

MIKROELEMENTY W ROLNICTWIE (artykuł przeglądowy)

Zofia Spiak

Katedra Chemii Rolniczej, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Mikroelementy jako składniki niezbędne do życia roślin odkryte zostały w latach dwudziestych i trzydziestych XX wieku. Do grupy tych pierwiastków zaliczono wtedy: bor (B), miedź (Cu), molibden (Mo), mangan (Mn), cynk (Zn) i żelazo (Fe). W miarę upływu czasu badania wykazały, że jeszcze inne pierwiastki, jak np.: nikiel (Ni) czy kobalt (Co), również biorą udział w przebiegu procesów życiowych roślin. Ponadto okazało się, że dla zwierząt i człowieka niezbędne są także fluor (F), jod (J) oraz selen (Se).

W odróżnieniu od makroelementów, które pełnią w roślinie głównie funkcje budulcowe i pobierane są z gleby w dużych ilościach, rola mikroelementów ogranicza się do regulacji procesów biochemicznych przebiegających w roślinach w okresie wegetacji. Oznacza to znacznie mniejsze zapotrzebowanie roślin na te składniki, o czym świadczy ich pobieranie – od kilku gramów do około 2 kg z ha. Prawidłowe zaopatrzenie roślin w mikroelementy jest bardzo ważne, ponieważ ich naturalne zasoby w glebach nie są duże i w praktyce rolniczej występuje często problem niedoboru tych składników. W czasach obecnych, z uwagi na rozwój cywilizacji, często spotkać się można również z zagadnieniem nadmiaru tych pierwiastków w środowisku, ale dotyczy to głównie terenów objętych oddziaływaniem emisji przemysłowych, motoryzacji i stosowaniem substancji odpadowych w rolnictwie.

Z uwagi na ważność problemu zagadnieniem mikroelementów w rolnictwie zainteresowano się już w roku 1960, kiedy to na zjeździe naukowym Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego w Szczecinie prof. Aleksander Maksimow zaproponował, aby organizować krajowe sympozja dotyczące tego zagadnienia, w celu zorientowania się, co zostało już zrobione w tym zakresie i co należy zrobić, aby wprowadzić pewne korekty w kierunkach i pracach badawczych. Zgodnie z tą propozycją Komitet Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN w 1966 roku w Poznaniu zorganizował konferencję naukową pod nazwą „Konwersatorium poświęcone badaniom mikroelementów w glebach i roślinach”, która w głównej mierze poświęcona była zagadnieniom metodyki oznaczania mikroelementów w glebach i roślinach. Poczynając od następnego Sympozjum, które odbyło się już we Wrocławiu w 1970 roku, zakres tematyczny uległ poszerzeniu i obejmował zagadnienia dotyczące nie tylko zawartości mikroelementów w glebach i roślinach, ale także ich roli i znaczenia w życiu roślin i zwierząt.

Na kolejnych Sympozjach, odbywających się cyklicznie we Wrocławiu, których trudu organizacyjnego podjęła się Katedra Chemii Rolniczej Akademii Rolniczej, pojawiły się zagadnienia związane z rolą mikroelementów w żywieniu ludzi, hodowlą lasu, a także wpływem człowieka już nie tylko na niedobory, ale również i na nadmiar tych pierwiastków w środowisku.

Poprzednie VIII Sympozjum jak i obecne IX, ze względu na ogromne zainteresowanie jak i szeroki wachlarz prezentowanych prac, zaliczyć należy do interdyscyplinarnych, gdyż tematyka prac dotyczyła zarówno nauk rolniczych, ogrodniczych, leśnych, zootechnicznych, chemicznych i ochrony środowiska.

Niniejszy Zeszyt Problemy Postępów Nauk Rolniczych zawiera 7 prac przeglądowych oraz 144 prace oryginalne.

Pierwszy rozdział „**Fizjologiczne funkcje mikroelementów, badania metodyczne**” dotyczy badań metodycznych i podstawowych nad mikroelementami, a artykuły wprowadzające dotyczą następującej problematyki:

- nowych metod mineralizacji i oznaczania zawartości mikroelementów w próbkach biologicznych,
- próby wykorzystania składu chemicznego roztworu glebowego w diagnostyce nawożenia mikroelementami.

