

BILANS POTASU W MAŁOBSZAROWYCH GOSPODARSTWACH ROLNYCH O ZRÓŻNICOWANEJ SPECJALIZACJI

JERZY M. KUPIEC¹

*Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Piątkowska 94 C, 60-649 Poznań*

Synopsis. Celem badań obejmujących lata 2004–2006 była ocena bilansu potasu w małoobszarowych gospodarstwach rolnych, zlokalizowanych w Wielkopolsce i Kujawach. Do badań wytypowano 33 gospodarstwa o średniej powierzchni 11,3 ha. 22 spośród badanych gospodarstw usytuowane były na 4 obszarach szczególnie narażonych na azotany pochodzenia rolniczego. Bilans potasu obliczono wg metodyki u wrót gospodarstwa. Badania wykazały, że w małych gospodarstwach rolnych również mogą powstawać bardzo duże nadwyżki tego składnika. Obliczone salda bilansu potasu wahały się w szerokim zakresie od $-28,5$ kg do $86,3$ kg $K \cdot ha^{-1}$ UR (średnio $15,0$ kg $K \cdot ha^{-1}$ UR). Minusowe saldo zanotowano w 36,4% gospodarstw a w 33,3% saldo dodatnie, które nie przekraczało 30 kg $K \cdot ha^{-1}$ UR. Pozostałe wyniki były niekiedy dużo wyższe.

Słowa kluczowe – potas, bilans biogenów, zanieczyszczenia obszarowe, obszar szczególnie narażony (OSN)

WSTĘP

Potas jest jednym z pierwiastków mających duże znaczenie nie tylko w odżywianiu roślin uprawnych, ale również w żywieniu zwierząt i człowieka [Mendra i Barszczewski 2013, Rodewyk 1979, Ruszczyc 1985, Sapek 2008,]. Oprócz pobrania potasu przez rośliny z gleby, duża jego część ulega też stratom z produkcji rolnej w wyniku erozji. Czynnikiem przyczyniającym się do ubożenia zasobów glebowego potasu. Zdecydowana większość tego pierwiastka w glebie pochodzi ze skały macierzystej. Znacznie mniej potasu zostaje wniesione do środowiska glebowego z nawozami mineralnymi, naturalnymi czy organicznymi. Ubytek składnika z gleby z plonami powinien być uzupełniony nawożeniem. Podstawą uzupełnienia tego składnika jest nawożenie mineralne, które stanowi ważny czynnik plonotwórczy i stanowi istotną pozycję w strukturze kosztów bezpośrednich w produkcji rolnej [Kopiński 1999]. Dla racjonalnego gospodarowania w rolnictwie wymagane jest przede wszystkim dążenie do zrównoważonego bilansu substancji organicznej i składników pokarmowych. Celowym jest więc ciągłe śledzenie zmian ilości biogenów w glebie na podstawie bilansu. Jednak typ bilansu, jego struktura, nazewnictwo jak i brak standaryzacji metodyki powoduje ogromne utrudnienia w komunikowaniu się naukowców między sobą [Kupiec 2010, Kupiec i Zbierska 2012]. Problematyka zanieczyszczenia wód potasem nie jest powszechnie podejmowana przez badaczy [Sapek 1996]. W kontekście działań podejmowanych w Polsce w zakresie ochrony wód, kontrolą obejmowano gospodarstwa średnioobszarowe i wielkoobszarowe, ze względu na nadmierną intensyfikację i zużycie dużych ilości środków produkcji [Kaczyńska i in. 2004, Pietrzak 2005, Zbierska i in.

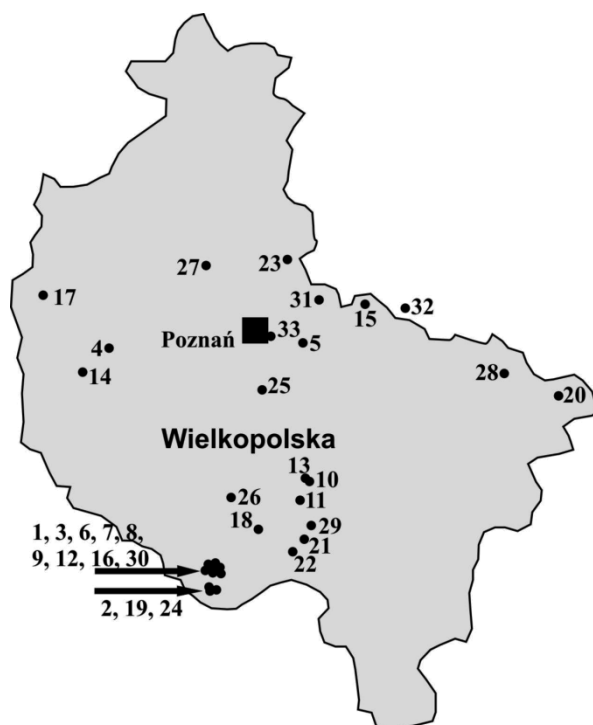
¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: jkupiec@up.poznan.pl

2002]. Biorąc pod uwagę to, iż udział rolników posiadających małe gospodarstwa, poniżej 10 ha, wynosi w kraju ok. 85%, znaczna część gospodarstw nie jest kontrolowana i monitorowana [Rocznik... 2011].

