

MARIUSZ FOTYMA, STANISŁAW GOSEK

ELEMENTY BILANSU POTASU JAKO PODSTAWA NAWOŻENIA  
TYM SKŁADNIKIEM

Zakład Nawożenia IUNG w Puławach

## WSTĘP

W latach 1962—1980 przeprowadzono w Polsce 56 doświadczeń wieloletnich ze zróżnicowanymi dawkami nawozów potasowych ( $K_0$ ,  $K_{80}$ ,  $K_{160}$ ,  $K_{240}$ )<sup>1</sup>. Opracowano syntezę tych doświadczeń obejmującą zarówno wpływ nawozów potasowych na plony roślin, jak i na zmiany zawartości przyswajalnych form potasu w glebie [5]. Analogiczną syntezę wykonano także dla prowadzonych równolegle doświadczeń z nawożeniem fosforem [7]. Obydwie syntezy, mimo bardzo obszernego materiału doświadczalnego opracowanego metodami statystycznymi, nie mogą służyć do programowania nawożenia fosforem i potasem. Na podstawie tych samych doświadczeń podjęto dlatego próbę wyznaczenia tzw. „współczynnika bilansowego” i „równoważnika bilansowego” P i K jako parametrów ilościowych, które mogą być wprowadzone do modelu ustalania optymalnych dawek obydwu składników. Przede wszystkim wyznaczono wymienione elementy bilansu fosforu, posługując się metodą zaproponowaną przez Richtera i Kerschbergera [9, 10, 11] i przedstawiono wyniki we wcześniejszej pracy [3]. W obecnej publikacji zamieszczono wyniki takich samych wyliczeń dokonanych dla serii doświadczeń z nawożeniem potasem.

---

<sup>1</sup> Niezgodnie z przyjętą w Roczn. Gleboznawczych zasadą, w pracy wyrażono zawartość potasu zawsze w formie  $K_2O$ . Wynikało to z użytecznego charakteru badań i umożliwia zastosowanie ich wyników w powszechnym doradztwie nawozowym. W formie tlenkowej przedstawione są liczby graniczne zawartości potasu w glebie.

## METODYKA

Nawiązując do cytowanej pracy [3] należy przypomnieć, że współczynnik bilansowy jest to stosunek ilości potasu, pobranej z maksymalnym plonem roślin, do dawki nawozu, którą trzeba zastosować w celu uzyskania tego plonu. Gdy współczynnik bilansowy  $A$  jest mniejszy od 100, to dawka nawozu przewyższa pobranie składnika z plonem roślin. Przy  $A=100$  wystarczy stosować potas w ilości odpowiadającej jego pobraniu, a przy  $A>100$  dawka nawozu może być odpowiednio mniejsza niż pobranie składnika przez rośliny. Zgodnie z tą definicją i postępując według opisanej we wcześniejszej pracy metodyki [3], współczynnik bilansowy wylicza się ze wzoru:

$$A = \frac{E_{opt}}{z_{opt}} \cdot 100$$

gdzie:

$E_{opt}$  — ilość potasu pobrana z maksymalnym plonem roślin,

$z_{opt}$  — dawka nawozu zapewniająca maksymalny plon.

Gdy  $A$  i  $E_{opt}$  są znane, wówczas optymalna dawka nawozów wynika z przekształconego wzoru:

$$z_{opt} = \frac{E_{opt}}{A} \cdot 100 \text{ albo}$$

$$z_{opt} = E_{opt} \cdot V$$

gdzie  $V=100:A$ .

Równoważnik bilansowy jest to ilość potasu ponad pobranie tego składnika przez rośliny, która zwiększa zawartość przyswajalnej formy potasu w glebie o 1 mg  $K_2O$  na 100 g gleby. Równoważnik ten wylicza się z równania regresji liniowej:

$$u = K + b_1 : Q$$

gdzie:

$u$  — zmiana zawartości potasu w glebie,

$Q$  — wartość nadwyżki bilansowej potasu,

$K$  i  $b_1$  — stałe równania.

Przekształcając podane równanie można wyliczyć wartość nadwyżki bilansowej potasu (tzn. jego ilości ponad pobranie  $K$  przez rośliny), koniecznej do zwiększenia zawartości składnika w glebie o 1 mg  $K_2O$  na 100 g gleby:

$$Q_1 = \frac{1 - K}{b_1}$$

gdzie  $Q_1$  — równoważnik bilansowy potasu.

