

STANISŁAW MERCIK, BARBARA GUTYŃSKA

## OCENA METOD BADANIA POTRZEB NAWOŻENIA POTASEM

Instytut Chemii i Chemii Rolnej SGGW-AR Warszawa

Wiele badań zarówno zagranicznych, jak i polskich wykazuje, że nawet na glebach bardzo ubogich w potas niejednokrotnie nie stwierdza się wpływu nawożenia tym składnikiem na plonowanie. Nie brak również badań, w których wyraźny efekt nawożenia potasem otrzymywano na glebach średnio zasobnych w ten składnik. Ocenia się, że jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest niewłaściwy dobór testu glebowego do badania potrzeb nawożenia.

Za granicą prowadzono wiele badań [5, 9, 10, 15, 17, 18] nad oceną przydatności potasowych testów glebowych do badania potrzeb nawożenia w oparciu o doświadczenia wegetacyjne. W Polsce badania takie prowadzono tylko sporadycznie [11, 20, 21]. Tymczasem mają one duże znaczenie, bo pod adresem stosowanej u nas powszechnie metody Egnera-Riehma (DL) i jej liczb granicznych mnożą się krytyczne uwagi [11, 14, 16, 17]. Doceniając w pełni przydatność do oceny testów glebowych wyników doświadczeń polowych mieliśmy możliwość przeprowadzenia takich badań tylko w warunkach doświadczeń wazonowych. Trzeba jednak podkreślić, że dla tego celu doświadczenia wazonowe są bardzo przydatne, gdyż w tych warunkach wszystkie inne czynniki oprócz badanego, w tym przypadku potasu, były zbliżone do optimum.

## METODYKA BADAŃ

Podstawą do oceny metod oznaczania różnych form potasu w glebach były doświadczenia wazonowe przeprowadzone w roku 1976 z życią wielokwiatową na 15 glebach (tab. 1), w roku 1977 z jęczmieniem na 17 glebach (tab. 2) i w roku 1978 ze szpinakiem na 14 glebach (tab. 3). Na każdej glebie badano plonowanie i pobieranie składników pokarmowych przez rośliny przy zastosowaniu 3 kombinacji nawozowych: CaNPMg, CaNPK i CaNPMgK. Właściwości fizykochemiczne tych gleb, ich pochodzenie oraz metodykę prowadzenia doświadczeń wazonowych podano w innej pracy [12]

Wyniki oznaczeń różnych form potasu w glebie oceniano na podstawie wysokości współczynników korelacji między ilością potasu w glebie a:

- plonem roślin z wazonów nie nawożonych potasem,
- ilością pobranego potasu przez rośliny z tych wazonów,
- stosunkiem ilości pobranego K<sub>2</sub>O przez rośliny z gleb nie nawożonych i nawożonych potasem obliczonym ze wzoru:

$$\frac{\text{mg na wazon K}_2\text{O w roślinach nie nawożonych potasem}}{\text{mg na wazon K}_2\text{O w roślinach nawożonych potasem}} \times 100$$

Istotność współczynników korelacji ( $r$ ) oceniano przez porównanie wartości  $t$  Studenta z wartością  $t_1$  obliczoną ze wzoru  $t_1 = r/Sr$  — gdzie  $Sr$  = błąd standardowy współczynnika korelacji obliczony ze wzoru  $V(1-r^2)/(N-2)$ , gdzie  $N$  = ilość gleb.

W glebach oznaczano następujące formy potasu:

- K<sub>2</sub>O w wyciągu wodnym,
- K<sub>2</sub>O dostępny metodą Egnera R. — DL,
- K<sub>2</sub>O dostępny metodą Egnera R.D. — AL,
- K<sub>2</sub>O dostępny metodą Spurwaya,
- K<sub>2</sub>O wymienny w 1N octanie amonu o pH 7,
- K<sub>2</sub>O zapasowy w 20-procentowym HCl metodą Giedrojca,
- K<sub>2</sub>O zapasowy w 1N HNO<sub>3</sub> metodą Reitemeiera,
- procentową zawartość K<sub>2</sub>O wymiennego w kompleksie sorpcyjnym,
- energię wolnej wymiany potasu ( $\Delta F$ ) metodą W o o d r u f f a [23] za pomocą wzoru  $\Delta F = 1364 \cdot \log a K / \sqrt{a(Ca + Mg)}$ ,
- wskaźnik aktywności potasu ( $AR_0^K$ ) jako wskaźnik intensywności K<sub>2</sub>O (I) oznaczony metodą Becketta [2] i obliczony ze wzoru  $AR_0^K = aK / \sqrt{a(Ca + Mg)}$ ,
- pojemność buforową gleb (PBC) obliczoną z ilorazu Q/I [2].

We wszystkich roztworach ekstrakcyjnych gleby oraz w roślinie potas i wapń oznaczano za pomocą fotometrii płomieniowej, a magnez spektrofotometrem absorpcji atomowej Unicam SP-90.

## WYNIKI BADAŃ

Zawartość różnych form potasu w glebach. Oceniając zasobność gleb w potas oznaczony metodą Egnera R. we wszystkich 46 glebach, na których prowadzono doświadczenia wazonowe, można stwierdzić, że w 48% były to gleby o zawartości niskiej, w 29% o zawartości średniej, a w 23% o zawartości wysokiej. Porównując te wartości z procentowym udziałem tych klas dla całego obszaru kraju, wynoszącym według drugiej rotacji odpowiednio 53% gleb o niskiej, 30% o średniej i 17% o wysokiej zasobności, można uznać, że pobrane do badań gleby nie odbiegały znacznie od tych, jakie występują w Polsce.

Dzieląc wszystkie gleby na 2 klasy (piaski — do 20% i gliny powyżej 20% części spławialnych) otrzymano następujące ilości poszczególnych form potasu w tych klasach (w mg K<sub>2</sub>O na 100 g gleby):

|                                     | w piaskach | w glinach |
|-------------------------------------|------------|-----------|
| — K w wyciągu wodnym                | 2,0 mg     | 6,5 mg    |
| — K dostępny metodą DL              | 6,8 mg     | 17,5 mg   |
| — K dostępny metodą AL              | 9,0 mg     | 21,8 mg   |
| — K wymienny                        | 10,0 mg    | 24,6 mg   |
| — K zapasowy w 20% HCl              | 68,0 mg    | 114,0 mg  |
| — K zapasowy w 1N HNO <sub>3</sub>  | 35,0 mg    | 70,0 mg   |
| — procent K w kompleksie sorpcyjnym | 3,7 mg     | 4,4 mg    |

Wyniki te wskazują, że do wyciągu wodnego przechodzi podobny procent K wymiennego z gleb piaszczystych (20%), jak z gleb gliniastych (26%). Metodą AL oznacza się większą część potasu wymiennego (90%) niż metodą DL (70%), ale nie zależy to od stopnia związłości gleby. Potasu zapasowego w 20-procentowym HCl było w piaskach 6,8 raza więcej, a w glinach 4,6 raza więcej niż potasu wymiennego. Potasu zapasowego w 1N HNO<sub>3</sub> było w piaskach 3,5 raza więcej, a w glinach 2,8 raza więcej niż wymiennego. Wyniki te wskazują, że procentowa zawartość łatwo dostępnych form potasu w stosunku do K wymiennego nie zależała od zawartości części spławialnych. Natomiast względne wartości potasu zapasowego w stosunku do wymiennego były dla obydwu metod wyższe dla piasków niż dla glin.