Od czasu rozpoczęcia badań nad mikroelementami przez szereg lat materiał biologiczny mineralizowano na mokro w mieszaninie stężonych kwasów mineralnych, następnie zastąpiono tę metodę mineralizacją na sucho w piecach, a oznaczenie ilościowe wykonywano kolorymetrycznie, ale gdy w latach siedemdziesiątych wprowadzono aparaty absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA), metoda ta zadomowiła się na dobre w badaniach rolniczych. Obecnie tradycyjne metody mineralizacji próbek biologicznych wyparte zostały przez piece mikrofalowe, gdzie materiał rozkładany jest w zamkniętych bombach teflonowych, a zawartość mikroelementów w roztworach oznaczana jest często, obok metody ASA, poprzez wykorzystanie plazmy indukcyjnie wzbudzonej. Przedstawione w referacie przeglądowym dane świadczą o tym, że nowa metodyka rozkładu pozwala na uniknięcie strat wielu pierwiastków w trakcie tego procesu, a oznaczanie ilościowe metodą emisyjnej spektrometrii plazmowej (ICP) jest precyzyjne, odtwarzalne, o niskim progu wykrywalności, dlatego stwarza szerokie możliwości zastosowania, zwłaszcza w dziedzinie rolnictwa i środowiska.

Roztwór glebowy pełni kluczową rolę w żywieniu roślin. Jego skład chemiczny oraz stężenie jonów decyduje o pobieraniu składników pokarmowych przez rośliny. Przedstawione wyniki badań własnych nad tym zagadnieniem w artykule wprowadzającym wyraźnie wykazały, że poznanie stężenia mikroelementów w roztworze glebowym może być wykorzystane do diagnostyki nawożenia mikroelementami.

W pozostałych pracach tego rozdziału zajęto się metodyką ekstrakcji rozpuszczalnych form mikroelementów z gleb, porównując różne roztwory ekstrakcyjne, m.in. 1 mol HCl·dm⁻³, 0,5 mol HCl·dm⁻³, 0,01 mol CaCl₂·dm⁻³ czy kwas etylenodwuaminoczwerooctowy (EDTA). Generalnie skrytykowano powszechnie stosowany w Polsce do tego celu 1 mol HCl·dm⁻³, który niedostatecznie odzwierciedla współzależność między zawartością mikroelementów w glebie a pobieraniem ich przez rośliny.

Rozdział drugi „**Mikroelementy na gruntach ornych**” obejmuje szeroko pojęte zagadnienia mikroelementów na gruntach ornych, wśród których na szczególną uwagę zasługują dwie prace:

- mikroelementy we współczesnych systemach nawożenia,
- stan i tendencje zmian w zawartości mikroelementów w glebach i roślinach z pól produkcyjnych w Polsce.

Ocena zawartości mikroelementów w glebach i roślinach z pól produkcyjnych o wysokiej wydajności wykazała duże niedobory boru, miedzi i molibdenu, co jest zjawiskiem niekorzystnym z punktu widzenia ekologicznego oraz zdrowia zwierząt i ludzi. Natomiast spośród trzech systemów nawożenia, stosowanych w krajowej produkcji roślinnej na gruntach ornych, pełne pokrycie potrzeb jedynie w stosunku do Mn i Zn uzyskuje się w systemach nawożenia obornikiem i nawozami azotowymi zarówno w postaci stałej, jak i płynnej. W stosunku do pozostałych mikroelementów pokrycie potrzeb w tych systemach jest niepełne. Najniższe pokrycie potrzeb mikroelementowych roślin występuje w systemie stosowania płynnych nawozów mineralnych i wynosi przy średnich plonach około 50%, a przy wyższych od średnich tylko 35%.

