograniczenia strat fosforu ze źródeł obszarowych. Fosfor jako jeden z dwóch składników, oprócz azotu, przyczynia się do poważnych zaburzeń w środowisku naturalnym, powodując m.in. eutrofizację wód [CSATHO, RADIMSKY, 2009]. Pierwszym krokiem do ograniczenia negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko w Unii Europejskiej było wprowadzenie w życie 12 grudnia 1991 r. tzw. Dyrektywy Azotanowej [Dyrektywa 91/676/EWG]. Wśród wielu jej zapisów na wszystkie państwa członkowskie został nałożony m.in. obowiązek kontroli i monitoringu obiegu azotu w gospodarstwach rolnych w zlewniach rzek, w których zostały przekroczone normy jakościowe wód, dotyczące zawartości azotanów. Narzędziem kontroli i monitoringu gospodarstw rolnych jest bilans. W Europie wykorzystuje się ponad 45 różnych bilansów składników, co utrudnia ich porównanie [GOURLEY i in., 2007; KUPIEC, 2008]. W Polsce jako obligatoryjny został wprowadzony bilans azotu obliczany metodą „na powierzchni pola” wg metodyki zaproponowanej przez IUNG w Puławach. Obowiązuje on na mocy Rozporządzenia MŚ ... [2002] na terenie OSN wyznaczonych w Polsce. Dodatkowo na potrzeby opracowywania planów nawozowych zaleca się sporządzanie bilansu fosforu i potasu. Jako kraj członkowski OECD od 1996 r. jesteśmy zobowiązani do sporządzania corocznych bilansów azotu, a od 2002 r. – również bilansu fosforu [KOPIŃSKI, 2005]. Problem strat składników pokarmowych z produkcji rolnej, przede wszystkim na skutek migracji azotu w kierunku wód, zauważono nie tylko na kontynencie europejskim, ale także amerykańskim, dokładnie w Kanadzie, gdzie wyznaczono tzw. atlantyckie obszary wysokiego ryzyka zanieczyszczenia azotanami [Policy..., 1997].

Celem przeprowadzonych badań było rozpoznanie gospodarowania fosforem w wybranych gospodarstwach średnio- i wielkoobszarowych na podstawie bilansu obliczonego metodą „na powierzchni pola”.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W analizach wykorzystano dane z gospodarstw z okresu 2002–2006. Do niniejszych badań wytypowano 65 gospodarstw średnioobszarowych oraz 26 wielkoobszarowych o różnym poziomie i kierunku produkcji. Grunty tych gospodarstw częściowo lub w całości były położone na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych, wyznaczonych na podstawie zaleceń Dyrektywy Azotanowej 91/676/EWG w zlewniach wód wrażliwych (rys. 1) w regionie wodnym Warty oraz Odry. W każdym z gospodarstw analizowano trzyletni okres.



Rys. 1. Lokalizacja badanych obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu (OSN) na tle województw w zlewniach rzek: 1 – Kopel, 2 – Samica Sęszewska i Mogilnica, 3 – Rów Racocki, 4 – Olszynka, 5 – Pogona i Dąbrówka, 6 – Rów Polski, 7 – Orla

Fig. 1. Location of studied Nitrate Vulnerable Zones (NVZs) in catchment areas of the rivers: 1 – Kopel, 2 – Samica Sęszewska and Mogilnica, 3 – Rów Racocki, 4 – Olszynka, 5 – Pogona and Dąbrówka, 6 – Rów Polski, 7 – Orla

Podstawowym źródłem danych były specjalnie opracowane ankiety oraz dodatkowe informacje, które uzyskano bezpośrednio w analizowanych gospodarstwach. Dane zawarte w ankietach obejmowały podstawowe informacje o prowadzonej w gospodarstwie produkcji roślinnej i zwierzęcej (strukturze zasiewów, plonie głównym i ubocznym, międzyplonach, materiale nasiennym i rozmnożeniowym, ilości zastosowanych nawozów mineralnych i naturalnych itd.). Dodatkowo wykorzystano dane z kart pól, charakteryzujące produkcję rolną w wybranych gospodarstwach rolnych na terenie OSN, zawarte w rejestrze gospodarstw, bezpośrednio w gminach, lokalnych placówkach ODR oraz RZGW w Poznaniu.