Wszystkie opisane wyliczenia przeprowadzono oddzielnie dla każdego z 56 rozpatrywanych doświadczeń wieloletnich, prowadzonych przez okres od 12 do 16 lat.

### WYNIKI OBLICZEŃ

Współczynnik bilansowy. Przeciętne w 56 analizowanych doświadczeniach pobranie potasu z plonem maksymalnym wynosiło 132 kg  $K_2O$  na hektar, a nadwyżka bilansowa dla plonu maksymalnego osiągała 52 kg  $K_2O$  na hektar (tab. 1). W celu uzyskania takiej nadwyżki

T a b e l a 1

Średnie wartości pomocnicze i współczynnik bilansowy dla analizowanych doświadczeń  
Mean auxiliary values and balance coefficient for the experiments analyzed

| Charakterystyka<br>Characteristics           | Liczba doświadczeń<br>Number of experiments<br>n | Różnica bilansowa<br>$x_{opt}$<br>kg $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$<br>Balance difference<br>$x_{opt}$<br>kg $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$ | Optymalna dawka potasu<br>$z_{opt}$<br>kg $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$<br>Optimum potassium rates,<br>$z_{opt}$<br>kg $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$ | Pobranie potasu z plonem maksymalnym, $z_{opt}$<br>kg $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$<br>Potassium uptake with the yield<br>$z_{opt}$<br>kg $K_2O \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$ | Współczynnik bilansowy potasu<br>Potassium balance coefficient<br>A |
|--|--|--|---|--|---|
| Średnie<br>Mean                              | 56   | 52   | 184   | 132  | 71,7  |
| Odchylenie standardowe<br>Standard deviation | -  | 49,2   | 43,6  | 40,1   | 27,0  |
| Skrajne wartości<br>Extreme values           | -  | -75 do 155   | 47 do 269   | 33 do 277  | 35 do 187   |

bilansowej potasu konieczne było stosowanie  $132 + 52 = 184$  kg  $K_2O$  na hektar. Tak wyliczona optymalna dawka nawozu pokrywa się dosyć dokładnie z dawką wynikającą z przeprowadzonej metodami klasycznymi syntezy wyników tych samych doświadczeń [5]. Przeciętna wartość współczynnika bilansowego  $A$  wynosi w analizowanych doświadczeniach w zaokrągleniu 72, a współczynnik  $V$  ma wartość:

$$100 : 72 = 1,39 \text{ lub } 39\%$$

Współczynnik bilansowy  $A$  był w poszczególnych analizowanych doświadczeniach bardzo różny i wartość jego wahała się od 35 do 187 (tab. 1). Wykorzystując rachunek regresji i korelacji poszukiwano zależności pomiędzy wartością  $A$  i skwantyfikowanymi czynnikami siedliska i agrotechniki (tab. 2). Wartość  $A$  okazała się w największym stopniu dodatnio skorelowana z zawartością przyswajalnego potasu w glebie. W miarę poprawy zasobności gleby w potas współczynnik bilansowy  $A$

T a b e l a 2

Wartości współczynników korelacji dla analizowanych zmiennych  
 Values of correlation coefficients for the variables analyzed

|       | A       | $x_1$   | $x_2$ | $x_3$ |
|-------|---------|---------|-------|-------|
| $x_1$ | 0,824   | -       | -     | -     |
| $x_2$ | 0,118   | 0,117   | -     | -     |
| $x_3$ | - 0,262 | - 0,268 | 0,276 | -     |
| $x_4$ | 0,203   | 0,316   | 0,434 | 0,142 |

  

|       |  |
|-------|--|
| $x_1$ | - zawartość przyswajalnego potasu w mg $K_2O$ na 100 g gleby<br>available potassium content in mg $K_2O/100$ g of soil |
| $x_2$ | - zawartość części spkwalnych w procentach<br>content of clay particles in percentage                                  |
| $x_3$ | - pH gleby - pH of soil  |
| $x_4$ | - plon maksymalny w jednostkach zbożowych z hektara<br>maximum yield in grain units from hectare                       |

przybiera coraz większą wartość, co oznacza możliwości stosowania odpowiednio mniejszych dawek nawozów potasowych.

