

BILANS SKŁADNIKÓW NAWOZOWYCH W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH POMORZA ZACHODNIEGO

Piotr BURCZYK

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy, Zachodniopomorski Ośrodek Badawczy w Szczecinie

Słowa kluczowe: azot, bilans, fosfor, gospodarstwo, potas

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki obliczeń bilansowych azotu, fosforu i potasu, sporządzonych metodą „u wrót gospodarstwa” (ang. „farm gate balance”). Obejmowały one pięć gospodarstw z województwa zachodniopomorskiego położonych w sąsiedztwie jeziora Miedwie. Wykonano je dla lat 2002–2006. Przedstawiono także wyniki obliczeń współczynników efektywności wykorzystania wymienionych składników w tych gospodarstwach. Stwierdzono, że najczęściej składników nawozowych wnoszono do gospodarstw z nawozami mineralnymi, zaś wynoszono – ze sprzedanymi produktami roślinnymi. We wszystkich badanych gospodarstwach występowały nadwyżki bilansowe azotu, które wynosiły od 26 do 178 kg·ha⁻¹. W odniesieniu do fosforu w niektórych gospodarstwach zanotowano ujemne salda bilansowe – od –6 do –3 kg P·ha⁻¹, zaś w innych – nadwyżki dochodzące do 44 kg P·ha⁻¹. W przypadku potasu we wszystkich gospodarstwach występowały nadwyżki bilansowe – od 2 do 80 kg K·ha⁻¹. Efektywność wykorzystania azotu wynosiła średnio 35%, potasu 51%, a fosforu sięgała 54%. Wyniki obliczeń bilansowych i wskaźników efektywności wykorzystania N, P i K w badanych gospodarstwach świadczą o bardzo zróżnicowanym gospodarowaniu składnikami nawozowymi, zaś duże dodatnie wartości bilansu – o możliwościach występowania strat składników nawozowych i niebezpieczeństwie przenikania związków azotu, fosforu i potasu do wód powierzchniowych i gruntowych.

WSTĘP

Koszty intensywnej produkcji rolniczej, ponoszone przez środowisko, są często zbyt duże. Nadmiar nawozów, środków chemicznych i erodowany materiał – zubażając pola – zanieczyszcza zasoby wody. Nadużywanie lub nieumiejętne stosowa-

nie pestycydów i nawozów prowadzi również do akumulacji składników szkodliwych w glebie i wbudowywania ich w łańcuch pokarmowy ludzi i zwierząt [LAL i in., 1987]. Nadmierna emisja związków azotu i fosforu do środowiska powoduje eutrofizację ekosystemów lądowych i wodnych. Jednocześnie składniki nawozowe, takie jak azot, fosfor i potas, należą do najważniejszych czynników, warunkujących rozwój produkcji rolnej. Od stosowanej ich ilości i umiejętności w zakresie ich aplikacji zależą w znacznej mierze uzyskiwane efekty gospodarcze. Pogodzenie wymagań ochrony środowiska z zapewnieniem jak największej efektywności działalności rolniczej wymusza określenie źródeł strat składników pokarmowych z produkcji rolnej. Wszelkie rozproszenie tych składników powoduje straty substancji nawozowych, które nie mogą być wykorzystane przez rośliny do lepszego plonowania, stając się zanieczyszczeniem groźnym dla środowiska. Poznanie obiegu składników nawozowych w rolnictwie ma zatem istotne znaczenie w kształtowaniu procesu produkcyjnego oraz działalności związanej z ochroną środowiska. Dokładniejsze rozpoznanie obiegu związków azotu i fosforu i ich zbilansowanie umożliwi zminimalizowanie ich strat w procesie produkcji rolnej oraz bardziej racjonalne nimi gospodarowanie. Zakłada się bowiem, że proces produkcji rolnej powoduje powstawanie strat składników nawozowych.

Celem pracy jest ocena gospodarowania składnikami nawozowymi (azot, fosfor, potas) metodą bilansowania w skali gospodarstwa.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badania prowadzono w latach 2002–2006 w pięciu gospodarstwach rolnych (dalej zwanych gospodarstwami nr I, II, III, IV i V), zlokalizowanych we wschodniej części zlewni jeziora Miedwie. Gospodarstwa te wybrano ze względu na położenie w bezpośredniej zlewni jeziora, głównego źródła wody pitnej dla Szczecina, oraz dobrą jakość gleb, mogącą warunkować większą intensywność produkcji, a przez to stwarzać zagrożenie jakości środowiska. W większości gospodarstw, z uwagi na urodzajne gleby brunatne i czarne ziemie (II–IV klasa bonitacyjna), dominowała produkcja roślinna. Gospodarstwa charakteryzowały się różną intensywnością gospodarowania, profilem produkcji i zajmowaną powierzchnią (od 7 do 1 000 ha). Dane dotyczące produkcji roślinnej i zwierzęcej w badanych gospodarstwach zamieszczono w tabelach 1. i 2.

