

FRANCISZEK MAJEWSKI

WYMAGANIA POKARMOWE ROŚLIN I POTRZEBY NAWOŻENIA MIKROSKŁADNIKAMI

Katedra Uprawy i Nawożenia Roli SGGW—Warszawa

Prof. A. Musierowicz omówił zagadnienie mikroskładników w glebach [46]. Przedmiotem tego referatu będą zagadnienia dotyczące mikroskładników w roślinach — ich zawartość w masie roślinnej, wymagania pokarmowe i potrzeby nawożenia. W referacie uwzględnione będą cztery mikroskładniki — miedź, mangan, molibden i bor.

MIEDŹ

Obecność miedzi w żywych organizmach zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych stwierdzona była na początku ubiegłego wieku. Dopiero jednak po 1920 r. uznano miedź za niezbędną dla świata zwierzęcego jako składnik odgrywający ważną rolę przy tworzeniu się hemoglobiny, a później także jako składnik pewnych enzymów [wg 20].

W tym samym czasie podejrzewano, że i dla roślin miedź jest składnikiem niezbędnym. Stosowane powszechnie związki miedzi jako środki owado- i grzybobójcze w wielu przypadkach wpływały korzystnie na plon roślin nawet i wtedy, gdy rośliny były wolne od chorób czy szkodników. Przeprowadzone zaś ściśle doświadczenia ze zwróceniem uwagi na drobne zanieczyszczenia pożywki miedzią, które dostawały się z wodą destylowaną w zwykłych aparatach, wykazały, że miedź chociaż w bardzo drobnych ilościach musi być dostarczona do pożywienia mineralnego.

Brak dostatecznej ilości miedzi w pożywieniu mineralnym prowadzi do obniżenia wzrostu roślin, a zatem i ich plonu, a przy dużym głodzie do zamierania roślin. Charakterystyczne są u roślin objawy głodu miedziowego. U roślin zbożowych np. typowym objawem głodu jest bielenie wierzchołków liści — chloroza wierzchołkowa nowych pędów, niemożność wykształcenia nasion. Choroba ta, zwana chorobą nowin, pojawia

się szczególnie często na glebach organicznych torfowych, wziętych świeżo pod uprawę. U drzew owocowych we wczesnym okresie głodu liście przybierają nienormalnie ciemny kolor, później stają się żółtozielone, szybko opadają. Przy większym głodzie zamierają młode pędy [wg 20, 38, 54, 60].

Zawartość miedzi w roślinach jest bardzo niska i według dawniejszych oznaczeń mieści się w granicach od 3 do 40 a czasem więcej mg Cu/1 kg suchej masy [20, 54]. W zestawieniu podanym przez M a k s i m o w a [38] spotykamy się z podobnymi liczbami: w trawach 3,0—21,1, w ziarnie zbóż 5,8—8,2 (w owsie 20,0), w nasionach roślin motylkowych 11,0—15,0, w korzeniach buraka cukrowego 5,0, w liściach 15,0 mg Cu/1 kg masy. Zawartość miedzi uzależniona jest od gatunku roślin, uzależniona jest również od typu gleby, nawożenia i wielu innych czynników. N e l s o n i współpracownicy [47] stwierdzili, że na glebie torfowej o dużym braku miedzi bez nawozu i z nawozem jej zawartość w słomie owsa wahała się w granicach 1,5—2,7, w ziarnie 1,8—3,5 mg Cu/1 kg suchej masy. Była to zawartość bardzo niska i prawie niezależna od nawożenia miedzią, gdy tymczasem plon owsa pod wpływem nawożenia miedzią wzrósł wielokrotnie, bo z 0,1—7,6 do 55—71 buszli na akr. W doświadczeniach na tej samej glebie z roślinami warzywnymi zawartość miedzi bez nawożenia mieściła się w granicach 3,0—11,4, przy nawożeniu zaś 3,0—21,7 mg Cu, przy czym zawartość Cu w nadziemnych częściach wegetatywnych była z reguły wyższa i podlegała większym zmianom pod wpływem nawożenia aniżeli w nasionach, bulwach czy korzeniach. Inne wyniki otrzymano w doświadczeniach z owsem na glebach mineralnych. Przy dużej różnicy plonów na różnych glebach zawartość miedzi w nasionach bez nawożenia była równa 4,8—9,8, przy nawożeniu 3,8—9,0 mg Cu/1 kg. Autorzy nie stwierdzili korelacji pomiędzy pH gleb a zawartością miedzi w nasionach czy wysokością plonów.

P a c k i współpracownicy [48] badając plony i zawartość miedzi w luncernie, koniczynie czerwonej, kukurydzy i pszenicy stwierdzili również duże różnice w zawartości miedzi w zależności od gleby, ale także nie znaleźli korelacji pomiędzy zawartością miedzi w roślinach a pH gleb. Podobne wyniki otrzymali B l e v i n s i M a s s e y [4], z tym że wyraźniej zaznaczył się ujemny wpływ jonów glinu w koncentracji 0,5—1,0 ppm na pobieranie miedzi przez proso.

Brak zależności w ilości pobranej miedzi od pH środowiska stoi w pewnej sprzeczności z dawniejszymi badaniami B o r a t y ń s k i e g o i B u r s t r ö m a [8] nad pobieraniem Cu w kulturach wodnych. Przyczyną rozbieżności wyników jest prawdopodobnie krótkotrwałość terminów badania pobierania miedzi z roztworów. W doświadczeniach M a k s i m o w a i C h r o b o c z k a [39] na glebach torfowych wapnowanie

wywołało zmniejszenie pobierania miedzi. Jest to zgodne z wynikami innych prac [wg 54, s. 131].

