

Instytut Gleboznawstwa, Chemii Rolnej i Mikrobiologii AR w Lublinie

Ignacy DECHNIK, Wiesław BEDNAREK

### Zawartość makroelementów w życicy wielokwiatowej nawożonej związkami fosforowymi otrzymanymi przez działanie gazowym trójtlenkiem siarki na fosforyty

Содержание макроэлементов в райграсе многоукосном, удобряемом фосфоровыми соединениями, полученными путем действия газовой трехокисью серы на фосфориты

The Content of Macro-Elements in Multiflorous Darnel Fertilized with Phosphorus Compounds Obtained by Treating Phosphorites with Gas Sulphuric Trioxide

Nawożenie mineralne jest istotnym czynnikiem wpływającym na wielkość i jakość plonów roślin uprawnych (1–7, 9). Niedobór lub nadmiar składników mineralnych w roślinach może wynikać z nieprawidłowego nawożenia, a także z wzajemnych powiązań mających charakter korelacji dodatnich lub ujemnych (3). Decydujące znaczenie w nawożeniu odgrywają nawozy azotowe i potasowe oraz fosforowe. W ostatnich latach otrzymano i poddano badaniom rolniczym wiele nowych nawozów mineralnych. Do nich należą też związki fosforowe otrzymane przez działanie gazowym trójtlenkiem siarki na fosforyty (8).

Celem niniejszej pracy było poznanie wpływu tych związków na zawartość i kształtowanie się wzajemnych stosunków makroelementów w życicy wielokwiatowej, w warunkach intensywnego nawożenia azotem i potasem oraz wapnowania.

### METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w oparciu o doświadczenia wazonowe, na glebie o składzie mechanicznym piasku luźnego, zawierającej 5,2 mg  $P_2O_5$ /100 g gleby oraz charakteryzujące się bardzo kwaśnym odczynem. Połowę gleby użytej w eksperymencie zwapnowano  $CaCO_3$  stosując dawki obliczone wg jednej kwasowości hydrolitycznej. Superfosfat potrójny granulowany zawierał 20,1, formy granulowane Poli (frakcja 1–1,5 mm i 2–2,5 mm) 9,5 i Poli pylisty — 9,8% P. Przed siewem życicy wielokwiatowej zastosowano do każdego z wazonów: 0,6 g P, 1 g N, 1 g K, 0,3 g Mg oraz mikroelementy. Po każdym pokosie roślin, których zebrano pięć, stosowano 0,7 g N i K na



wazon. Po drugim sprzęcie życicy do każdego naczynia dodano 0,3 g Mg. Nawozy stosowano w postaci  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , KCl i  $\text{MgSO}_4$ . W materiale roślinnym wykonano oznaczenia:

- azotu met. Kjeldahla,
- fosforu met. wanadnianową,
- potasu i wapnia met. fotometrii płomieniowej,
- magnezu met. AAS.

Niektóre stosunki makroelementów w życicy określano po wcześniejszym przeliczeniu zawartości pierwiastkowej na miligramorównoważniki (me/100 g). Wpływ ocenianych związków fosforowych na skład chemiczny roślin porównywano z oddziaływaniem superfosfatu potrójnego granulowanego. Wyniki badań przedstawiono w tabelach 1 i 2.

#### WYNIKI BADAŃ

**Azot.** Średnia zawartość azotu w życicy mieściła się w granicach od 4,21 do 4,76% N i była nieco większa w roślinach zebranych z gleby kwaśnej (z wyjątkiem obiektów nawożonych Poli pylistym). Wysoki poziom tego pierwiastka został spowodowany intensywnym nawożeniem azotowym. Życica zawierała więcej N w obiektach nawożonych granulowanymi formami Poli niż w kombinacji z superfosfatem. Porównując średnie zawartości azotu z danymi cytowanymi przez Bergmanna i Neuberta (1) należy stwierdzić, że były one dwukrotnie większe, niż uznane za wystarczające do dobrego rozwoju roślin (2,1%).

Stosunek azotu do fosforu w życicy zebranej z gleby nie wapnowanej był szerszy niż w roślinach pochodzących z gleby wapnowanej (z wyjątkiem obiektów z Poli pylistym). Główną przyczyną była zapewne większa zawartość azotu. Stosunek N:P w obiektach nawożonych granulowanymi formami Poli był bardzo szeroki a w kombinacji z Poli pylistym, szczególnie na glebie kwaśnej — zbliżony do wielkości standardowych. Różnice w jego rozmiarach wynikały z różnych zdolności nawozów granulowanych i pylistych Poli do zaopatrzenia życicy w fosfor.