We wszystkich gospodarstwach obliczano ilości wnoszone i wynoszone azotu, fosforu i potasu w zakupionych i sprzedanych produktach, które służyły do sporządzenia bilansów każdego z tych pierwiastków według metodyki, przedstawionej przez PIETRZAKA [1997]. Dane dotyczące analizowanego roku kalendarzowego zbierano w styczniu i lutym następnego roku, wykorzystując kwestionariusz wywiadu z rolnikami. Przychody (wnoszenie) obejmują ilości składników wnoszonych do gospodarstwa z zakupionymi nawozami mineralnymi, paszami przemysłowymi, ziemiopłodami i zwierzętami oraz składniki wnoszone z opadem mokrym

Tabela 1. Przykładowe plony podstawowych upraw, dt·ha⁻¹**Table 1.** Productivity of main crops, dt·ha⁻¹

Gospodarstwo Farm	Pszenica ozima Winter wheat	Jęczmień jary Spring barley	Burak cukrowy Sugar beet	Rzepak ozimy Oilseed rape	Ziemiaki Potatoes
I	60	60	400	30	–
II	40	30	–	–	150
III	70	–	600	–	–
IV	79	67	500	46	–
V	68	55	600	35	250

Objaśnienia: „–” brak produkcji w tej kategorii. Explanations: ‘–’lack of production in this category.

Tabela 2. Podstawowe dane o produkcji zwierzęcej**Table 2.** General information about animal production

Gospodarstwo Farm	Obsada zwierząt, DJP·ha ⁻¹ UR Animal stock, LU·ha ⁻¹ of cropland				Sprzedaż, kg·ha ⁻¹ Sale, kg·ha ⁻¹		
	ogółem total	bydło cattle	świnie hogs	drób poultry	żywiec livestock	mleko milk	jaja eggs
I	0,49	0,40	0,085	0,004	100	100	5,6
II	0,73	–	0,70	0,03	–	–	–
III	–	–	–	–	–	–	–
IV	0,67	0,49	–	0,18	115	2 204	135,0
V	0,46	0,26	0,16	0,04	205	186	13,5

Objaśnienia, jak pod tabelą 1. Explanations as in Tab. 1.

i suchym. Ilości azotu, fosforu i potasu wnoszone z opadem mierzono za pomocą specjalnych urządzeń, zaprojektowanych w ZD IMUZ Falenty. Na rozchód (wynoszenie) składają się ilości tych składników, opuszczające gospodarstwo ze sprzedanymi produktami zwierzęcymi (żywiec, mleko, nawozy organiczne) oraz roślinnymi (zboża, buraki, siano, słoma itp.) Różnica między wnoszeniem a wynoszeniem stanowi nadmiar składników nawozowych, który może być zakumulowany w glebie lub rozproszony do środowiska i stanowić wobec niego potencjalne zagrożenie. Efektywność wykorzystania azotu, fosforu i potasu obliczono jako stosunek ilości poszczególnych składników wynoszonych i wnoszonych, wyrażony w procentach.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Wyniki bilansów wskazują, że głównymi źródłami wnoszenia azotu, fosforu i potasu do gospodarstw były nawozy mineralne, natomiast wynoszenie tych składników odbywało się głównie z produktami roślinnymi (tab. 3). Wnoszenie składni-

Tabela 3. Bilans składników nawozowych w badanych gospodarstwach, obliczony metodą „u wrót gospodarstwa” (średnie z lat 2002–2006)
Table 3. Nutrient balance for farms calculated with the „at the farm’s gate” method (mean values for 2002–2006)