Depozycja fosforu obejmowała łączny opad w postaci PO_4 oraz fosforu organicznego [Informacje..., 2006; Raport..., 2005; 2006; Stan... 2005]. Opad fosforu na terenie poszczególnych regionów badanego obszaru, w przeliczeniu na P_2O_5 mieścił się w przedziale $0,17-0,93 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$. Ilość odchodów obliczono na

podstawie stanów średniorocznych zwierząt wg wytycznych podanych Rozporządzeniu RM... [2005]. Zawartość fosforu nawozach naturalnych obliczono za WRZEŚNIEWSKIM i in. [1997], różnicując ją dla poszczególnych gatunków zwierząt oraz systemu chowu.

Obliczenia bilansu fosforu wykonano metodą „na powierzchni pola”, wskazaną przez [Rozporządzenie MŚ..., 2002], i stosowaną w wielu krajach europejskich pod tą samą nazwą, lecz w różnych modyfikacjach, co utrudnia porównania [ISERMANN, 1991; OENEMA, 1999]. W bilansie tym uwzględniono:

- po stronie przychodu: zużycie nawozów mineralnych, naturalnych i organicznych, depozycję składnika z atmosfery (opad), wniesiony na pole materiał siewny i rozmnożeniowy, przyorane plony uboczne i międzyplony;
- po stronie rozchodu: wynoszenie fosforu z plonami (głównymi, ubocznymi i międzyplonami – część zebraną z pola i wykorzystaną jako pasza dla zwierząt lub ściółka).

Poszczególne pozycje bilansu obliczono na podstawie danych, uzyskanych w gospodarstwach, oraz wskaźników zawartości składnika w różnych produktach (wg danych producenta, tabel składu chemicznego produktów spożywczych, nawozów naturalnych, produktów rolniczych itp. lub własnych analiz). Zawartość fosforu w plonach ubocznych oraz międzyplonach obliczono na podstawie współczynników podawanych przez FOTYMĘ i MERCIKA [1995], GORLACHA i MAZURA [2002] oraz innych dostępnych źródeł.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

CHARAKTERYSTYKA GOSPODARSTW

Gospodarstwa wielkoobszarowe były zlokalizowane w 33 gminach, z czego 26 przynależało do 6 OSN na terenie woj. wielkopolskiego, dolnośląskiego i lubuskiego (rys. 1). Powierzchnia gospodarstw wielkoobszarowych w poszczególnych zlewniach mieściła się przedziale 800,0–5331,8 ha, średnio wynosiła 1680,3 ha (tab. 1). Udział gruntów ornych w strukturze użytków rolnych wyniósł aż 86,5%. Obszar zajmowany przez trwałe użytki zielone wyniósł w poszczególnych gospodarstwach od 12,0 do 910,0 ha i stanowił średnio 12% UR. Strukturę zasiewów w badanych gospodarstwach przedstawiono na rysunku 2.

Poziom nawożenia mineralnego w badanych gospodarstwach wielkoobszarowych był bardzo wysoki. Gospodarstwa wprowadzały na 1 ha UR średnio 204 kg NPK – od 0 do 317 kg NPK·ha⁻¹ UR, czyli znacznie więcej niż przeciętnie w kraju i regionie. W puli zużytych w gospodarstwach makroskładników (NPK), pochodzących z nawozów mineralnych, fosfor stanowił zaledwie 15% udziału. Średnia ilość tego składnika wniesiona w tej formie do gospodarstw na terenie poszczególnych zlewni wynosiła od 29,4 do 34,9 kg P₂O₅·ha⁻¹ UR (tab. 1). W wybranych go-

spodarstwach wielkoobszarowych utrzymywano dużą liczbę bydła mlecznego, którego udział w strukturze inwentarza wyniósł 81,4%.

Gospodarstwa średnioobszarowe administracyjnie przynależały do 22 gmin, z których 21 częściowo lub w całości znajdowało się w 6 strefach OSN, a jedno było zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie OSN, w obrębie zlewni rzeki Samica Stęszewska. Wielkość badanych gospodarstw średnioobszarowych w poszczególnych zlewniach wynosiła od 16,6 do 40,8 ha (średnio 24,7 ha, tab. 1). Udział gruntów ornych w strukturze użytków rolnych był bardzo wysoki i wynosił 93,4%. Struktura użytków rolnych była podobna, jak w gospodarstwach wielkoobszarowych. Jediną różnicę stanowiła mniejsza powierzchnia sadów i jagodników.

