

# WYKORZYSTANIE BILANSÓW FOSFORU W DOSKONALENIU PROCESU PRODUKCJI W GOSPODARSTWIE

**Jerzy BARSZCZEWSKI**

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych  
w Falentach

*Słowa kluczowe: bilans fosforu, nawożenie, wykorzystanie*

## Streszczenie

Badania prowadzono w gospodarstwie Zakładu Doświadczalnego Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, zajmującym 180 ha użytków rolnych (grunty orne – 85 ha, łąki – 72,5 ha, pastwiska – 22,5 ha). W okresie badań uprawiano tam głównie rośliny z przeznaczeniem na pasze treściwe i objętościowe dla inwentarza żywego, z rosnącym udziałem kukurydzy w strukturze zasiewów.

Celem pracy było wykazanie korzyści środowiskowych i ekonomicznych wynikających ze zmiany struktury zasiewów i planów nawożenia opracowanych na podstawie bilansu fosforu w gospodarstwie.

W bilansach po stronie przychodów uwzględniono ilości fosforu wnoszonego do gospodarstwa z zakupionymi nawozami mineralnymi, paszami, ziemiopłodami, zwierzętami hodowlanymi oraz opadami atmosferycznymi. W rozchodach uwzględniono ilości fosforu wyniesionego z gospodarstwa w sprzedanych produktach zwierzęcych (żywiec, mleko, obornik, gnojówka) oraz roślinnych (ziarno, słoma, siano). Zmieniająca się struktura zasiewów w okresie 1998–2002 oraz zwiększone zużycie obornika w nawożeniu gruntów ornych i łąk umożliwiły wykorzystanie niemalże całych zasobów tego nawozu w gospodarstwie, tym samym ograniczając nawożenie mineralne fosforem. Zmiany w produkcji roślinnej i technologii żywienia bydła przyniosły nie tylko wymierny zysk środowiskowy, lecz również zmniejszyły koszty nawożenia fosforem przy jednoczesnym wzroście produkcji w gospodarstwie.

---

Adres do korespondencji: dr inż. J. Barszczewski, Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach; 05-090 Raszyn; tel.+48 (22) 720-04-30, e-mail: Jerzy\_Barszczewski@wp.pl

## WSTĘP

Procesy produkcyjne w rolnictwie wymagają dostarczenia wielu składników chemicznych, między innymi fosforu, czy to w formie nawozów do produkcji roślinnej, czy też w formie pasz do produkcji zwierzęcej. Poznanie obiegu fosforu w rolnictwie ma istotne znaczenie w kształtowaniu procesu produkcyjnego oraz ochronie środowiska. W rozpoznaniu obiegu składników nawozowych w gospodarstwie i ich wykorzystaniu, jak wynika z niektórych prac [BARSZCZEWSKI, WALCZUK, BURS, 1999; PIETRZAK, 1997; SMORÓŃ, 2001], są pomocne ich bilanse w gospodarstwie lub polowe bilanse w prowadzonych uprawach [BARSZCZEWSKI, BURS, 2003; SMORÓŃ, 2001]. Rozpoznanie dróg obiegu fosforu w gospodarstwie i określenie słabych punktów w jego wykorzystaniu jest pomocne w podejmowaniu działań zmierzających do poprawy efektywności gospodarowania tym składnikiem i, jak podają SAPEK i SAPEK [2001], jednocześnie ograniczających eutrofizację ekosystemów lądowych i wodnych.

Celem pracy było określenie korzyści środowiskowych i ekonomicznych wynikających ze zmiany struktury zasiewów i planów nawozowych opracowanych na podstawie bilansu fosforu w gospodarstwie.

W badaniach zwrócono uwagę na czynniki poprawiające produkcję oraz bilanse fosforu w gospodarstwie [BARSZCZEWSKI, WALCZUK, BURS, 1999]. Realizowane zmiany miały wymiar ekologiczny, przedstawiony w bilansach, oraz ekonomiczny, wyrażony w tonach zużytego obornika i nawozów mineralnych oraz w wielkości produkcji roślinnej i ilości pozyskiwanego mleka, wyrażonych w jednostkach zbożowych [MANTEUFFEL, 1981] dla kolejnych lat okresu naprawczego.