Zawartość poszczególnych form potasu zależała również w dużym stopniu od ilości próchnicy w glebie. Dla wszystkich metod otrzymano więcej potasu w glebach próchnicznych (powyżej 2%) niż w glebach słabo próchnicznych (do 2% próchnicy). Na przykład potasu wymiennego było średnio 9,6 mg w glebach słabo próchnicznych i 24,5 mg w glebach próchnicznych; potasu dostępnego metodą DL — 6,4 mg w słabo próchnicznych i 17,5 mg w próchnicznych; potasu zapasowego w 20-procentowym HCl było 58 mg w glebach słabo próchnicznych i 111 mg w próchnicznych.

Zawartość poszczególnych form potasu zależała również od pojemności sorpcyjnej. Im większa była pojemność sorpcyjna gleb, tym więcej otrzymywano każdej formy potasu w glebie. Na przykład przy podziale gleb na 2 grupy: do 10 i powyżej 10 me pojemności sorpcyjnej, zawartość poszczególnych form potasu w tych grupach wynosiła odpowiednio: 6,4 i 18,8 mg K dostępnego metodą DL, 10,1 i 25,4 mg K wymiennego, 60 i 114 mg K w 100 g gleby potasu zapasowego w 20-procentowym HCl.

Ocena metod na podstawie wysokości plonów roślin. Z uprawianych roślin plony szpinaku (tab. 3) najmniej uzależnione były od zawartości potasu w glebie. Otrzymano tu wyraźnie niższe współczynniki korelacji niż dla pozostałych roślin. Uwzględniając stopień ufności ( $P=0,01$ ) tylko dla wskaźnika aktywności potasu ( $AR_0^K$ ) oraz dla energii woinej wymiany ( $\Delta F$ ) otrzymano dla tej rośliny istotne współczynniki korelacji. Przy niższym stopniu ufności ( $P=0,05$ ) istotne współczynniki korelacji otrzymano tu jeszcze dla procentowej zawartości K w roślinie, K dostępnego metodą DL i metodą Spurwaya oraz dla K wymiennego. Z pozostałych roślin nieznacznie lepiej uzależnione były od ilości K w glebie plony życicy wielokwiatowej (tab. 1) niż plony jęczmienia (tab. 2). Plony

Wyniki doświadczeń wazonowych i laboratoryjnych z życią wielokwiatową, 1976  
Results of pot and laboratory experiments with Italian ryegrass, 1976

| Nr<br>gleby<br>Soil<br>No.                                    | Plon s.m.<br>w g/wazon<br>odrost<br>Dry matter<br>yield in<br>g/pot<br>regrowth<br>1 1-4 |                | Ilość po-<br>branego K<br>przez roślinę<br>w mg/wazon<br>odrost<br>Amount of K<br>taken up<br>by plants<br>in mg/pot<br>regrowth<br>1-4 |                | mg K na K <sub>0</sub> 100                   |                | Procent<br>K w ży-<br>ciogłowie<br>% K in<br>Italian<br>rye -<br>grass<br>regrowth<br>1 | mg K * 100 g gleby - mg K per 100 g of soil   |                |  |                          |                     | Procent K<br>w komplek-<br>sie sorpc-<br>cyjnym<br>% K in the<br>sorption<br>complex | ΔP             | PBC            | AP <sub>0</sub> <sup>K</sup> |                 |      |
|---|--|----------------|---|----------------|--|----------------|---|---|----------------|--|--------------------------|---------------------|--|----------------|----------------|------------------------------|-----------------|------|
|   |  |                |   |                | mg K na K <sub>1</sub><br>odrost<br>regrowth |                |   | dostępny metodą<br>available by<br>the method |                | wymylny<br>w odcianie<br>amonu<br>exclud -<br>genble in<br>ammonium<br>acetate | zapasowy w<br>reserve in |                     |  |                |                |                              |                 |      |
|   |  |                |   |                | 1  | 1-4            |   | DL  | AL             |  | 20%<br>HCl               | 1N HNO <sub>3</sub> |  |                |                |                              |                 |      |
|   | x <sub>1</sub>   | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub>  | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub>                               | x <sub>6</sub> | y <sub>1</sub>  | y <sub>2</sub>                                | y <sub>3</sub> | y <sub>4</sub>   | y <sub>5</sub>           | y <sub>6</sub>      | y <sub>7</sub>   | y <sub>8</sub> | y <sub>9</sub> | y <sub>10</sub>              | y <sub>11</sub> |      |
| 1   | 6,0  | 18,2           | 50  | 100            | 16,3   | 20,7           | 0,83  | 0,9   | 3,0            | 4,0  | 7,2                      | 87                  | 33   | 3,4            | 3541           | 17,5                         | 1,0             |      |
| 2   | 4,6  | 17,0           | 53  | 126            | 21,8   | 23,9           | 1,16  | 1,0   | 3,2            | 4,9  | 4,7                      | 40                  | 23   | 3,0            | 3531           | 5,0                          | 1,7             |      |
| 3   | 5,2  | 18,2           | 56  | 126            | 21,6   | 24,7           | 1,08  | 1,0   | 2,2            | 2,5  | 4,7                      | 40                  | 24   | 2,4            | 3225           | 4,2                          | 1,5             |      |
| 4   | 4,6  | 15,2           | 57  | 158            | 20,3   | 22,6           | 1,24  | 1,6   | 4,1            | 5,3  | 7,7                      | 51                  | 27   | 4,9            | 3111           | 5,4                          | 2,2             |      |
| 5   | 5,0  | 20,4           | 95  | 227            | 39,5   | 37,0           | 1,91  | 1,3   | 4,1            | 4,3  | 6,7                      | 46                  | 26   | 4,2            | 3282           | 4,6                          | 1,5             |      |
| 6   | 4,9  | 23,3           | 150   | 360            | 63,4   | 66,7           | 3,07  | 2,0   | 6,9            | 9,0  | 15,3                     | 164                 | 71   | 4,3            | 3309           | 5,9                          | 1,5             |      |
| 7   | 5,7  | 24,0           | 151   | 310            | 49,0   | 44,4           | 2,66  | 1,8   | 4,8            | 8,1  | 11,7                     | 58                  | 37   | 7,1            | 2798           | 4,3                          | 3,5             |      |
| 8   | 6,1  | 18,4           | 152   | 277            | 49,2   | 41,9           | 2,49  | 1,9   | 7,6            | 10,4   | 13,9                     | 46                  | 28   | 4,7            | 2911           | 3,5                          | 4,8             |      |
| 9   | 5,5  | 22,8           | 173   | 375            | 56,5   | 50,6           | 3,15  | 3,1   | 6,3            | 9,8  | 12,4                     | 60                  | 34   | 6,5            | 2982           | 3,3                          | 3,9             |      |
| 10  | 6,1  | 26,4           | 233   | 736            | 79,2   | 72,2           | 3,82  | 2,4   | 7,1            | 9,9  | 13,5                     | 140                 | 74   | 1,7            | 3110           | 4,8                          | 4,5             |      |
| 11  | 6,5  | 27,8           | 237   | 634            | 65,9   | 62,6           | 3,65  | 8,9   | 11,8           | 16,2   | 21,7                     | 94                  | 55   | 6,0            | 2397           | 5,8                          | 5,5             |      |
| 12  | 6,0  | 25,8           | 252   | 614            | 82,2   | 67,9           | 4,23  | 4,3   | 8,0            | 13,2   | 18,7                     | 104                 | 65   | 2,4            | 2881           | 6,7                          | 4,7             |      |
| 13  | 6,4  | 25,4           | 308   | 956            | 92,1   | 82,8           | 4,81  | 6,0   | 14,4           | 17,5   | 21,8                     | 98                  | 68   | 6,1            | 2590           | 6,6                          | 6,9             |      |
| 14  | 6,7  | 29,7           | 378   | 1268           | 98,0   | 93,5           | 5,64  | 14,6  | 29,5           | 36,4   | 41,1                     | 157                 | 100  | 5,8            | 2341           | 7,8                          | 9,6             |      |
| 15  | 7,8  | 33,2           | 440   | 1117           | 99,5   | 93,3           | 5,64  | 16,5  | 32,8           | 45,1   | 55,4                     | 223                 | 124  | 4,6            | 2148           | 3,3                          | 7,9             |      |
| Średnie - Means   |  |                |   |                |  |                | 3,02  | 4,5   | 9,7            | 13,1   | 17,1                     | 87                  | 51   | 4,5            | -              | -                            | -               |      |
| Współczynniki korelacji dla:<br>Correlation coefficients for: |  |                |   |                |  |                | x <sub>1</sub>  | 0,76  | 0,81           | 0,80   | 0,83                     | 0,83                | 0,85   | 0,83           | 0,27           | 0,89                         | 0,07            | 0,82 |
|   |  |                |   |                |  |                | x <sub>2</sub>  | 0,93  | 0,84           | 0,82   | 0,84                     | 0,86                | 0,85   | 0,91           | 0,25           | 0,82                         | 0,16            | 0,65 |
|   |  |                |   |                |  |                | x <sub>3</sub>  | 0,98  | 0,90           | 0,91   | 0,92                     | 0,93                | 0,88   | 0,95           | 0,29           | 0,88                         | 0,18            | 0,93 |
|   |  |                |   |                |  |                | x <sub>4</sub>  | 0,95  | 0,85           | 0,89   | 0,88                     | 0,88                | 0,85   | 0,93           | 0,23           | 0,81                         | 0,20            | 0,90 |
|   |  |                |   |                |  |                | x <sub>5</sub>  | 0,98  | 0,76           | 0,78   | 0,79                     | 0,81                | 0,73   | 0,95           | 0,23           | 0,78                         | 0,23            | 0,87 |
|   |  |                |   |                |  |                | x <sub>6</sub>  | 0,98  | 0,79           | 0,82   | 0,82                     | 0,84                | 0,80   | 0,89           | 0,23           | 0,78                         | 0,19            | 0,85 |