**Fosfor.** Średnia zawartość fosforu w życicy wynosiła 0,27–0,41% P. Wzrastała do czwartego pokosu i była większa w roślinach zebranych z gleby wapnowanej (z wyjątkiem obiektów nawożonych Poli pylistym i granulowanym, frakcja 1–1,5 mm). Wszystkie oceniane nawozy typu Poli wykazały gorsze zdolności do zaopatrzenia życicy w fosfor, w porównaniu z superfosfatem. Jedynie Poli pylisty na glebie kwaśnej wyróżniał się podobnym do superfosfatu działaniem, co wydaje się oczywiste. Oceniając stan zaopatrzenia roślin w fosfor należy stwierdzić, że był on niezadowolający w obiektach nawożonych granulowanymi formami Poli oraz w pełni wystarczający w kombinacjach z Poli pylistym i superfosfatem potrójnym granulowanym. Przyjmuje się (1), że życica wielokwiatowa dobrze zaopatrzona w fosfor zawiera go co najmniej 0,32% P. Rozpatrując też ilość fosforu w roślinach z punktu widzenia ich zawartości pokarmowej dla zwierząt należy uznać, że była ona zadowolająca we wszystkich ocenianych obiektach. Dobre pasze zielone winny zawierać w suchej masie przynajmniej 0,26–0,28% P (2–7).



Tab. 1. Zawartość makroelementów w życicy wielokwiatowej (w % sm)

The content of macro-elements in multiflorous darnel (in % sm)

| Obiekt | Pokosy    | Gleba nie wapnowana |      |      |      |      | Gleba wapnowana |      |      |      |      |
|--------|-----------|---------------------|------|------|------|------|-----------------|------|------|------|------|
|        |           | N                   | P    | K    | Ca   | Mg   | N               | P    | K    | Ca   | Mg   |
|        | I         | 3,87                | 0,33 | 3,85 | 0,50 | 0,35 | 3,21            | 0,35 | 3,77 | 1,04 | 0,28 |
|        | II        | 4,87                | 0,38 | 5,34 | 0,47 | 0,23 | 4,91            | 0,38 | 5,25 | 0,87 | 0,21 |
|        | III       | 4,85                | 0,36 | 6,14 | 0,28 | 0,33 | 4,38            | 0,41 | 5,66 | 0,80 | 0,49 |
|        | IV        | 5,05                | 0,38 | 6,61 | 0,35 | 0,34 | 4,82            | 0,46 | 5,43 | 0,72 | 0,40 |
|        | V         | 4,56                | 0,43 | 6,25 | 0,76 | 0,66 | 3,72            | 0,43 | 5,79 | 1,14 | 0,53 |
|        | $\bar{x}$ | 4,64                | 0,38 | 5,64 | 0,47 | 0,38 | 4,21            | 0,41 | 5,18 | 0,91 | 0,38 |
|        | I         | 4,01                | 0,19 | 4,46 | 0,47 | 0,29 | 3,52            | 0,25 | 4,22 | 1,06 | 0,33 |
|        | II        | 5,10                | 0,24 | 5,70 | 0,45 | 0,19 | 4,80            | 0,29 | 5,44 | 0,86 | 0,17 |
|        | III       | 5,12                | 0,33 | 6,66 | 0,32 | 0,31 | 4,79            | 0,30 | 6,45 | 0,73 | 0,38 |
|        | IV        | 5,23                | 0,35 | 6,69 | 0,43 | 0,32 | 5,11            | 0,32 | 5,98 | 0,78 | 0,36 |
|        | V         | 4,18                | 0,25 | 6,07 | 0,77 | 0,62 | 4,22            | 0,31 | 6,41 | 1,17 | 0,49 |
|        | $\bar{x}$ | 4,73                | 0,27 | 5,92 | 0,49 | 0,35 | 4,49            | 0,29 | 5,70 | 0,92 | 0,35 |
|        | I         | 4,23                | 0,22 | 4,61 | 0,47 | 0,27 | 3,59            | 0,25 | 3,84 | 1,01 | 0,32 |
|        | II        | 5,20                | 0,24 | 6,12 | 0,42 | 0,19 | 4,98            | 0,28 | 5,33 | 0,91 | 0,16 |
|        | III       | 4,95                | 0,31 | 6,71 | 0,30 | 0,28 | 4,77            | 0,30 | 6,39 | 0,71 | 0,40 |
|        | IV        | 5,07                | 0,33 | 6,55 | 0,40 | 0,31 | 4,94            | 0,30 | 6,09 | 0,76 | 0,37 |
|        | V         | 4,36                | 0,28 | 5,82 | 0,87 | 0,60 | 3,61            | 0,29 | 6,05 | 1,21 | 0,55 |
|        | $\bar{x}$ | 4,76                | 0,28 | 5,96 | 0,49 | 0,33 | 4,38            | 0,28 | 5,54 | 0,92 | 0,36 |
|        | I         | 3,56                | 0,28 | 3,64 | 0,50 | 0,38 | 3,32            | 0,30 | 3,19 | 1,01 | 0,28 |
|        | II        | 3,47                | 0,36 | 5,64 | 0,42 | 0,25 | 5,16            | 0,37 | 5,10 | 0,89 | 0,21 |
|        | III       | 5,28                | 0,45 | 6,71 | 0,34 | 0,36 | 4,68            | 0,34 | 5,73 | 0,79 | 0,49 |
|        | IV        | 5,24                | 0,41 | 6,60 | 0,36 | 0,30 | 4,71            | 0,35 | 5,76 | 0,69 | 0,40 |
|        | V         | 4,21                | 0,29 | 6,56 | 0,77 | 0,60 | 3,89            | 0,34 | 6,15 | 1,04 | 0,53 |
|        | $\bar{x}$ | 4,35                | 0,36 | 5,83 | 0,48 | 0,38 | 4,35            | 0,34 | 5,19 | 0,88 | 0,38 |