Przeciętne zużycie nawozów mineralnych w badanych gospodarstwach średnioobszarowych było dużo większe niż średnio w kraju i poszczególnych regionach [Rocznik..., 2005]. Średnia ilość NPK, która została wykorzystana pod uprawy, wynosiła $178,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UR (od 0 do $469,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ UR). Udział fosforu w wykorzystanych nawozach mineralnych NPK wyniósł 14%. Różnice w zużyciu nawozów fosforowych w gospodarstwach z poszczególnych zlewni dochodziły do $32,6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ UR (tab. 1). W grupie 65 badanych gospodarstw 53,8% specjalizowało się w chowie bydła mlecznego, a 43,9% – w produkcji żywca wieprzowego.

Średnie saldo bilansu fosforu w 26 badanych gospodarstwach wielkoobszarowych wyniosło $15,3 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ UR (w poszczególnych zlewniach od 8,7 do $19,8 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ UR). W tych gospodarstwach wnoszono na pola z nawozami naturalnymi $19,3 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ UR. Różnice w zużyciu fosforu pochodzącego z nawozów naturalnych w gospodarstwach z poszczególnych zlewni nie były duże i dochodziły do $12,7 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ UR (tab. 1). Według Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej [2002], saldo bilansu fosforu może być bliskie zera na glebach o średniej zawartości przyswajalnych form tego składnika. Na glebach o małej i bardzo małej zawartości fosforu zaleca się stosowanie większych o ok. 50% dawek nawozów w stosunku do pobrania, a na glebach o dużej i bardzo dużej jego zawartości dawki w nawozach należy zmniejszyć o 50% w stosunku do pobrania [Kodeks..., 2002]. Udział gleb o małej i bardzo małej zawartości fosforu w badanych OSN (oprócz zlewni Orli) był niewielki, w związku z czym można przyjąć, że saldo tego składnika powinno być bliskie zera.

Wynik bilansu fosforu w grupie 65 gospodarstw średnioobszarowych kształtował się na wyższym poziomie niż w gospodarstwach wielkoobszarowych i wyniósł $46,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ UR. Zróżnicowanie salda w gospodarstwach usytuowanych w badanych zlewniach było jednak duże (różnice dochodziły do $126,6 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ UR, tab. 1). W strukturze bilansu po stronie przychodu największe ilości fosforu wnoszono w nawozach mineralnych. W gospodarstwach z dużą obsadą zwierząt zwiększał się udział tego pierwiastka w przyoranych plonach ubocznych oraz zielonej masie międzyplonów, czyli elemencie wtórnym bilansu (tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka badanych gospodarstw w ujęciu zlewniowym oraz struktura bilansu fosforu
Table 1. Characteristic of studied farms divided into catchment areas and phosphorus balance made

Obszar szczególnie narażony (OSN) (umiejscowienie) Nitrate Vulnerable Zone (NVZ) (location)	UR AL ha	Specjalizacja	Specialization	DJP·ha ⁻¹ LU·ha ⁻¹
		produkcja roślinna plant production	produkcja zwierzęca animal production	
Gospodarstwa wielkoobszarowe				
Zlewnia rzeki Olszynka Olszynka River catchment	3786,6	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	0,5
Zlewnie rzek Samica Stęszewska i Mogilnica Samica Stęszewska and Mogilnica Rivers catchments	800,0	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	0,3
Zlewnia rzeki Rów Racocki Rów Racocki River catchment	5331,8	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	0,5
Zlewnia rzeki Orla Orla River catchment	1650,1	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	0,7
Zlewnia rzek Pogona i Dąbrówka Pogona and Dąbrówka Rivers catchments	3755,1	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	0,6
Zlewnia rzeki Rów Polski Rów Polski River catchment	2717,3	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	0,7
Gospodarstwa średnioobszarowe				
Zlewnia rzeki Olszynka Olszynka River catchment	19,8	zboża cereals	trzoda chlewna pigs	0,5
Zlewnie rzek Samica Stęszewska i Mogilnica Samica Stęszewska and Mogilnica Rivers catchments	40,8	zboża cereals	trzoda chlewna pigs	0,4
Zlewnia rzeki Kopel Kopel River catchment	16,9	zboża, okopowe cereals, root plants	trzoda chlewna pigs	0,3
Zlewnia rzeki Orla Orla River catchment	24,0	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	1,5
Zlewnie rzek Pogona i Dąbrówka Pogona and Dąbrówka River ca- tchments	16,6	zboża cereals	bydło mleczne dairy cows	2,3
Zlewnia rzeki Rów Polski Rów Polski River catchment	23,8	zboża cereals	bydło mleczne, trzoda chlewna dairy cows, pigs	1,4