Wyniki doświadczeń wazonowych i laboratoryjnych z jęczmieniem, 1977  
Results of pot and laboratory experiments with barley, 1977

| Nr gleby<br>Soil No.  | Plon s.m. w g/wazon<br>Dry matter yield in g/pot | Ilość po-branego K przez rośliny<br>w mg/wazon<br>Amount of K taken up by plants in mg/pot | mg K na K <sub>0</sub> · 100 |                            | Procent K w jęczmieniu<br>% K in barley | mg K w 100 g gleby - mg K per 100 g of soil |                |  |                          |                     | Procent K w kompleksie sorpcyjnym<br>% K in the sorption complex | ΔP             | PBC             | A <sub>0</sub> <sup>K</sup> |      |      |
|---|--|--|------------------------------|----------------------------|---|---|----------------|--|--------------------------|---------------------|--|----------------|-----------------|-----------------------------|------|------|
|   |  |  | mg K na K <sub>1</sub>       | mg K. K <sub>0</sub> · 100 |   | dostępny metodą<br>available by the method  |                | wymienny w odcianie amonu<br>exchan - geable in ammonium acetate | zapasowy w<br>reserve in |                     |  |                |                 |                             |      |      |
|   |  |  | mg K. K <sub>1</sub>         |                            |   | DL  | AL             |  | 20% HCl                  | 1N HNO <sub>3</sub> |  |                |                 |                             |      |      |
|   | x <sub>1</sub>                                   | x <sub>2</sub>   | x <sub>3</sub>               | y <sub>1</sub>             | y <sub>2</sub>                          | y <sub>3</sub>                              | y <sub>4</sub> | y <sub>5</sub>   | y <sub>6</sub>           | y <sub>7</sub>      | y <sub>8</sub>   | y <sub>9</sub> | y <sub>10</sub> | y <sub>11</sub>             |      |      |
| 1   | 13,6   | 77   | 16,7                         | 0,57                       | 1,4                                     | 1,7   | 4,5            | 5,2  | 32                       | 17                  | 3,3  | 3369           | 5               | 1,5                         |      |      |
| 2   | 14,0   | 87   | 26,5                         | 0,62                       | 1,5                                     | 3,1   | 11,0           | 11,0   | 46                       | 34                  | 4,4  | 3402           | 17              | 1,1                         |      |      |
| 3   | 13,0   | 88   | 20,2                         | 0,68                       | 0,9                                     | 2,3   | 4,1            | 4,8  | 55                       | 28                  | 2,5  | 3381           | 5               | 1,3                         |      |      |
| 4   | 16,1   | 115  | 23,5                         | 0,71                       | 1,4                                     | 2,4   | 5,2            | 5,2  | 46                       | 27                  | 2,8  | 3059           | 8               | 2,0                         |      |      |
| 5   | 16,1   | 177  | 35,3                         | 1,10                       | 1,6                                     | 2,8   | 7,9            | 7,2  | 66                       | 34                  | 3,7  | 3147           | 5               | 1,9                         |      |      |
| 6   | 18,9   | 204  | 36,1                         | 1,08                       | 0,9                                     | 4,7   | 8,0            | 6,7  | 55                       | 33                  | 3,7  | 2981           | 7               | 2,8                         |      |      |
| 7   | 20,0   | 225  | 34,8                         | 1,12                       | 1,5                                     | 4,7   | 9,1            | 7,8  | 52                       | 28                  | 3,4  | 3082           | 6               | 3,3                         |      |      |
| 8   | 18,2   | 258  | 39,5                         | 1,42                       | 3,8                                     | 9,2   | 14,3           | 14,8   | 84                       | 37                  | 3,4  | 2835           | 8               | 3,5                         |      |      |
| 9   | 19,6   | 280  | 55,7                         | 1,43                       | 3,3                                     | 8,6   | 12,3           | 13,5   | 69                       | 40                  | 4,9  | 2728           | 9               | 4,3                         |      |      |
| 10  | 19,4   | 300  | 42,4                         | 1,55                       | 4,5                                     | 10,3  | 16,4           | 14,1   | 69                       | 37                  | 4,0  | 2613           | 8               | 4,1                         |      |      |
| 11  | 19,7   | 315  | 45,7                         | 1,60                       | 2,8                                     | 9,2   | 13,4           | 13,0   | 65                       | 33                  | 4,6  | 2691           | 6               | 5,1                         |      |      |
| 12  | 21,0   | 331  | 50,6                         | 1,57                       | 2,7                                     | 9,1   | 12,6           | 11,3   | 65                       | 34                  | 5,0  | 2915           | 6               | 4,1                         |      |      |
| 13  | 21,9   | 378  | 54,9                         | 1,73                       | 2,0                                     | 7,0   | 11,7           | 13,1   | 85                       | 58                  | 3,7  | 2246           | 7               | 4,1                         |      |      |
| 14  | 30,0   | 494  | 54,3                         | 1,65                       | 6,1                                     | 22,5  | 26,9           | 29,3   | 85                       | 57                  | 7,1  | 2167           | 9               | 10,0                        |      |      |
| 15  | 30,6   | 514  | 70,0                         | 1,68                       | 4,3                                     | 16,4  | 20,7           | 20,5   | 100                      | 70                  | 6,9  | 2412           | 8               | 5,8                         |      |      |
| 16  | 28,0   | 679  | 74,3                         | 2,42                       | 5,5                                     | 15,6  | 19,0           | 20,3   | 123                      | 76                  | 3,4  | 2008           | 14              | 6,0                         |      |      |
| 17  | 32,0   | 1097   | 87,3                         | 3,43                       | 15,0                                    | 49,5  | 54,1           | 65,0   | 156                      | 120                 | 3,7  | 2078           | 16              | 14,5                        |      |      |
| Średnie - Means   |  |  |                              |                            | 1,43                                    | 3,5   | 10,7           | 14,8   | 15,5                     | 74                  | 45   | 4,5            | -               | -                           | -    |      |
| Współczynniki korelacji dla:<br>Correlation coefficients for: |  |  |                              |                            | x <sub>1</sub>                          | 0,82  | 0,77           | 0,79   | 0,81                     | 0,79                | 0,86   | 0,87           | 0,79            | 0,54                        | 0,41 | 0,88 |
|   |  |  |                              |                            | x <sub>2</sub>                          | 0,97  | 0,93           | 0,93   | 0,94                     | 0,92                | 0,96   | 0,97           | 0,82            | 0,52                        | 0,55 | 0,92 |
|   |  |  |                              |                            | x <sub>3</sub>                          | 0,94  | 0,78           | 0,79   | 0,81                     | 0,78                | 0,92   | 0,90           | 0,74            | 0,54                        | 0,48 | 0,83 |

