

BILANS AZOTU I FOSFORU W WYBRANYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH UKIERUNKOWANYCH NA PRODUKCJĘ MLEKA W WARUNKACH ZMIAN ZACHODZĄCYCH W ROLNICTWIE POLSKIM

Stefan PIETRZAK

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

Słowa kluczowe: bilans azotu i fosforu, gospodarstwo rolne, obieg składników nawozowych, produkcja mleczna

Streszczenie

Rolnictwo polskie znajduje się w fazie intensywnych przekształceń wywołanych przemianami polityczno-ekonomicznymi po 1989 r. Wyrazem tych przekształceń w regionie Podlasia jest m.in. koncentracja i intensyfikacja produkcji mlecznej. Wraz z rozwojem gospodarstw prowadzących chów bydła mlecznego nasila się ich oddziaływanie na środowisko, głównie w wyniku zwiększającej się emisji związków azotu i fosforu. Ze względów środowiskowych i ekonomicznych w tego typu gospodarstwach coraz większego znaczenia nabiera efektywne wykorzystanie składników nawozowych.

Podjęto badania, mające na celu ocenę stanu gospodarowania azotem i fosforem oraz możliwości jego optymalizacji w czterech typowych dla Podlasia gospodarstwach prowadzących chów bydła mlecznego. Badano bilanse azotu i fosforu oraz kształtujące je, wybrane, czynniki procesu produkcyjnego.

Stwierdzono, że w trzech gospodarstwach ukierunkowanych tylko na produkcję mleka nadwyżka bilansowa azotu w latach 2000–2002 wynosiła od 108,0 do 174,0 kg N·ha⁻¹, a wykorzystanie tego składnika – od 12,7 do 23,1%. W jednym gospodarstwie prowadzącym towarową produkcję roślinną i zwierzęcą nadwyżka wynosiła od 56,5 do 85,9 kg N·ha⁻¹, a efektywność wykorzystania – od 32,4 do 40,3%. Poza skrajnymi przypadkami nadwyżka fosforu wynosiła w wymienionym okresie od 4,2 do 16,6 kg P·ha⁻¹, a jego wykorzystanie – od 17,4 do 56,8%.

Adres do korespondencji: dr inż. S. Pietrzak, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody; 05-090 Raszyn; tel.+48 (22) 720-05-31 w. 224, e-mail: S.Pietrzak@imuz.edu.pl

Uznano, że istnieje możliwość poprawienia wyników bilansu azotu i fosforu w analizowanych gospodarstwach przez poprawę: jakości pasz objętościowych, praktyk postępowania z nawozami naturalnymi, odczynu gleb oraz struktury płodozmianu.

WSTĘP

Przemiany ustrojowe zapoczątkowane w 1989 r. uruchomiły proces głębokich przekształceń w rolnictwie polskim. Od lat towarzyszą im w sposób ciągły takie zjawiska, jak: trudności ze zbytem płodów rolnych oraz mała opłacalność produkcji. W ich następstwie liczba krów mlecznych w gospodarstwach zmniejszyła się z 4 919 tys. szt. w 1990 r. do 2 904 tys. szt. w 2002 r., jednocześnie produkcja mleka zmniejszyła się z 15 371 do 11 527 mln l [Rocznik ..., 2001; Rolnictwo ..., 2003]. Nowym elementem stało się stosowanie w gospodarstwach norm i regulacji prawnych wzorowanych na rozwiązaniach unijnych, podnoszących standardy jakości mleka i ochrony środowiska, często jednak związanych z kosztownymi inwestycjami (np. budowa płyt gnojowych i zbiorników na płynne nawozy naturalne). W istniejących warunkach wiele gospodarstw w kraju zaprzestaje produkcji mleka. Niemniej, najbardziej prężni rolnicy starają się utrzymać na rynku i poprawić swoją sytuację ekonomiczną poprzez zwiększenie wydajności mlecznej krów oraz wielkości stada. Takie zjawisko obserwuje się zwłaszcza na Podlasiu – regionie szczególnie predestynowanym do rozwoju chowu bydła (największa w kraju produkcja mleka w powiatach: wysokomazowieckim, zambrowskim, łomżyńskim, bielskopodlaskim, monieckim i grajewskim). Na skutek postępującej koncentracji i intensyfikacji produkcji mlecznej krów zwiększa się przepływ składników nawozowych w gospodarstwach, a co za tym idzie – zwiększają się ich straty do środowiska. Dlatego też ważne jest, aby dostosowując się do nowych wyzwań, przekształcane gospodarstwa mleczne maksymalnie wykorzystywały składniki nawozowe. Jest to jednocześnie istotnym warunkiem zwiększenia ich konkurencyjności rynkowej.

Rozwijanie produkcji rolnej w sposób przyjazny dla środowiska i jednocześnie opłacalny ekonomicznie należy niewątpliwie do priorytetów współczesnego rolnictwa. Istotną rolę w kształtowaniu tak zrównoważonego systemu gospodarowania odgrywają badania nad przepływem składników nawozowych w gospodarstwach rolnych, zwłaszcza prowadzących chów zwierząt. W niniejszej pracy podjęto problematykę obiegu składników nawozowych, w gospodarstwach z województwa podlaskiego, ukierunkowanych na produkcję mleka, będących w fazie przekształceń. Za główny cel postawiono sobie ocenę stanu gospodarowania azotem i fosforem oraz możliwości optymalizacji tego stanu w takich gospodarstwach.

CHARAKTERYSTYKA GOSPODARSTW

Do badań wybrano cztery gospodarstwa rolne reprezentatywne dla regionu Podlasia, ukierunkowane na produkcję mleka, które umownie oznaczono symbolami KS, KT, CS i WP. Gospodarstwa te są położone w miejscowości Gródek w gminie Klukowo. Gmina ta ma charakter typowo rolniczy, dominują gleby dobre i średnie [Studium ..., 2001]. Należy ona do rejonu o najlepszych glebach w województwie podlaskim. Na terenie gminy preferuje się intensywne uprawy oraz chów bydła. Wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej w tej gminie jest wysoki – wynosi 71,6 pkt. Jest on znacznie wyższy od średniej w województwie, wynoszącej 54,3 pkt oraz średniej krajowej – 66,6 pkt.