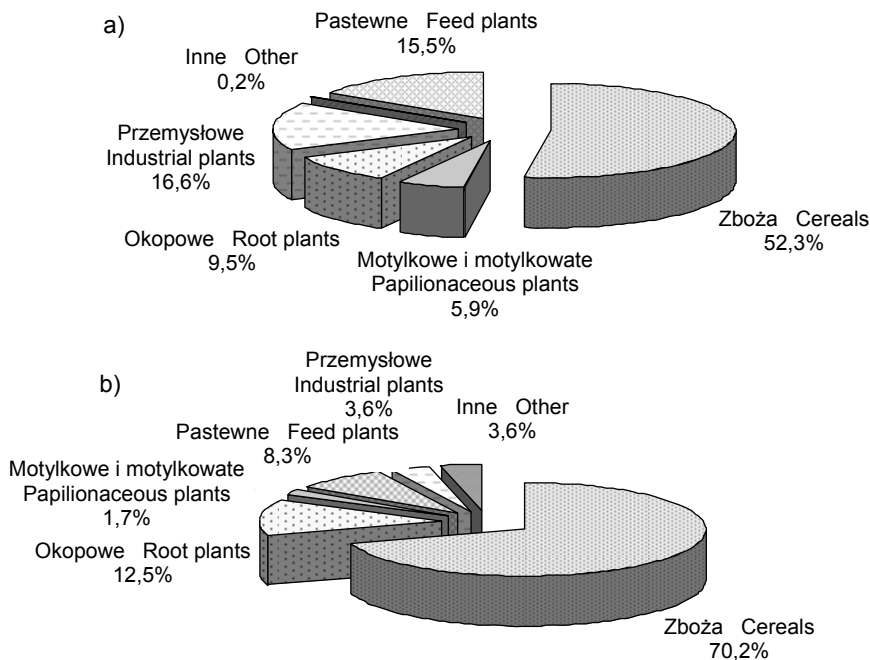
Objaśnienia: DEP – depozycja z atmosfery (opad), NM – nawozy mineralne, NN – nawozy naturalne, MSR – materiał siewny i rozmnożeniowy, pPUM – przyorane płony uboczne i międzyplony, zPUM – zebrane płony uboczne i międzyplony PG – płony główne roślin, UR – użytki rolne.

ru „na powierzchni pola”

with “on the field surface” method

Przychód składnika Input						Rozchód składnika Output			Saldo Surplus
DEP	NM	NN	MSR	PUM	razem total	PG	PUM	razem total	
kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ UR						kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ AL			
Large area farms									
0,2	31,8	13,9	0,8	12,3	59,1	42,8	8,7	51,5	7,6
0,2	32,7	8,9	0,7	10,7	53,1	36,9	5,2	42,1	11,0
0,2	30,5	13,8	0,8	13,7	58,9	42,8	7,5	50,3	8,7
0,3	30,0	20,7	0,8	13,2	65,1	42,2	6,0	48,2	16,9
0,2	34,9	18,4	0,9	13,0	67,5	41,5	6,1	47,7	19,8
0,2	29,4	21,6	0,8	12,4	64,5	44,7	7,1	51,9	12,6
Mid-sized farms									
0,2	43,0	17,5	1,0	19,3	81,1	45,4	12,0	57,4	23,7
0,2	29,4	13,0	1,8	25,3	69,7	49,8	27,1	77,0	-7,2
0,2	51,7	13,1	1,5	19,8	86,2	46,2	25,2	71,4	14,8
0,2	26,0	39,7	0,6	44,0	110,5	34,2	17,3	51,5	59,0
0,2	58,6	61,6	0,8	68,8	190,0	54,5	16,2	70,7	119,4
0,5	39,1	36,8	1,0	39,1	116,5	45,9	16,4	62,3	54,2

Explanations: DEP – atmospheric deposition, NM – mineral fertilizers, NN – manure, MSR – sowing material, pPUM – ploughed secondary crop and intercrop, zPUM – collected secondary crop and intercrop, PG – main crops, AL – agricultural land.