## MATERIAŁ I METODY

### CHARAKTERYSTYKA GOSPODARSTWA

Badania prowadzono w gospodarstwie Zakładu Doświadczalnego Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach w latach 1993–2002. Gospodarstwo jest położone w centralnym rejonie kraju, w podmiejskiej strefie Warszawy, po jej południowo-zachodniej stronie. Ogólna powierzchnia użytków rolnych do 1995 r. wynosiła 184 ha. Obecnie wynosi 180 ha, w tym grunty orne zajmują 85,0 ha, łąki – 72,5 ha, a pastwiska – 22,5 ha. W 2002 r. zmniejszono areał trwałych użytków zielonych o 6 ha łąki, którą zaorano i obsiano pszenicą i lucerną. Użytki rolne są usytuowane na płaskim terenie, z niewielkimi obniżeniami w rejonie rzeki Raszynki lub wzdłuż cieków wodnych zasilających stawy ze źródlisk w Laszczkach. Obniżenia terenu w rejonie cieków wodnych, na glebach mułowo-bagiennych, bagienneso-torfowych, murszowo-mineralnych oraz czarnych ziemiach, są użytkowane głównie jako łąki trzykośne. Grunty orne i pastwiska są usytuowane na glebach brunatnych lub czarnych ziemiach zdegradowanych o składzie granulometrycznym piasków glinia-

stych lekkich, piasków gliniastych, głównie mocnych, a także gliny średniej. Grunty orne i pastwiska w znacznej przewadze zaliczono do III i IV, a łąki do IV i V klasy bonitacyjnej. Duża część użytków zielonych położonych w otulinie rezerwatu przyrody oraz w naturalnych obniżeniach terenu, predestynuje gospodarstwo do hodowli bydła mlecznego, którego pogłowie w okresie badań zwiększało się, osiągając w 2002 r. około 180 SD.

W okresie badań rośliny uprawiano głównie z przeznaczeniem na pasze treściwe i objętościowe dla inwentarza żywego. Na początku ponad 70% areалу stanowiły uprawy zbóż (pszenica, pszenżyto, jęczmień), a pozostałe około 30% – kukurydza na kiszonkę. Areal uprawy kukurydzy znacznie zwiększył się w ostatnich latach. Uprawianą na gruntach ornych lucernę zbierano głównie na sianokiszonkę, również plon z łąk stanowił w znacznej przewadze surowiec dla tej paszy. Pastwiska ZDMUZ w Falentach to głównie produkcja zielonki będącej podstawowym źródłem paszy w letnim żywieniu bydła, a także siana zbieranego w pierwszej i drugiej rotacji.

#### METODY BADAŃ

W bilansach po stronie przychodów uwzględniono fosfor wnoszony do gospodarstwa z zakupionymi nawozami mineralnymi, paszami przemysłowymi, ziemio-  
płodami i zwierzętami, a także pochodzący z opadu atmosferycznego.

W rozchodach uwzględniono fosfor wyniesiony z gospodarstwa w sprzedanych produktach zwierzęcych (żywiec, mleko, obornik, gnojówka) oraz roślinnych (głównie ziarno, słoma i siano). Obliczając ilości składnika w produktach przychodowych i rozchodowanych, przyjęto za PIETRZAKIEM [1997] odpowiednie wskaźniki przeliczeniowe. Na podstawie różnicy między przychodami i rozchodami obliczano nadmiar fosforu lub jego straty, które uległy rozproszeniu w środowisku. Bilanse w gospodarstwie dotyczyły areálu gruntów ornych i użytków zielonych służących jako baza paszowa dla bydła w kolejnych latach. Paszę treściwą i gnojówkę zużywaną na potrzeby produkcji rybackiej wykazano jako sprzedaż.