Celem badań obejmujących lata 2004–2006 była ocena bilansu potasu w małoobszarowych gospodarstwach rolnych.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano dane z okresu 2004–2006 r. Do badań wybrano 33 indywidualne gospodarstwa rolne, których powierzchnia wynosiła od 1,9 do 15,1 ha (średnio 11,3 ha), zlokalizowanych, z wyjątkiem jednego, w Wielkopolsce (tab. 1, rys. 1). Gospodarstwo nr 32 znajdowało się na obszarze woj. kujawsko-pomorskiego na granicy z Wielkopolską.



Źródło: opracowanie własne – Source: own work

Rys. 1. Lokalizacja badanych gospodarstw rolnych na obszarze województwa wielkopolskiego
Fig. 1. Localization of analyzed farms in Wielkopolska voivodeship

Spośród badanych gospodarstw, 23 były usytuowane na obszarach szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych (OSN) wyznaczonych na podstawie Rozporządzenia Dyrektora RZGW w Poznaniu z dn. 2 grudnia 2003 r. (Dz. U. Woj. Wielkopolskiego nr 192, poz. 3568). Gospodarstwa nr 5 i 25 znajdowały się na obszarze zlewni rzeki

Tabela 1. Charakterystyka badanych gospodarstw małoobszarowych
Table 1. Characteristics of small-area farms

Nr gosp. Farm's number	Gmina Commune	Specjalizacja w produkcji roślinnej Specialization in plant production	Udział gleb o niskiej i bardzo niskiej zawartości w potas ¹ (%) Share of soil with low and very low richness in potassium ¹ (%)	UR AL (ha)	Obsada zwierząt DJP·ha ⁻¹ UR Livestock density LvU·ha ⁻¹ AL
Gospodarstwa nastawione na chów bydła mlecznego – Milk farms					
1	Rawicz	z	41-60	8,3	1,1
2	Rawicz	z, pa	41-60	8,7	2,2
3	Rawicz	z	41-60	9,0	1,6
4	Nowy Tomyśl	z	61-80	10,0	0,8
5	Kostrzyn Wlkp.	z, o	21-40	11,0	1,1
6	Rawicz	z	41-60	12,0	1,3
7	Rawicz	z	41-60	12,7	1,4
8	Rawicz	z, w	41-60	13,1	1,1
9	Rawicz	z	41-60	14,0	2,1
10	Koźmin Wlkp.	z	21-40	14,1	2,8
11	Koźmin Wlkp.	z, pa	21-40	14,1	1,8
12	Rawicz	z	41-60	14,0	1,8
13	Koźmin Wlkp.	z	21-40	14,6	2,8
14	Zbąszyń	z	61-80	15,0	0,8
Odchylenie standardowe – Standard deviation (s)				2,4	0,7
Średnio w grupie – Mean in the group				12,2	1,6
Gospodarstwa nastawione na chów trzody chlewnej – Pig farms					
15	Orchowo	z	21-40	1,9	0,4
16	Rawicz	z	41-60	6,7	1,1
17	Międzychód	z	61-80	8,0	0,7
18	Krobia	z	21-40	10,3	0,9
19	Rawicz	z	41-60	10,3	0,9
20	Grzegorzew	z	61-80	10,2	1,9
21	Krotoszyn	z	41-60	10,3	1,4
22	Zduny	z	41-60	12,0	0,8
23	Damaśławek	z, pa	21-40	12,0	0,9
24	Rawicz	z	41-60	12,8	0,3
25	Kórnik	z, o, w	21-40	12,0	0,8
26	Krzemieniewo	z	41-60	13,0	2,5
27	Czarnków	z	61-80	13,2	0,9
28	Kramsk	z	61-80	14,0	0,1
Odchylenie standardowe – Standard deviation (s)				3,2	0,6
Średnio w grupie – Mean in the group				10,5	1,0
Gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej – Plant farms					
29	Koźmin Wlkp.	pr	21-40	4,0	0,0
30	Rawicz	z	41-60	8,8	0,0
31	Gniezno	z	41-60	10,8	0,0
32	Jezióra Wielkie	z	21-40	12,6	0,01
33	Poznań	z	41-60	13,0	0,01
Odchylenie standardowe – Standard deviation (s)				3,7	0,0
Średnio w grupie – Mean in the group				9,8	0,0
Średnio dla gospodarstw – Mean in the farms				11,1	1,1

¹ – w odniesieniu do gminy in relation to commune [Agrochemiczne... 2005]

z – zboża – cereals; pa – pastewne – fodder plants; pr – przemysłowe – industrial plants; o – okopowe – root plants; w – warzywa – vegetables

Kopli, nr 10, 11, 13 i 29 w zlewni rzek Pogony i Dąbrówki, a nr 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 12, 16, 18, 19, 21, 22, 24, 30 w zlewni rzeki Orli. Gospodarstwo nr 26 było zlokalizowane w zlewni rzeki Rów Polski. Obszar badań obejmuje miejscowości zlokalizowane w 19 gminach.