Stosunek Ca:P był znacznie szerszy w obiektach z nawozami Poli niż z superfosfatem. Na glebie wapnowanej osiągnął on też większą wartość, co zostało spowodowane lepszym zaopatrzeniem roślin w Ca. Przyjmuje się najczęściej, że optymalny stosunek Ca:P powinien wynosić 2:1 (2-7). Porównując te wielkości ze średnimi wartościami w ocenianej życicy należy stwierdzić, że były one znacznie szersze. Jedynie w obiektach z superfosfatem i Poli pylistym na glebie kwaśnej wielkości te były zbliżone do standardowych.

Potas. W życicy wystąpiła bardzo duża zawartość potasu (5,18-5,96% K) sięgająca w niektórych pokosach do 6,71% K. Stan ten został spowodowany bardzo intensywnym nawożeniem potasem. Zarysowała się lekka tendencja do wzrostu zawartości tego składnika w miarę zbioru kolejnych pokosów życicy. Zawartość K była większa w roślinach zebranych z gleby nie wapnowanej, bardzo kwaśnej. Była także większa w obiektach nawożonych granulowanymi formami Poli w porównaniu z superfosfatem potrójnym. Zawartość potasu była ponad dwukrotnie wyższa od uznanej za wystarczającą dla życicy (2,3% K) (1).

Poli pylisty

Poli granulowany,  
frakcje 1-1,5 mmPoli granulowany,  
frakcje 2-2,5 mmSuperfosfat po-  
trójny granulowany



Tab. 2. Stosunki ilościowe makroelementów w życicy wielokwiatowej  
Quantitative relations of macro-elements in multiflorous darnel