Znacznie słabsze i nieistotne korelacje wystąpiły pomiędzy wartością A i pH gleby oraz maksymalnym plonem roślin. Zgodnie z oczekiwaniem, w modelu wynikającym z postępowania metodą regresji krokowej (step-wise), jako istotny przy poziomie ufności  $\alpha=95\%$  pozostał tylko współczynnik regresji liniowej dla zawartości przyswajalnego potasu w glebie. Równanie regresji miało następującą postać:

$$Y = 26,010875 + 3,680489x$$

$$(R=0,82 \text{ błąd } x=0,347998)$$

gdzie:

Y — współczynnik bilansowy A,

x — zawartość przyswajalnego potasu w mg  $K_2O$  na 100 g gleby.

Równanie to rozwiązano dla wartości x odpowiadających górnej granicy przedziału zawartości przyswajalnego potasu, zgodnie z zaproponowaną klasyfikacją zasobności [6]; wyniki przedstawiono w tab. 3. Znając wartość współczynnika A lub V można łatwo wyliczyć optymalną dawkę nawozów potasowych dla wyróżnionych grup gleb. Dawka ta na glebach o bardzo niskiej zawartości potasu odpowiada pobraniu składnika z plonami roślin, zwiększonemu o 59 — 127% (odpowiednie mnożniki 1,59 — 2,27). Tak duże dawki potasu na glebach bardzo lekkich i lekkich mogą doprowadzić do przekroczenia pojemności sorpcyjnej gleby w stosunku do K i spowodować antagonizm potas—magnez.

Każdy przyjęty model wymaga jednak w pewnych miejscach weryfikacji.

T a b e l a 3

Wartości A i V dla badanych gleb  
A and V values for the soils investigated

| Grupa gleb<br>Soil group    | Przedział zawartości potasu - Potassium content interval |      |             |      |                  |      |               |      |
|-----------------------------|--|------|-------------|------|------------------|------|---------------|------|
|                             | bardzo niska<br>very low                                 |      | niska - low |      | średnia - medium |      | wysoka - high |      |
|                             | A  | V    | A           | V    | A                | V    | A             | V    |
| Bardzo lekkie<br>Very light | 44   | 2,27 | 54          | 1,85 | 72               | 1,39 | 90            | 1,11 |
| Lekkie<br>Light             | 44   | 2,27 | 63          | 1,59 | 81               | 1,23 | 99            | 1,01 |
| Średnie<br>Medium           | 54   | 1,85 | 72          | 1,39 | 90               | 1,11 | 109           | 0,92 |
| Ciężkie<br>Heavy            | 63   | 1,59 | 81          | 1,23 | 99               | 1,01 | 118           | 0,85 |

Na glebach o wysokiej zawartości potasu optymalna dawka nawozu jest równa pobraniu tego składnika z plonami lub też może być mniejsza od pobrania o kilka do kilkunastu procent (odpowiednie mnożniki 1,11—0,85). Na glebach piaszczystych, glinach i łąkach można zatem gospodarować w pewnych granicach z ujemnym bilansem potasu.

R ó w n o w a ż n i k b i l a n s o w y. Zmiany zawartości przyswajalnego potasu w glebie były uzależnione od wielkości dawek nawozu i długości okresu ich stosowania. Dla skwantyfikowania opisanych zależności posłużono się przede wszystkim analizą regresji, w której jako zmienną zależną traktowano zawartość przyswajalnego potasu w glebie, a jako zmienną niezależną wpływ lat prowadzenia doświadczeń. Rachunek wykonano dla każdego obiektu nawozowego ( $K_0$ ,  $K_{80}$ ,  $K_{160}$ ,  $K_{240}$ ) oddzielnie, dokonując *a priori* podziału doświadczeń na grupy według wyjściowej zawartości przyswajalnego potasu w glebie (tab. 4). Nie stwierdzono jednoznacznego wpływu wyjściowej zasobności gleby w potas na zmianę zawartości tego składnika, spowodowaną zróżnicowaniem, wieloletnim nawożeniem. Liczebność doświadczeń w wyznaczonych *a priori* grupach zasobności była jednak bardzo zróżnicowana i uzyskane wyniki, zwłaszcza dla przedziału zawartości wysokiej, mogą być obarczone dużym błędem.