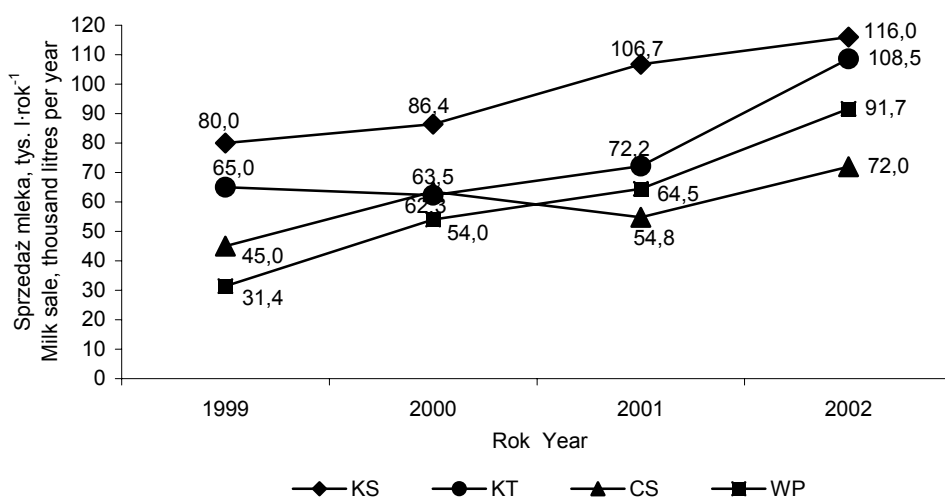
Grunty położone w obrębie wsi Gródek znajdują się w bezpośrednim zasięgu zlewni rzeki Nurzec oraz jej dopływów. Zajmują one powierzchnię 475,4 ha. Przeważają gleby III i IV kl., które stanowią łącznie ponad 61% gruntów ornych. W strukturze użytków rolnych grunty orne zajmują 68,9% powierzchni, a 31,2% – użytki zielone. Występują tam gleby mające skład granulometryczny gliny lekkiej, piasku gliniastego mocnego oraz piasku gliniastego lekkiego, słabogliniastego i żwiru [Aneks ...]. Mikroklimat w rejonie Gródka cechuje się dość długimi okresami bez opadów (lub z niewielką ich ilością) w okresie wegetacyjnym, co w związku z brakiem sprawnie funkcjonującego systemu melioracyjnego pogarsza uzyskiwane wyniki w produkcji roślinnej. Głównym kierunkiem produkcji rolniczej na tym terenie jest produkcja mleka. Obszar, na którym znajduje się Gródek, zachowuje nadal duże walory przyrodniczo-środowiskowe, o czym świadczy występowanie dużej ilości ryb w rzece Nurzec oraz dosyć dużej populacji bobrów w okolicy.

Gospodarstwa, będące obiektami badań, miały od 16,6 do 33,1 ha użytków rolnych i stada krów liczące od 14 do 23 szt. (stan z 2003 r.) (tab. 1). Na początku 2002 r. obsada zwierząt wyrażona w $SD \cdot ha^{-1}$ w gospodarstwie KS wynosiła 1,2 w KT – 1,2; w CS – 1,3, a w WP – 0,6. Wszystkie gospodarstwa w ciągu ostatnich czterech lat powiększyły potencjał produkcyjny, zwiększając areał pól uprawnych i liczbę krów oraz poprawiając cechy genetyczne bydła. Trzy z nich: KS, KT, CS nastawione są wyłącznie na produkcję mleka, czwarte – WP – oprócz produkcji mleka prowadzi również towarową produkcję zbóż i buraków. Gospodarstwa te różnią się poziomem specjalizacji i ogólnym stopniem rozwoju (środki produkcji, organizacja pracy, itp.). Pod tym względem najbardziej zaawansowane są gospodarstwa KS i KT, które najwcześniej zaczęły ukierunkowywać się na produkcję mleka. Gospodarstwo WP jest dobrze rozwinięte, natomiast proces specjalizacji został w nim dopiero niedawno rozpoczęty. Z kolei w gospodarstwie CS specjalizacja jest daleko posunięta, ale w porównaniu z pozostałymi gospodarstwami poziom jego rozwoju jest niższy.

Bazę paszową w żywieniu bydła stanowią trwałe i przemienne użytki zielone oraz uprawy kukurydzy na kiszonkę i zbóż pastewnych. W gospodarstwach KS,

KT i CS występuje duży udział użytków zielonych w powierzchni użytków rolnych – 45–52%. We wszystkich gospodarstwach, poza WP, użytki zielone są częściowo położone na glebach organicznych. W produkcji polowej dominuje uprawa zbóż na pasze. W ostatnich latach zwiększyła się powierzchnia uprawy kukurydzy, natomiast zmniejszyła się powierzchnia upraw ziemniaków i buraków cukrowych. Uprawy roślin motylkowych w czystym siewie występują w niewielkim zakresie. W gospodarstwach KS, KT i WP przeważają gleby lekkie oraz średnie. W gospodarstwie CS, oprócz gleb lekkich i średnich, znaczny udział mają gleby bardzo lekkie.

W efekcie wprowadzanych zmian w systemie produkcji rolnej sprzedaż mleka we wszystkich analizowanych gospodarstwach znacznie zwiększyła się w ostatnim okresie (rys. 1), co sprawia, że mimo ogólnie trudnej sytuacji w rolnictwie, ich kondycja finansowa jest względnie dobra. Wyrazem tego jest m.in. inwestowanie w zakup ziemi, zwierząt i maszyn oraz modernizację budynków inwentarskich.



Rys. 1. Dynamika zmian sprzedaży mleka w badanych gospodarstwach

Fig 1. The dynamics of milk sale in studied farms

METODY BADAŃ

Przedmiotem badań był obieg azotu i fosforu w wybranych czterech gospodarstwach rolnych ukierunkowanych na produkcję mleka. Badano przede wszystkim relacje między ilością azotu i fosforu wprowadzanego do gospodarstw z zewnątrz oraz z nich wyprowadzanego, a ponadto uwarunkowania związane z obrotem azotu i fosforu wewnątrz gospodarstw.