| Obiekt | Pokosy    | Gleba nie wapnowana |      |       |           | Gleba wapnowana |      |       |           |
|--------|-----------|---------------------|------|-------|-----------|-----------------|------|-------|-----------|
|        |           | N:P                 | Ca:P | Ca:Mg | K:(Ca+Mg) | N:P             | Ca:P | Ca:Mg | K:(Ca+Mg) |
|        | I         | 26,1                | 2,3  | 0,8   | 1,8       | 20,2            | 4,6  | 2,2   | 1,3       |
|        | II        | 28,3                | 1,9  | 1,2   | 3,2       | 28,5            | 3,5  | 2,5   | 2,2       |
|        | III       | 29,8                | 1,2  | 0,5   | 3,8       | 23,7            | 3,0  | 1,0   | 1,8       |
|        | IV        | 29,3                | 1,4  | 0,6   | 3,7       | 23,2            | 2,4  | 1,1   | 2,0       |
|        | V         | 23,4                | 2,7  | 0,7   | 1,7       | 19,1            | 4,1  | 1,3   | 1,5       |
|        | $\bar{x}$ | 26,9                | 1,9  | 0,7   | 2,6       | 22,8            | 3,4  | 1,4   | 1,7       |
|        | I         | 46,9                | 3,8  | 1,0   | 2,4       | 31,0            | 6,5  | 1,9   | 1,3       |
|        | II        | 47,3                | 2,9  | 1,4   | 3,8       | 36,4            | 4,6  | 3,1   | 2,4       |
|        | III       | 34,5                | 1,5  | 0,6   | 4,1       | 35,2            | 3,7  | 1,2   | 2,4       |
|        | IV        | 33,0                | 1,9  | 0,8   | 3,6       | 35,4            | 3,8  | 1,3   | 2,2       |
|        | V         | 36,8                | 4,7  | 0,7   | 1,7       | 30,1            | 5,8  | 1,4   | 1,7       |
|        | $\bar{x}$ | 38,8                | 2,8  | 0,8   | 2,8       | 34,1            | 4,9  | 1,6   | 1,9       |
|        | I         | 42,5                | 3,3  | 1,0   | 2,6       | 31,6            | 6,2  | 1,9   | 1,3       |
|        | II        | 48,2                | 2,7  | 1,3   | 4,3       | 39,5            | 5,0  | 3,5   | 2,3       |
|        | III       | 35,3                | 1,5  | 0,6   | 4,5       | 35,1            | 3,6  | 1,1   | 2,4       |
|        | IV        | 34,1                | 1,9  | 0,8   | 3,7       | 36,4            | 3,9  | 1,2   | 2,3       |
|        | V         | 34,6                | 4,8  | 0,9   | 1,6       | 27,4            | 6,4  | 1,3   | 1,5       |
|        | $\bar{x}$ | 37,7                | 2,7  | 0,9   | 2,9       | 34,7            | 5,1  | 1,5   | 1,9       |
|        | I         | 28,2                | 2,7  | 0,8   | 1,7       | 24,4            | 5,2  | 2,2   | 1,1       |
|        | II        | 21,3                | 1,8  | 1,0   | 3,5       | 30,9            | 3,7  | 2,6   | 2,1       |
|        | III       | 26,0                | 1,2  | 0,6   | 3,7       | 30,3            | 3,6  | 1,0   | 1,8       |
|        | IV        | 28,3                | 1,4  | 0,7   | 3,9       | 29,7            | 3,0  | 1,0   | 2,2       |
|        | V         | 32,0                | 4,1  | 0,8   | 1,9       | 25,2            | 4,7  | 1,2   | 1,6       |
|        | $\bar{x}$ | 26,8                | 2,1  | 0,8   | 2,7       | 28,2            | 4,0  | 1,4   | 1,8       |

Przekraczała ona nawet zawartość uważaną za szkodliwą dla zdrowia zwierząt —  $> 5\%$  K (2–7).

Optymalny stosunek K:(Ca + Mg) powinien wynosić około 1,62–2,20:1 (2–5). W badanej trawie zebranej z gleby wapnowanej mieścił się on w granicach uważanych za standardowe, a w zebranej z gleby kwaśnej był nieco szerszy. Stan ten został spowodowany dużą zawartością potasu w życicy. Nie stwierdzono większego wpływu ocenianych nawozów Poli na kształtowanie się średniego stosunku K:(Ca + Mg) w roślinach.

Wapń. Średnia zawartość wapnia w roślinach zebranych z gleby kwaśnej wynosiła 0,47–0,49, a życicy pochodzącej z gleby wapnowanej 0,88–0,92% Ca. Zaznaczyła się tendencja do spadku zawartości tego składnika w miarę zbioru kolejnych pokosów. Zjawisko to zostało zapewne spowodowane antagonistycznym oddziaływaniem potasu. Nie wystąpiły wyraźniejsze różnice we wpływie testowanych nawozów Poli na poziom Ca w życicy. Oceniając zawartość wapnia należy stwierdzić, że była ona wystarczająca w roślinach zebranych z gleby



wapnowanej i niedostateczna w życicy pochodzącej z gleby kwaśnej. Jako wartość graniczną wystarczającą do zaopatrzenia życicy wielokwiatowej w ten pierwiastek przyjmuje się 0,88% Ca (1). Rozpatrując też ilość wapnia w roślinach z punktu widzenia ich wartości pokarmowej dla zwierząt należy zauważyć, że w życicy zebranej z gleby kwaśnej było ono niedostateczne, i w zebranej z gleby wapnowanej — dobre (2–4,6).