Pozostałe prace rozdziału II dotyczą nawożenia samymi mikroelementami, wpływu nawożenia NPK na zawartość mikroelementów w glebach i roślinach oraz współdziałania między tymi składnikami. Wiele opracowań przedstawia zagadnienia występowania mikroelementów w glebach oraz uwarunkowań typologicznych i gatunkowych. Stwierdzono, że przyczyną braku odpowiedniej ilości mikroelementów w glebach może być intensywne nawożenie mineralne, w wyniku którego następuje duże pobranie z plonami, bądź unieruchomienie ich w glebie przez makroskładniki stosowane w nawozach w postaci związków chemicznych niedostępnych dla roślin. Dlatego też decyzja o konieczności nawożenia mikroelementami powinna być podjęta na podstawie oceny ich zawartości w glebie, przy czym w kryteriach agrotechnicznych znacznie większe znaczenie mają formy przyswajalne dla roślin niż ich zasoby całkowite.

Zapobiegać skutkom niedoboru mikroelementów i uzupełniać ich poziom w glebie można na drodze stosowania doglebowego, dokarmiania dolistnego lub zaprawiania nasion. Nawożenie mikroelementami w zależności od potrzeb powinno być stosowane interwencyjnie, zachowawczo lub profilaktycznie.

Rozdział trzeci „**Mikroelementy na użytkach zielonych, w ogrodnictwie i leśnictwie**” to problematyka dotycząca mikroelementów na użytkach zielonych, w ogrodnictwie i leśnictwie, w którym 27 artykułów poprzedziły dwie prace na temat:

- zawartości mikroelementów w glebach Polski,
- nowych technologii wytwarzania nawozów mikroelementowych.

Ocenę stanu zasobności gleb Polski w mikroelementy w latach 1994–1999 oceniano na podstawie analizy około 100000 prób glebowych. Wykazano, że w Polsce występuje wysoki procent gleb o niskiej zawartości boru, natomiast znaczna większość naszych gleb – to gleby o wysokiej i średniej zawartości miedzi, cynku, manganu i żelaza.

Rozwój produkcji i stosowania nawozów mikroelementowych w Polsce jest znacznie wolniejszy niż makroelementowych, gdyż ostre objawy niedoboru mikroelementów pojawiają się rzadko, natomiast ukryte ich braki występują częściej niż się praktycznie przyjmuje. Z uwagi na zróżnicowane cele, jakie w nawożeniu muszą spełniać mikroelementowe preparaty nawozowe, wymaga się, by były one wytwarzane w różnych postaciach oraz charakteryzowały się różnym składem i odmiennymi właściwościami fizykochemicznymi. Przy omawianiu podziału i charakterystyki nawozów mikroelementowych, przedstawiono najważniejsze czynniki wpływające na technologię ich wytwarzania i wytypowano najbardziej przydatne we współczesnej produkcji roślinnej. Spośród szeregu produkowanych nawozów mikroelementowych, z uwagi na uwarunkowania ekologiczne i wykorzystanie składników przez rośliny, za najbardziej odpowiednie uznano mikronawozy płynne zawierające mikroelementy w formie chelatów.

Ostatni rozdział – IV „**Metale ciężkie w środowisku**” poświęcony nadmiarom mikroelementów dotyczy metali ciężkich w środowisku, a prezentowane na początku artykuły dotyczą tematyki:

- mikroelementów nawozów organicznych w nawożeniu zrównoważonym,
- mikroelementów w aspekcie ich potrzeb, niedoborów i nadmiarów dla roślin.

W rozważaniach o znaczeniu nawożenia organicznego w zaopatrzeniu roślin w mikroelementy wykazano, że ilość wprowadzonej do gleby miedzi i cynku z nawozami organicznymi może pokryć potrzeby pokarmowe roślin w 4-polowym zmianowaniu, natomiast nie stwierdzono tego w przypadku boru, manganu i molibdenu. Za najlepsze źródło boru i molibdenu uznano obornik i pomiot kurzy, a manganu i cynku – gnojowicę i również pomiot kurzy.

W zakresie zagadnień dotyczących potrzeb, niedoborów i nadmiarów mikroelementów skupiono się głównie nad zróżnicowaniem gatunkowym roślin w zakresie wrażliwości na niedobór czy nadmiar mikroelementów w podłożu. Próbowano usystematyzować nazewnictwo, głównie w zakresie utożsamiania w ostatnich latach pojęć mikroelementy i metale ciężkie, które jednoznacznie kojarzą się z negatywnym oddziaływaniem na środowisko, co powoduje, że w odbiorze opinii społecznej mikroelementy najczęściej oznaczają substancje toksyczne.