W pracy Moore'a i współpracowników [43], w której badano wpływ różnej koncentracji miedzi, żelaza i molibdenu na plon sałaty i zawartość tych składników w suchej masie, stwierdzono istnienie wyraźnej interakcji pomiędzy Cu i Fe. Toksyczny wpływ Cu przy wysokiej dawce był zmniejszany przez odpowiednią dawkę Fe, jak również toksyczny wpływ nadmiaru Fe był zmniejszany przez Cu. Plon maksymalny osiągnięty był przy właściwym stosunku tych dwu składników. Ten optymalny stosunek Fe:Cu nie był zawsze jednakowy, uzależniony był bowiem z kolei od tego, czy żelazo było dostarczone w postaci jonu dwuwartościowego czy trójwartościowego, a jeszcze w silniejszym stopniu od rodzaju pożywienia azotowego (azotany czy azotany i sole amonowe). Interesująca nas zawartość miedzi w sałacie była bardzo różna, wahała się bowiem w granicach od 1,1 do 34 mg Cu/1 kg suchej masy. Zawartość ta nie tylko zależała od koncentracji miedzi w pożywce, ale i od wartościowości żelaza i od rodzaju pożywienia azotowego. Autorzy słusznie podkreślają zgodnie zresztą z dawniej wypowiedzianym poglądem Steenbjergera [57], że zawartość miedzi w roślinach nie może być przyjmowana bez zastrzeżeń jako wskaźnik dla celów diagnostycznych. Nie może być brana pod uwagę sama tylko zawartość miedzi, muszą być uwzględnione równocześnie inne składniki, charakteryzujące warunki odżywiania rośliny w danym środowisku. Wydaje się jednak, że niska zawartość miedzi w częściach wegetatywnych wynosząca 1,5—3 mg Cu/1 kg suchej masy może być tą zawartością, która wskazuje na niedostateczne zaopatrzenie roślin w ten składnik i na potrzebę nawożenia.

Wymagania pokarmowe roślin w stosunku do miedzi, w rozumieniu ilości pobranej miedzi w plonach z 1 ha, mogą być określone tylko w dużym przybliżeniu. Mało jest danych na ten temat, ogromna większość doświadczeń przeprowadzana była w warunkach wazonowych. Przyczyna druga — to trudność ustalenia właściwej przeciętnej zawartości Cu w plonach roślin. Podane przez Maksimowa [38, s. 69] średnie ilości miedzi zawartej w plonach niektórych roślin uprawnych mieszczą się w granicach od 10,5 g Cu/ha dla grochu do 203,4 g Cu/ha dla ziemniaka. Niektóre liczby w tym zestawieniu wydają się nie do przyjęcia. Wymagania pokarmowe np. dla szpinaku (107 g) określone są bardzo wysoko, podczas gdy dla grochu (10,5 g) czy konopi (21,5 g) bardzo nisko. Wydaje się dalej, że liczby dla ziemniaka (203,4 g) i pomidora (193,3 g) w porównaniu z liczbą dla buraka cukrowego (45,1 g) są za wysokie. Według Katalymowa [32] rośliny zbożowe pobierają 13—21 g, rośliny motylkowe 14—22 g, a burak cukrowy 38—56 g Cu/ha. Są to liczby znacznie niższe, przy tym rozpiętość wahań w zależności od gatunku jest też dużo

mniej. Seiffert i Wehrmann [55] określili zapotrzebowanie na miedź roślin łąkowych na 27—81 g Cu/ha. Było ono zależne od typu gleby i wysokości dawek nawozów podstawowych.

Rośliny uprawne wykazują duże różnice w odniesieniu do zawartości dostępnej miedzi w glebie. Rademacher [wg 54] dzieli rośliny na trzy grupy:

- a) na najbardziej wrażliwe na niedostatek miedzi, tj. o największych potrzebach nawozowych,
- b) na średnio wrażliwe i
- c) mało wrażliwe.

W pierwszej grupie znajduje się owies, jęczmień, pszenica. W drugiej grupie — peluszką, bobik, łubiny, koniczyna czerwona, burak, marchew. W trzeciej grupie — żyto, gryka, seradela, koniczyna biała, ziemniak. Na podstawie doświadczenia Nelsona i współpracowników [47] uszeregowanie roślin pod względem ich wymagań od najwyższych do najniższych przedstawia się następująco: pszenica, jęczmień, owies, kukurydza, marchew, burak ćwikłowy, cebula, szpinak, lucerna, kapusta. Do roślin o mniejszych wymaganiach należy soja, koniczyna czerwona, fasola, ziemniak, pomidor. W obu zestawieniach owies znajduje się w grupie roślin najbardziej wrażliwych na miedź; do mniej wrażliwych zaliczany jest burak, do najmniej wrażliwych ziemniak.

Kolejność ta jest w dużej sprzeczności z liczbami charakteryzującymi wymagania pokarmowe roślin. Wskazuje to na istnienie znacznych różnic w zdolności pobierania przez rośliny miedzi z gleby. Różnice występują nie tylko pomiędzy gatunkami, ale i w obrębie jednego gatunku [wg 38, 54].

Potrzeba nawożenia miedzią stwierdzona została przede wszystkim na glebach torfowych, jednak i na glebach mineralnych, szczególnie lekkich w znacznym stopniu zbielicowanych nawożenie miedzią może być konieczne. Wysokość dawek dla gleb organicznych wynosi 30—100 lub więcej kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ na ha, dla gleb mineralnych zalecane są dawki 10 do 20 kg $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

MANGAN

Dodatni wpływ manganu na wzrost roślin znany był od czasu badań Loewa (1903 r.), Bertranda (1905 r.), Gedrojcia (1904—1909), Mazé (1914). W roku 1909 Siollema i Hudig stwierdzili, że nieznaną „chorobą gleby”, z powodu której cierpi uprawiany owies, może być usunięta przez dodanie do gleby 50 kg siarczanu manganu na ha.

Niezbędność manganu dla roślin wykazał w 1922 r. McHargue, a pierwszymi badaczami, którzy znaleźli (w 1928) ścisły związek pomię-

dzy chorobą roślin „szarą plamistością” i brakiem manganu w pożywieniu, byli Samuel i Piper [wg 45]. Od tego czasu zaczęły się badania nad objawami niedostatku manganu u różnych roślin, nad potrzebami pokarmowymi roślin w stosunku do manganu, nad dostępnością i przemianami tego składnika w glebie.

Objawem niedostatku manganu u roślin zbożowych jest chloroza plamista liści, brunatnienie brzegów blaszki liściowej, powstawanie plam nekrotycznych na liściach, szczególnie licznych u nasady. U grochu liście wykazują plamistą chlorozę, nasiona pokryte są brunatnymi plamami. U innych roślin typowym objawem głodu manganowego jest przeważnie chloroza plamista. Same nerwy zachowują normalnie zieloną barwę [13, wg 38, 60].

Fizjologiczna rola manganu polega na jego udziale w procesach enzymatycznych. Wiele badań wskazuje na to, że mangan odgrywa ważną rolę w procesie fotosyntezy i że razem z żelazem decyduje o potencjale oksydo-redukcyjnym komórek roślinnych.