Wyniki doświadczeń wazonowych i laboratoryjnych ze szpinakiem, 1978  
Results of pot and laboratory experiments with spinach, 1978

| Lp. dośw.<br>Soil No.   | Ilość s.m. w g/wazon<br>Dry matter yield in g/pot | Ilość po-<br>branego K<br>przez roś-<br>linę<br>mg/wazon<br>Amount of<br>K taken up<br>by plants<br>in mg/pot | mg K na K <sub>2</sub> O, 100<br>mg K na K <sub>2</sub> O, 100<br>mg K. K <sub>2</sub> O, 100<br>mg K. K <sub>2</sub> O, 100 |                | Procent K<br>w szpinaku<br>% K in<br>spinach | mg K w 100 g gleby - mg K per 100 g soil      |                        |   |                          |                |                | Procent K<br>z komple-<br>ksie sorp-<br>cyjnym<br>% K in the<br>sorption<br>complex | ΔP              | PBC             | K do-<br>stępny<br>met.<br>Avail-<br>lable<br>K | AR <sub>10</sub> <sup>K</sup> |
|---|---|---|--|----------------|--|---|------------------------|---|--------------------------|----------------|----------------|---|-----------------|-----------------|---|-------------------------------|
|   |   |   | w wy-<br>ciągu<br>wod-<br>nym<br>water<br>ex -<br>tract  |                |  | dostępny metodą<br>available<br>by the method |                        | wymien-<br>ny w<br>octanie<br>amonu<br>exchan-<br>geable<br>in am-<br>monium<br>acetate | zapasowy w<br>reserve in |                |                |   |                 |                 |   |                               |
|   |   |   | DL   | AL             |  | 20%<br>HCl                                    | 1N<br>HNO <sub>3</sub> |   |                          |                |                |   |                 |                 |   |                               |
|   | x <sub>1</sub>                                    | x <sub>2</sub>  | x <sub>3</sub>   | y <sub>1</sub> | y <sub>2</sub>                               | y <sub>3</sub>                                | y <sub>4</sub>         | y <sub>5</sub>  | y <sub>6</sub>           | y <sub>7</sub> | y <sub>8</sub> | y <sub>9</sub>  | y <sub>10</sub> | y <sub>11</sub> | y <sub>12</sub>                                 |                               |
| 1   | 11,5  | 46  | 14,6   | 2,44           | 0,5  | 3,1   | 4,2                    | 3,3   | 33                       | 17             | 1,1            | 4195  | 25              | 2,7             | 2,0   |                               |
| 2   | 22,3  | 57  | 16,8   | 1,91           | 1,2  | 6,0   | 6,2                    | 5,6   | 56                       | 42             | 2,9            | 4209  | 11              | 2,8             | 1,5   |                               |
| 3   | 27,6  | 99  | 23,3   | 2,92           | 1,7  | 6,8   | 6,3                    | 6,2   | 56                       | 27             | 3,6            | 3655  | 11              | 3,1             | 1,5   |                               |
| 4   | 28,6  | 103   | 21,4   | 3,44           | 1,6  | 7,4   | 7,2                    | 7,1   | 48                       | 32             | 3,1            | 4064  | 7               | 4,0             | 2,0   |                               |
| 5   | 35,1  | 134   | 32,9   | 3,37           | 0,7  | 8,8   | 8,9                    | 9,1   | 70                       | 37             | 1,9            | 3328  | 8               | 4,6             | 1,9   |                               |
| 6   | 33,4  | 137   | 56,7   | 3,57           | 0,7  | 6,0   | 8,9                    | 9,2   | 69                       | 35             | 3,9            | 3846  | 9               | 3,0             | 2,0   |                               |
| 7   | 26,3  | 148   | 53,6   | 4,73           | 0,7  | 9,4   | 9,9                    | 10,5  | 65                       | 34             | 2,6            | 3137  | 6               | 6,0             | 2,2   |                               |
| 8   | 33,6  | 171   | 32,5   | 4,42           | 3,8  | 10,2  | 10,3                   | 10,6  | 69                       | 45             | 3,2            | 3123  | 9               | 5,7             | 3,1   |                               |
| 9   | 36,5  | 177   | 42,1   | 4,19           | 2,6  | 7,4   | 8,6                    | 8,6   | 55                       | 35             | 3,1            | 3096  | 6               | 5,0             | 3,1   |                               |
| 10  | 40,6  | 258   | 56,4   | 5,49           | 1,6  | 10,8  | 12,1                   | 12,4  | 57                       | 39             | 2,5            | 3233  | 9               | 6,7             | 3,4   |                               |
| 11  | 54,4  | 331   | 57,5   | 5,97           | 4,0  | 13,4  | 14,4                   | 13,9  | 64                       | 46             | 1,7            | 3205  | 7               | 8,9             | 3,0   |                               |
| 12  | 54,3  | 362   | 55,7   | 6,83           | 5,1  | 16,8  | 20,4                   | 21,5  | 181                      | 98             | 2,6            | 3055  | 7               | 10,8            | 4,6   |                               |
| 13  | 41,5  | 389   | 61,1   | 6,32           | 5,9  | 17,0  | 18,9                   | 19,5  | 101                      | 76             | 3,3            | 2849  | 8               | 11,1            | 5,6   |                               |
| 14  | 69,5  | 480   | 94,8   | 7,52           | 8,9  | 31,0  | 35,3                   | 36,7  | 96                       | 78             | 4,1            | 2128  | 15              | 24,9            | 8,3   |                               |
| Średnie - Means   |   |   |  | 4,5            | 2,8  | 11,0  | 12,2                   | 12,4  | 73                       | 46             | 2,8            | -   | -               | -               | -   |                               |
| Współczynniki korelacji<br>dla:<br>Correlation coefficients<br>for: |   |   |  | x <sub>1</sub> | 0,59   | 0,46  | 0,57                   | 0,51  | 0,57                     | 0,39           | 0,48           | 0,18  | 0,61            | 0,19            | 0,53  | 0,80                          |
|   |   |   |  | x <sub>2</sub> | 0,97   | 0,89  | 0,91                   | 0,93  | 0,92                     | 0,66           | 0,84           | 0,20  | 0,87            | 0,07            | 0,89  | 0,91                          |
|   |   |   |  | x <sub>3</sub> | 0,88   | 0,72  | 0,85                   | 0,88  | 0,88                     | 0,50           | 0,65           | 0,39  | 0,84            | 0,21            | 0,64  | 0,83                          |