Wyszczególnienie Specification	Gospodarstwo Farm						Średnia Mean	SD	Zakres zmienności Range
	I	II	III	IV	V	V			
	2	3	4	5	6	8			
AZOT NITROGEN									
Wnoszenie, kg N·ha⁻¹ Input, kg N·ha⁻¹	202	141	218	229	240	206	43,9	118–277	
– nawozy mineralne mineral fertilisers	163	94	124	142	194	144	42,4	77–212	
– pasze i materiał siewny fodders and seeds	6	9	28	44	3	18	18,1	1–54	
– zwierzęta animals	0	0	0	0,6	0	0	0	0–3	
– opad atmosferyczny atmospheric precipitation	21	21	27	27	27	25	8,1	17–43	
– mikroorganizmy glebowe soil microorganisms	12	15	17	14	15	15	2,3	10–20	
– motylkowate legumes	0	0	0	0	0	0	0	0–0	
Wynoszenie, kg N·ha⁻¹ Output, kg N·ha⁻¹	75	21	110	100	70	75	38,1	9–152	
– produkty roślinne plant products	68	12	80	82	65	62	33,5	0–120	
– produkty zwierzęce animal products	7	9	29	18	5	14	10,1	0–35	
Saldo bilansu, kg N·ha⁻¹ Balance, kg N·ha⁻¹	+127	+119	+109	+127	+170	+130	+35,8	26–178	
Efektywność, % Efficiency, %	37	15	52	44	29	35	16,7	6–85	
FOSFOR PHOSPHORUS									
Wnoszenie, kg P·ha⁻¹ Input, kg P·ha⁻¹	36	42	49	20	24	34	18	11–77	
– nawozy mineralne mineral fertilisers	34	37	42	10	22	29	18	3–74	
– pasze i materiał siewny fodders and seeds	1	4	6	9	1	4	3	0,2–11	
– zwierzęta animals	0	0	0	0	0	0	0	0–0	
– opad atmosferyczny atmospheric precipitation	1	1	1	1	1	1	0	0,7–1	
Wynoszenie, kg P·ha⁻¹ Output, kg P·ha⁻¹	14	14	24	19	14	17,3	9,3	2–44	
– produkty roślinne plant products	13	2	19	16	12	13	7	0–25	
– produkty zwierzęce animal products	1	2	6	3	1	3	1,9	0–7	
Saldo bilansu, kg P·ha⁻¹ Balance, kg P·ha⁻¹	+22	+38	+28	+1	+11	+20	+21	(–6)–(+64)	
Efektywność, % Efficiency, %	50	9	46	103	45	51	39,1	3,5–154	

cd. tab. 3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
POTAS POTASSIUM									
Wnoszenie, kg K·ha⁻¹	Input, kg K·ha⁻¹	104	65	109	59	104	88	33	38-162
- nawozy mineralne	mineral fertilisers	69	31	74	21	72	54	31,3	5-129
- pasze i materiał siewny	fodder and seeds	1	1	3	7	0	2	2,6	0-8
- zwierzęta	animals	0	0	0	0	0	0	0	0-0
- opad atmosferyczny	atmospheric precipitation	33	33	33	31	32	32	5,8	23-48
Wynoszenie, kg K·ha⁻¹	Output, kg K·ha⁻¹	30	4	49	34	30	29	19,5	1-77
- produkty roślinne	plant products	28	3	38	30	29	26	17,1	0-68
- produkty zwierzęce	animal products	2	1	8	4	1	3	2,8	0-9
Saldo bilansu, kg K·ha⁻¹	Balance, kg K·ha⁻¹	+74	+55	+60	+25	+58	+54	+35	(-7)-(+125)
Efektywność, %	Efficiency, %	31	5	37	60	31	33	22,8	2-80