Prace przedstawione w niniejszym zeszycie były prezentowane w czasie IX Sympozjum Naukowego pt. „Mikroelementy w rolnictwie”, które odbyło się 26–28 IX 2000 r. we Wrocławiu. Komisja Wnioskowa tego Sympozjum oceniła realizację propozycji badawczych wysuniętych na poprzednim VIII Sympozjum oraz na podstawie wygłoszonych referatów i uwag dyskutantów zaproponowała perspektywiczne kierunki badań nad mikroelementami, m.in.:

- zachowanie metody ekstrakcji mikroelementów roztworem 1 mol HCl·dm⁻³ dla możliwości oceny potencjalnych zasobów tych składników w glebach oraz ich zmian w dłuższych przedziałach czasu,
- kontynuowanie badań nad wyłonieniem optymalnej metody oceny potrzeb nawożenia mikroelementami, a dla zrealizowania tego celu komisja zaproponowała opracowanie grantu zespołowego pod kierunkiem ośrodka wrocławskiego,

- opracowanie (w perspektywie) dla wybranej metody chemicznej przedziałów granicznych, umożliwiających przygotowanie zaleceń nawozowych w odniesieniu do mikroelementów,
- ograniczenie problematyki sympozjów mikroelementowych do mikroskładników pokarmowych roślin i zwierząt.

Uczestnicy IX Sympozjum poparli przedstawione wnioski i podkreślili celowość organizowania cyklicznych – co 4 lata – spotkań naukowych dotyczących problematyki mikroelementów w rolnictwie.

Słowa kluczowe: mikroelementy, metodyka oznaczeń, nawozy mikroelementowe, niedobory i nadmiar mikroelementów, metale ciężkie w środowisku

Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono materiał dotyczący aktualnych zagadnień występowania, stosowania i oznaczania mikroelementów w produkcji rolniczej. Przeanalizowano kierunki badań prowadzonych w Polsce nad tymi pierwiastkami od 1966 roku, kiedy to po raz pierwszy zorganizowano Sympozjum na ten temat, do chwili obecnej, której wyrazem są prace z zakresu mikroelementów prezentowane na IX Sympozjum „Mikroelementy w rolnictwie” w roku 2000.

Najwięcej uwagi w tym zakresie poświęcono potrzebom nawożenia pól uprawnych mikroelementami oraz zagadnieniom oceny zawartości przyswajalnych dla roślin form mikroelementów w glebach Polski. Zweryfikowano stosowane do tego celu roztwory ekstrakcyjne i zalecono rozszerzenie badań nad wytypowaniem nowego słabszego roztworu. Na tej podstawie możliwe będzie opracowanie zaleceń nawożenia mikroelementami.

Z uwagi na konieczność pilnego podjęcia badań nad szeregiem tematów uznano za konieczne organizowanie cyklicznych spotkań dotyczących zagadnień mikroelementów w rolnictwie.

MICROELEMENTS IN AGRICULTURE (problem review)

Zofia Spiak

Department of Agricultural Chemistry
Agricultural University, Wrocław

Key words: microelements, methodology of estimation, micronutrient fertilization, deficiency and excess of micronutrients, heavy metals in environment

Summary

Actual problems concerning the occurrence, application and determination of microelements in agricultural production were discussed. The paper analysed

the trends in research conducted in Poland on these elements since 1966, when the first Symposium devoted to microelements had been organized, until today. The current state of research was presented during the 9th Symposium on „Microelements in Agriculture”, organized in 2000. The most attention was paid to the problems concerning microelement fertilization on cultivated fields as well as to the issue concerning estimation of available for plants microelement forms in Polish soils. Extraction solutions employed so far for this purpose were verified and further research on a new, weaker extraction solution was recommended. On the basis of a new solution, it will be possible to work out the recommendations for microelement fertilization.

Due to the necessity of urgent research on a wide range of topics, the organization of cyclic meetings dealing with the microelements in agriculture was acknowledged as very important.

Prof. dr hab. Zofia **Spiak**
Katedra Chemii Rolniczej
Akademia Rolnicza
ul. Grunwaldzka 53
53-357 WROCLAW