Za właściwy stosunek Ca : Mg uważa się szerszy od 3,5 : 1. W badanej trawie był on znacznie węższy, szczególnie na glebie kwaśnej (około czterokrotnie).

Magnez. Średnia zawartość magnezu w życicy wynosiła 0,33–0,38% Mg. Wapnowanie a także zastosowanie różnych form nawozu Poli nie miało większego wpływu na ilość tego składnika. Przyjmując stężenie 0,17% Mg jako wartość graniczną świadczącą o wystarczającym zaopatrzeniu życicy w magnez (1) należy uznać, że była ona bardzo dobrze zaopatrzona w ten pierwiastek. Rozpatrując ją z punktu widzenia wymagań pokarmowych zwierząt należy stwierdzić, że zawierała ona również wystarczającą ilość Mg (2–6).

#### WNIOSKI

1. Życica wielokwiatowa charakteryzowała się wystarczającą zawartością makroelementów (N, P, K, Ca i Mg). Jedynie na glebie kwaśnej wystąpiła niedostateczna ilość wapnia w roślinach. Nawozy Poli nie wpłynęły na pogorszenie stanu zaopatrzenia życicy w te pierwiastki.

2. Życica nawożona granulowanymi formami Poli zawierała więcej azotu i potasu, mniej fosforu oraz ilość wapnia i magnezu nie mniejszą niż rośliny pochodzące z obiektów nawożonych superfosfatem potrójnym granulowanym.

3. Niezależnie od formy zastosowanego nawozu wystąpiła nadmierna zawartość potasu i niedostateczna wapnia (gleba kwaśna) w roślinach rozpatrywanych pod kątem ich przeznaczenia na pasze dla zwierząt.

4. Z punktu widzenia norm żywieniowych zwierząt stosunek N : P i Ca : P był w życicy za szeroki a Ca : Mg za wąski. Tylko na glebie wapnowanej stwierdzono optymalny stosunek K : (Ca + Mg). Zastosowanie nawozów Poli wpłynęło na rozszerzenie współzależności N : P i Ca : P w roślinach.

#### PIŚMIENNICTWO

1. Bergmann W., Neubert B.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse Jena 1976.
2. Czuba R. (red.): Nawożenie, PWRiL, Warszawa 1979.
3. Falkowski M. (red.): Łąkarstwo i gospodarka łąkowa, PWRiL, 1983.
4. Gajda J., Dudziak S.: Zawartość i stosunki ilościowe składników mineralnych w kupkówce. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska sectio E. vol. XXXV/XXXVI, 1980/1981.
5. Ruszczyk Z.: Żywienie zwierząt i paszoznawstwo, PWRiL, Warszawa 1980.



6. Stuczyńska J.: Wpływ nawożenia NPK na plonowanie i skład chemiczny kupkówki. Pam. Puł. z. 58, 1973.
7. Stuczyńska J.: Zawartość składników mineralnych w kupkówce oraz ich pobranie w zależności od dawek azotu. Pam. Puł. z. 59, 1974.
8. Urbanek A.: Produkcja nawozu fosforowego Poli przez działanie gazowym trójtlenkiem siarki na fosfority. Prace nauk. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu 132, 1978.
9. Voisin A.: Nawożenie a nowe prawa naukowe. PWRiL, Warszawa 1969.

## РЕЗЮМЕ

В ходе опытов в сосудах определялось влияние гранулированных и пылевидных удобрений, полученных путем действия трехокисью серы на фосфориты, на содержание и формирование взаимоотношений макроэлементов в райграсе многоукосном в условиях интенсивного удобрения N и K, а также известкования. Было обнаружено, что упомянутые удобрения не вызвали резкого ухудшения в области содержания макроэлементов в растениях, а только привели к расширению взаимозависимостей N:P и Ca:P.

## SUMMARY

Pot experiments were meant to establish the influence of granulated and dusty fertilizers obtained by treating phosphorites with sulphuric trioxide, on the content and interrelations between macro-elements in multiflorous darnel in the conditions of intensive N and K fertilization and liming. It was established that these fertilizers had no decisive influence on the worsening of the state of macro-elements supply in plants and only caused extension of the proportions of N:P and Ca:P.