Podstawową metodą badawczą była metoda bilansowania składników nawozowych w gospodarstwie rolnym [PIETRZAK, 1997]. Bilanse azotu i fosforu sporządzono na podstawie rejestru analizowanych składników wnoszonych do gospodarstwa i z niego wynoszonych w ciągu roku kalendarzowego. Wnoszenie składników nawozowych do gospodarstwa następowało w wyniku:

- zakupu nawozów mineralnych, pasz treściwych i objętościowych, zboża oraz zwierząt do chowu;
- biologicznej asymilacji azotu atmosferycznego przez bakterie *Rhizobium*, żyjące w symbiozie z roślinami motylkowymi;
- opadów atmosferycznych;
- wiązania przez glebowe drobnoustroje niesymbiotyczne.

Z kolei ich wynoszenie następowało w wyniku sprzedaży na zewnątrz gospodarstwa produktów roślinnych (zboża, ziemniaki, buraki cukrowe) i zwierzęcych (mleko, żywiec). Saldo bilansu azotu i fosforu określono na podstawie różnicy między ich przychodem i rozchodem. Efektywność wykorzystania tych składników obliczono jako stosunek rozchodu do przychodu i wyrażano w procentach.

Prace nad przepływem azotu i fosforu wewnątrz gospodarstw dotyczyły głównie identyfikacji przyczyn i wielkości strat tych składników. W ramach tych prac wykonano pomiary emisji amoniaku z nawozów naturalnych po ich zastosowaniu na użytki rolne, oznaczono odczyn gleb i ich zasobność w przyswajalne formy fosforu, oznaczono zawartość białka w paszach objętościowych produkowanych w gospodarstwach oraz dokonano oceny struktury zasiewów.

Do pomiaru emisji amoniaku z nawozów naturalnych zastosowano mikrometeorologiczną metodę dozimetrii pasowej, bazującą na bilansie masy ulatniającego się amoniaku, opracowaną i rozwiniętą przez FERMA [1986, 1995], a zaadaptowaną i zmodyfikowaną przez MARCINKOWSKIEGO [1999].

Odczyn gleb (pH) był oznaczany w roztworze 1 mol·dm⁻³ chlorku potasu (KCl), a zawartość fosforu przyswajalnego metodą Egnera-Riehma. Przedziały potrzeb wapnowania oraz przedziały wyceny gleb określono zgodnie z kryteriami IUNG [OBOJSKI, STRĄCZYŃSKI, 1995].

Zawartość białka w kiszonkach oznaczono metodą Kjeldahla oraz metodą spektroskopii odbiciowej w bliskiej podczerwieni – NIRS (ang. near infrared reflectance spectroscopy).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na podstawie wykonanych bilansów stwierdzono, że w latach 2000–2002 w trzech gospodarstwach (KS, KT, CS) nadwyżka bilansowa azotu wynosiła od 108 do 174 kg N·ha⁻¹, a efektywność wykorzystania tego składnika – od 12,7 do 23,1% (tab. 2). W jednym gospodarstwie (WP), mającym najmniejszą obsadę zwierząt, nadwyżka była mniejsza – w granicach 56,5–85,9 kg N·ha⁻¹, a efektyw-

ność wykorzystania azotu większa – od 32,4 do 40,3%. Poza skrajnymi przypadkami nadwyżka fosforu wynosiła w wymienionym okresie od 4,2 do 16,6 kg P·ha⁻¹, a jego wykorzystanie – od 17,4 do 56,8% (tab. 3).

Największe nadwyżki azotu przypadające na jednostkę powierzchni, przekraczające co roku w latach 2000–2002 100 kg N·ha⁻¹, wystąpiły w gospodarstwach KS, KT i CS, co wynika ze stosowania największej ilości mineralnych nawozów azotowych, zakupu największej ilości pasz treściwych oraz dużej obsady zwierząt. W okresie badań we wszystkich gospodarstwach zwiększyła się ilość azotu wnoszonego w paszach treściwych oraz wiązanego przez rośliny motylkowate. Zwiększenie ilości symbiotycznie wiązanego azotu było spowodowane głównie zwiększeniem się udziału koniczyny w runi łąkowej w związku z odnawianiem użytków zielonych w gospodarstwach. W 2002 r. w gospodarstwie CS wprowadzono liczące się ilości azotu również w związku z zakupem pasz objętościowych z powodu niedostatecznej ich produkcji.

Główną składową rozchodu azotu w gospodarstwach KS, KT i CS była sprzedaż mleka, natomiast w gospodarstwie WP – zboża. We wszystkich przypadkach w analizowanym okresie uwidoczniła się tendencja do zwiększania ilości azotu wynoszonego z mlekiem w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. Przyczyniła się do tego poprawa wartości pokarmowej pasz, którą uzyskano m.in. przez zwiększenie udziału w diecie zwierząt wysokobiałkowych pasz pochodzących z zakupu oraz zwiększenie udziału koniczyny w składzie runi łąkowej.

Sposób żywienia istotnie wpływa na mleczność krów, a pośrednio i na wynik bilansu azotu. Nastąpił znaczny postęp organizacyjny i techniczny w sporządzaniu kiszzonek z kukurydzy i sianokiszzonek. Kiszzonki sporządzane w gospodarstwach na ogół mają dobre parametry, niemniej potrzebne jest dalsze doskonalenie ich produkcji. Na przykład zawartość białka w „idealnej” sianokiszonce, wg CHAMBERLAINA i WILKINSONA [2002], powinna wynosić 0,0150–0,0175 g·kg⁻¹ s.m. Tymczasem zawartość białka w prawie 1/3 analizowanych próbek sianokiszzonek była mniejsza (tab. 4). Celowe byłyby zatem m.in. zbiór we wcześniejszej fazie rozwojowej roślin oraz dalsze ulepszanie składu gatunkowego runi.