Zawartość manganu w zdrowych normalnych roślinach jest dość wysoka. W zestawieniu Maksimowa [38] np. rośliny zbożowe zawierają 20—70 mg Mn/1 kg suchej masy, konopie 100—170 mg, len (słoma) — 60—100 mg, rośliny motylkowe 12—60 mg, sałata 80—150 mg, szpinak 15—120 mg, burak cukrowy (liście) 150—250 mg, burak cukrowy (korzenie) 30—70 mg, ziemniak (pędy) 50—140 mg, ziemniak (bulwy) 9—14 mg, marchew (liście) 30—80 mg, marchew (korzenie) 3—6 mg, trawy 120—815 mg. Zawartość manganu w roślinach wykazuje więc duże różnice. Znaczne również wahania występują u tych samych roślin, a i poszczególne części tej samej rośliny różnią się też bardzo pod względem zawartości manganu. Na zawartość tego składnika w roślinach wywiera duży wpływ przede wszystkim odczyn środowiska. Rośliny ze środowisk kwaśnych zawierają z reguły więcej manganu niż ze środowisk obojętnych lub słabo alkalicznych [27—30, 40, 42, 51 wg 54]. Zawartość manganu wzrasta w okresie wegetacji w miarę starzenia się rośliny [52]. W środowiskach kwaśnych może się przejawiać najłatwiej toksyczność wyższych dawek manganu [59]. Na przyswajalność manganu przez rośliny wywierają dodatni wpływ jony żelaza dwuwartościowego [5, 6, 11].

Przytoczona w przykładach „przeciętna” zawartość manganu może być bez szkody dla roślin znacznie przekroczona. L ö h n i s [34] badając wpływ wysokich dawek stwierdziła, że np. liście fasoli zdrowej zawierały 40—940 mg Mn, liście z objawami uszkodzeń 1104—1211 mg Mn/1 kg suchej masy. W innych roślinach znaleziono następujące bardzo wysokie zawartości: lucerna (liście uszkodzone) 2243 mg, wyka (liście uszkodzone) 1524 mg, sałata (liście słabo uszkodzone) 2036 mg, podczas gdy len 1261 mg, koniczyna biała 813 mg, groch 783 i 837 mg, bób

1489 i 1766 mg Mn/1 kg suchej masy. Wymienione ostatnio rośliny nawet przy tak wysokich zawartościach nie wykazywały toksycznych objawów. Wyniki wskazują na możliwości pobierania wyjątkowo dużych ilości manganu i na niejednakową wrażliwość roślin na nadmierną koncentrację manganu. Toksyczny wpływ wysokich dawek manganu może być, zgodnie z wynikami pracy Williamsa i Vlamisa [62], zmniejszony przez antagonistycznie działające jony wapnia, magnezu, potasu. Objawy toksycznego działania manganu opisał Bussler [14].

Bardziej interesujące i ważniejsze jest ustalenie w roślinach najniższej zawartości manganu, przy której pojawiają się oznaki niedostatecznego zaopatrzenia, tzn. ustalenie wartości granicznych, które mogłyby być wskazówką potrzeby nawożenia.

Samuel i Piper oraz Leeper [wg 45] przyjmują 14—15 ppm Mn u zbóż w okresie kwitnienia jako najniższą wartość dla zdrowych jeszcze roślin. Dla roślin bardziej odpornych, dla żyta, rajgrasu i niektórych odmian jęczmienia podane zostały wartości jeszcze niższe, a mianowicie 10—11 ppm Mn. Coic i Coppenet [wg 45] znaleźli w pszenicy z objawami głodu 20,3—22,5, a w pszenicy zdrowej 34,5—48,5 ppm Mn. Niższe wartości podaje Nicholas [według 45]: owies przy silnym głodzie zawierał 7, pszenica przy słabym głodzie 14, jęczmień przy słabym głodzie 12, groch przy średnim głodzie 8, burak cukrowy również przy średnim głodzie 10 ppm Mn; liście kukurydzy zdrowej zawierały tylko 15 ppm Mn i taką samą zawartość miały len, rzodkiewka, marchew i lucerna — również zdrowe.

W doświadczeniach z grochem na glebach ubogich w mangan Heintze [22] znalazł w nasionach 5—16 ppm, na glebach nawożonych 10—51 ppm Mn.

Hoff i Mederski [24] otrzymali w liściach soi z gleb o dużym braku manganu mniej niż 20 ppm, a w liściach z gleb o średnim braku 20—40 ppm Mn. W kulturach wodnych z owsem Finck [15] stwierdził, że rośliny były zdrowe, gdy w okresie silnego wzrostu, w okresie dużego zapotrzebowania na mangan, jego zawartość nie była mniejsza niż 12 ppm.

Z przykładów tych widzimy, że ustalenie ścisłych liczb granicznych dla zawartości manganu jest trudne. Należy dodać, że występowanie oznak głodu manganowego nie zależy tylko od jego zawartości w masie roślinnej. Zależy od wielu innych czynników, m. in. i od stosunku Fe : Mn.

Somers i Shive [56] i inni twierdzą, że dla normalnego wzrostu roślin najbardziej odpowiedni w pożywieniu stosunek Fe : Mn jest równy 1,5—2,5 : 1. Jeżeli ten stosunek jest większy od 2,5, występuje toksyczność żelaza łącząca się ściśle z niedoborem manganu. Przy stosunku

mniejszym od 1,5 występuje toksyczność manganu równoznaczna z niedoborem żelaza. Zagadnienie to jednak jest bardziej złożone i wymaga jeszcze dalszych badań [45].

Wymagania pokarmowe roślin w stosunku do manganu ze względu na duże różnice w zawartości manganu w plonach, wykazują też duże różnice. W zestawieniu Maksimowa [38, s. 153] najniższe ilości manganu znajdują się w plonach soi (100 g Mn na ha), tytoniu (107 g), większe w plonach kukurydzy (181 g), żyta (204 g), kapusty (234 g), marchwi (300 g), sałaty (300 g), a największe w plonach pomidora (766 g), buraka cukrowego (793 g), ziemniaka (909), konopiach (968 g).