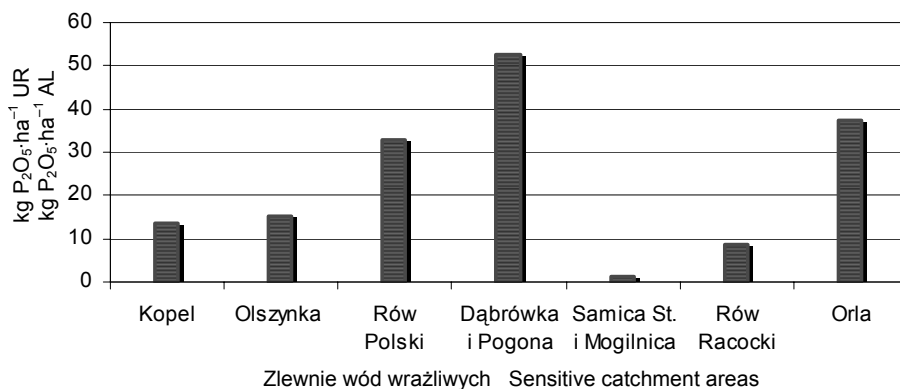


Rys. 2. Struktura zasiewów: a) gospodarstwa wielkoobszarowe, b) gospodarstwa średnioobszarowe

Fig. 2. The structure of sown area: a) large area farms, b) mid-sized farms

Sumaryczny bilans fosforu dla 91 gospodarstw ze wszystkich badanych zlewni wykazał nadwyżki w granicach $1,4\text{--}52,7 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (rys. 3). W gospodarstwach zlokalizowanych w zlewni rzek Samica Stęszewska i Mogilnica saldo było bliskie zera. Badane gospodarstwa średnioobszarowe na tym obszarze należały do największych w porównaniu ze zlokalizowanymi w innych zlewniach. Ilość stosowanego fosforu mineralnego w nawozach należała do najmniejszych (tab. 1). Obsada inwentarza była stosunkowo mała zarówno w gospodarstwach średnio- ($0,4 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$), jak i wielkoobszarowych ($0,3 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$, tab. 1). Gospodarstwa średnioobszarowe z tego regionu były nastawione głównie na chów trzody chlewnej.

W OSN na terenie zlewni Rowu Racockiego, Kopli oraz Olszynki wynik bilansu nie przekraczał $15,1 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (rys. 3). W dwóch sąsiadujących ze sobą zlewniach Rowu Polskiego i Orli salda fosforu kształtowały się na podobnym poziomie, przekraczając $30 \text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1} \text{ UR}$. Gospodarstwa średnioobszarowe zlokalizowane na tych dwóch obszarach miały podobną wielkość (tab. 1). Porównując te dwie zlewnie, można stwierdzić, że zużycie nawozów fosforowych było mniejsze w gospodarstwach średnioobszarowych zlokalizowanych w OSN zlewni Orli. W gospodarstwach wielkoobszarowych ilości te były niemal identyczne (tab. 1).



Rys. 3. Sumaryczne saldo bilansu fosforu dla gospodarstw na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu (OSN) w badanych zlewniach

Fig. 3. Total phosphorus surpluses in farms in Nitrogen Vulnerable Zones (NVZs) of the studied catchment areas

Gospodarstwa położone w zlewni rzek Pogona i Dąbrówka gospodarowały bardzo intensywnie, o czym świadczy duża nadwyżka fosforu, zwłaszcza w gospodarstwach średnioobszarowych. Gospodarstwa średnioobszarowe zlokalizowane w obrębie OSN tych dwóch rzek miały najmniejszą powierzchnię (tab. 1). Zużycie fosforu w nawozach mineralnych na tym obszarze było największe spośród badanych OSN. Największa była również obsada zwierząt (ok. 2 DJP·ha⁻¹ UR). Ponieważ gospodarstwa te specjalizowały się głównie w chowie bydła mlecznego, cechą charakterystyczną był też mniejszy odsetek zbóż w strukturze zasiewów (poniżej 50%) i największy – roślin pastewnych. Wartości salda bilansu fosforu w skali pola na terenie zlewni Pogony i Dąbrówki były duże i mogły stanowić zagrożenie jakości wód.