Bardzo duży wpływ na wyniki bilansu azotu we wszystkich gospodarstwach miała emisja amoniaku (NH₃) z nawozów naturalnych. Można tak sądzić m.in. na podstawie pomiarów emisji tego związku z obornika zastosowanego na grunty orne jesienią 2002 r. w gospodarstwach KT i CS oraz gnojówki i gnojowicy zastosowanych na użytki zielone wiosną 2003 r. w gospodarstwach KS i WP. Z tych pomiarów wynika, że z zastosowanych nawozów, które scharakteryzowano w tabeli 5., największe straty NH₃ występowały w pierwszym dniu pomiarów i wynosiły w przypadku obornika od ponad 15 do ponad 75% a w przypadku gnojowicy i gnojówki odpowiednio od ponad 18 do około 31% zawartego w nich azotu amonowego i z każdym kolejnym dniem się zwiększały (tab. 6). W ciągu czterech dni po zastosowaniu największe łączne straty amoniaku nastąpiły z gnojówki – ponad

Tabela 4. Zawartość białka w próbkach sianokiszzonek produkowanych w badanych gospodarstwach**Table 4.** Protein content in samples of hay silage produced in studied farms

Gospodarstwo Farm	Nr próbki No of sample	Zawartość białka g·kg ⁻¹ s.m Protein content g·kg ⁻¹ DM	Gospodarstwo Farm	Nr próbki No of sample	Zawartość białka g·kg ⁻¹ s.m Protein content g·kg ⁻¹ DM
KS	KS-1/2000	0,0167	CS	CS-1/2000	0,0156
	KS-2/2000	0,0147		CS-1/2002	0,0139
	KS-1/2002	0,0217		CS-2/2002	0,0145
	KS-1/2003	0,0126		CS-3/2002	0,0172
	KS-2/2003	0,0187		CS-1/2003	0,0173
KT	KT-1/2000	0,0145	WP	WP-1/2000	0,0169
	KT-2/2000	0,0133		WP-2/2000	0,0175
	KT-1/2002	0,0163		WP-1/2002	0,0180
	KT-2/2002	0,0194		WP-1/2003	0,0172
	KT-1/2003	0,0176			

Tabela 5. Charakterystyka zastosowanych nawozów naturalnych**Table 5.** Characteristics of applied manure

Gospodarstwo Farm	Rodzaj nawozu Type of manure	Dawka nawozu Dose of manure t·ha ⁻¹	Sucha masa Dry matter g·kg ⁻¹	Ilość N _{og} w zastosowanym nawozie N _{tot} in applied manure kg·ha ⁻¹	Ilość N-NH ₄ w zastosowanym nawozie N-NH ₄ in applied manure kg·ha ⁻¹
KT ¹⁾	obornik przefermentowany fermented farmyard manure	43,6	0,0211	271	10,5
CS ²⁾	obornik świeży fresh farmyard manure	62,1	0,0211	323	34,8
KS ³⁾	gnojówka liquid manure	37,7	0,0033	140	108,6
WP ³⁾	gnojowica rozcieńczona diluted slurry	45,1	0,0041	97	79,4

Data i miejsce pomiarów: ¹⁾ 16–20.09.2002 – ściernisko po zbożu; ²⁾ 16–20.09.2002 – ściernisko po kukurydzy; ³⁾ 12–16.05.2003 – użytek zielony.

Date and place of measurements: ¹⁾ 16–20.09.2002 – stubble field after grain; ²⁾ 16–20.09.2002 – stubble field after maize; ³⁾ 12–16.05.2003 – grassland.

53 kg N-NH₃·ha⁻¹ i z gnojowicy – ponad 23 kg N-NH₃·ha⁻¹, co było związane z dużą początkową zawartością azotu w formie amonowej w tych nawozach.

Łączne straty N-NH₃ z obornika w obydwóch gospodarstwach były podobne, chociaż dawka tego nawozu zastosowana na pole w gospodarstwie CS była o około

Tabela 6. Emisja amoniaku z zastosowanych nawozów naturalnych po ich aplikacji**Table 6.** Ammonia emission from applied manure

Gospodarstwo Farm	Emisja amoniaku w kolejnych dobach po zastosowaniu nawozów naturalnych									
	Ammonia emission in the days following manure application									
	1	2	3	4	razem total	1	2	3	4	razem total
	kg N-NH ₃ ·ha ⁻¹					% ¹⁾				
KT	7,9	5,5	2,1	1,5	17,0	75,2	52,4	20,0	14,3	161,9
CS	5,4	5,1	3,9	0,8	15,2	15,5	14,7	11,2	2,3	43,7
KS	33,4	14,5	3,0	2,5	53,4	30,8	13,3	2,8	2,3	49,2
WP	13,6	4,9	2,8	2,2	23,5	17,1	6,1	3,5	2,8	29,6

¹⁾ Obliczono jako stosunek masy wyemitowanego azotu amoniakalnego do masy początkowej azotu amonowego w zastosowanych nawozach naturalnych odniesionych do 1 ha powierzchni.

¹⁾ Calculated as the ratio of emitted ammonia nitrogen to the initial ammonium nitrogen in applied manure, per 1 ha.

30% większa. Różna była natomiast dynamika przebiegu procesu wydzielania się amoniaku do atmosfery z każdego z tych nawozów. Prawdopodobnie było to związane z całkowicie odmiennym stopniem ich rozłożenia: obornik z gospodarstwa KT był składowany przez około rok, natomiast obornik z gospodarstwa CS tylko przez 1–2 tygodnie.

Na podstawie badań przeprowadzonych w porównywalnych warunkach MARCINKOWSKI [2002] stwierdził, że straty azotu z powodu emisji amoniaku z przym obornika bydłowego, w zależności od staranności ich formowania w ciągu roku wynoszą od 9 do 26% zawartości początkowej azotu w nawozie, a w przeliczeniu na sztukę dużą od 2,6 do 9,1 kg N-NH₃ (można przyjąć, że straty tego rzędu występowały ze składowisk obornika badanych gospodarstw). Całkowite straty amoniaku z nawozów naturalnych w badanych gospodarstwach mogły więc być znaczące.

Strumienie emisji amoniaku z nawozów naturalnych podczas ich przechowywania i stosowania, a także z odchodów wydalanych przez zwierzęta w budynkach inwentarskich i na pastwisku składają się na sumaryczne straty tego związku. Ich udział w łącznych stratach azotu z gospodarstwa bywa bardzo duży. Z badań przeprowadzonych przez VAN DER WERFFA, BAARSA i OOMENA [1995] wynika, że straty amoniaku z nawozów naturalnych w ekologicznym gospodarstwie o profilu mlecznym, z obsadą 1,25 SD·ha⁻¹, stanowiły około 38% występującej w nim nadwyżki bilansowej azotu. Możliwości poprawy efektywności wykorzystania azotu w badanych gospodarstwach w dużym stopniu można upatrywać w poprawie gospodarki nawozami naturalnymi. Potrzeby usprawnień w tym zakresie są różne i dotyczą zwłaszcza sposobu magazynowania, techniki oraz terminów stosowania obornika i gnojówki.