Analizy gleby z górnych warstw (0–20 cm) wykonane w 1998 i 2002 r. umożliwiły określenie jej zasobności w fosfor. Zawartość fosforu w glebie na gruntach ornych określono metodą Egnera-Riehma w stacji chemiczno-rolniczej, a na użytkach zielonych – w wyciągu 0,5 M HCl w laboratorium IMUZ. Glebę na większości gruntów ornych w gospodarstwie zaliczono, za OBOJSKIM i STRĄCZYŃSKIM [1995], do grupy zasobnych i bardzo zasobnych w fosfor. Średnia oraz wysoka zasobność [SAPEK, SAPEK, 1997] obu warstw gleby na większości użytków zielonych wskazuje, tak jak na gruntach ornych, na możliwość ograniczenia nawożenia tym składnikiem.

## WYNIKI

W pierwszym pięcioleciu okresu badań (1993–1997) najwięcej fosforu w nawozach mineralnych wniesiono w 1994, a najmniej – w 1993 r. (tab. 1). Z zakupionymi paszami i ziemiopłodami najwięcej fosforu wniesiono w 1993 r. Zmniejszenie przychodu fosforu z opadami atmosferycznymi od 1995 r. było spowodowane zmniejszeniem areału użytków rolnych. Przychody fosforu z zakupu zwierząt hodowlanych były zwiększone w latach 1994–1995, co było spowodowane zakupem kóz.

W rozchodach fosforu, wyrównaną w kolejnych latach, dużą pozycją była sprzedaż mleka. Znaczną pozycję w bilansie fosforu stanowiła też sprzedaż obornika – najwięcej sprzedano go w 1994, a najmniej – w 1997 r. Sprzedaż ziemiopłodów, podobnie jak obornika, była największa w 1994, a najmniejsza – w 1996 r. Dość duże rozchody fosforu ze zwierzętami hodowlanymi w 1995 i 1996 r. wynikają ze sprzedaży jałówek cielnych.

W omawianym okresie (1993–1997) największą sumaryczną ilość fosforu ( $24,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) wniesiono do gospodarstwa w 1994, a najmniejszą – w 1996 r. ( $17,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Nie tylko wnoszenie, ale i wynoszenie było największe w 1994 ( $11,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), a najmniejsze – w 1997 r. ( $7,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Największe wykorzystanie fosforu stwierdzono w 1994 (45,1%), a najmniejsze – w 1997 r. (33,8%). Największy nadmiar fosforu ( $14,3 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) zanotowano w 1997, a najmniejszy ( $9,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) w 1996 r.

W następnym pięcioleciu (od 1988 do 2002 r.) podczas wprowadzania w gospodarstwie wielu zmian, których celem było poprawienie efektywności gospodarowania fosforem, największe ilości tego składnika wniesiono do gospodarstwa z nawożeniem w 1998 r. Wartość ta w kolejnych latach zmniejszała się. Najmniejsze wniesienie fosforu z nawożeniem mineralnym w 2002 r. było kilkakrotnie mniejsze niż w poszczególnych latach poprzedniego okresu. Znaczącą pozycję we wnoszeniu fosforu do gospodarstwa stanowiły pasze i ziemiopłody z zakupu. Ładunek fosforu wnoszonego z opadami był w kolejnych latach bardzo zróżnicowany, ale większy niż w poprzednim okresie. W omawianym okresie nieznaczne przychody ze zwierzętami hodowlanymi zanotowano tylko w 2000 i 2002 r. (spowodowane zakupem buhaja). Sumaryczne wnoszenie fosforu do gospodarstwa we wszystkich latach tego okresu było mniejsze niż poprzednio. Największą sumaryczną ilość fosforu ( $19,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) wniesiono do gospodarstwa w 1998, a najmniejszą ( $11,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) – w 2002 r.

Po stronie rozchodów największą pozycją, różniącą się w porównaniu z poprzednim okresem, była zwiększająca się sprzedaż mleka. W latach 1998–2002 stwierdzono znaczne zmniejszenie sprzedaży obornika i gnojówki w porównaniu ze sprzedażą w poprzednim okresie.