Głównym kryterium wyboru gospodarstw była ich niewielka powierzchnia i specjalizacja. Spośród badanych zagród 14 specjalizowało się w produkcji mleka, 14 w produkcji tuczu wieprzowego. Pozostałe analizowane gospodarstwa nie posiadały produkcji zwierzęcej, bądź posiadały niewielką liczbę zwierząt na potrzeby własne. Część z analizowanych gospodarstw to gospodarstwa ekstensywne i dwuzawodowe, osiągające główny przychód spoza gospodarstwa. Grunty, na których gospodarowali analizowani rolnicy należały głównie do klas IVa i IVb oraz V. Podstawowym źródłem danych były ankiety wypełniane przez rolników. Dane zawarte w ankietach dotyczyły podstawowych informacji o gospodarstwie oraz zakupionych bądź sprzedanych produktach.

Obliczenia bilansu potasu wykonano metodą u wrót gospodarstwa stosowaną w wielu krajach europejskich [Barszczewski 2004, Kaczyńska i in. 2004, Pietrzak 1997, Zbierska i Kupiec 2005]. W bilansie u wrót gospodarstwa zwanym inaczej w zagrodzie uwzględniono elementy całkowicie zależne od rolnika, lub na które ma on znaczny wpływ:

po stronie przychodu: zakup nawozów mineralnych, naturalnych i organicznych, pasz treściwych, objętościowych oraz suplementów paszowych, zwierząt hodowlanych, materiału siewnego, sadzeniaków i innych materiałów;

po stronie rozchodu: sprzedaż towarowych produktów roślinnych, pasz, żywych zwierząt i produktów zwierzęcych (mleko, jaja, wełna), nawozów naturalnych oraz upadki zwierząt.

Poszczególne pozycje bilansu obliczono w oparciu o dane uzyskane w badaniach ankietowych oraz dostępnych wskaźników zawartości składników w różnych produktach wg danych producenta, tabel składu chemicznego oraz analiz własnych. Potas w zakupionych nawozach mineralnych obliczono na podstawie informacji podawanych przez producentów na opakowaniach, w ulotkach informacyjnych i broszurach zakładów chemicznych. Zawartości potasu w zakupionych i sprzedanych nawozach naturalnych obliczono według Mazura i Górskiego [Wrześniowski i in. 1997]. Ilość składnika w ciałach zwierząt zakupionych na chów oraz padłych, obliczono na podstawie współczynników zalecanych przez niemieckie ośrodki doradztwa rolniczego [Dissemond i in. 1991]. Potas w paszach przemysłowych i dodatkach paszowych oznaczono na podstawie analiz własnych za pomocą spektrofotometrii płomieniowej. Zawartość składnika w produktach zwierzęcych (mleko, żywiec, jaja) przyjęto za danymi literaturowymi oraz tabel składu chemicznego żywności [Elmadfa i Muskat 2003, Porównanie... 1998]. Zawartość składników w sprzedanym plonie towarowym roślin rolniczych oraz paszach zielonych i objętościowych obliczono na podstawie dostępnych źródeł literaturowych, tabel zawartości składników w produktach spożywczych oraz opracowań naukowych i zaleceń dla praktyki [Czuba 1996, Elmadfa i Muskat 2003, Fotyma i Mercik 1995, Fuchs 2001, Furgal-Dzierżuk i in. 2003, Grześkowiak 2007, Jamroz 2001, Ruszczyk 1985, Sady 2000, Ziółka i in. 1985].

Na podstawie uzyskanych sald potasu w badanych gospodarstwach wykonano korelację liniową (r) Pearsona w celu określenia wzajemnych zależności pomiędzy saldem a poszczególnymi czynnikami będącymi elementami przychodu i rozchodu w bilansie u wrót gospodarstwa oraz niektórymi elementami gospodarstwa (UR, obsada zwierząt, specjalizacja).

WYNIKI BADAŃ

Szczegółową charakterystykę gospodarstw rolnych przedstawiono w tabeli 1. W strukturze użytków rolnych, w badanych gospodarstwach znaczący udział stanowiły grunty orne, które zajmowały średnio 83,3%. Udział trwałych użytków zielonych wynosił średnio 15,4%. W badanym okresie w strukturze zasiewów dominowały zboża zajmujące średnio 79,2%. Udział roślin okopowych wyniósł średnio ok. 8,5%, niemal tyle samo co pastewnych niemotylkowatych (8,3%). Udział pozostałych grup roślin był niewielki.

W grupie 33 gospodarstw 42,4% prowadziło chów bydła i dokładnie tyle samo specjalizowało się w chowie trzody chlewnej. W strukturze gatunkowej stada wyliczonej ze stanu średniorocznego, przeliczonego na duże jednostki przeliczeniowe (DJP), przeważało bydło (61,0%). Trzoda stanowiła 38,2% udziału a ilość pozostałych zwierząt, z których zanotowano konie, drób i króliki wyniosła zaledwie 3,5%. Gospodarstwa nr 29, 30 i 31 nie posiadały produkcji zwierzęcej, a nr 32 i 33 utrzymywały niewielkie ilości inwentarza na potrzeby własne. Obsada zwierząt w badanych gospodarstwach z inwentarzem na cele produkcyjne wynosiła od 0,1 do 2,8 DJP·ha⁻¹ UR. Średnia obsada w grupie 33 badanych gospodarstw wynosiła 1,1 DJP·ha⁻¹ UR, a w grupie 28 gospodarstw posiadających zwierzęta 1,3 DJP·ha⁻¹ UR.