Dla celów doradztwa nawozowego bardziej interesujący jest równoważnik bilansowy potasu, który wyznaczono oddzielnie dla każdego z 56 doświadczeń na podstawie równania podanego w metodycznej części pracy (tab. 5). Równoważnik bilansowy potasu wynosi średnio 112 kg  $K_2O$  na hektar. Zgodnie z definicją oznacza to, że w celu zwiększenia zawartości przyswajalnego składnika w glebie o 1 mg  $K_2O$  na 100 g gleby trzeba zastosować 112 kg  $K_2O$  w nawozach ponad pobranie potasu z plonami roślin. Przyjęty model regresji był statystycznie najlepiej dopasowany do danych doświadczalnych. Tym niemniej stwierdzono znaczne różnice w zmianach zawartości przyswajalnego potasu, wyliczone według regresji od upływu lat (tab. 4) i według regresji od nadwyżki bilansowej potasu

(tab. 5). W tabeli 6 porównano teoretyczne zmiany zawartości potasu wyliczone z obydwu podanych równań. Różnice w wyliczonych obydwu metodami zmianach zawartości potasu były największe dla skrajnych obiektów nawozowych, tzn.  $K_0$  i  $K_{240}$ . Znacznie większą zgodność wyliczeń stwierdzono dla pośrednich dawek nawozu, tzn.  $K_{80}$  i  $K_{160}$ . Na tej podstawie można przyjąć, że współczynniki regresji (tab. 5) są wystar-

Tabela 4

Współczynniki równania regresji  $y = a + bx$   
Coefficients of the regression equation  $y = a + bx$

| Zawartość potasu w glebie<br>Potassium content in soil | Liczba doświadczeń<br>Number of experiments | Współczynnik równania regresji<br>Coefficients of the regression equation | Dawka potasu w kg $K_2O$ /ha/rok<br>Potassium rate in kg $K_2O$ /ha/year |         |         |         |
|--|---|---|--|---------|---------|---------|
|  |   |   | 0  | 80      | 160     | 240     |
| Bardzo niska i niska<br>Very low and low               | 29  | a   | 6,1939   | 6,6260  | 6,9179  | 7,5391  |
|  |   | b   | -0,0386  | 0,1666  | 0,4337  | 0,6547  |
|  |   | R   | 0,36   | 0,76    | 0,94    | 0,95    |
| Średnia - Medium                                       | 21  | a   | 10,6332  | 10,8303 | 11,4180 | 11,8992 |
|  |   | b   | -0,0761  | 0,2130  | 0,4337  | 0,7352  |
|  |   | R   | 0,53   | 0,91    | 0,97    | 0,97    |
| Wysoka - High  | 5   | a   | 17,8281  | 17,9953 | 18,8118 | 18,7462 |
|  |   | b   | -0,0622  | 0,1975  | 0,2978  | 0,6774  |
|  |   | R   | 0,25   | 0,58    | 0,67    | 0,37    |
| Przeciętnie<br>Mean                                    | 55  | a   | 8,7378   | 9,0993  | 9,6093  | 10,1336 |
|  |   | b   | -0,0427  | 0,1918  | 0,4210  | 0,6792  |
|  |   | R   | 0,38   | 0,87    | 0,96    | 0,97    |

y - zmiana zawartości przyswajalnego potasu w mg  $K_2O$  na 100 g gleby  
change of the available potassium content in mg  $K_2O$  per 100 g of soil

x - upływ lat stosowania nawozów  
lapse of years of the application of fertilizers

Tabela 5

Współczynniki równania regresji  $u = K + b_1Q$  wraz z ich charakterystyką statystyczną  
Coefficients of the regression equation  $u = K + b_1Q$  jointly with their statistical characteristics

| Charakterystyka<br>Characteristics           | Liczba doświadczeń<br>Number of experiments<br>n | Wartość współczynnika<br>Value of coefficient |                  | Równoważnik bilansowy<br>Balance equivalent<br>$Q_1 = \frac{u-K}{b_1}$ |
|--|--|---|------------------|--|
|  |  | K   | $b_1$            |  |
| Średnie<br>Mean                              | 55   | 0,4223  | 0,0052           | 112  |
| Odchylenie standardowe<br>Standard deviation | -  | 0,2232  | 0,0025           | -  |
| Skrajne wartości<br>Extreme values           | -  | -0,3243 do 1,0337                             | 0,0009 do 0,0113 | -  |

u - zmiana zawartości przyswajalnego potasu w mg  $K_2O$ /100 g gleby  
change of the available potassium content in mg  $K_2O$ /100 g of soil