tych roślin nie były istotnie uzależnione od procentowej zawartości K w kompleksie sorpcyjnym (życica) oraz od pojemności buforowej gleb PBC (obydwie rośliny).

Średnie z wszystkich roślin współczynniki korelacji dla poszczególnych metod przedstawiają się następująco:

- 0,78 dla procentu K w roślinie,
- 0,72 dla K<sub>i</sub> w wyciągu wodnym,
- 0,74 dla K dostępnego metodą DL,
- 0,75 dla K dostępnego metodą AL,
- 0,76 dla K wymiennego,
- 0,74 dla K<sub>z</sub> zapasowego w 20-procentowym HCl,
- 0,77 dla K<sub>z</sub> zapasowego w 1N HNO<sub>3</sub>,
- 0,36 dla procentu K<sub>i</sub> w kompleksie sorpcyjnym,
- 0,76 dla energii wolnej wymiany ( $\Delta F$ ),
- 0,79 dla wskaźnika aktywności potasu ( $AR_0^K$ ),
- 0,21 dla pojemności buforowej gleb.

Wyniki te wskazują, że plony roślin nie były istotnie uzależnione tylko od zawartości K w kompleksie sorpcyjnym oraz od pojemności buforowej gleb. Współczynniki korelacji dla pozostałych metod były podobne (0,72–0,79) i wszystkie były istotnie wysokie nawet przy najwyższym stopniu ufności ( $P=0,01$ ). Wyniki te nie dają więc podstaw, aby spośród tych metod można wydzielić te, którymi gorzej lub lepiej można było przewidywać wysokość plonów.

Ocena metod na podstawie ilości potasu pobranego przez rośliny. Uważa się dość powszechnie [16, 18], że przydatność poszczególnych metod badania potrzeb nawożenia potasem najtrafniej można ocenić na podstawie ilości pobranego potasu przez rośliny z gleb nie nawożonych tym składnikiem. Z tego powodu we wszystkich tabelach uszeregowano gleby w kolejności od tych, na których rośliny pobrały najmniej, do tych, na których pobrały najwięcej potasu z gleby.

Dla większości zastosowanych metod otrzymano wysokie współczynniki korelacji między ilością K w glebie a ilością pobranego potasu przez rośliny. Otrzymano wyraźnie mniejszą zależność między ilością potasu w glebie a plonowaniem niż ilością potasu w glebie a ilością pobranego K<sub>i</sub> przez rośliny. Na podstawie testu glebowego trafniej można więc przewidzieć pobieranie K przez rośliny niż plonowanie.

Nie otrzymano większych różnic w wysokości współczynników korelacji dla badanych roślin. W związku z tym obliczono dla nich średnie współczynniki korelacji. Współczynniki te są następujące:

- 0,97 dla procentu K w roślinie,
- 0,89 dla K<sub>i</sub> w wyciągu wodnym gleby,
- 0,91 dla K<sub>i</sub> dostępnego metodą DL,
- 0,92 dla K<sub>i</sub> dostępnego metodą AL,
- 0,91 dla K<sub>i</sub> wymiennego,
- 0,84 dla K<sub>z</sub> zapasowego w 20-procentowym HCl,
- 0,92 dla K<sub>z</sub> zapasowego w 1N HNO<sub>3</sub>,

- 0,38 dla procentu K w kompleksie sorpcyjnym,
- 0,77 dla energii wolnej wymiany ( $\Delta F$ ),
- 0,91 dla wskaźnika aktywności potasu ( $AR_0^K$ ),
- 0,25 dla pojemności buforowej gleb.

Bardzo wysoki współczynnik korelacji dla procentowej zawartości K w roślinie jest zrozumiały, gdyż ilość pobranego potasu przez rośliny jest funkcją plonu i procentu K w roślinie. Dla większości badanych metod otrzymano również stosunkowo wysokie współczynniki korelacji, jednakże w doświadczeniach wazonowych pobranie potasu przez rośliny było uzależnione prawie wyłącznie od ilości K dostępnego dla roślin, gdyż inne czynniki wzrostu były w tych warunkach zbliżone do optimum. Otrzymane wyniki wskazują, że najtrafniej można ocenić zdolność zaopatrywania roślin w potas w oparciu o K dostępny obydwoma metodami, K wymienny, K zapasowy w 1N HNO<sub>3</sub>, K w wyciągu wodnym oraz na podstawie pomiaru wskaźnika aktywności potasu ( $AR^K$ ). Dla wszystkich tych metod współczynniki korelacji były podobne. Nieco niższe współczynniki otrzymano dla K zapasowego w 20-procentowym HCl oraz dla energii wolnej wymiany ( $\Delta F$ ). Pobieranie potasu nie było natomiast uzależnione od zawartości K w kompleksie sorpcyjnym ani od pojemności buforowej gleb (PBC).