Katałymow podaje inne liczby, a mianowicie dla zbóż 165—275, dla motylkowych 205—330 g, dla buraka cukrowego 425—635 g Mn na ha. Przyjmując te liczby jako orientacyjne trzeba podkreślić, że wymagania pokarmowe roślin w stosunku do manganu są wyższe niż w stosunku do innych mikroskładników.

Liczby charakteryzujące wymagania pokarmowe roślin nie ilustrują potrzeby nawożenia manganem. Rośliny zbożowe mają niskie wymagania, a tymczasem przedstawiciel tej grupy roślin — owies — uważany jest za najbardziej wrażliwy na niedostatek przyswajalnego manganu w glebie. W obrębie tego gatunku stwierdzono zresztą znaczne różnice odmianowe. Mniejsze potrzeby ma żyto, pszenica, jęczmień. Na niedostatek przyswajalnego manganu reagują w słabszym stopniu kukurydza, gorczyca, burak, a najmniej rośliny motylkowe.

Potrzeba nawożenia manganem występuje najczęściej i najsilniej

- a) na glebach organicznych o reakcji alkalicznej,
- b) na glebach wapniowych, zasadowych,
- c) na glebach zbielicowanych po zwapnowaniu,
- d) na bardzo ubogich bielcowych glebach piaszkowych.

Potrzeba nawożenia zależy więc w pierwszym rzędzie nie od zapasu manganu w glebach, ale od ilości przyswajalnego manganu, uzależnionej od stopnia kwasowości gleby [22, 27, 31, 35, 41]. Zalecane zwykle dawki odpowiadają 50—100 kg siarczanu manganu na ha, chociaż na glebach alkalicznych torfowych dawki te mogą okazać się niewystarczające. Należy się liczyć z faktem, że mangan przechodzi w glebie szybko w formę tlenków słabo dostępnych dla roślin [28, 31]. Stąd też na glebach obojętnych i zasadowych, w których te przemiany zachodzą szybko, stwierdzano krótkotrwałe działanie nawożenia manganowego. Za bardziej ekonomiczne uważane jest często stosowanie manganu w postaci oprysków w koncentracji 0,2—0,5% siarczanu manganu, w ilości 500 do 1000 litrów na ha.

MOLIBDEN

W 1930 r. Bortels po raz pierwszy stwierdził niezbędność molibdenu dla organizmu żywego, wykazując zależność wiązania azotu wolnego przez *Azotobakter* od obecności tego składnika. W następnych kilkunastu latach stwierdzono niezbędność molibdenu dla roślin wyższych — koniczyny, soi, grochu, łubinu, owsa, gorczycy, sałaty, kalafiora, pomidora, drzew owocowych.

Objawem głodu molibdenowego jest chloroza, zwijanie i zamieranie liści, zniekształcenie i zamieranie stożków wzrostu [wg 1, 38].

U roślin motylkowych molibden jest konieczny dla wiązania azotu wolnego. W brodawkach korzeniowych znaleziono też znacznie większe ilości molibdenu aniżeli w innych częściach roślin. W roślinach niemotylkowych rola molibdenu polega na jego udziale w metabolizmie azotu, stwierdzono bowiem dodatni jego wpływ na redukcję azotanów.

Zawartość molibdenu w roślinach podlega bardzo dużym wahaniom [16, 21]. Rośliny w późniejszym okresie wzrostu zawierają więcej molibdenu [33]. Rośliny motylkowe są bogatsze w molibden od niemotylkowych. Zwykle nasiona są bogatsze w molibden niż części wegetatywne. Przy obfitym zaopatrzeniu pobrany molibden gromadzi się w nadmiernych koncentracjach w liściach.

W doświadczeniu Johnsona i współpracowników [26] zawartość molibdenu w 30 zbadanych roślinach na ubogiej nie nawożonej glebie mieściła się w granicach 0,01—0,40 ppm, a na glebie nawożonej 0,09—25,9 ppm Mo. W niektórych zaś przypadkach przy silnym nawożeniu zawartość może wzrosnąć nawet do kilkuset mg Mo na 1 kg suchej masy. Wysoka zawartość molibdenu w używanych na paszę roślinach może być przyczyną zatrucia i choroby zwierząt. Najczęściej jednak spotykamy się z zawartością 0,1—0,5 do kilku mg Mo na 1 kg suchej masy roślinnej [wg 54].

Podobnie jak i dla innych składników nie można stwierdzić ścisłej zależności pomiędzy zawartością molibdenu w roślinach a potrzebą nawożenia. Jeżeli molibdenu jest dużo w glebie, gromadzi się on też w większych koncentracjach w tkankach roślinnych. Trudniej jest ustalić zawartość krytyczną przy niedostatecznym zaopatrzeniu roślin. Zawartość 0,1 ppm Mo w częściach nadziemnych uważana jest za taką, poniżej której wystąpienie głodu molibdenowego jest prawdopodobne [1]. Ta wartość graniczna jednak nie jest stała. W doświadczeniach z roślinami motylkowymi stwierdzono reakcję roślin na nawożenie przy zawartości 0,5 ppm Mo, w innych zaś przypadkach koniczyna nie reagowała na nawożenie przy zawartości nieco wyższej niż 0,1 ppm [wg 1].

Hewitt i współpracownicy [23], badając zawartość molibdenu w nasionach roślin motylkowych różnego pochodzenia, znaleźli znaczne różnice w tej zawartości. Nasiona fasoli z kultur piaszkowych o niedostatecznym zaopatrzeniu w molibden zawierały 0,11 ppm Mo, nasiona grochu 0,24, nasiona bobu 0,13, podczas gdy nasiona tych roślin w normalnych warunkach zawierały odpowiednio 2,32—6,11, 0,57—0,91, 1,14—3,64 ppm Mo. W częściach wegetatywnych zawartość u tych roślin bez nawożenia molibdenem i wykazujących objawy głodu spadała do setnych części miligrama na kg suchej masy, a u grochu nawet poniżej 0,01 mg Mo. Autorzy na podstawie dokonanych obliczeń ilości molibdenu pobranych z gleby i wniesionych razem z nasionami doszli do wniosku, że zapasy molibdenu w nasionach „dużych” mogą w przeciwieństwie do innych mikroskładników wystarczyć na cały okres wegetacyjny i mogą wystarczyć do wydania normalnego plonu.