Obliczone przez KOPÍŃSKIEGO [2005] bilanse fosforu „na powierzchni pola” metodą zalecaną przez OECD w ujęciu wojewódzkim w latach 1999–2003 wyniosły: dolnośląskie –3,4, lubuskie 8,6 kg, wielkopolskie 10,7, kraj 6,4 kg P₂O₅·ha⁻¹. Porównując wyniki bilansów przedstawione w pracy z wynikami uzyskanymi przez KOPÍŃSKIEGO [2005], można zauważyć, że salda fosforu obliczone przez ww. autora są znacznie mniejsze w porównaniu z saldami uzyskanymi dla gospodarstw zlokalizowanych w zlewni rzek Dąbrówka i Pogona, Orła oraz Rów Polski. Wyniki bilansu w zlewniach rzek Samica Stęszewska i Mogilnica, Rów Racocki, Kopel oraz Olszynka były zbliżone do uzyskanych dla tych trzech województw przez ww. autora.

Saldo bilansu fosforu za lata 2000–2002, obliczone przez ZBIERSKĄ i KUPCA [2005] dla gospodarstw średnioobszarowych, umiejscowionych w zlewni rzeki Samica Stęszewska, kształtowało się na poziomie 38 kg P₂O₅·ha⁻¹ UR. Z nawozami mineralnymi docierało na pola w gospodarstwach średnioobszarowych więcej fos-

foru ($37 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$), niż wynika to z niniejszych badań (średnio w 65 gospodarstwach – $31 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$), a więc wyraźnie widać, że zużycie fosforu z nawozów sztucznych w ostatnich latach zmalało na obszarze tej zlewni. W badaniach zauważono ogólną tendencję do używania mniejszych ilości fosforowych nawozów mineralnych w stosunku do azotowych i potasowych. Gospodarstwa, które zakupywały mniejsze ilości fosforu, stosowały najczęściej więcej azotu.

W bilansie fosforu, obliczonym metodą „w skali pola”, stosowaną w OECD dla gospodarstw średnioobszarowych o wielokierunkowej produkcji, w latach 1998–1999 głównym źródłem fosforu były nawozy naturalne [KOPIŃSKI, GŁOWACKI, 2000]. W przeliczeniu na 1 ha UR rolnicy wnosili średnio $54,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5$, czyli dużo więcej niż w gospodarstwach wielkoobszarowych i więcej, niż stosowano w większości gospodarstw średnioobszarowych wybranych regionów, omawianych w niniejszej pracy (tab. 1). Podawana przez KOPIŃSKIEGO i GŁOWACKIEGO [2000] ilość fosforu z nawozów mineralnych, jaka trafiała na pola, wyniosła $19,7 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$. Obliczone przez ww. autorów saldo fosforu kształtowało się na poziomie $29,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$.

Najmniejsze ilości składników były wynoszone w materiale siewnym i rozmnożeniowym, co potwierdza wielu autorów, np. KUPIEC [2007] czy PIETRZAK [2005]. Były to wartości najczęściej poniżej 1% lub nieznacznie przekraczające 1% przychodu. Obliczanie tego elementu wydaje się więc mało istotne dla praktyki.

BARSCZEWSKI i BURS [2003] w obliczonych bilansach polowych dla Zakładu Doświadczalnego w Falentach za lata 1998–2000 potwierdzają duży udział w przychodzie fosforu, pochodzącego z nawozów mineralnych. Jest to jednak wartość mniejsza niż przedstawiona w niniejszej pracy – $23,3 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$. Różnica może wynikać ze sposobu gospodarowania fosforem. W Zakładzie Doświadczalnym w Falentach, gospodarującym na 180 ha, dokonywano już wcześniej bilansowania składników i prowadzono działania w celu zrównoważenia składowych bilansu. Dokonano oceny zasobności gleby w fosfor (gleby okazały się zasobne w ten składnik), przez co ograniczono nawożenie mineralne tym pierwiastkiem. Poprzez wapnowanie uruchomiono fosfor glebowy niedostępny dla roślin, jak również dostosowano nawożenie do potrzeb pokarmowych i nawozowych poszczególnych upraw. W gospodarstwach przedstawionych w niniejszej pracy wcześniej nie bilansowano składników ani nie sporządzano planów nawozowych opartych na analizach chemicznych gleb.