Rolnicy wnosili potas do gospodarstwa głównie z zakupionymi nawozami mineralnymi (tab. 2). Duże ilości tego składnika rolnicy wprowadzali w dodatkach paszowych oraz paszach, głównie treściwych. Większe ilości pasz przemysłowych wprowadzały gospodarstwa nastawione na tucz trzody chlewnej, co wynika z dużej intensyfikacji produkcji. Natomiast największe ilości nawozów kupowały gospodarstwa z bydłem mlecznym. Mimo deklarowania produkcji zwierzęcej jako głównej specjalizacji, w gospodarstwach nr 32 i 33 również zanotowano zakup pasz treściwych i przemysłowych, głównie dla zwierząt utrzymywanych na potrzeby własne. W zależności od koniunktury gospodarstwa te niekiedy utrzymywały czasowo zwierzęta, w krótkim okresie, żeby zwiększyć komercyjność gospodarstw – oba gospodarstwa brojlery. Niewielkie ilości potasu wprowadzono do gospodarstw, w zakupionych nawozach naturalnych, materiale siewnym oraz zakupionych zwierzętach. Sumarycznie tą drogą docierało w przeliczeniu na ha zaledwie 2,7 kg składnika.

Analizując saldo bilansu w poszczególnych gospodarstwach można zauważyć duże zróżnicowanie wyników, które wahały się w szerokim zakresie od -28,5 do 86,3 kg K·ha⁻¹ UR (średnio 15,0 kg K·ha⁻¹ UR) (tab. 3). Gospodarstwa nr 21 i 23, w którym wystąpiły największe nadwyżki tego składnika specjalizowały się w chowie trzody chlewnej. Po stronie rozchodu największy udział stanowił potas w sprzedanych roślinach towarowych. Niewielkie ilości potasu wnoszono w sprzedanym żywcu i upadkach zwierząt oraz w produktach zwierzęcych. Dwa gospodarstwa (nr 20 i 24) spośród 33 analizowanych rolników odsprzedały nadwyżkę wyprodukowanej paszy lub nawozów naturalnych (nr 12). Stąd sumaryczny udział tego elementu w odpływie składnika z gospodarstwa nie przekroczył 13%. W gospodarstwie nr 32, które deklarowało jako specjalizację produkcję roślinną, w badanym okresie nie prowadzono sprzedaży roślin, z tego względu iż część plonu została zniszczona przez podtopienia, a niewielką ilość zebranych ziemiopłodów rolnik wykorzystał do skarmienia kurcząt. W 17 gospodarstwach po stronie rozchodu brak jest sprzedaży produktów roślinnych. Sytuacja taka miała miejsce, ponieważ znaczna część rolników wykorzystywała własne grunty do produkcji pasz lub żywności na własne potrzeby. Bilans potasu w badanych małoobszarowych gospodarstwach rolnych wykazał jego wartości ujemne w 36,4% przypadków (tab. 4).

Obliczona korelacja salda potasu z elementami przychodu i rozchodu bilansu oraz wybranymi cechami gospodarstwa wykazała, że największy wpływ na kształtowanie się bilansu potasu mają sprzedane rośliny towarowe (tab. 5). Niewielką korelację zaobserwowano również

Tabela 2. Struktura przychodu bilansu potasu u wrót gospodarstwa w analizowanych gospodarstwach małoobszarowych

Table 2. Structure of potassium input of farmgate balance in analyzed small-area farms

Nr gospodarstwa Farm's number	Przychód w kg K·ha ⁻¹ UR – Input in kg K·ha ⁻¹ per AL					
	Zwierzęta Animals	Pasze i dodatki paszowe Fodders and supplements	Nawozy mineralne Fertilizers	Nawozy naturalne Manures	Materiał siewny Sowing material	Przychód razem Sum of input
Gospodarstwa nastawione na chów bydła mlecznego – Milk farms						
1	0,0	2,7	49,9	0,0	0,0	52,6
2	0,0	4,8	34,2	0,0	0,0	39,0
3	0,0	0,4	44,1	0,0	0,0	44,5
4	0,0	0,0	39,8	0,0	0,5	40,4
5	0,3	0,0	65,6	0,0	0,8	66,7
6	0,0	0,0	16,6	0,0	0,0	16,6
7	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	7,7
8	0,1	0,5	7,7	0,0	0,0	8,3
9	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0	16,5
10	0,0	5,0	51,4	0,0	0,4	56,8
11	0,0	12,6	52,9	0,0	0,2	65,7
12	0,0	1,3	14,2	0,0	0,0	15,5
13	0,0	0,0	48,5	0,0	0,1	48,6
14	0,0	2,9	19,9	0,0	0,0	22,9
s	0,1	5,2	21,6	0,0	0,2	20,9
Średnio–Mean	0,0	3,9	31,8	0,0	0,1	35,8
Gospodarstwa nastawione na chów trzody chlewnej – Pig farms						
15	0,3	0,6	37,5	0,0	0,0	38,4
16	0,1	2,1	0,0	18,6	0,9	21,8
17	0,0	0,0	23,9	0,0	0,1	24,0
18	0,0	2,8	27,8	0,0	0,5	31,1
19	0,0	2,1	0,0	0,0	0,2	2,3
20	0,3	0,0	9,8	16,3	0,0	26,3
21	0,1	21,3	68,0	0,0	0,4	89,9
22	0,0	9,6	33,2	0,0	0,0	42,8
23	0,2	26,0	39,4	6,2	0,7	72,6
24	0,0	3,2	0,0	38,8	0,2	42,2
25	1,0	1,9	101,0	0,0	0,0	103,9
26	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,9
27	0,1	2,6	24,0	0,0	0,2	26,9
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
s	0,3	8,3	29,6	11,4	0,3	31,8
Średnio–Mean	0,2	5,2	26,0	5,7	0,3	37,4
Gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej – Plant farms						
29	0,0	0,0	31,1	0,0	0,4	31,5
30	0,0	0,0	22,6	9,9	0,0	32,5
31	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	12,5
32	0,0	9,7	31,6	0,0	0,1	41,4
33	0,2	7,6	7,7	0,0	0,8	16,3
s	0,1	4,8	10,8	4,4	0,4	12,1
Średnio–Mean	0,0	3,5	21,1	2,0	0,3	26,8
Średnio ogółem Total mean	0,1	4,4	27,7	2,7	0,2	35,1