Największe wynoszenie fosforu ( $8,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  P) zanotowano w 1999 r., było tylko o  $2,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  P większe od najmniejszego – w 2002 r. W tym pięcioleciu



najmniejsze wykorzystanie i jednocześnie największy nadmiar fosforu stwierdzono w 1998, a największe wykorzystanie i najmniejszy nadmiar – w 2002 r. (tab. 1)

Doskonalenie procesu produkcji w kierunku zrównoważonej gospodarki fosforem polegało głównie na zmianie struktury zasiewów, wykorzystaniu dużych zasobów obornika do nawożenia nim gruntów ornych i użytków zielonych, zmianie struktury zbiorów pasz z użytków zielonych oraz zmianach w przygotowaniu pasz i żywieniu zwierząt.

Zmiany struktury zasiewów (tab. 2), polegające na zwiększaniu areалу uprawy kukurydzy i zmniejszaniu udziału zbóż, umożliwiły coraz większe wykorzystanie obornika, a mniejsze nawozów mineralnych. W 2002 r. w strukturze zasiewów kukurydza stanowiła około 57%, a inne zboża – już tylko niecałe 35%, dzięki czemu w rotacji trójpolowej (kukurydza, kukurydza, inne zboża), co trzeci rok mógł być stosowany obornik w dużej dawce ( $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Te oraz niektóre zmiany technologiczne w produkcji zwierzęcej, polegające na wprowadzeniu paszowozu pobierającego i rozdrabniającego pasze objętościowe oraz zadawaniu ich wraz z częścią dawki pasz treściwych, tzw. PMR (Partially Mixed Ration), poprawiły jakość gospodarowania. Również indywidualne, zależne od wydajności mlecznej, żywienie krów paszami treściwymi przyczyniło się do wzrostu wydajności i lepszego wykorzystania tych pasz. Niedobory białka występujące w zimowej dawce pokarmowej częściowo uzupełniano przez skarmianie sianokiszzonek z lucerny zamiast sianokiszzonek z traw. Jesienią 2001 r. w żywieniu krów mlecznych wprowadzono śrutę kukurydzianą stanowiącą około 20% zimowej dawki pasz treściwych. Wymienione czynniki kształtowały poziom produkcji roślinnej oraz produkcję mleka, sposobem poprawiając procesy produkcji w gospodarstwie oraz bilanse fosforu.

**Tabela 2.** Niektóre czynniki poprawiające bilanse i efektywność gospodarowania

**Table 2.** Some factors improving balances and effectiveness of farming

Lata Years	Zużycie nawozów, t Consumption of fertilisers, t		Struktura zasiewów, % Cropping system, %				Produkcja Production j.z. unit grain	
	mineral- nych mineral P	obornika manure	zboża cereals	kukurydza maize		lucerna lucerne	roślinna plant	mleka milk
				kiszonka silage	ziarno grain			
1997	2,4	482	72	28	–	–	4 515,6	3 801,1
1998	1,8	878	76	24	–	–	4 402,6	3 696,9
1999	0,9	742	46	47	–	7	3 818,2	4 425,3
2000	0,8	717	53	40	–	7	4 521,9	5 021,0
2001	0,7	1001	48	37	8	7	5 693,6	5 069,5
2002	0,3	1310	34,5	44	13	8,5	5 331,0	5 860,9

## DYSKUSJA

Mimo, że według bilansów w badanym gospodarstwie w okresie 1993–1997 wykorzystanie fosforu wynosiło 34–45% i znacznie przewyższało podane przez SAPKA [2002] średnie w rolnictwie polskim, stwierdzono możliwości zmniejszenia nadmiarów. Zwiększenie w latach 1998–2002 wykorzystania fosforu do ponad 60% i zmniejszenie jego nadmiarów do około  $5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  świadczy o znacznej poprawie efektywności gospodarowania tym składnikiem, co zmniejsza zanieczyszczenie środowiska i eutrofizację ekosystemów [PIETRZAK, SAPEK, 1996; SAPEK, 2002]. Istotne jest także znaczne zmniejszenie nakładów finansowych na nawożenie mineralne w gospodarstwie o wysokiej zasobności gleb w fosfor. O poprawie wykorzystania fosforu w gospodarstwie, zmniejszeniu jego nadmiarów oraz zwiększeniu efektywności decydowało wiele czynników warunkujących zarówno produkcję roślinną jak i zwierzęcą, co świadczy o konieczności kompleksowego patrzania na gospodarstwo.