Dane z monitoringu wód powierzchniowych, prowadzonego przez WIOŚ w Poznaniu w 2007 r. w 34 punktach pomiarowych na terenie OSN w Wielkopolsce, wskazują na występowanie zjawiska eutrofizacji aż w 30 punktach, z czego w 25 nastąpiły przekroczenia wartości granicznych fosforu ogólnego dla wód płynących ($>0,25 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$). Średnioroczne stężenie fosforu ogólnego w zlewni rzeki Mogielnica, w kilku badanych punktach wynosiło od 0,781 do $2,576 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$, a w Samicy Stęszewskiej, w badanym jednym punkcie monitoringowym stwierdzono średnio $0,296 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$. W wodach rzeki Olszynka zanotowano stężenie

fosforu ogólnego na poziomie $0,216 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$, a w wodach Pogony oraz Dąbrówki odpowiednio $0,776$ i $0,928 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$. Stężenie fosforu ogólnego w wodach Rowu Polskiego wynosiło od $0,897$ do $1,011 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast w Orli osiągało wartości $0,175$ – $1,037 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$. W Kopli i jej dopływach stężenie tego składnika również było duże – od $0,226$ do $1,590 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Wyniki niniejszych badań potwierdzają, że badane gospodarstwa stwarzają zagrożenie jakości wód powierzchniowych, wynikające przede wszystkim ze stosowania zbyt dużych ilości nawozów.

WNIOSKI

1. W gospodarstwach wielkoobszarowych powstawały mniejsze nadwyżki fosforu. Wynikało to głównie z małej obsady zwierząt oraz wytwarzania mniejszej ilości nawozów naturalnych, których masa i skład zależą od gatunku zwierząt, w tym przypadku bydła mlecznego, ich wieku i przeznaczenia. Gospodarstwa te stosowały również mniej nawozów mineralnych.

2. Gospodarstwa średnioobszarowe charakteryzowały się bardzo dużym zróżnicowaniem wyników bilansu fosforu. Generowały one duże nadwyżki tego składnika, miały dużą obsadę zwierząt oraz nastawione były głównie na chów bydła mlecznego. Rolnicy w tych gospodarstwach stosowali również dużą ilość nawozów mineralnych.

3. Największe potencjalne zagrożenie środowiska stwarzały gospodarstwa zlokalizowane w zlewni rzek Pogona i Dąbrówka. Nie decydowało o tym jednak położenie administracyjne gospodarstw. Występowała w nich duża obsada inwentarza, stosowano najwięcej nawozów mineralnych i naturalnych, podczas gdy jednocześnie powierzchnia użytków rolnych była mała.

4. Takie elementy bilansu, jak materiał siewny i rozmnożeniowy oraz depozycja z atmosfery, uwzględniane w bilansie „na powierzchni pola” po stronie przychodu, nie mają większego wpływu na kształtowanie się salda bilansu fosforu. W związku z tym pominięcie tych elementów w obliczeniach nie jest dużym błędem.

LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., BURS W., 2003. Polowe bilanse azotu, fosforu i potasu w gospodarstwie na przykładzie Zakładu Doświadczalnego w Falentach. Woda Środowisko Obszary Wiejskie t. 3 z. 1 (7) s. 25–37.
- CSATHO P., RADIMSZKY L., 2009. Two worlds within EU27: Sharp contrasts in organic and mineral nitrogen-phosphorus use, nitrogen-phosphorus balances, and soil phosphorus status: widening and deepening gap between Western and Central Europe. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis* 40 s. 999–1019: <http://www.informaworld.com>.
- FOTYMA M., MERCIK S., 1995. *Chemia rolna*. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 356.