O c e n a m e t o d n a p o d s t a w i e e f e k t y w n o ś c i n a w o ż e n i a p o t a s e m. Uwzględniając metodę Mitscherlicha należało oczekiwać, że im mniej jest potasu dostępnego w glebie, tym większa powinna być różnica między ilością pobranego K przez rośliny z gleb nawożonych i nie nawożonych tym składnikiem. Stosunek ten wyrażony w procentach, zgodnie z opinią wielu autorów [9, 18], jest dobrym sposobem oceny potrzeb nawożenia. Otrzymane współczynniki korelacji wskazują, jak bardzo efektywność nawożenia uzależniona jest od ilości K w glebie. Otrzymano podobne współczynniki korelacji dla poszczególnych roślin, co upoważniło do obliczenia średnich współczynników dla wszystkich roślin. Są one następujące:

- 0,94 dla procentu K w roślinie,
- 0,76 dla K w wyciągu wodnym,
- 0,81 dla K dostępnego metodą DL,
- 0,82 dla K dostępnego metodą AL,
- 0,83 dla K wymiennego,
- 0,75 dla K zapasowego w 20-procentowym HCl,
- 0,85 dla K zapasowego w 1N HNO<sub>3</sub>,
- 0,40 dla procentu K w kompleksie sorpcyjnym,
- 0,74 dla energii wolnej wymiany ( $\Delta F$ ),
- 0,84 dla wskaźnika aktywności potasu ( $AR_0^K$ ),
- 0,28 dla pojemności buforowej gleb (PBC).

Współczynniki te wskazują, że testem glebowym trafniej można przewidywać efektywność nawożenia potasem niż wysokość plonów. Tylko procentowa zawartość K w kompleksie sorpcyjnym oraz pojemność buforowa gleb (PBC) nie wywierały istotnego wpływu na efektywność nawożenia potasem. Otrzymane współczynniki korelacji wskazują, że najtrafniej można ocenić efektywność nawożenia na



podstawie zawartości K w roślinie. Z testów glebowych efektywność nawożenia potasem nieco trafniej można przewidywać na podstawie pomiaru K zapasowego w 1N HNO<sub>3</sub>, wskaźnika aktywności potasu (AR<sub>0</sub><sup>K</sup>), K wymiennego i K dostępnego obydwoma metodami niż pozostałymi testami glebowymi.

#### DYSKUSJA WYNIKÓW

Zastosowanie kilku metod oznaczania K w glebach pozwoliło na ilościowe zbadanie różnych form tego składnika, od form najbardziej ruchliwych (w wyciągu wodnym), do bardzo silnie związanych z fazą stałą gleb (w 20-procentowym HCl). Jeżeli ilość potasu wymiennego przyjąć za 100, to najmniejszą jego część oznaczano w wyciągu wodnym (20–26%), a następnie w 0,03N kwasie octowym metodą Spurwaya (55%), w kwasie mlekowym buforowanym mleczanem wapnia metodą DL (70%) i w mieszaninie mleczanu i octanu amonu AL (90%). Te względne ilości K dostępnego w stosunku do potasu wymiennego mało uzależnione były od stopnia zwięzłości gleb i są zbliżone do tych, jakie podaje Schacht schabel i in. [17]. Zawartość zapasowych form była już bardziej uzależniona od stopnia zwięzłości gleby. Na przykład potasu zapasowego w 20-procentowym HCl było w piaskach 6,8 raza więcej, a w glinach tylko 4,6 raza więcej niż potasu wymiennego.

Można zgodzić się z tym, że zdolność zaopatrywania roślin w potas uzależniona jest nie tylko od zawartości bardziej lub mniej dostępnych form potasu w glebie, ale od innych czynników. Z tego powodu opracowano kilka metod badania potrzeb nawożenia K uwzględniających te czynniki. Na przykład opracowana przez Beketta [2] metoda oznaczania aktywności względnej potasu (AR<sub>0</sub><sup>K</sup>), jako wskaźnika intensywności (I) przemian K, Ca i Mg między roztworem glebowym a fazą stałą gleby, stosowana była przez badaczy zagranicznych [1, 2, 14] i polskich [20, 21]. Oznaczano również stosunek ilości potasu (Q) do jego intensywności (I) jako tzw. potencjał buforowy gleb  $Q/I = PBC$  [1, 2, 13, 20, 21]. Woodruff [23] opracował metodę oznaczania tzw. wolnej energii wymiany ( $\Delta F$ ). Wartość ta uzależniona jest nie tylko od stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego potasem i wielkości kompleksu sorpcyjnego, ale od siły, z jaką wiązany jest K z fazą stałą gleby. Metoda ta była stosowana również przez innych autorów [18, 20, 21]. W ostatnich latach zdolność zaopatrywania roślin w potas ocenia się [5, 6, 15] na podstawie intensywności przemieszczania K do korzeni *diffusive flux*. Wartość ta uzależniona jest nie tylko od ilości K w glebach, ale i od ich stopnia zwięzłości i wilgotności.

Metod zastosowanych w naszych badaniach nie oceniano na podstawie porównań ich wyników z sobą, jak to najczęściej podaje się w literaturze, ani też na podstawie pracochłonności, dokładności wykonania analizy czy konieczności zastosowania określonej aparatury. Metody te oceniano na podstawie wyników doświadczeń wegetacyjnych. Przy takiej ocenie porównywano wyniki oznaczeń potasu w glebie różnymi metodami z wysokością plonów [5, 11, 15], z ilością pobranego potasu przez rośliny [11, 13, 15, 16, 18] lub z efektywnością nawożenia tym składnikiem [9, 18].

Zarówno pobieranie potasu przez rośliny, jak i efektywność nawożenia tym składnikiem były w naszych badaniach i u innych badaczy [11, 18] dobrze skorelowane z procentową zawartością K w roślinie. Jest to jednak zrozumiałe ze względu na to, że wartości te są funkcją plonu i zawartości K w roślinie. Wysokość plonów nie była już tak dobrze skorelowana z zawartością K w roślinie.

Powszechniej ocenia się potrzeby nawożenia potasem nie w oparciu o zawartość K w roślinie, ale o zawartość K w glebie. W naszych badaniach, podobnie jak w badaniach M a c L e a n a [9], wyciąg wodny gleby okazał się nieco gorszym sposobem badania potrzeb nawożenia niż oznaczanie form dostępnych i wymiennych. Natomiast liczna grupa badaczy [5, 14, 15, 17, 22] podaje, że oznaczenie potasu w roztworze glebowym jest jednym z lepszych testów glebowych. My otrzymaliśmy podobne współczynniki korelacji dla obydwóch metod oznaczania w glebie K dostępnego oraz K wymiennego. Natomiast dane literatury wykazują, że oznaczanie potasu dostępnego metodą DL [11, 14, 17], metodą AL [10, 17], a również potasu wymiennego [15, 17] są gorszymi metodami oceny potrzeb nawożenia niż inne. Różni badacze oceniają bardziej pozytywnie przydatność do badania potrzeb nawożenia metody DL [4], AL [16], K wymiennego [8, 9, 11, 13] lub innych metod oznaczania potasu dostępnego [23, 27].