Q - nadwyżka bilansowa potasu w kg  $K_2O$ /ha  
balance surplus of potassium in kg  $K_2O$ /ha

czająco pewne dla przewidywania skutków stosowania umiarkowanych dawek nawozów i niezbyt długiego czasu regularnego nawożenia.

Współczynniki regresji  $K$  i  $b_1$  oraz równoważnik bilansowy  $Q_1$  miały w poszczególnych doświadczeniach bardzo różne wartości (tab. 4). Wykorzystując rachunek regresji i korelacji poszukiwano zależności pomiędzy wartościami tych współczynników i skwantyfikowanymi cechami gleby (tab. 7). Związek współczynników  $K$  i  $b_1$  z uwzględnionymi w rachunku korelacji cechami gleby był dosyć luźny, a większość współczynników korelacji okazała się nieistotna. Uwidoczniła się tendencja do spadku wartości współczynników  $K$  i  $b_1$  w miarę zwiększania zawartości części spławialnych w glebie oraz zmniejszającego się zakwaszenia. Druga z wymienionych zależności była trudna do interpretacji, gdyż odczyn gleby w tych samych punktach doświadczalnych ulegał częstym zmianom w wyniku przeprowadzonego okresowo wapnowania.

W praktyce jedynym czynnikiem różnicującym wartości  $K$  i  $b_1$  oraz wartość równoważnika bilansowego potasu  $Q$  jest skład mechaniczny gleby (tab. 8). Z wyliczeń wynika, że nadwyżka bilansowa potasu, konieczna do zwiększenia przyswajalnej formy składnika o 1 mg  $K_2O$  na 100 g gleby, jest tym większa, im gleba wykazuje większą zawartość części spławialnych.

#### DYSKUSJA WYNIKÓW

W dostępnym piśmiennictwie nie spotkano w zasadzie prób wykorzystania współczynnika bilansowego potasu do ustalania wielkości dawek tego składnika. W systemie nawożenia przyjętym w Bawarii [2] stosuje się wzrastające współczynniki bilansowe, które wynoszą od +100 kg i +50 kg  $K_2O$  na hektar, odpowiednio w glebach o bardzo niskiej i niskiej zawartości przyswajalnego potasu. Można jednak odnieść wrażenie, że wielkość tych współczynników przyjęta została chyba dosyć dowolnie. Znacznie częściej przy ustalaniu dawek nawozów potasowych wykorzystuje się metodę podwójnej kalibracji testów [4]. W metodzie tej wyznacza się najpierw progową wartość określonego testu, przy której nie stwierdza się reakcji roślin na nawożenie potasem. Wartości progowe, podawane najczęściej w piśmiennictwie dla niektórych testów, wynoszą: 10—50 mg  $K_2O$  na 100 g gleby (dla testu Egnera-Riehma), 1—2 mg K na 1 g iłu koloidalnego (dla testu potasu wymiennego), 5—10% wysycenia kompleksu sorpcyjnego potasem. Wartości progowe są zawsze związane z zawartością w glebie części spławialnych.

Druga część zadania w metodzie podwójnej kalibracji polega na ustaleniu zależności pomiędzy wielkością dawki nawozów potasowych (lub nadwyżki bilansowej potasu) i przyrostem zawartości potasu w glebie, aż do jego zawartości progowej. Znajduje tutaj zastosowanie równo-