s – odchylenie standardowe – standard deviation

Tabela 3. Struktura rozchodu oraz saldo bilansu potasu u wrót gospodarstwa w analizowanych gospodarstwach małoobszarowych

Table 3. Structure of potassium output of farmgate balance in analyzed small-area farms

Nr gospodarstwa Farm's number	Rozchód w kg K·ha ⁻¹ UR – Output in kg K·ha ⁻¹ per AL					Saldo Balance
	Rośliny towarowe Field crops	Pasze i nawozy naturalne Fodders and manures	Produkty zwierzęce Animal products	Żywe oraz padłe zwierzęta Alive and dead animals	Rozchód razem Sum of output	
Gospodarstwa nastawione na chów bydła mlecznego – Milk farms						
1	0,0	0,0	2,2	0,7	2,9	49,7
2	0,0	0,0	7,8	0,3	8,1	30,9
3	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	42,8
4	2,2	0,0	0,0	0,6	2,9	37,5
5	91,2	0,0	3,7	0,4	95,2	-28,5
6	13,7	0,0	4,2	0,0	18,0	-1,4
7	0,0	0,0	3,9	0,7	4,5	3,2
8	22,1	0,0	1,3	0,9	24,4	-16,1
9	16,5	0,0	4,5	0,1	21,2	-4,7
10	42,6	0,0	6,7	1,9	51,2	5,6
11	27,3	0,0	6,0	2,3	35,7	30,1
12	0,0	3,1	4,0	0,1	7,3	8,3
13	15,9	0,0	2,4	2,1	20,4	28,2
14	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	21,8
s	25,2	0,8	2,5	0,8	25,9	23,2
Średnio–Mean	16,5	0,2	3,3	0,9	21,0	14,8
Gospodarstwa nastawione na chów trzody chlewnej – Pig farms						
15	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	37,5
16	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	20,9
17	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	22,0
18	37,7	0,0	0,0	5,5	43,2	-12,1
19	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	1,5
20	0,0	43,2	0,3	2,3	45,9	-19,6
21	0,0	0,0	0,0	3,6	3,6	86,3
22	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	42,7
23	0,0	0,0	0,0	5,6	5,6	66,9
24	3,4	40,3	0,0	1,4	45,1	-2,9
25	93,1	0,0	0,0	2,7	95,9	8,0
26	0,0	0,0	0,0	10,5	10,5	-9,5
27	0,1	0,0	0,0	2,4	2,5	24,4
28	0,0	0,0	0,0	1,7	1,7	-1,7
s	26,0	15,2	0,1	2,7	28,5	30,9
Średnio–Mean	9,6	6,0	0,0	2,9	18,5	18,9
Gospodarstwa specjalizujące się w produkcji roślinnej – Plant farms						
29	55,0	0,0	0,0	0,0	55,0	-23,5
30	9,1	0,0	0,0	0,0	9,1	23,4
31	18,6	0,0	0,0	0,0	18,6	-6,1
32	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7	40,7
33	24,7	0,0	0,0	2,4	27,1	-10,8
s	21,0	0,0	0,0	1,0	20,9	26,5
Średnio–Mean	21,5	0,0	0,0	0,6	22,1	4,7
Średnio ogółem Total mean	14,3	2,6	1,4	1,7	20,1	15,0

s – odchylenie standardowe – standard deviation

Tabela 4. Rozkład wyników bilansu potasu w poszczególnych przedziałach
Table 4. The results of potassium balance distribution in particular intervals

Wartość Value	Przedziały (kg·ha ⁻¹ UR) – Range (kg·ha ⁻¹ AL)			
	-30–0	0–30	30–60	60–100
Liczba gospodarstw Number of farms	12	11	8	2
Udział (%) Share of farms (%)	36,4	33,3	24,2	6,1

Tabela 5. Współczynniki korelacji liniowej (r) Pearsona dla sald bilansu potasu oraz elementów przychodu i rozchodu i wybranych cech gospodarstw
Table 5. Coefficients of (r) Pearson correlation of potassium balance and the elements input and output and selected farm characteristics

Wyszczególnienie – Specification	Saldo – Balance
UR – AL	-0,13
Obsada zwierząt – Livestock density	0,04
Specjalizacja – Specialization	-0,17
Zakupione zwierzęta – Purchased animals	-0,07
Zakupione nawozy mineralne – Purchased fertilizers	0,42
Zakupione nawozy naturalne – Purchased manures	-0,11
Zakupiony materiał siewny – Purchased seed-sowing material	-0,04
Sprzedane rośliny towarowe – Sold field crops	-0,46*
Sprzedane pasze i nawozy naturalne – Sold fodders and manures	-0,26
Sprzedane produkty zwierzęce – Sold animal products	-0,09
Żywe oraz padłe zwierzęta – Alive and dead animals	0,05

* – zależności istotne przy p=0,05 – statistically significant at p=0.05

w przypadku nawozów mineralnych. W badaniach własnych najwyższe nadwyżki bilansowe potasu powstawały w gospodarstwach gdzie zakupiono duże ilości pasz przemysłowych. Można jedynie przypuszczać, że mogą one również mieć znaczny wpływ na wynik końcowy bilansu.