Saldo bilansu fosforu w $\frac{2}{3}$ analizowanych przypadków przekroczyło $8 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$. Namiar fosforu w Szwecji, w której jest bardzo zrównoważona gospodarka tym składnikiem w rolnictwie, w 1995 r. wynosił – w zależności od regionu kraju – od 1 do $8 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ [STEINECK, JAKOBSSON, CARLSON, 2002]. Jeśliby przyjąć standard szwedzki, ocena stanu gospodarowania fosforem w badanych gospodarstwach wypada niezadowolająco. Bilanse wskazują jednak na zarysowujące się trendy ograniczenia stosowania nawozów fosforowych i tym samym nadmiaru tego składnika, szczególnie w gospodarstwach KT i WP. Może to być wynikiem rozpoczętego w 2000 r. wdrażania planów nawozowych przez gospodarstwa. Plany te wykonuje się na podstawie wyników analizy zasobności gleb oraz zapotrzebowania roślin uprawnych na składniki nawozowe w zależności od oczekiwanego plonu. Uwzględnia się w nich ilości składników nawozowych w nawozach naturalnych. W związku z dużą ilością obornika i gnojówki oraz wysoką i bardzo wysoką zasobnością gleb w fosfor (tab. 7) stwierdzono, że możliwe jest znaczne ograniczenie stosowania nawozów fosforowych. Zalecenie to stopniowo zaczyna być realizowane przez rolników.

Tabela 7. Wycena zasobności gleb w fosfor w 2000 r.

Table 7. Estimation of phosphorus abundance in soils in 2000

Gospodarstwo Farm	Zasobność w fosfor Phosphorus abundance									
	bardzo niska very low		niska low		średnia medium		wysoka high		bardzo wysoka very high	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
KS	1,0	4,3	4,6	19,7	6,3	26,9	8,5	36,3	3,0	12,8
KT	0,0	0,0	3,0	16,3	2,0	10,9	6,4	34,8	7,0	38,0
CS	0,0	0,0	3,6	30,8	4,6	39,3	1,0	8,5	2,5	21,4
WP	0,0	0,0	11,1	41,4	7,5	28,0	6,5	24,3	1,7	6,3
Razem Total	1,0	1,2	22,3	27,8	20,4	25,4	22,4	27,9	14,2	17,7

Zbilansowane nawożenie fosforem jest czynnikiem w największym stopniu wpływającym na efektywność wykorzystania tego składnika w produkcji rolnej [SAPEK, SAPEK, 2002].

Na wyniki bilansów azotu i fosforu w badanych gospodarstwach, poza dyskutowanymi czynnikami, w znacznym stopniu wpłynęły zapewne pH gleb oraz stosowane w nich płodozmiany. Stwierdzono, że często odczyn gleb był nieodpowiedni, a następstwo roślin uprawnych w zmianowaniu niekorzystne.

W przypadku zakwaszenia gleby składniki nawozowe są gorzej pobierane przez rośliny, co przyczynia się do zmniejszenia plonów. Analizy chemiczne przeprowadzone w 2000 r. wykazały, że ze względu na nieodpowiedni odczyn gleb do

wapnowania kwalifikuje się ponad $\frac{1}{3}$ powierzchni użytków rolnych należących do wszystkich gospodarstw położonych na glebach mineralnych. Wapnowanie okazało się najbardziej potrzebne w gospodarstwach KT i WP – „konieczne” bądź „potrzebne” odpowiednio na 47,7 i 43,0% ocenianej powierzchni (tab. 8).

Tabela 8. Potrzeby wapnowania gleb mineralnych w 2000 r.

Table 8. Requirements for liming mineral soils in 2000

Gospodarstwo Farm	Ocena potrzeb wapnowania Estimation of liming requirements									
	konieczne necessary		potrzebne needed		wskazane advisable		ograniczone limited		zbędne redundant	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
KS	0,0	0,0	3,1	14,2	6,5	29,7	3,5	16,0	8,8	40,2
KT	3,0	19,9	4,2	27,8	2,4	15,9	2,0	13,2	3,5	23,2
CS	0,5	4,5	3,8	34,5	5,2	47,3	0,5	4,5	1,0	9,1
WP	5,0	18,7	6,5	24,3	5,7	21,3	1,7	6,4	7,8	29,2
Razem Total	8,5	11,3	17,6	23,5	19,8	26,4	7,9	10,5	21,1	28,2

Uzyskanie optymalnego odczynu gleb gruntów ornych dzięki wapnowaniu skutkuje zwiększeniem i utrzymywaniem ich żyzności przez kilka lat, co z kolei przekłada się na większe plony uprawianych roślin. Z danych IUNG wynika, że w uprawie kukurydzy i buraka pastewnego wykonanie tego zabiegu na polach, na których wapnowanie jest konieczne, może zwiększyć plony nawet o ponad 20 t na hektar (tab. 9). Wapnowanie gleb użytków zielonych zwiększa dostępność azotu glebowego i również pozytywnie wpływa na plon roślinności łąkowej [SAPEK B., 1993].

Niekorzystne następstwo roślin w zmianowaniu polega na tym, że pewne gatunki uprawiane są przez kilka lat po sobie lub zbyt często powracają na to samo pole. Prowadzi do zmniejszenia plonów. W przypadku zbóż przyczyniają się do tego choroby zgorzelowe, np. zgorzel podstawy źdźbła, występująca na pszenicy ozimej i jarej oraz łamliwość podstawy źdźbła, atakująca głównie pszenicę i jęczmień, w mniejszym stopniu żyto. Przenoszą się one za pośrednictwem resztek poźniwnych porażonych roślin. Im większy jest udział zbóż w strukturze zasiewów, tym większe niebezpieczeństwo porażenia zbóż grzybami. KUŚ [2001] podaje, że „zwiększenie udziału w strukturze zasiewów o 10%, w przedziale 50–100%, obniża plony pszenicy ozimej o 3,5%, a żyta i jęczmienia jarego o 2,3%”, zaś „plony monokultur, w stosunku do zmianowania norfolckiego (50% zbóż), są mniejsze: pszenicy ozimej o 24%, a jęczmienia jarego i żyta o około 14%”.