Tabela 6

Teoretyczne zmiany zawartości przyswajalnego potasu  
w mg K<sub>2</sub>O/100 g gleby/rok  
Theoretical changes in the available potassium content  
in mg K<sub>2</sub>O/100 g of soil per year

| Dawka potasu<br>kg K <sub>2</sub> O.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup><br>Potassium rate,<br>kg K <sub>2</sub> O.ha <sup>-1</sup> .year <sup>-1</sup> | Różnica bilansowa<br>potasux<br>kg K <sub>2</sub> O.ha <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup><br>Balance difference<br>of potassium<br>kg K <sub>2</sub> O.ha <sup>-1</sup> .year <sup>-1</sup> | Zmiana zawartości potasu, mg K <sub>2</sub> O/100 g gleby/rok<br>Change in the potassium content in mg K <sub>2</sub> O/100 g<br>of soil per year |   |
|--|---|---|---|
|  |   | z równania $y = a + bx$<br>from the equation of<br>$y = a + bx$ /Tab.4/   | z równania $u = K + b_1Q$<br>from the equation<br>of $u = K + b_1Q$ /Tab.5/ |
| 0  | - 111   | - 0,0427  | - 0,1549  |
| 80   | - 41  | 0,1975  | 0,2091  |
| 160  | 26  | 0,2978  | 0,5575  |
| 240  | 100   | 0,6774  | 0,9423  |

x Podane w pracy [5] - Quoted in the work [5]

ważnik bilansowy potasu, który wyznaczono w badaniach własnych. Wartość tego równoważnika wynosi przeciętnie 112 kg K<sub>2</sub>O na hektar z wahaniami od 91 kg na glebach bardzo lekkich do 131 kg na glebach ciężkich. Przy wyznaczaniu wartości przyrostu potasu w glebie, posługując się równaniem regresji, stwierdzono, że na 1 kg nadwyżki bilansowej składnika uzyskuje się przyrost 0,005 mg K<sub>2</sub>O na 100 g gleby. Współczynnik K w tym równaniu ma jednak stosunkowo dużą wartość, co

Tabela 7

Wartości współczynników korelacji dla analizowanych zmiennych  
Values of correlation coefficients for the variables analysed

|                | K       | b <sub>1</sub> | Q <sub>1</sub> | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> |
|----------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| b <sub>1</sub> | 0,605   | -              | -              | -              | -              |
| Q <sub>1</sub> | - 0,677 | - 0,767        | -              | -              | -              |
| x <sub>1</sub> | - 0,491 | - 0,169        | 0,283          | -              | -              |
| x <sub>2</sub> | - 0,059 | - 0,237        | 0,100          | 0,090          | -              |
| x <sub>3</sub> | - 0,333 | - 0,272        | 0,318          | 0,251          | 0,251          |

K, b<sub>1</sub>, Q<sub>1</sub> - patrz tab. 5 - as in Table 5  
x<sub>1</sub> - zawartość części spławialnych w glebie w %  
content of clay particles in soil, %  
x<sub>2</sub> - zawartość przyswajalnego potasu w mg K<sub>2</sub>O/100 g gleby  
available phosphorus content in mg K<sub>2</sub>O per 100 g of soil  
x<sub>3</sub> - pH gleby - soil pH

oznacza, że przy dawce odpowiadającej pobraniu z plonami uzyskuje się przyrost potasu o 0,4 mg K<sub>2</sub>O na 100 g iley i rok.

Nawet przy ujemnej różnicy bilansowej potasu (do około -80 kg K<sub>2</sub>O na hektar) uzyskuje się przyrost zawartości przyswajalnych form skład-



Tabela 8

Współczynniki równania regresji  $u = K + b_1 \cdot Q$  dla gleb Polski  
Coefficients of the regression equation  $u = K + b_1 \cdot Q$  for Polish soils

| Zawartość przyswajalnego potasu<br>Available potassium content | Współczynniki regresji<br>Regression coefficients |          | Równoważnik bilansowy<br>Balance equivalent<br>$Q = \frac{u - K}{b_1}$ |
|--|---|----------|--|
|  | K   | $b_1$    |  |
| Bardzo lekkie<br>Very light                                    | 0,84592   | 0,005704 | 91   |
| Lekkie<br>Light  | 0,445285  | 0,004636 | 119  |
| Średnie i ciężkie<br>Medium and heavy                          | 0,278793  | 0,005511 | 131  |
| Oznaczenia jak w tab. 5 - Explanations - as in Table 5         |   |          |  |

nika w glebie. Sprawa ta w piśmiennictwie nie jest jednoznacznie wyjaśniona. W badaniach wieloletnich, w których uzyskiwano niezbyt duże plony roślin i niewielkie w związku z tym pobranie potasu, nie stwierdzono większych zmian w zawartości przyswajalnego potasu w glebie obiektów kontrolnych [5]. W statycznych doświadczeniach w Skiernewicach [12] zawartość potasu w glebie obiektów kontrolnych utrzymuje się (po początkowym spadku) na niemal niezmiennym poziomie 3–5 mg  $K_2O$  na 100 g gleby. Rośliny korzystają tutaj z zapasowych form potasu.