Potas zapasowy oznacza się najczęściej przez traktowanie gleby mocnymi kwasami lub przez podwyższenie temperatury gleby do kilkuset stopni. Z dwóch metod, które zastosowano w naszych badaniach, otrzymano, podobnie jak i w badaniach poprzednich [11], wyższe współczynniki korelacji dla metody oznaczania K w 1N HNO<sub>3</sub> na gorąco niż w 20-procentowym HCl. Metoda z kwasem azotowym dawała podobne, a z kwasem solnym niższe współczynniki korelacji niż metody oznaczania K dostępnego i wymiennego. Na ogół ocenia się [13, 16], że oznaczanie potasu zapasowego, szczególnie na glebach cięższych ilastych, może dawać dobre informacje co do potrzeb nawożenia.

Na podstawie oznaczania stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego potasem ani w naszych badaniach, ani w badaniach przeprowadzonych przez M a c L e a n a [9] nie można było poprawnie wnioskować o potrzebach nawożenia. Współczynniki korelacji dla tej metody były bardzo niskie.

Z dynamicznych metod oznaczania potasu w glebie najwyższe współczynniki korelacji otrzymaliśmy przy oznaczaniu wskaźnika aktywności potasu ( $AR_0^K$ ). Wskaźnik ten dawał podobne lub nieco wyższe współczynniki korelacji niż potas wymienny. Na podstawie danych literatury można wnioskować, że metoda ta może dawać podobne [20, 21] lub nawet nieco lepsze [1, 2] wskazania co do potrzeb nawożenia niż powszechniej stosowane metody oznaczania K dostępnego. Zwraca się jednak uwagę na to, że jest to metoda bardzo pracochłonna, a w dodatku nie brak danych literatury [9, 22], z których wynika, że inne metody powszechniej stosowane i znacznie tańsze dają lepsze wskazania co do potrzeb nawożenia.

Znacznie mniej pracochłonna metoda oznaczania energii wolnej wymiany ( $\Delta F$ ) dawała u nas przeważnie niższe współczynniki korelacji niż wskaźnik aktywności potasu ( $AR_0^K$ ) i nawet nieco niższe niż metoda oznaczania potasu wymiennego.

Bardzo pozytywnie oceniali tę metodę Singh i in. [19] oraz Wooldruff [23]. Również Terelak [21] otrzymał wyższy współczynnik korelacji dla energii wolnej wymiany  $\Delta F$  ( $r=0,78$ ) niż dla potasu wymiennego ( $r=0,66$ ) i dla potasu dostępnego ( $r=0,54$ ).

Oznaczenia pojemności buforowej gleb (PBC) pozytywnie ocenia się bardzo sporadycznie [2]. Większość autorów [1, 13, 20, 21] nie wskazuje, aby był to dobry sposób do powszechnego badania potrzeb nawożenia potasem. W naszych badaniach ani plony, ani pobieranie potasu przez rośliny nie były istotnie uzależnione od pojemności buforowej gleb.

## WNIOSKI

Wyniki trzyletnich doświadczeń wazonowych przeprowadzonych na kilkudziesięciu glebach oraz oznaczanie różnych form potasu pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków.

1. Otrzymano następujące średnie ilości poszczególnych form potasu w glebach: 3,6 mg K w wyciągu wodnym, 10,5 mg w kwasie mlekowym zbuforowanym mleczanem wapnia (DL), 13,4 mg w mieszaninie mleczanu i octanu amonu, 47,0 mg w 1N HNO<sub>3</sub> na gorąco i 78,0 mg K w 100 g gleby w 20-procentowym HCl.

2. Zarówno ilość pobranego potasu przez rośliny, jak i efektywność nawożenia tym składnikiem były bardzo ściśle skorelowane z zawartością K w roślinie. Wskaźnik ten dawał nieco niższe współczynniki korelacji z wysokością plonów.

3. Metody oznaczania potasu dostępnego (DL, AL) oraz wymiennego dawały przeważnie niższe współczynniki korelacji niż procent K w roślinie. Nieco gorzej od tych metod korelował potas w roztworze wodnym.

4. Potas zapasowy oznaczony w kwasie azotowym dawał nieco wyższe, a w kwasie solnym nieco niższe współczynniki korelacji niż potas wymienny.

5. Z dynamicznych form oznaczania K w glebie wskaźnik aktywności potasu ( $AR_o^K$ ) dawał podobne, a energia wolnej wymiany ( $\Delta F$ ) niższe współczynniki korelacji niż K wymienny.

6. Potencjał buforowy gleb (PBC) i stopień nasycenia kompleksu sorpcyjnego potasem nie wywierały istotnego wpływu na plonowanie ani na pobieranie K przez rośliny.

## LITERATURA

- [1] Addiscott T. M.: The potassium Q/I relationships of soils given different K manuring. J. Agric. Sci. Camb 74, 1970, 131-137.
- [2] Beckett P. B. T.: Studies on soil potassium. I. Confirmation on the ratio low measurements of potassium potential. II. The immediate Q/I relations of labile potassium in the soil. J. Soil Sci. 15, 1964, 1, 1-9, 9-23.
- [3] Carpena O. i in.: Determination of exchangeable cations in calcareous soils. Soil Sci. 113, 1972, 3, 194-199.