Udział zbóż w strukturze zasiewów zwiększał się w badanych gospodarstwach wraz z rozwojem produkcji mlecznej. Obecnie w płodozmianie dwóch z nich – KS

Tabela 9. Absolutne i względne zwiększenie plonów roślin uzyskane w doświadczeniach IUNG pod wpływem optymalnej dawki wapna [GOSEK, 2001]

Table 9. Absolute and relative plant yield increments obtained in IUNG experiments after the optimum lime dose [GOSEK, 2001]

Uprawa Plants	Zwiększenie plonu w grupie potrzeb wapnowania Plant yield increment in groups of liming requirements							
	konieczne necessary		potrzebne needed		wskazane advisable		ograniczone limited	
	t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%	t·ha ⁻¹	%
Kukurydza Maize	23,00	70	12,90	33	–	–	–	–
Burak pastewny Sugar beets	20,70	61	11,80	31	10,70	25	–	–
Pszenvica i jęczmień Wheat and barley	0,73	30	0,38	15	0,34	12	0,25	10
Żyto i owies Rye and oats	0,39	13	0,30	10	0,20	6	0,21	7
Ziemniak Potatoes	2,80	12	1,60	6	0,70	4	0,50	2

i KT występują niemal wyłącznie zboża (zboża podstawowe i kukurydza) (tab. 10). W płodozmianie gospodarstw CS i WP występują jeszcze okopowe, ale planowane jest dalsze zmniejszenie arealu ich upraw. Taki płodozmian niekorzystnie wpływa na efektywność wykorzystania azotu i fosforu. Celowe byłoby jego wzbogacenie, najlepiej – z uwagi na specyfikę gospodarstw – przez wprowadzenie w większym zakresie upraw wieloletnich roślin motylkowatych (np. lucerna, koniczyna łąkowa).

W podsumowaniu można stwierdzić, że będące obiektem badań gospodarstwa z miejscowości Gródek, z dużym wysiłkiem, ale skutecznie przystosowują się do istniejących uwarunkowań społeczno-gospodarczych. Stale intensyfikuje się w nich produkcję mleczną. Przewidywany jej dalszy rozwój powinien przynosić rolnikom satysfakcjonujące dochody, ale nie powinien nasilić niekorzystnego oddziaływania na środowisko [SAPEK, 1994]. Sądząc z doświadczeń wielu krajów wysoko rozwiniętych rolniczo i związanych z rozwojem chowu bydła, takie niebezpieczeństwo, w istniejących warunkach ekonomicznych stymulujących podnoszenie produkcji, jest bardzo realne.

W badanych gospodarstwach efektywność wykorzystania azotu i fosforu w okresie 2000–2002 często była niezadowalająca. W związku z tym należy doskonalić w nich jakość zarządzania składnikami nawozowymi [PIETRZAK, 2003]. Należy sądzić, że dotyczy to również innych gospodarstw ukierunkowanych na produkcję mleka w regionie podlaskim. Zwiększenie efektywności wykorzystania składników nawozowych, szczególnie azotu i fosforu, w tego typu gospodarstwach należy traktować jako ważne zadanie do rozwiązania przez naukę, doradztwo rolnicze i samych rolników.

Tabela 10. Następnstwo roślin uprawnych w latach 2000–2003 w badanych gospodarstwach**Table 10.** Crop rotation in 2000–2002 in studied farms

Gospo- darstwo Farm	Nr pola Field no	Uprawy w latach Crops in years			
		2000	2001	2002	2003
1	2	3	4	5	6
KS	KS/6	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain	pszenica jara spring wheat	kukurydza maize
	KS/8	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize
	KS/9	pszenica jara spring wheat	lucerna lucerne	lucerna/mieszanka zbożowa lucerne/mixed grain	lucerna/kukurydza lucerne/maize
	KS/12	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain
	KS/14	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain
	KS/15	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain
KT	KT/5	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize
	KT/6	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain
	KT/7	buraki cukrowe sugar beets	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain
	KT/8	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize	mieszanka zbożowa + trawy mixed grain + grasses	użytek zielony grassland
	KT/14	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożo- wa/kukurydza mixed grain/maize	kukurydza/mieszanka zbożowa maize/mixed grain
	KT/15	żyto rye	żyto rye	żyto rye	żyto rye
	KT/17		pszenica jara spring wheat	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize
	KT/18			mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain
CS	CS/1	żyto rye	ziemniaki potatoes	żyto rye	żyto rye
	CS/2	żyto rye	ziemniaki potatoes	kukurydza maize	kukurydza maize
	CS/3	żyto rye	żyto rye	żyto rye	ziemniaki potatoes
	CS/4	ziemniaki potatoes	żyto rye	ziemniaki potatoes	żyto rye
	CS/8	mieszanka zbożowa mixed grain	ziemniaki potatoes	mieszanka zbożowa mixed grain	kukurydza maize
	CS/10	kukurydza maize	kukurydza maize	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain
	CS/11	użytek zielony grassland	użytek zielony grassland	mieszanka zbożowa mixed grain	mieszanka zbożowa mixed grain

cd. tab. 10

1	2	3	4	5	6
WP	WP/3	żyto rye	żyto rye	żyto rye	seradela serradella
	WP/4	żyto rye	żyto rye	ziemniaki potatoes	żyto rye
	WP/6	buraki cukrowe sugar beets	pszenica jara spring wheat	mieszanaka zbożowa mixed grain	mieszanaka zbożowa mixed grain
	WP/7a	pszenica jara spring wheat	użytek zielony grassland	użytek zielony grassland	użytek zielony grassland
	WP/7b	pszenica jara spring wheat	buraki cukrowe sugar beets	pszenica jara spring wheat	mieszanaka zbożowa mixed grain
	WP/8	mieszanaka zbożowa mixed grain	ziemniaki potatoes	pszenica jara spring wheat	pszenica jara spring wheat
	WP/9	mieszanaka zbożowa mixed grain	ziemniaki potatoes	pszenica jara spring wheat	pszenica jara spring wheat
	WP/10	mieszanaka zbożowa mixed grain	pszenica jara spring wheat	kukurydza maize	pszenica jara spring wheat
	WP/11	mieszanaka zbożowa mixed grain	mieszanaka zbożowa mixed grain	pszenica jara spring wheat	pszenica ozima winter wheat
	WP/12	kukurydza maize	mieszanaka zbożowa mixed grain	pszenica jara spring wheat	buraki cukrowe sugar beets
	WP/13	pszenica jara spring wheat	kukurydza maize	pszenica jara spring wheat	ziemniaki potatoes
	WP/14	żyto rye	żyto rye	ziemniaki potatoes	mieszanaka zbożowa mixed grain
	WP/15	mieszanaka zbożowa mixed grain	pszenica ozima winter wheat	buraki cukrowe sugar beets	pszenica jara spring wheat
	WP/16	pszenica ozima winter wheat	mieszanaka zbożowa mixed grain	mieszanaka zbożowa mixed grain	kukurydza maize
	WP/18		pszenica jara spring wheat	mieszanaka zbożowa mixed grain	
	WP/19		mieszanaka zbożowa mixed grain	pszenica jara spring wheat	

WNIOSKI

1. W okresie 1999–2003 nastąpił rozwój badanych gospodarstw, objawiający się m.in. zwiększeniem powierzchni użytków rolnych oraz wielkością sprzedaży mleka. W gospodarstwach tych postępuje proces specjalizacji w produkcji mlecznej, który znacznie zmienia dotychczasowy sposób gospodarowania.