ków nawozowych (N, P, K) z paszami i materiałem siewnym czy opadami było w większości gospodarstw wielokrotnie mniejsze. Zbliżone proporcje zanotowali również inni badacze [PIETRZAK, 2002; SMORON, 2001]. Struktura wynoszenia składników nawozowych z gospodarstw wskazuje, że dominującym kierunkiem produkcji była produkcja roślinna. Nadmiar azotu w takich gospodarstwach jest na ogół mniejszy niż w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji zwierzęcej [SIMON, LE CORRE, 1992]. Spośród analizowanych gospodarstw najmniejszą efektywność wykorzystania azotu, fosforu i potasu (N – 15%, P – 9%, K – 5%) miało gospodarstwo II, najmniejsze i charakteryzujące się zbliżoną obsadą zwierząt, jak gospodarstwo największe. Największa efektywność wykorzystania składników nawozowych wystąpiła w gospodarstwie nr IV (N – 44%, P – 103%, K – 60%). Średnia efektywność w analizowanych latach dla gospodarstw wynosiła: N – 35%, P – 51%, K – 33%. W dwuletnich badaniach SMORONIA [2001] wykorzystanie azotu w gospodarstwie wynosiło średnio 23%, fosforu – 32%, natomiast potasu 35%. W tym gospodarstwie, w analizowanych latach, stwierdzono najmniejszą nadwyżkę bilansową fosforu – 1 kg P·ha⁻¹ i potasu – 25 kg K·ha⁻¹. Namiary fosforu w analizowanym okresie nie były duże, za to wykorzystanie tak. MARCINKOWSKI i SAPEK [1998] – posługując się tą samą metodą – stwierdzali nadmiar fosforu, dochodzący do 55 kg·ha⁻¹. Najmniejszy nadmiar azotu wystąpił w gospodarstwie III, w którym nie było produkcji zwierzęcej. Największą średnią nadwyżkę azotu odnotowano w gospodarstwie V – 170 kg N·ha⁻¹, fosforu w II – 38 kg P·ha⁻¹, a potasu w gospodarstwie III (60 kg K·ha⁻¹). W gospodarstwie II średnia nadwyżka bilansowa z lat 2002–2006 wyniosła: azotu 119 kg·ha⁻¹, fosforu 38 kg·ha⁻¹, a potasu 55 kg·ha⁻¹. Były to ilości znacznie większe niż średnie obliczone przez KOPÍŃSKIEGO i TUJAKĘ [2009] dla województwa zachodniopomorskiego. BROUWER i in. [1995] stwierdzili natomiast, że nadwyżki azotu zwiększały się wraz ze wzrostem intensywności produkcji rolniczej. Zauważyli oni również, że wartości nadmiaru azotu były wysoce zmienne w badanej grupie gospodarstw, co było spowodowane zróżnicowaną strukturą produkcji gospodarstw i różnym wykorzystaniem wnoszonego azotu. Również SIMON i LE CORRE [1992] zauważyli duże zróżnicowanie wyników bilansu w zależności od typu gospodarstwa. Nadmiar azotu wynosił od 30–50 kg N·ha⁻¹·rok⁻¹ w gospodarstwach nastawionych na produkcję roślinną, poprzez 200–250 kg N·ha⁻¹·rok⁻¹ w farmach mlecznych do 400–500 kg N·ha⁻¹·rok⁻¹ w gospodarstwach nastawionych na intensywną produkcję wieprzowiny i drobiu. DOLUSCHITZ i in. [1992] – stosując metodę „u wrót gospodarstwa” – stwierdzili największy nadmiar azotu (średnio 176 kg N·ha⁻¹) w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji materiału selekcyjnego na potrzeby hodowli zwierząt, następnie w gospodarstwach o kierunku produkcji mieszanym (109 kg N·ha⁻¹), nastawionych na produkcję roślin pastewnych (90 kg N·ha⁻¹) oraz towarowych upraw roślinnych (84 kg N·ha⁻¹). Stosując tę samą metodę, BUCIENE i in. [2003], stwierdzili dodatni bilans azotu (+75 kg N·ha⁻¹, wykorzystanie 38%), fosforu (+3 kg P·ha⁻¹, wykorzystanie 77%) i potasu (+56 kg K·ha⁻¹, wykorzystanie 23%). Cytowane dane literatu-

rowe są często zbliżone do wyników, uzyskanych w badaniach autora. Występowanie nadwyżek bilansowych azotu, fosforu i potasu w badanych gospodarstwach zagraża przedostawaniem się tych składników do wód gruntowych i powierzchniowych.

WNIOSKI

1. Głównym źródłem wnoszenia składników nawozowych do gospodarstw były nawozy mineralne, natomiast wynoszenie odbywało się głównie z plonem roślin uprawnych.

2. W badanych gospodarstwach w latach 2002–2006 występowały duże nadwyżki bilansowe azotu (średnio $130 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) i potasu (średnio $+56 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$). Gospodarowanie fosforem było bardziej zrównoważone (średni nadmiar $20 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$), jednak podlegało bardzo dużym zmianom w poszczególnych latach.

3. Duże nadwyżki bilansowe azotu i potasu w połączeniu z niewielkim ich wykorzystaniem wskazują na konieczność bardziej racjonalnego gospodarowania tymi składnikami.