W doświadczeniach kilkuletnich, przy dużych plonach roślin i dużym pobraniu potasu, zawartość przyswajalnych form tego składnika w obiektach kontrolnych i obiektach z dawkami mniejszymi od pobrania uległa znacznemu obniżeniu [7, 16]. W tych warunkach, mimo że rośliny pobierały znaczną część potasu z form zapasowych, nie można było ustalić równowagi bilansowej potasu w glebie. W doświadczeniach wieloletnich stwierdzano jednak zawsze zróżnicowanie zawartości potasu w glebach obiektów różniących się poziomem nawożenia [15].

Rozmaicie kształtują się także równoważniki bilansowe podawane w piśmiennictwie. Według Büchnera i Sturma [1] do zwiększenia zawartości przyswajalnego potasu w glebie o 1 mg  $K_2O$  na 100 g gleby konieczne było stosowanie następujących nadwyżek bilansowych: 30 kg  $K_2O$  na glebach lekkich, 50 kg  $K_2O$  na glebach średnich i 70 kg  $K_2O$  na hektar na glebach ciężkich. W naszych badaniach zróżnicowanie wielkości nadwyżek pomiędzy glebami o różnym składzie mechanicznym jest podobne, ale równoważniki bilansowe potasu są niemal dwukrotnie wyższe. We wcześniejszej syntezie wyników tych samych doświadczeń, obejmującej okres badań 5–7 lat krótszy, stwierdzono, że współczynnik  $b_1$  w równaniu  $u = K + b_1 Q$  ma wartość 0,0088, a więc znacznie wyższą od wyznaczonego obecnie. Oznacza to, że w początkowym okresie prowadzenia

badania zwiększenie zawartości potasu w glebie w wyniku stosowania takich samych dawek nawozów przebiega szybciej niż w okresie późniejszym. Do podobnych wniosków doszli i inni porównując wyniki badań uzyskane w I i II rotacji zmianowań o obiegu 5-letnim [13, 14].

W świetle przedstawionej dyskusji zagadnienie związku ilościowego pomiędzy wielkością nadwyżki bilansowej przyswajalnego potasu i zmianami jego zawartości w glebie pozostaje więc nadal otwarte.

#### WNIOSKI

— Współczynniki bilansowe dla potasu wynoszą od 44 do 118 i zależą od jego zawartości w glebie.

— Przeciętna wartość równoważnika bilansowego potasu wynosi 112 kg  $K_2O$  na hektar. Wartość ta jest większa niż wyliczona na podstawie krótszego okresu prowadzenia tych samych doświadczeń, i większa od podawanej w piśmiennictwie.