Rośliny uprawne odznaczają się różnymi wymaganiami w stosunku do molibdenu. Johnson i współpracownicy [26] na podstawie doświadczeń przeprowadzonych na glebie ubogiej w molibden określili reakcję roślin w następującej kolejności:

największa (5): szpinak,
duża (4): burak, sałata, kapusta, rzepa,
średnia (3): gorczyca, ziemniak, tytoń, pomidor,
słaba (2): brokuły, jarmuż, dynia, marchew, pasternak,
bardzo słaba (1): rzodkiewka, gryka,
brak (0): fasola, peluszką, groch, koniczyna biała, nostrzyk, komonica, jęczmień, owies, pszenica, kukurydza, sorgo.

Brandenburg i Buhl [10] uważają kalafior za najlepszą roślinę wskaźnikową dla oznaczenia potrzeby nawożenia molibdenem.

Potrzeba dostarczenia przyswajalnego molibdenu zależy w dużym stopniu od kwasowości gleb [10, 17]. Gleby kwaśne posiadają mało przyswajalnego molibdenu, w glebach obojętnych i zasadowych przyswajalność molibdenu znacznie się zwiększa [44, 61]. Często samo wapnowanie gleby usuwa niedostatek molibdenu. Pobieranie i przyswajalność molibdenu wzrasta również, i to bardzo silnie, w obecności nawozów fosforowych, natomiast obecność większych ilości jonów siarczanowych wpływa hamująco na pobieranie Mo przez rośliny [7, 44, 58].

Nawożenie molibdenem stosuje się w małych dawkach wynoszących 50—100 g MoO₃ na ha, zwykle w postaci domieszki do superfosfatu. Niekiedy — pod kalafiory, sałatę — zalecane są dawki wyższe, wynoszące nawet 0,25 do 4 kg molibdenianu sodu na ha. Dostarczenie roślinom molibdenu może być dokonane również w postaci oprysków.

BOR

Mimo że obecność boru w roślinach wykryta została już w połowie ubiegłego wieku, to pierwsze dowody dodatniego wpływu boru na wzrost roślin uzyskane były w początku XX wieku, a jego niezbędność dla kukurydzy wykazana została przez Mazé w 1915 r. [wg 2]. W latach 1923—1930 uzyskano dalsze dowody niezbędności boru dla wielu roślin. W 1931 r. Brandenburg [9] pierwszy wykazał, że występująca u buraków choroba — zgorzel liści środkowych — jest wywołana brakiem boru i że tylko dodatek boru może tę chorobę usunąć. Od tego czasu zajęto się zagadnieniem boru niezwykle intensywnie, czego dowodem jest wielka ilość prac ogłoszonych w ostatnich latach.

Fizjologiczna rola boru nie jest jeszcze dokładnie zbadana. Znany jest jego wpływ na przemianę węglowodanów, na procesy oksydoredukcyjne, na syntezę związków pektynowych, na przemianę związków azotowych, na przemieszczenie składników w roślinie; znany jest jego udział w procesie zapładniania i wytwarzania nasion [wg 2, 19, 36, 60]. Z obecnością boru związane są więc podstawowe procesy fizjologiczne i przy jego braku występują wewnętrzne i zewnętrzne objawy głodu u roślin.

Brak boru powoduje zamieranie stożków wzrostu, nienormalny podział komórek, rozpad komórek parenchymatycznych, rozpad tkanek przewodzących. Zmiany wewnętrzne powodują w następstwie objawy głodu polegające na zahamowaniu wzrostu wskutek czego rośliny przybierają wygląd krzacasty. Liście, szczególnie wierzchołkowe, stają się kruche, o nienormalnym ustawieniu i zabarwieniu. Przy silnym głodzie występuje całkowite zamieranie młodych wierzchołkowych części roślin. Przy silnym braku nie ma wytwarzania nasion czy owoców [3, 12, wg 38, 60]. Wysokie dawki boru działają na rośliny toksycznie. Objawem tego jest degeneracja chloroplastów, brunatnienie i zamieranie liści [wg 2, 19, 37, 60].

Rośliny wykazujące oznaki głodu zawierają mało boru w swych tkankach. Liczbą charakteryzujących graniczną lub krytyczną zawartość boru jest mało, różnią się one przy tym znacznie. Zebrane przez Rogersa [wg 2] zawartości graniczne dla lucerny mieściły się w granicach 6,9—23 mg B na 1 kg suchej masy. Na podstawie własnych doświadczeń Rogers uważa 10 mg B za wartość graniczną dla lucerny i koniczyny inkarnatki.

Schaller [53] podaje dla lucerny 19 mg, Hortenstine i współpracownicy [25] 20 mg B. Stinson [wg 2] przyjmuje w lucernie bez widocznych objawów głodu zawartość przynajmniej 20 mg B. Rośliny z objawami głodu zawierały 7,2—17 mg B/kg suchej masy. W doświadczeniach Riehma [50] na glebie ubogiej w liściach lucerny było 15,2 mg B.

Philipson [49] znalazł następujące zawartości w roślinach zdrowych i z oznakami głodu borowego (mg B/kg suchej masy):

	Rośliny normalne	Rośliny głodujące
burak cukrowy	30—60	9—21
burak pastewny	35—70	16,5
ziemniak	35—50	25—30
rzepak letni	13,7—27,9	6,5—16,5
gorczyca biała	12,2—29,6	8,0—12,4
len	14,5—40,8	5,6—30,5
owies	{ żdźbła	—
	{ wiecha	—

W części nadziemnej koniczyny czerwonej zawartość boru wynosiła 14—40 mg, najczęściej 20—30 mg, przy czym nawet przy najniższej zawartości nie było widocznych oznak głodu.

Philipson przyjmuje, że zawartość graniczna dla grochu (liście) wynosi 30 mg B, dla buraka i ziemniaka 30 mg B, dla rzepaku letniego i gorczycy białej 15 mg B, dla lnu 20 mg B na kg suchej masy.