4. W wybranej do badań grupie gospodarstw największą efektywnością wykorzystania składników nawozowych (N, P i K) charakteryzowało się gospodarstwo największe, zaś w gospodarstwie najmniejszym efektywność ta była najmniejsza, przy czym gospodarstwo to generowało zbliżone do pozostałych gospodarstw nadwyżki analizowanych składników na jednostkę powierzchni.

LITERATURA

- BROUWER F.M., GODESCHALK F.E., HELLEGERS P.J.G.J., KELHOLT H.J., 1995. Mineral balances at farm level in the European Union. Onderzoekverslag Landbouw Economisch Instituut Den Haag, The Netherlands.
- BUCIENE A., SVEDAS A., ANTANAITIS S., 2003. Balances of the major nutrients N, P and K at the farm and field level and some possibilities to improve comparisons between actual and estimated crop yields. *European Journal of Agronomy* 20 s. 53–62.
- DOLUSCHITZ R., WELECK H., ZADDIES J., 1992. Stickstoffbilanzen landwirtschaftlicher Betriebe – Einstieg in eine ökologische Buchführung. *Berichte über Landwirtschaft* 70 s. 551–565.
- KOPIŃSKI J., TUJAKA A., 2009. Bilans azotu i fosforu w rolnictwie polskim. *Woda Środowisko Obszary Wiejskie* t. 9 z. 4(28) s. 103–119.
- LAL R., ECHERT D.J., LOGAN D., 1987. Environmentally sustainable dryland farming system. W: Role of legumes in conservation tillage systems. Pr. zbior. Red. J.F. Power. National Conference, Athens, GA April 27–29, 1987. Ankeny, IA: Soil Water Conses. Soc. 23–29.
- MARCINKOWSKI T., SAPEK A., 1998. Phosphorus balance in selected farms of Elbląg province. W: Phosphorus in agriculture and water quality protection. Conf. Proc. Sielinko near Poznań, December 2–3, 1997. Falenty: IMUZ Publ. s. 35–38.
- PIETRZAK S., 1997. Metoda bilansowania składników nawozowych w gospodarstwie rolnym. Materiały Instrukcyjne nr 116. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 22.

- PIETRZAK S., 2002. Bilanse i emisje składników nawozowych w gospodarstwach demonstracyjnych. W: Cele i sposoby ograniczenia rozproszenia składników nawozowych z gospodarstwa rolnego do środowiska. Zeszyty Edukacyjne 7. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 47–56.
- SIMON J. C., LE CORRE L., 1992. Le bilan apparent de l'azote à l'échelle de l'exploitation agricole: méthodologie, exemples de résultats. Fourrages 129 s. 79–94.
- SMOROŃ S., 2001. Bilans składników pokarmowych na przykładzie wielokierunkowego gospodarstwa rolnego. Woda Środowisko Obszary Wiejskie t. 1 z. 1(1) s. 201–212.

Piotr BURCZYK

NUTRIENT BALANCE IN SELECTED FARMS FROM WEST POMERANIA

Key words: balance, farm, nitrogen, phosphorus, potassium

S u m m a r y

This work presents balances of nutrients (nitrogen, phosphorus and potassium), in five farms of zachodniopomorskie province estimated in the years 2002–2006. The balance “at the farm’s gate” was performed according to widely accepted PARCOM rules adapted to Polish conditions by PIETRZAK [1997]. The inputs comprise nutrients in commercial fertilizers, purchased animal feed, mineral additives, purchased seeds etc., but also nutrients in wet and dry precipitation. The outputs comprise nutrients in sold plant and animal products. The difference between the inputs and outputs is a surplus. The ratio of nutrients sold in products to total nutrients inputs is the nutrients utilization efficiency expressed in percents.

Most nutrients are delivered to a farm with mineral fertilizers and most left the farm with sold plant products. Nitrogen balance varied between +26 and 178 kg N·ha⁻¹. In some farms a negative phosphorus balance was noted (–3, –6 kg P·ha⁻¹) but in the other a surplus amounted +44 kg P·ha⁻¹. For potassium only surpluses were noted and varied between +2 and +80 kg K·ha⁻¹. Phosphorus utilization efficiency was about 54%. Different nutrient balances and utilization efficiencies indicate differences in nutrient management among analysed farms. High nutrient surpluses may pose a risk for ground and surface water quality.

Recenzenci:

doc. dr hab. Janusz Igras

doc. dr hab. Stefan Pietrzak

Praca wpłynęła do Redakcji 13.05.2009 r.