## WNIOSKI

1. Wykorzystanie bilansów fosforu w gospodarstwie do opracowywania planów nawożenia w zmieniającej się strukturze zasiewów przyniosło nie tylko wymierny zysk środowiskowy lecz także zmniejszyło koszty nawożenia fosforem o ponad  $50 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$  przy jednoczesnym znacznym wzroście produkcji mleka.
2. Główne źródło przychodów fosforu stanowią obecnie pasze i ziemiopłody wnoszone do gospodarstwa.

## LITERATURA

- BARSZCZEWSKI J., WALCZUK T., BURS W., 1999. Bilans azotu, fosforu i potasu w gospodarstwie na przykładzie Zakładu Doświadczalnego w Falentach. *Wiad. IMUZ* t. 20 z. 1 s. 29–37.
- BARSZCZEWSKI J., BURS W., 2003. Polowe bilanse azotu, fosforu i potasu w gospodarstwie na przykładzie Zakładu Doświadczalnego w Falentach. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 3 z. 1(7) s. 25–37.
- MANTEUFFEL R., 1981. *Ekonomika i organizacja gospodarstwa rolniczego*. Warszawa: PWRiL ss. 657.
- OBOJSKI J., STRĄCZYŃSKI S., 1995. Odczyn i zasobność gleb Polski w makro- i mikroelementy. *Puławy: IUNG* ss. 40.
- PIETRZAK S., 1997. Metoda bilansowania składników nawozowych w gospodarstwie rolnym. *Mater. Instr.* 116. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 22.
- PIETRZAK S., SAPEK A., 1996. Ocena zagrożeń dla środowiska pochodzących ze źródeł rolniczych, na podstawie bilansu azotu w gospodarstwie rolnym. W: *Technika i technologia w ochronie środowiska*. 1. Forum Inżynierii Ekologicznej, Lublin–Nałęczów, 1996 s. 127–130.
- SAPEK A., 2002. Rozpraszanie fosforu do środowiska – mechanizmy i skutki. *Zesz. Edukac.* 7/2002. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 9–24.

- SAPEK A., SAPEK B., 2001. Agenda 21 dla regionu Morza Bałtyckiego. Zesz. Edukac. Wydanie specjalne. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 24.
- SAPEK A., SAPEK B., 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. Mater. Instr. 115. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 80
- SMOROŃ S., 2001. Bilans składników pokarmowych na przykładzie wielokierunkowego gospodarstwa rolnego. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 1 z. 1 s. 201–212.

*Jerzy BARSZCZEWSKI*

#### **USING PHOSPHORUS BALANCE TO IMPROVE THE PRODUCTION PROCESS IN A FARM**

*Key words: fertilisation, phosphorus balance, utilisation*

#### **S u m m a r y**

The study was carried out in the Experimental Farm of Reclamation and Grassland Farming in Falenty that occupied 180 ha of croplands (arable lands – 85 ha, meadows – 72.5 ha and pastures 22.5 ha). Plants intended for concentrated and bulk fodder for livestock with the increasing share of maize were the main crops in the study period.

The aim of the work was to demonstrate natural and economic advantages arising from changes in the cropping system and to elaborate fertilisation plans based on phosphorus balance in the farm.

Phosphorus introduced to the farm with purchased mineral fertilisers, fodder, crops, breeding animals and atmospheric precipitation was taken as an input in the balance. Output consisted of the phosphorus removed from the farm in sold animal (slaughter cattle, milk, manure, slurry) and plant (crops, straw, hay) products. In the years 1998–2002 the changes of cropping system and increased application of manure to arable lands and grasslands enabled to utilise almost all resources in the farm and thus to limit mineral fertilisation with phosphorus. The changes in plant production and technology of cattle nutrition brought about measurable environmental profits but also decreased the costs of phosphorus fertilisation with simultaneous increase of production in the farm.

---

#### **Recenzenci:**

*prof. dr hab. Kazimierz Mazur*

*prof. dr hab. Jan Mikołajczak*

Praca wpłynęła do Redakcji 30.12.2003 r.