2. Nadwyżka bilansowa azotu w okresie 2000–2002 w trzech spośród czterech badanych gospodarstw przekroczyła $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w ciągu roku. Jednocześnie efektywność wykorzystania tego składnika była dość mała – 12,7–23,1%.

3. Występujące w latach 2000–2002 salda bilansów fosforu, wynoszące w ciągu roku od $-1,7$ do $27,2 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$, wskazują na niedostateczne zrównoważenie gospodarki tym składnikiem w badanych gospodarstwach.

4. Istnieją znaczne możliwości poprawy wyników bilansu azotu i fosforu w badanych gospodarstwach, m.in. przez udoskonalenie systemu żywienia zwierząt, praktyk stosowania nawozów mineralnych i naturalnych oraz struktury zmianowania roślin uprawnych. Można przyjąć, że odnosi się to do większości gospodarstw na Podlasiu.

Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 3 P06S 053 22.

LITERATURA

- Aneks do mapy glebowo-rolniczej w skali 1:5000. Obręb Gródek, gmina Klukowo, woj. Łomża. Klukowo: Urząd Gminy maszyn. ss. 17.
- CHAMBERLAIN A.T., WILKINSON J.M., 2002. Feeding the dairy cow. Painshall, Church Lane, Welton, Lincoln: Pubs Chalcombe Publications ss. 241.
- FERM M., 1986. Concentration measurements and equilibrium of ammonium, nitrate and sulphur species in air and precipitation. Ph.D. Thesis. Gothenburg: University of Gothenburg.
- FERM M., 1995. The horizontal ammonia flux technique. Instructions for sampling and analysis. Gothenburg: Swedish Environmental Research Institute maszyn. ss. 9.
- GOSEK S., 2001. Rola wapnowania w utrzymaniu żyzności gleby. W: Wdrażanie nowych technologii w zakresie wykorzystania produktów roślinnych jako materiału energetycznego, zagospodarowania odchodów i odpadów zwierzęcych, stosowania proekologicznych technologii produkcji, ekologii i ochrony środowiska. Materiały ze szkolenia. Puławy: IUNG s. 12–18.
- KUŚ J., 2001. Dobra praktyka rolnicza w gospodarce płodozmianowej i uprawie roli. W: Harmonizacja polskiego prawa ochrony środowiska ze standardami europejskimi. Dyrektywa azotanowa. Przysiek: RCDRRiOW s. 91–100.
- MARCINKOWSKI T., 1999. Pomiar i ocena emisji amoniaku do atmosfery z gospodarskich składowisk nawozów organicznych pochodzenia zwierzęcego. Ochr. Środ. Zasob. Naturaln. nr 18 s. 511–518.
- MARCINKOWSKI T., 2002. Identyfikacja strat azotu w towarowych gospodarstwach rolnych Żuław Wiślanych. Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozpr. nauk. i monogr. nr 1 ss. 79.
- 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., 2003. Obieg składników nawozowych w gospodarstwie rolnym – rys historyczny i współczesne podejście. Woda Środ. Obsz. Wiej. t. 3 z. 1 (7) s. 9–24.
- Rocznik statystyczny rolnictwa, 2001. Warszawa: GUS ss. 316.
- Rolnictwo w 2002 r., 2003. Warszawa: GUS ss. 176.
- SAPEK A., 1993. Oddziaływanie na środowisko gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka. Mater. Inf. 24. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 18.
- SAPEK A., SAPEK B., 2002. Obieg i bilans fosforu w łańcuchu pokarmowym człowieka w Polsce. Nawozy i Nawożenie nr 4 s. 105–123.
- SAPEK B., 1993. Studia nad wapnowaniem trwałego użytku zielonego na glebie mineralnej. Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 93.
- STEINECK S., JAKOBSSON CH., CARLSON G., 2002. Fosfor – stosowanie, wykorzystanie przez rośliny uprawne i nagromadzenie w glebach użytków rolnych. Zesz. Edukac. 7/2002. Falenty: Wydaw. IMUZ s. 25–36.

Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego z elementami strategii rozwoju gminy Klukowo, 2001. Klukowo: Urząd Gminy maszyn. ss. 149.

VAN DER WERFF P.A., BAARS A., OOMEN G.J.M., 1995. Nutrient balances and measurement of nitrogen losses on mixed ecological farms on sandy soil in the Netherlands. Nitrogen leaching in ecological agriculture. Vol. 2. Biol. Agricult. Horticult. s. 41–50.

Stefan PIETRZAK

**N AND P BUDGET IN SELECTED DAIRY FARMS
IN VIEW OF CHANGES IN POLISH AGRICULTURE**

Key words: nitrogen and phosphorus budget, farm, nutrients cycle, milk production

S u m m a r y

Polish agriculture is subject to an intensive reconstruction following economic-political changes after 1989. In Podlasie region it is manifested e.g. in the concentration and intensification of dairy production. Development of dairy farms results in their increasing impact on the environment, particularly through nitrogen and phosphorus emissions. For environmental and economic reasons, the effective use of nutrients becomes more and more important in these farms.

Studies were undertaken to assess nitrogen and phosphorus management and the possibilities of its improving in four dairy farms typical for Podlasie region. N and P budgets and some relevant productive factors were studied.

N surplus ranged from 108 to 174 kg N·ha⁻¹ in the years 2000–2002 and N efficiency varied between 12.7 and 23.1 % in three typically dairy farms. In one farm with plant and milk production the respective figures varied from 57 to 86 kg N·ha⁻¹ and from 32.4 to 40.3 %. Apart from some extreme cases P surplus was from 4.2 to 16.6 kg P·ha⁻¹ and P efficiency from 17.4 to 56.8 %.