#### LITERATURA

- [1] Büchner A., Sturm H.: Gezielter Düngen. DLG Verlag Frankfurt a. Main. 1980, s. 91.
- [2] Finck A.: Fertilizers and fertilization. Verlag Chemie 1982, s. 215.
- [3] Fotyma M., Gosek S.: Elementy bilansu fosforu jako podstawa nawożenia tym składnikiem. Roczn. glebozn., w tym numerze str. 173.
- [4] Fotyma M., Mercik S., Faber A.: Chemiczne podstawy żyzności gleby i nawożenia. PWRiL Warszawa, w druku.
- [5] Fotyma M., Gosek S., Adamus M., Kozłowska H.: Wpływ dużych dawek nawozów potasowych na plony roślin oraz bilans i zawartość przyswajalnego potasu w glebie. Pam. puł. 1985, 82.
- [6] Fotyma M., Pietras B.: Zalecenia nawozowe dla doświadczałnictwa polowego i gospodarstw wdrożeniowych. IUNG P (23), 1982.
- [7] Gosek S., Adamus M., Fotyma M., Kozłowska H.: Wpływ dużych dawek nawozów fosforowych na plony roślin oraz bilans i zawartość przyswajalnego fosforu w glebie. Pam. puł. 1985, 82.
- [8] Grabowski J.: Badania nad przemianami potasu w warunkach wyczerpywania gleby z tego składnika. Pam. puł. 1980, 73, 1—20.
- [9] Kerschberger M., Richter D.: Untersuchungen zur Erhöhung des P-Gehaltes im Boden (DL-Methode). Arch. Acker. Pflanzenbau Bodenkd. 16, 1972, 915—919.
- [10] Kerschberger M., Richter D.: Beitrag zur Ermittlung der für die Erhöhung des Gehaltes an DL-löslichen Phosphat im Boden notwendigen P-Düngermengen. Arch. Acker. Pflanzenbau. Bodenkd. 22, 1978, 755—762.
- [11] Kerschberger M., Richter D.: Ermittlung von Bilanzkoeffizienten für die P-Düngerbemessung. Arch. Acker. Pflanzenbau. Bodenkd. 22, 1978, 559—567.
- [12] Mercik S.: Studia nad zależnością między zasobnością gleby w potas a efektywnością nawożenia tym składnikiem. Zesz. nauk. SGGW Warszawa, Rozp. nauk. 1971, 13, 50—55.

- [13] Naglik E.: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego na plony roślin w zmianowaniu, skład chemiczny roślin oraz zasobność gleby. R (158), Puławy 1981, 1—55.
- [14] Naglik E.: Wpływ intensywnego nawożenia mineralnego w zmianowaniu na plony roślin, ich skład chemiczny oraz zasobność gleby. R (189) Puławy 1984.
- [15] Pondel H., Gosek S.: Wpływ nawożenia potasowego na zawartość potasu w glebie. Roczn. glebozn. 29, 1978, 1, 41—57.
- [16] Terelak H., Fotyma M.: Wpływ nawożenia potasem na zawartość form tego składnika w glebach i ich wykorzystanie przez rośliny. Roczn. glebozn., w tym samym numerze str. 201.

М. ФОТЫМА, С. ГОСЕК

## ЭЛЕМЕНТЫ БАЛАНСА КАЛИЯ КАК ОСНОВА УДОБРЕНИЯ ЭТИМ ЭЛЕМЕНТОМ

Отдел удобрения Института агротехники, удобрения и почвоведения в Пулавах

### Резюме

Рассматриваются результаты расчетов для основных элементов баланса калия, т. наз. балансового коэффициента и балансового эквивалента калия применяемого в удобрениях. В расчетах использовали результаты 56 многолетних опытов с калийным удобрением, проводимых в период 1962—1980 гг.

Значения балансовых коэффициентов для калия помещались в пределах 44—118 и зависели от содержания усвояемого калия в почве. Средний для всех опытов балансовый коэффициент калия составлял 112, что позволило увеличить содержание усвояемого калия в почве на 1 мг  $K_2O/100$  г почвы. Значение балансового эквивалента зависело от механического состава почвы. Методика расчетов описана в параллельно опубликованном труде авторов касающемся фосфора [3].

A. FOTYMA, S. GOSEK

## POTASSIUM BALANCE ELEMENTS AS A BASIS OF FERTILIZATION WITH THIS NUTRIENT

Department of Fertilization  
Institute of Soil Science and Cultivation of Plants at Puławy

### Summary

Results of calculations for the basic potassium balance elements, the so-called balance coefficient and balance equivalent of potassium applied in fertilization, are presented. Results of 56 long-term experiments on potassium fertilization carried out in the period 1962—1980 were used for calculations.

Values of the potassium balance coefficients occurred within the limits of 44—118 and depended on the content of available potassium in soil. The potassium balance equivalent average for all the experiments amounted to 112, what enabled to increase the content of available potassium in soil by 1 mg of  $K_2O$  per 100 g

of soil. The balance equivalent value depended on the mechanical composition of soil. The calculation methodics has been described in the work of authors concerning phosphorus [3], published simultaneously with the present work.

*Prof. dr hab. Matusz Fotyma*  
*Osada Pałacowa — IUNG*  
*24-100 Puławy*

*Wpłynęło do redakcji 1985.01.15*