Przykłady są dowodem dużych wahań w zawartości boru w roślinach, są dowodem i tego, że ścisłej granicy pomiędzy zawartością boru w roślinach zdrowych i chorych często przeprowadzić nie można. Występowanie głodu borowego zależy znowu nie tylko od ilości pobranego boru i od jego koncentracji w tkankach, ale i od innych czynników, jak warunki klimatyczne, ilości pobranych innych składników pokarmowych itp. I jeżeli łatwo jest stwierdzić potrzebę nawożenia jakiejś rośliny w przypadkach krańcowo niskiej zawartości boru w masie roślinnej, albo odwrotnie, jeżeli łatwo jest stwierdzić brak potrzeby nawożenia przy dużej zawartości boru, to w przypadkach pośrednich, właśnie najczęściej spotykanych, trudno jest tę potrzebę z całą ścisłością ustalić. Trzeba jeszcze pamiętać, że zawartość boru w roślinach może ulegać wahaniom w okresie wegetacyjnym [18, 49]. Te zmiany wywołane są niejednakową szybkością przyrostu masy roślinnej, jak również niejednakową szybkością pobierania boru uzależnioną na przykład w dużym stopniu od warunków wilgotnościowych gleby. Z tych powodów wnioski wyciągnięte na podstawie wartości granicznych boru, jak i w przypadkach innych mikrośladków, muszą być przyjmowane z pewną ostrożnością.

Przeciętne zawartości boru w roślinach wykazują duże różnice w zależności od gatunku. Przykładem są przytoczone już wyniki oznaczeń Philipsona. Bertrand i de Waals oraz Bertrand i Silberstein [wg 2] uzyskali inne liczby, np. jęczmień zawierał 2,3 mg B, żyto 3,1, kukurydza 5,0, len 7,1, ziemniak 13,9, gorczyca biała 22,2, lucerna 25,0, burak 75,6, mak 94,7 mg B. Jeszcze inne wartości podaje Katalymow [wg 37, 38]. Mimo dość znacznych różnic w zawartości boru w tych

samych roślinach, co niewątpliwie wywołane było różnymi warunkami, w jakich się rośliny znajdowały, wykryć można pewne ogólne prawidłowości. Zawsze bowiem zawartość boru w roślinach zbożowych była bardzo mała. W porównaniu z roślinami okopowymi czy niektórymi warzywnymi była kilka czy nawet kilkadziesiąt razy niższa.

Berger [2], Katalymow, Pośpiełow, Szkolnik [wg 37, 60] sądzą, że z małą zawartością boru w roślinach związane są małe wymagania w stosunku do tego składnika, i odwrotnie, rośliny o dużej zawartości odznaczają się również dużym zapotrzebowaniem na bor. Ten pogląd nie jest zawsze słuszny. Przykładem są np. kapusta i soja, rośliny o jednakowej zawartości boru w masie, a których potrzeby w stosunku do boru są zupełnie różne. Berger zalicza kapustę do roślin wymagających dużo boru, soję do roślin o małych wymaganiach. Przykładem drugim jest burak ćwikłowy i cukrowy. Burak ćwikłowy jest dużo wrażliwszy na niedostateczną zawartość boru w glebie niż burak cukrowy, mimo że plon buraka ćwikłowego i ilość pobranego boru są dużo niższe. Różnice w reagowaniu roślin na niedostatek boru mogą być zależne i od odmiany. Przykładem są różne odmiany selera [wg 37].

Podawane w podręcznikach i monografiach liczby charakteryzujące wymagania pokarmowe roślin w stosunku do boru są liczbami przybliżonymi, orientacyjnymi. Katalymow [32] dla zbóż przyjmuje 11—18 g B na ha, dla motylkowych 140—220 g, dla buraka cukrowego 115—175 g B. W zestawieniu Maksimowa [38] wymagania roślin zbożowych wynoszą 33—35 g B, koniczyny 69, lucerny 75, lnu 89, pomidora 124, ziemniaka 132, kapusty 250, buraka cukrowego 290, buraka pastewnego 450 g B/ha. Ocena wymagań pokarmowych jest więc w obu przykładach dość różna.

Potrzeby nawożenia roślin borem oceniane są też niejednakowo. Berger dzieli rośliny na trzy grupy:

- a) rośliny o dużych potrzebach, wymagające zawartości boru przyswajalnego w glebie większej od 0,5 ppm,
- b) rośliny o średnich wymaganiach, zawartość boru przyswajalnego 0,1—0,5 ppm,
- c) rośliny o małych potrzebach, zawartość boru przyswajalnego mniejsza niż 0,1 ppm.

W pierwszej z wymienionych grup według Bergera znajdują się np. lucerna, koniczyna czerwona, koniczyna biała, burak cukrowy i pastewny, kapusta, kalafior, słonecznik, seler. W drugiej grupie — tytoń, pomidor, sałata, marchew, cebula. W grupie trzeciej — pszenica, owies, żyto, jęczmień, gryka, kukurydza, soja, groch, fasola, ziemniak, len. Ber-

ger uważa ten podział za prowizoryczny. Maksimow dzieli rośliny na następujące cztery grupy według potrzeb malejących:

- a) rośliny motylkowe,
- b) rośliny przemysłowe,
- c) rośliny okopowe i większość warzyw,
- d) rośliny zbożowe.

Katałymow uważa len, koniczynę i inne rośliny motylkowe, rośliny korzeniowe pastewne, rośliny warzywne za najbardziej potrzebujące nawożenia borowego.

W zależności od gleby potrzeba nawożenia borem występuje najczęściej

- na glebach próchnicznych o reakcji zasadowej,
- na glebach wapiennych,
- na glebach kwaśnych świeżo i nadmiernie zwapnowanych.

Dawki boru wystarczające dla zapewnienia normalnego odżywiania roślin wynoszą 0,5—1—2 kg B/ha.

*

W referacie przedstawione zostało zagadnienie zawartości miedzi, manganu, molibdenu i boru w roślinach, wymagań pokarmowych roślin uprawnych w stosunku do tych mikrośladników oraz potrzeby nawożenia. Przy omawianiu mikrośladników w roślinach większą uwagę zwrócono na zawartości graniczne, tzn. te zawartości, które mogłyby służyć za podstawę do oceny potrzeby nawożenia. Z przytoczonych przykładów sądzić można, że liczby graniczne nie mogą dać bardzo ścisłej informacji, czy rośliny są dostatecznie zaopatrzone w badany mikrośladnik. Zawartości graniczne nie zależą bowiem tylko od ilości dostępnego mikrośladnika w glebie, ale i od wielu innych czynników. Wydaje się jednak, że w bardzo wielu przypadkach oznaczenie zawartości mikrośladnika w roślinie może być dużą pomocą przy określaniu potrzeby nawożenia. Wnioski oparte o wyniki oznaczeń mikrośladników w roślinach mogą mieć podobną wartość co wnioski oparte o wyniki analizy chemicznej gleby. Jedna i druga metoda określa potrzeby nawożenia tylko z pewnym przybliżeniem.