It is possible to improve N and P budgets in analyzed farms through improving: bulk fodder quality, manure management, soil pH and crop rotation structure.

Recenzenci:

prof. dr hab. Jan Łabętowicz

prof. dr hab. Jan Mikołajczak

Praca wpłynęła do Redakcji 19.12.2003 r.

Tabela 1. Dynamika zmian pogłowia bydła i powierzchni użytków rolnych w badanych gospodarstwach w latach 2000–2003

Table 1. The dynamics of cattle stock and of area of agricultural lands in studied farms in 2000–2003

Wyszczególnienie Specification	Gospodarstwo Farm							
	KS		KT		CS		WP	
	2000	2003	2000	2003	2000	2003	2000	2003
Krowy ¹⁾ , szt. Number of cows	19	23	16	20	15	14	11	22
Młode bydło ¹⁾ do 1 roku, szt. Young cattle ¹⁾ – to 1 year age	12	14	10	12	6	4	8	5
Młode bydło ¹⁾ powyżej 1 roku, szt. Young cattle ¹⁾ – older than 1 year	2	7	8	8	6	4	-	3
Powierzchnia UR ²⁾ , ha Agricultural land ²⁾ , ha	23,4	32,4	23,4	29,4	14,6	16,6	26,8	33,1
Użytki zielone, % UR Grasslands, %	54,7	48,8	40,2	44,9	45,8	52,1	11,0	33,6

¹⁾ Stan na początku roku.

²⁾ Użytki rolne z uwzględnieniem nabytków w trakcie 2003 r.

¹⁾ In the beginning of the year.

²⁾ Agricultural lands with those acquired in 2003.

Tabela 2. Bilans azotu w badanych gospodarstwach

Table 2. Nitrogen budget in studied farms

Wyszczególnienie Specification	Gospodarstwo Farm											
	KS			KT			CS			WP		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Przychód, kg N·ha ⁻¹ Input, kg N·ha ⁻¹												
– nawozy mineralne mineral fertilizers	105,7	104,8	118,6	123,3	106,3	101,7	127,6	83,0	55,4	81,3	63,8	89,3
– pasze treściwe concentrates	8,7	6,0	17,8	7,3	4,2	16,2	6,0	14,4	29,6	6,2	2,8	6,7
– pasze objętościowe bulk fodder	6,0	–	1,7	0,6	–	–	2,0	–	9,5	–	–	1,8
– słoma straw	0,4	–	–	–	–	–	0,4	–	–	1,0	–	–
– zwierzęta animals	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,9	–	–
– rośliny motylkowe legumes	12,2	30,3	43,4	8,2	15,8	23,6	11,5	18,8	26,5	5,9	7,3	8,8
– mikroorganizmy wolnożyjące soil microorganisms	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
– opad atmosferyczny precipitation	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
Razem przychód Total input	153,5	161,7	202,2	160,1	146,9	162,1	168,0	137,0	142,0	116,0	94,5	127,1
Rozchód, kg N·ha ⁻¹ Output, kg N·ha ⁻¹												
– zboże grain	–	4,6	–	–	–	–	–	–	–	19,9	17,9	18,8
– ziemniaki potatoes	–	–	–	–	–	–	–	5,8	3,0	–	2,9	1,7
– buraki cukrowe sugar beets	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10,7	5,8	6,8
– mleko milk	19,9	24,6	23,7	14,4	16,7	25,0	22,7	19,6	27,6	10,9	10,6	13,3
– zwierzęta animals	1,5	3,7	4,5	6,0	3,9	3,8	1,7	3,5	2,2	1,3	1,0	0,4
Razem rozchód Total output	21,5	33,0	28,2	20,4	20,6	28,8	24,4	28,9	32,7	42,7	38,1	41,2
Saldo bilansu, kg N·ha ⁻¹ Balance, kg N·ha ⁻¹	132,1	128,8	174,0	139,7	126,3	133,3	143,6	108,0	109,0	73,3	56,5	85,9
Efektywność, % Efficiency, %	14,0	20,4	14,0	12,7	14,0	17,8	14,5	21,2	23,1	36,8	40,3	32,4

Tabela 3. Bilans fosforu w badanych gospodarstwach

Table 3. Phosphorus budged in studied farms

Wyszczególnienie Specification	Gospodarstwo Farm											
	KS			KT			CS			WP		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Przychód, kg P·ha ⁻¹ Input, kg P·ha ⁻¹												
– nawozy mineralne mineral fertilizers	17,2	12,0	28,5	17,2	12,9	10,8	0,7	5,5	7,9	14,9	11,7	13,1
– pasze treściwe concentrates	2,7	1,5	4,4	1,7	1,0	4,9	2,0	4,2	9,6	1,8	0,8	2,6
– pasze objętościowe bulk fodder	0,8	–	0,1	0,1	–	–	0,3	–	0,7	–	–	0,1
– słoma straw	0,1	–	–	–	–	–	0,1	–	–	0,1	–	–
– zwierzęta animals	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,3	–	–
Razem przychód Total input	20,7	13,5	32,9	19,0	13,9	15,7	3,0	9,7	18,2	17,2	12,5	15,8
Rozchód, kg P·ha ⁻¹ Output, kg P·ha ⁻¹												
– zboże grain	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,8	3,4	3,6
– ziemniaki potatoes	–	–	–	–	–	–	–	0,8	0,4	–	0,4	0,3
– buraki cukrowe sugar beets	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,1	1,1	1,3
– mleko milk	3,7	4,6	4,4	2,7	3,1	4,6	4,2	3,6	5,1	2,0	2,0	2,5
– zwierzęta animals	0,4	1,1	1,3	1,8	1,2	1,1	0,5	1,1	0,6	0,4	0,3	0,1
Razem rozchód Total output	4,1	6,6	5,7	4,4	4,2	5,8	4,7	5,5	6,2	8,2	7,2	7,7
Saldo bilansu, kg P·ha ⁻¹ Balance, kg P·ha ⁻¹	16,6	7,0	27,2	14,6	9,6	10,0	-1,7	4,2	12,1	9,0	5,3	8,1
Efektywność, % Efficiency, %	19,8	48,5	17,4	23,3	30,6	36,6	156,6	56,8	33,8	47,7	57,6	48,8