- GORLACH E., MAZUR T., 2002. *Chemia rolna*. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN ss. 347.
- GOURLEY C.J.P., POWELL J.M., DOUGHERTY W.J., WEAVER D.M., 2007. Nutrient budgeting as an approach to improving nutrient management on Australia dairy farms. *Australian J. Experiment. Agricult. CSIRO Publ.* 47 s. 1064–1074.
- ISERMANN K., 1991. Nitrogen and phosphorus balances in agriculture – A comparison of several western European countries. W: *Nitrogen, phosphorus and organic matter Proc. Int. Conf.* 13–15 May, Helsingor: s. 1–20.
- Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej, 2002. Pr. zbior. Red. I. Duer, M. Fotyma, A. Madej. Warszawa: MRiRW, MŚ ss. 112.
- KOPIŃSKI J., 2005. Regionalne zróżnicowanie bilansu azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim w latach 1999–2003. *Nawozy Nawożenie* 2(23) s. 84–93.
- KOPIŃSKI J., GŁOWACKI M., 2000. Porównanie gospodarstw o różnej intensywności w aspekcie rozwoju zrównoważonego. *Pam. Puł.* 120 s. 225–231.
- KUPIEC J., 2007. Ocena obciążenia agro-ekosystemów na podstawie bilansu składników biogenych „u wrót” w wybranych gospodarstwach Wielkopolski. *Fragm. Agron.* 3 s. 275–282.
- KUPIEC J., 2008. Ocena bilansu składników biogenych (NPK) jako podstawy monitoringu produkcji rolnej w aspekcie ochrony środowiska. Poznań: UP pr. dokt. maszyn. ss. 211.
- Ochrona środowiska. Informacje i opracowania statystyczne, 2006. Warszawa: GUS ss. 522.
- OENEMA O., 1999. Nitrogen cycling and losses in agricultural systems. W: *Nitrogen cycle and balance in Polish agriculture*. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 25–43.
- PIETRZAK S., 2005. Optymalizacja wykorzystania azotu i fosforu w gospodarstwach prowadzących chow bydła mlecznego na Podlasiu. *Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. nauk. monogr. nr 13* ss. 129.
- Policy instruments for environmental protection in agriculture. Analytical review of the literature, 1997. Grand Falls, NB: Eastern Canada Soil Water Conserv. Centre: <http://www.cuslm.ca>
- Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2004, 2005. *Bibl. Monitor. Środ.* Poznań: WIOŚ ss. 202.
- Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2005, 2006. *Bibl. Monitor. Środ.* Poznań: WIOŚ ss. 208.
- Rocznik statystyczny rolnictwa i obszarów wiejskich, 2005. Warszawa: GUS ss. 485.
- 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.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 maja 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków i trybu udzielania pomocy finansowej na dostosowanie gospodarstw rolnych do standardów Unii Europejskiej objętej planem rozwoju obszarów wiejskich. *Dz. U.* 2005 nr 93 poz. 778, 779, 780.
- Stan środowiska w województwie lubuskim w roku 2004, 2005. *Bibl. Monitor. Środ.* Zielona Góra, Gorzów Wlkp.: WIOŚ: <http://www.zgora.pios.gov.pl>.
- WRZEŃNIEWSKI Z., SOSNOWSKA W., STEMPEL R., 1997. Tabele pomocnicze do planowania rolniczej działalności gospodarczej. Olsztyn: Wydaw. ART ss.112.
- ZBIERSKA J., KUPIEC J., 2005. Bilans fosforu w gospodarstwach rolnych na obszarze zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej. *Rocz. AR Pozn. Melior. Inż. Środ.* 365 s. 545–552.

Jerzy KUPIEC, Janina ZBIERSKA

**PHOSPHORUS SURPLUSES IN SELECTED FARMS
LOCATED IN NITRATE VULNERABLE ZONES**

Key words: field surface balance, nitrate vulnerable zones (NVZs), non-point pollution, phosphorus, sensitive catchment area

S u m m a r y

Twenty six large farms and 65 smaller private farms were analysed in this study. Analyses performed in 2002–2006 involved farms located in 7 nitrate vulnerable zones (NVZs) in wielkopolskie, dolnośląskie and lubuskie voivodships. Mid-sized and large area farms represented various types and levels of production. Mean size of selected large farm was 1680.3 ha and that of mid-sized farm – 24.7 ha. The paper presents results based on phosphorus balance made with “on the field surface” method. Considered phosphorus inputs included: fertilizers, manure, sowing material, deposition, and crop residue. The output consisted of nutrients in crops. The results of phosphorus balance in large area and mid-sized farms ($15.3 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ AL and $46.5 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ AL, respectively) showed a potential risk of phosphorus losses to water. The highest phosphorus surplus was observed in Pogona and Dąbrówka sensitive catchment areas ($52.7 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$ AL). Due to the prevalence of P rich soils in surveyed catchment areas (except Orla), the balance should approximate zero. The largest source of phosphorus in studied farms was fertilizers.

Recenzenci:

doc. dr hab. Janusz Igras

prof. dr hab. Andrzej Sapek

Praca wpłynęła do Redakcji 23.04.2009 r.