- [4] Finger O.: Mehrjährige und einjährige Düngungsversuche mit gesteigerten Gaben an Phosphorsäure und Kali zur Nachprüfung der Gränzwerte bei der Chemischen Bodenuntersuchungen. Landw. Forsch. 19, 1966, 86-93.
- [5] Grimme H., Nemeth K.: Relationship between the content of  $\text{CaCl}_2$ -extractable K in soils and yield in a pot, a small plot and a field experiment. Büntenhof Abstr. 4, 1974-1975, 14-15.
- [6] Grimme H., Braunschweig L. C.: Interaction of K concentration in the soil solution and soil water content on K diffusion. Z. Pfl. Ernähr. Bodenk. 137, 1974, 147-158.
- [7] James D. W. i in.: Potassium in arid loessial soils, changes in availability as related to cropping and fertilization. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 1975, 6, 1111-1115.
- [8] James D. W., Weaver H. W.: Potassium in arid loessial soils; characterization by equilibrium release-absorption to strong salt solutions. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 1975, 6, 1106-1111.
- [9] MacLean A. I.: Water-soluble K, percent K saturation and  $\text{pK}-1/2 \text{p}(\text{Ca}+\text{Mg})$  as indices of management effects on K status of soil. Intern. Congr. Soil Sci. Medison Wisc. USA, 1960, 86-90.
- [10] Mengel K.: Die factoren der Kalivertügbareit und deren Bedeutung für die Ertragsbildung. Sonderh. Landw. Forsch. 31/1, 1975, 45-58.
- [11] Mercik S.: Greenhouse experiments for evaluation of the methods of determining potassium fertilizer needs. Biuletyn Warzywnicy 1973, 167-176.
- [12] Mercik S.: Działanie potasu i magnezu w zależności od niektórych właściwości fizykochemicznych gleb. Roczn. glebozn. 34, 1983, 1-2, 15-30.
- [13] Munn D. A., MacLean E. O.: Soil potassium relationship as indicated by solution equilibrations and plant uptake. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 1975, 6, 1072-1076.
- [14] Nemeth K., Harrach T.: Interpretation der chemische Bodenuntersuchung bei Lössboden verschiedenen Erosionsgrades. Sonderh. Landw. Forsch. 30/1, 1974, 131-137.
- [15] Nemeth K., Forster H.: Beziehungen zwischen Ertrag und K-Entzug von Ackerbohnen (*Vicia faba*) sowie verschiedenen K-Fractionen von Boden. Sonderh. Landw. Forsch. 27/11, 1976, 111-119.
- [16] Richter D.: Probleme der Charakterisierung des pflanzenferfügbaren Kaliums in Ackerboden. Arch. f. Acker. Pflbau. 19, 1975, 7, 475-485.
- [17] Schachtschabel P., Koster W.: Vergleich verschiedener Extraktionsmethoden zur Bestimmung der Kalium-Verfügbarkeit in Böden. Z. Pflanzen. Bodenk. 141, 1978, 1, 43-55.
- [18] Schöfer P.: Vergleichende Betrachtungen von Pflanzen und Bodenanalysen im Getreidenbau hinsichtlich ihrer Treffsicherheit zur Voraussage von Kaliwirkungen auf die Ertragsbildung. Bodenk. 28, 1977, 4, 340-365.
- [19] Singh B. B., Jones I. P.: Use of sorption-isotherms for evaluating potassium requirements of plants. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39, 1975, 5, 881-886.
- [20] Terelak H., Sadurski W.: Wpływ zróżnicowanego poziomu nawożenia potasem na statyczne i dynamiczne wskaźniki zawartości tego pierwiastka w glebie. Roczn. glebozn. 30, 1979, 1, 125-139.
- [21] Terelak W.: Wpływ nawożenia potasem na kształtowanie się statycznych i dynamicznych wskaźników zawartości tego pierwiastka w glebie piaszczystej. Roczn. glebozn. 30, 1979, 3, 154-177.
- [22] Wild A i in.: The activity ratio as a measure of the intensity factor in potassium supply to plants. Soil Sci. 108, 1969, 432-439.
- [23] Woodruff C. M.: Energies of replacement of calcium and potassium in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 19, 1955, 167-170.

С. МЕРЦИК, ТУТЫНЬСКА

## ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ В УДОБРЕНИИ КАЛЕМ

Институт химии и агрохимии, Варшавская сельскохозяйственная академия

## Резюме

Оценки различных методов определения калия в почвах проводили основываясь на данных об урожае и усвоении этого элемента растениями из почвы. Для достижения такой цели были проведены сосудные опыты с плевелом многоцветковым на 15 почвах (табл. 1), ячменем на 17 почвах (табл. 2) и шпинатом на 14 почвах (табл. 3). В почвах определяли разные формы калия, от легко растворимых (в водной вытяжке)-до прочно связанных с твердой фазой почвы (растворимых в 20% HCl). Кроме того обозначали в почве динамические формы, такие как энергия свободного обмена калия ( $\Delta F$ ), коэффициент активности калия ( $AR$ ) и буферная емкость почвы (PBC).

Были получены следующие средние количества отдельных форм калия в почвах: 3,6 мг К в водной вытяжке, 10,5 мг в молочной кислоте забуференной лактатом кальция (DL), 13,4 мг в смеси лактата и ацетата аммония (AL), 15,0 мг обменного калия (47,0 мг в горячем растворе  $HNO_3$  и 78,0 мг К на 100 г почвы в 20% HCl). Как количество калия усвоенного растениями, так и эффективность удобрения этим элементом тесно коррелировали с содержанием К в растениях. Этот показатель давал несколько низшие коэффициенты корреляции с величиной урожаев. Методы определения доступного калия (DL, AL) и обменного калия давали преимущественно низшие коэффициенты корреляции, чем %К в растении. Несколько хуже от выше приведенных методов коррелировало определение калия в водном растворе. Калий определяемый в азотной кислоте давал несколько низшие коэффициенты корреляции, чем обменный калий. Из определений динамических форм К в почвах коэффициент активности калия ( $AR_K$ ) давал сходные, а энергия свободного обмена ( $\Delta F$ ) низшие коэффициенты корреляции, чем обменный К. Буферная емкость почв (PBC) и степень насыщенности почвенного поглощающего комплекса калем не оказывали существенного влияния на усваивание К растениями.

S. MERCIK, B. GUTYŃSKA

## ESTIMATION OF THE METHODS OF DETERMINING POTASSIUM FERTILIZATION NEEDS

Department of General and Agricultural Chemistry,  
Agricultural University of Warsaw

## Summary

Various method of the potassium content determination in soils were estimated basing on yields and uptake of this element from soil by plants. For this purpose pot experiments with Italian ryegrass on 15 soils (Table 1), barley on 17 soils (Table 2) and spinach on 14 soils (Table 3) were carried out. In these soils "scatic forms" of potassium, from most readily soluble (in water extract) to those very strongly bounded with the solid fraction of soil (in 20% HCl), were determined. Also "dynamical forms", such as the Free Energy Change of Potassium ( $\Delta F$ ), the Potassium Activity Ratio ( $AR_K$ ) and the Potential Buffering Capacity (PBC) were determined.

The following average amounts of particular potassium forms in soils were obtained: 3.6 mg K in water extract, 10.5 mg in lactic acid buffered by calcium lactate (DL), 13.4 mg in the mixture

of ammonium lactate and ammonium acetate (AL), 15.0 mg exchangeable K, 47.0 mg in 1N HNO<sub>3</sub> in hot state and 78.0 mg K in 100 g of soil in 20% HCl. Both the amount of potassium taken up by plants and the potassium fertilization efficiency were correlated very closely with the K content in plant. This index gave somewhat lower correlation coefficients with the yield level. The available potassium (DL, AL) and exchangeable potassium determination methods gave mostly lower correlation coefficients than the K per cent in plant. Somewhat worse as compared with the above methods was the correlation of potassium in water extract. The reserve potassium determined in nitric acid gave somewhat higher and in hydrochloric acid somewhat lower correlation coefficients than exchangeable potassium. Among dynamical forms of the K determination in soils the Potassium Activity Ratio ( $AR_0^K$ ) and the Free Energy Change ( $\Delta F$ ) gave lower correlation coefficients than exchangeable K. The Potential Buffering Capacity (PBC) and the degree of the sorption complex saturation with potassium did not exert any significant influence on the K uptake by plants.

*Doc. dr Stanisław Mercik  
Instytut Chemii Ogólnej  
i Rolnej SGGW-AR  
Warszawa, ul. Rakowiecka 26*