Uzyskanie pewniejszej oceny potrzeby nawożenia na podstawie analizy roślin wiąże się z ilością materiału porównawczego. Tego materiału jest mało. Pilna jest zatem potrzeba badania pobierania i zachowania się mikrośladników w roślinach, pilna jest również potrzeba przeprowadzania doświadczeń dla oznaczania wymagań pokarmowych i nawozowych w stosunku do mikrośladników.

STRESZCZENIE

W referacie omówiono zagadnienie zawartości miedzi, manganu, molibdenu i boru w roślinach. Omówiono wymagania pokarmowe roślin uprawnych w stosunku do tych mikrośladników, jak i potrzeby nawożenia.

LITERATURA

- [1] Anderson A. J.: Molybdenum as a fertilizer. *Advances in Agron.* 8, 1956, s. 164—202.
- [2] Berger K. C.: Boron in Soils and Crops. *Advances in Agron.* 1, 1949, s. 321—351.
- [3] Berger K. C., Heikkinen T. and Zube E.: Boron deficiency, a cause of blank stalks and barren ears in corn. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 21, 1957, s. 629—632.
- [4] Blevins R. L. Massey H. F.: Evaluation of two methods of measuring available soil copper and the effects of soil *pH* and extractable aluminum on copper uptake by plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 23, 1959, s. 296—298.
- [5] Boken E.: On the effect of ferrous sulphate on the available manganese in the soil and the uptake of manganese by the plant. *Plant and Soil*, 7, 1956, s. 237—252.
- [6] Boken E.: The effect of ferrous sulphate on the yield and manganese uptake of oats on sandy soil fertilized with pyrolusite. *Plant and Soil*, 8, 1956, s. 160—169.
- [7] Bolle-Jones E. W.: Molybdenum status of laminae as determined by bioassay and chemical methods. *Plant and Soil*, 7, 1956, s. 130—134.
- [8] Boratyński K. i Burström H.: Pobieranie miedzi i manganu przez przenieć przy różnym *pH*. *Roczn. Nauk Roln. i Leśn.*, 38, 1937, s. 147—170.
- [9] Brandenburg E.: Die Herz- und Trockenfäule der Rüben als Bormangelerscheinung. *Phytopath.*, z. 3, 1931, s. 499—517.
- [10] Brandenburg E. und Buhl C.: Über das Vorkommen von Molybdänmangel bei Blumenkohl in Westdeutschland und seine Verhütung. *Ztschr. Pflanzenkrankheiten und- Schutz*, 62, 1955, s. 514—528.
- [11] Bromfield S. M.: The solution of manganese oxide by iron sources used in nutrient solutions. *Plant and Soil*, 8, 1957, s. 389—394.
- [12] Bussler W.: Die Kennzeichen des Bormangels bei der Sonnenblume. *Ztschr. Pflanzenern., Düng. und Bodenkunde*, 75(120), 1956, s. 97—114.
- [13] Bussler W.: Manganmangelsymptome bei höheren Pflanzen. *Ztschr. Pflanzenern., Düng. und Bodenk.* 81(126), 1958, s. 225—242.
- [14] Bussler W.: Manganvergiftung bei höheren Pflanzen. *Ztschr. Pflanzenern., Düng. und Bodenk.* 81(126), 1958, s. 256—265.
- [15] Finck A.: Manganbedarf des Hafers in verschiedenen Wachstumsstadien. *Plant and Soil*, 7, 1956, s. 389—396.
- [16] Fiskel J. G. A., Mourkides G. A. and Gammon N. Jr.: A study of the properties of molybdenum in Everglades peat. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 20, 1956, s. 73—76.
- [17] Foy C. D. and Barber S. A.: Molybdenum response of alfalfa on Indiana soils in the greenhouse. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 23, 1959, s. 36—39.
- [18] Frömel W. und Amberger A.: Über die Boraufnahme von Zuckerrüben

- in Verlaufe einer Vegetationszeit. Ztschr. Pflanzenern., Düng. und Bodenk. 78(123), 1957, s. 178—185.
- [19] Gauch H. G. and Dugger W. M. Jr.: The physiological action of boron in higher plants: A review and interpretation. Univ. of Maryland Agr. Exper. Sta., Bull. A-80, 1954, s. 1—43.
- [20] Gilbert F. A.: Copper in nutrition. *Advances in Agronomy*, 4, 1952, s. 147—177.
- [21] Haley L. E. and Melsted S. W.: Preliminary studies of molybdenum in Illinois soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21, 1957, s. 316—319.
- [22] Heintze S. G.: The effects of various soil treatments on the occurrence of marsh spot in peas and on manganese uptake and yields of oats and timothy. *Plant and Soil*, 7, 1956, s. 218—236.
- [23] Hewitt E. J., Bolle-Jones E. W. and Miles P.: The production of copper, zinc and molybdenum deficiencies in crop plants grown in sand culture with special reference to some effects of water supply and seed reserves. *Plant and Soil*, 5, 1954, s. 205—222.
- [24] Hoff D. J. and Mederski H. J.: The chemical estimation of plant available soil manganese. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 22, 1958, s. 129—132.
- [25] Hortenstine C. C., Ashley D. A. and Wear J. I.: An evaluation of slowly soluble boron materials. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 22, 1958, s. 249—251.
- [26] Johnson C. M., Pearson G. A. and Stout P. R.: Molybdenum nutrition of crop plants. II. Plant and soil factors concerned with molybdenum deficiencies in crop plants. *Plant and Soil*, 4, 1952, s. 178—196.
- [27] Jones L. H. P.: The effect of liming a neutral soil on the uptake of manganese by plants. *Plant and Soil*, 8, 1957, s. 301—314.
- [28] Jones L. H. P.: The effect of liming a neutral soil on the cycle of manganese. *Plant and Soil*, 8, 1957, s. 315—327.
- [29] Jones L. H. P.: The relative content of manganese in plants. *Plant and Soil*, 8, 1957, s. 328—336.
- [30] Jones L. H. P. and Leeper G. W.: The availability of various manganese oxides to plants. *Plant and Soil*, 3, 1951, s. 141—153.
- [31] Jones L. H. P. and Leeper G. W.: Available manganese oxides in neutral and alkaline soils. *Plant and Soil*, 3, 1951, s. 154—159.
- [32] Katalymow M. W.: Sowremiennyje woprosy primienienja mikroudobrenij w SSSR i niekotorych zarubieźnych stranach. Primienienje mikroudobrenij w sielskom choz. i med. *Izd. Akad. Nauk Łatw. SSR. Riga*, 1959, s. 39—47.
- [33] Kretschmer A. E. Jr. and Allen R. J. Jr.: Molybdenum in Everglades soils and plants. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 20, 1956, s. 253—257.
- [34] Löhnis P. Marie.: Manganese toxicity in field and market garden crops. *Plant and Soil*, 3, 1951, s. 193—222.
- [35] Łachowski J.: Mikroelementy w nawożeniu buraków cukrowych. *Nowe Rolnictwo*, 9, z. 8, 1960, s. 11—12.
- [36] Majewski F.: Fizjologiczna rola boru w roślinie. *Postępy Nauk Roln.*, 2(38), 1956, s. 47—62.
- [37] Majewski F.: Zagadnienia nawożenia borem. *Postępy Nauk Roln.* 5(47), 1957, s. 13—39.
- [38] Maksimow A.: Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów. PWRiL, Warszawa 1954.
- [39] Maksimow A. i Chroboczek E.: Znaczenie mikroelementów w uprawie warzyw na glebach torfowych. *Roczn. Nauk Roln.* 68-A-3, 1954, s. 434—479.