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują, że bilans potasu w gospodarstwach zależy od rodzaju specjalizacji. Generowanie nadwyżek tego składnika spowodowane jest głównie występowaniem produkcji zwierzęcej oraz gatunkiem zwierząt utrzymywanych w gospodarstwie. W grupie 28

gospodarstw specjalizujących się w produkcji zwierzęcej, aż w 32% gospodarstw zanotowano przekroczenie zalecanej obsady, czyli $1,5 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (Kodeks... 2004), przy czym najczęściej przekroczenie dotyczyło gospodarstw w bydłem mlecznym. Grunty większości gospodarstw wykorzystywane były pod produkcję pasz dla utrzymywanych zwierząt, dlatego aż 17 z 33 analizowanych rolników nie prowadziło sprzedaży produktów roślinnych.

Mimo wyraźnego wpływu produkcji zwierzęcej na wynik końcowy, nie zawsze obsada zwierząt wpływała na powstawanie nadwyżek tego składnika. Spośród gospodarstw przekraczających obsadę $2 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (nr 2, 9, 10, 13, 26) tylko dwa z nich (2 i 9) generowały nadwyżki dochodzące do ok. $30 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ i były to gospodarstwa z bydłem mlecznym. Pozostałe wyniki oscylowały w okolicach zera. W niektórych gospodarstwach zdecydowanie bardziej wyraźny jest wpływ nawożenia mineralnego. Tam gdzie rejestrowano salda powyżej $40 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (nr 1, 3, 21, 22, 23) zużycie nawozów mineralnych było dość wysokie. Dodatkowo w gospodarstwach z trzodą chlewną nr 21 i 23, na wysokie salda mogły wpłynąć oprócz nawozów mineralnych również pasze przemysłowe, których zakupiono znaczne ilości.

Biorąc pod uwagę specjalizację gospodarstw można zauważyć wyraźne różnice w wynikach bilansowych. Najbardziej racjonalnie gospodarowały potasem gospodarstwa nastawione wyłącznie na uprawy polowe. W porównaniu do nich, najczęściej produkcja zwierzęca powodowała powstawanie kilkukrotnie większych nadwyżek tego składnika. W gospodarstwach z trzodą chlewną zauważalna jest duża zmienność wyników przychodu, o czym świadczy odchylenie standardowe na poziomie 31,8. Największy odsetek wyników bilansu potasu mieścił się w przedziale od 0 do $-30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ i od 0 do $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Przyjmuje się, że na glebach zasobnych w potas saldo bilansu powinno być zrównoważone, czyli oscylujące w okolicach zera [Kodeks... 2004]. Natomiast na glebach ubogich w potas saldo bilansu powinno wykazywać niewielkie nadwyżki. Na podstawie takich założeń w gospodarstwach położonych w gminach z udziałem gleb o niskiej i bardzo niskiej zasobności potasu dochodzącym do 40%, saldo powinno być zbliżone do zera. W gminach gdzie udział tego typu gleb wahał się w granicach 41–80% saldo powinno wykazywać nadwyżki do $15 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$, a w przypadku 81–100% udziału gleb o niskiej i bardzo niskiej zasobności potasu, nadwyżka bilansowa nie powinna być większa niż $20 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$. Przyjmując takie założenie można zauważyć, że w 18 gospodarstwach nastąpiły nadwyżki, które średnio przekraczały ilości z powyższego założenia o $25,2 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (przy wahaniami 5,6 do $71,3 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$). W pozostałych 15 gospodarstwach wystąpiły niedobory składnika, a obliczona wartość odbiegała średnio od przyjętych w pracy założeń o $-20,3 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (przy różnicach rzędu od $-6,7$ do $-34,6 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$).

Saldo potasu obliczone w 1991 r. dla Polski i regionów przez Szponara i in. [1996] wykazały niedobory w 6 województwach wg starego podziału administracyjnego. W pozostałych zanotowano nadwyżki wahające się od 5,8 (w byłym woj. krośnieńskim) do $59,3 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$ (w byłym woj. leszczyńskim), gdzie zlokalizowanych było 14 spośród 33 badanych w niniejszej pracy gospodarstw. Średnia dla kraju obliczona przez Szponara i in. [1996] wyniosła $14,7 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$. Warto jednak podkreślić, że autorzy brali pod uwagę wszystkie gospodarstwa danego regionu bez względu na wielkość i specjalizację.