- [40] Maksimow A. i Liwski St.: Mikronawozy na glebach torfowych. Roczn. Glebozn. 2, 1952, s. 187—204.
- [41] Marx Th. und Sahm.: Gefäßversuche zu Tomatenpflanzen mit steigenden Mangan- und Borgaben. Ztschr. Pflanzenern., Düng. und Bodenk. 51(96), 1950, s. 97—105.
- [42] Mehlich A.: Aluminum, iron, and pH in relation to lime induced manganese deficiencies. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21, 1957, s. 625—628.
- [43] Moore D. P., Harward M. E., Mason D. D., Hader R. J., Lott W. L. and Jackson W. A.: An investigation of some of the relationship between copper, iron and molybdenum in the growth and nutrition of lettuce: II. Response surfaces of growth and accumulation of Cu and Fe. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21, 1957, s. 65—74.
- [44] Mulder E. G.: Molybdenum in relation to growth of higher plants and micro-organisms. Plant and Soil, 4, 1954, s. 368—415.
- [45] Mulder E. G. and Gerretsen F. C.: Soil manganese in relation to plant growth. Advances in Agron. 4, 1952, s. 222—277.
- [46] Musierowicz A.: Niektóre mikroelementy w glebach (Mo, Cu, Zn, B, Mn, Ti). Roczn. Glebozn. Dod. do t. 9, 1960.
- [47] Nelson L. G., Berger K. C. and Andries H. J.: Copper requirements and deficiency symptoms of a number of field and vegetable crops. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 20, 1956, s. 69—72.
- [48] Pack M. R., Toth S. J. and Bear F. E.: Copper status of New Jersey soils. Soil Sci., 75, 1953, s. 433—441.
- [49] Philipson T.: Boron in plant and soil. Acta Agric. Scand. III, 2, 1953, s. 121—242.
- [50] Riehm H.: Die Borfrage im Luzernebau. Landwirtsch., Forsch. 9, Sonderheft, 1957, s. 106—113.
- [51] Sanchez C. and Kamprath E. J.: Effect of liming and organic matter content on the availability of native and applied manganese. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 23, 1959, s. 302—304.
- [52] Sarosiek J. i Wachowska K.: Badania nad zawartością manganu, miedzi i kobaltu w glebie i w roślinach lasu bukowego w Muszkowicach na Dolnym Śląsku. Acta Soc. Bot. Pol. 29, 1960, s. 99—148.
- [53] Schaller F. W.: Boron content and requirements of West Virginia soils. Soil Sci., 66, 1948, s. 335—346.
- [54] Scharrer K.: Biochemie der Spurenelemente. P. Parey, Berlin—Hamburg 1955.
- [55] Seiffert H. H. und Wehrmann J.: Düngungsversuche zur Kupfer- und Kobaltaufnahme der Futterpflanzen auf einer Podsol- und einer Braunerde-weide in Schleswig-Holstein. Ztschr. Pflanzenern., Düng. und Bodenk. 79(124), 1957, s. 142—154.
- [56] Somers I. I. and Shive J. W.: The iron-manganese relation in plant metabolism. Plant Physiol. 17, 1942, s. 582—602.
- [57] Steenbjerg F.: Yield curves and chemical plant analyses. Plant and Soil, 3, 1951, s. 97—109.
- [58] Stout P. R., Meagher W. R., Pearson G. A. and Johnson C. M.: Molybdenum nutrition of crop plants. I. The influence of phosphate and sulphate on the absorption of molybdenum from soils and solution cultures. Plant and Soil, 3, 1951, s. 51—87.
- [59] Sutton C. D. and Hallsworth E. G.: Studies on the nutrition of forage

legumes. I. The toxicity of low *pH* and high manganese supply to lucerne, as affected by climatic factors and calcium supply. *Plant and Soil*, 9, 1958, s. 305—317.

- [60] Szkolnik M. J.: Znaczenie mikroelementow w żizni rastienij i w ziemledielii. Izd. Akad. Nauk SSSR, Moskwa—Leningrad 1950.
- [61] Williams J. H.: The effect of molybdenum on reclaimed Welsh Upland pastures. *Plant and Soil*, 7, 1956, s. 327—340.
- [62] Williams D. E. and Vlams J.: Manganese and boron toxicities in standard culture solutions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21, 1957, s. 205—209.

Ф. МАЕВСКИ

ПОТРЕБНОСТИ РАСТЕНИЙ В ПИТАНИИ И ПОТРЕБНОСТИ В УДОБРЕНИИ МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

Катедра Обработки и Удобрения Почв. Главная Сельскохозяйственная Школа. Варшава

Резюме

В реферате обсуждена проблема содержания в растениях меди, марганца, молибдена и бора. Обсуждены потребности культурных растений в питании этими микроэлементами и потребности в удобрении ими.

F. MAJEWSKI

MICRONUTRIENT REQUIREMENTS OF PLANTS

Chair of Soil Management and Fertilization, Central School of Agriculture, Warsaw

Summary

Copper, manganese, molybdenum and boron content in plants is discussed. The micronutrient requirements of cultivated plants are considered.