Obliczony przez Sapka [1996] bilans potasu dla Polski w latach 1992–1994 kształtował się w wąskim przedziale od 7,7 do $9,0 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$. Był on jednak znacznie niższy aniżeli w niektórych krajach z dużymi tradycjami rolniczymi jak Holandia ($88 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$) czy Szwajcaria ($59 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$). Bilans potasu dla Polski za lata 1996–1998, obliczony przez Fotymę i in. [2000] metodą „u wrót gospodarstwa”, wykazał nadwyżkę na poziomie $15,9 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ UR}$. Saldo tego składnika było niemal identyczne jak obliczone w niniejszej pracy. W strukturze bilansu obliczonym przez Fotymę i in. [2000] zauważyć można pewne prawidłowości potwierdzające wyniki uzyskane w niniejszych analizach, mianowicie niewielkie ilości składnika wnoszone lub

wynoszone ze zwierzętami bądź produktami zwierzęcymi. Są to ilości na poziomie 0–0,1 kg K·ha⁻¹ UR, co potwierdzają również w swoich badaniach Kaczyńska i in. [2004].

Z kolei wyniki uzyskane przez Kupca [2007] za okres 2004–2006 dla 25 gospodarstw indywidualnych centralnej Wielkopolski pokazały wartości o 10,1 kg K·ha⁻¹ UR wyższe od uzyskanych w niniejszej pracy. Na wynik bilansu mogła mieć wpływ intensywność i skala produkcji mierzona, m.in. średnią powierzchnią gospodarstw, która wyniosła (73,5 ha), bądź też mniej racjonalnym gospodarowaniem potasem.

WNIOSKI

1. Z badanych gospodarstw najliczniejszą grupę (36,4%) stanowiły gospodarstwa z ujemnym saldem bilansowym potasu oraz gospodarstwa z dodatnim saldem nieprzekraczającym 30 kg K·ha⁻¹ UR. W pozostałych gospodarstwach (30,3%) saldo bilansowe przekraczało 30 kg K·ha⁻¹ UR.
2. Różnice w saldzie bilansowym potasu, średnio dla grup gospodarstw z produkcją zwierzęcą, były niewielkie. Dodatnie saldo bilansowe składnika w gospodarstwach ukierunkowanych na produkcję żywca wieprzowego było wyższe o 4,1 kg K·ha⁻¹ UR od wyliczonego dla gospodarstw z produkcją mleka. Większą różnicę stwierdzono pomiędzy gospodarstwami z trzodą wyspecjalizowanymi w produkcji roślinnej i wyniosła ona 14,2 kg K·ha⁻¹ UR.
3. Z pozycji przychodów saldo bilansowe potasu w analizowanych gospodarstwach, najbardziej zależne było od sprzedaży roślin towarowych. W nieco mniejszym stopniu na saldo mogły też wpływać zakupione nawozy mineralne.

PIŚMIENNICTWO

- Agrochemiczne badania gleb Wielkopolski w latach 2000–2004. Biblioteka Monitoringu Środowiska. WIOŚ, OSCHR, Poznań 2005: ss. 59.
- Barszczewski J. 2004. Wykorzystanie bilansów fosforu w doskonaleniu procesu produkcji w gospodarstwie. Woda Środ. Obsz. Wiejskie 4(2a): 503–510.
- Czuba R. 1996. zasady stosowania nawozów mineralnych na gruntach ornych. Czuba R. (red.). Police: 85–175.
- Dissemond H, Gomisek Y, Zessner M. 1991. Landwirtschaftliche Sticstoffbilanzierung für Österreich under besonderer Berecksichtigung ihrer Einbeziehung in die Volkswirtschaft. Die Bodenkultur 42: 83–95.
- Elmadfa I., Muskat E. 2003. Wielkie tabele kalorii i wartości odżywczych. Muza SA Warszawa: ss. 118.
- Fotyma M., Igras J., Kopiński J., Głowacki M. 2000. Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim. Pam. Puł. 120: 91–100.
- Fotyma M., Mercik S. 1995. Chemia rolna. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa: ss. 356.
- Fuchs B. 2001. Żywnienie świń. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo (2). Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt. Wiśniewska M., Kowalski Z.M. (red.). Wyd. PWN, Warszawa: 213–240.
- Furgał-Dzierżuk I., Kański J., Kosmala I. 2003. Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz. Dane zawarte w Bazie Krajowej Informacji o Paszach Instytutu Zootechniki w Krakowie. Wyd. IZ, Kraków: ss. 88.
- Grześkowiak A. 2007. Nawożenie warzyw w uprawie polowej (www.polifoska.pl).
- Jamroz D. 2001. Żywnienie kur. W: Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo (2). Fizjologiczne i biochemiczne podstawy żywienia zwierząt. Kobylińska B., Zienkiewicz I. (red.). Wyd. PWN, Warszawa: 301–318.
- Kaczyńska E., Benedycka Z., Benedycki S. 2004. Bilans fosforu i potasu na gruntach ornych i użytkach zielonych w gospodarstwach mlecznych. Łąk. Pol./Grassl. Poland 7: 129–140.

- Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. 2004. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju wsi, Ministerstwo Środowiska. Duer I., Fotyma M., Madej A. (red.). Warszawa: ss. 112.
- Kopiński J. 1999. Uproszczony bilans składników nawozowych w gospodarstwach indywidualnych o różnej intensywności. *Rocz. Nauk Rol., Seria G* 88(1): 127–139.
- Kupiec J. 2007. Ocena obciążenia agroekosystemów na podstawie bilansu składników biogenych „u wrót” w wybranych gospodarstwach Wielkopolski. *Fragm. Agron.* 24(3): 275–282.
- Kupiec J. 2010. Porównanie wyników bilansu fosforu w aspekcie monitorowania zanieczyszczeń ze źródeł rolniczych. *Rocz. Ochr. Środ.* 12: 785–804.
- Kupiec J., Zbierska J. 2012. Comparison of results obtained on the basis of selected types of nitrogen balance in the scale of a field and a farm. *Pol. J. Environ. Stud.* 21(5): 165–174.
- Mendra M., Barszczewski J. 2013. Gospodarka potasem w warunkach zrównoważonego nawożenia na łące trwałej nawadnianej oraz bez nawodnień. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 58(4): 75–80.
- Pietrzak S. 1997. Bilans azotu w gospodarstwie rolnym – metoda i interpretacja. *Mat. konf. „Nadmiar azotu w rolnictwie czynnikiem zagrożenia zdrowia człowieka”*. Wyd. IMUZ Falenty: 71–77.
- Pietrzak S. 2005. Optymalizacja wykorzystania azotu i fosforu w gospodarstwach prowadzących chow bydła mlecznego na Podlasiu. *Woda Środ. Obsz. Wiejskie. Rozpr. Nauk. Monogr. Wyd. IMUZ Falenty* 13: ss. 129.
- Porównanie (bilans) składników pokarmowych na bazie tzw. „Bramy wjazdu”. 1998. *Landwirtschaftskammer, Weser-Erms, Hannover*: ss. 20.
- Rocznik statystyczny rolnictwa. 2011. *Zakł. Wyd. Stat. GUS, Warszawa*. ss. 393.
- Rodewyk A. 1979. *Information über Kali. Ratgeber für die Landwirtschaft. Kali und Salz, AG Kassel*, 4: ss. 128.
- Ruszczyc Z. 1985. *Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo*. Wyd. PWRiL Warszawa: ss. 462.
- Sady W. 2000. *Nawożenie warzyw polowych*. Wyd. PLANTPRESS, Kraków: ss. 97.
- Sapek A. 1996. *Udział rolnictwa w zanieczyszczaniu wody składnikami nawozowymi*. *Zeszyty Edukacyjne Rolnictwo Polskie i Ochrona Jakości Wody*. Pr. zb. Sapek B. (red.). Wyd. IMUZ, Falenty: 1: 9–33.
- Sapek B. 2008. Relacja zawartości potasu do magnezu w roślinności łąkowej i w glebie jako wskaźnik środowiskowych przemian na użytkach zielonych. *Woda Środ. Obsz. Wiejskie* 8(2b): 139–151.
- Szponar L., Traczyk I., Pawlik-Dobrowolski J. 1996. *Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim*. IZZ, Warszawa, 80: 5–59.
- Wrześniowski Z., Sosnowska W., Stempel R. 1997. *Tabele pomocnicze do planowania rolniczej działalności gospodarczej*. Wyd. ART Olsztyn: ss. 112.
- Zbierska J., Kupiec J. 2005. Bilans fosforu w gospodarstwach rolnych na obszarze zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej. *Rocz. AR Poznań* 365, Ser. Mel. Inż. Środ. 26: 545–552.
- Zbierska J., Murat-Błażejewska S., Szoszkiewicz K., Ławniczak A. 2002. Bilans biogenów w agroekosystemach Wielkopolski w aspekcie ochrony jakości wód na przykładzie zlewni Samicy Stęszewskiej. *Wyd. AR Poznań*: ss. 133.
- Ziołocka A., Kuźdowicz M., Kielanowski J. 1985. *Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowych pasz krajowych*. Wyd. PWN Warszawa: ss. 96.

J.M. KUPIEC

POTASSIUM BALANCE IN VARIOUS SPECIALISED SMALL-AREA FARMS

Summary

The aim of this study covered 2004–2006 was to evaluate potassium balance in small-area farms, located in Wielkopolska and Kujawsko-Pomorskie voivodeships. 33 farms with average area 11.3 ha were chosen. 22 of selected farm were located on 4 nitrate vulnerable zone's. Potassium balance, based on farmgate balance methodology, was calculated. The study showed that in small area farms can lead high

surplus of the macronutrient. Results of potassium balance were oscillated in wide range from -28.5 kg to 86.3 kg K·ha⁻¹ AL (mean 15.0 kg K·ha⁻¹ AL). The main impact on the potassium balance had purchased field crops. Mineral fertilizers, bought by farmers, affect the results, although to a lesser extent. 36.4% of farms had a minus balance, 33.3% up to 30 kg and 30.3% more than 30 kg K·ha⁻¹ AL. The differences in the results of potassium balance, the average for groups of farms with livestock production, were small. Positive balance in pig farms was higher by 4.1 kg K·ha⁻¹ AL than calculated for farms with milk production. Greater difference was found between farms with pigs and specialized in plant production and it amounted to 14.2 kg K·ha⁻¹ AL.

Key words: potassium, nutrients balance, non-point pollution, nitrate vulnerable zone (NVZ)

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 3.03.2015

Do cytowania – *For citation*:

Kupiec J. M. 2015. Bilans potasu w małoobszarowych gospodarstwach rolnych o zróżnicowanej specjalizacji. *Fragm. Agron.* 32(2): 51–62.