

ALEKSANDER MAKSYMOW

## OBECNY STAN I PROJEKTOWANE KIERUNKI BADAŃ W DZIEDZINIE MIKROELEMENTÓW W POLSCE

Z Katedry Torfoznawstwa SGGW — Warszawa

Mikroelementy stanowią niewątpliwie ważne zagadnienie w nauce o mineralnym odżywianiu się organizmów roślinnych i zwierzęcych, toteż są przedmiotem badań wielu uczonych całego świata. O tym, że mikroelementy występują w skałach, glebach i wodach i że wywierają swoisty wpływ na roślinność, organizmy zwierzęce i nawet bakterie, wiemy nie od dziś. Polskie badania jednak w tym zakresie mają raczej charakter fragmentaryczny. Dlatego to zachodzi konieczność prowadzenia systematycznych badań w tej dziedzinie, a przede wszystkim badań kompleksowych, opartych na jakimś wszechstronnie przemyślanym programie. Takie postawienie sprawy pozwoliłoby pogłębić i rozszerzyć teoretycznie naszą wiedzę o mikroelementach oraz zgromadzić materiał, który by umożliwił wykonanie choćby orientacyjnych map, obrazujących zawartość niezbędnych mikroelementów w glebach, wodach i roślinach w różnych rejonach naszego kraju.

Wydaje się jednak, że nie posuniemy się szybko naprzód, jeśli obok nakreślonego programu nie zostaną ustalone jednolite metody badawcze.

Przejrzałem nasze czasopisma naukowe i literaturę fachową dotyczące mikroelementów za okres kilkudziesięciu lat.

Otóż o ile wiadomo, pierwsza praca o mikroelementach została opublikowana w 1923 r. przez prof. Pietruszczyńskiego [73]. Stwierdził on korzystny wpływ manganu na przebieg procesów amonifikacyjnych i nitrofikacyjnych. Na nawozowe znaczenie boru pierwszy zwrócił uwagę prof. M. Górski, który w latach 1929—1931 badając wartość nawozową niskoprocentowych soli potasowych stwierdził, że domieszki B w tych solach wpływają nader korzystnie na rozwój niektórych roślin motylkowych. W 1932 r. [11] Górski opublikował doświadczenia wegetacyjne, którymi dowiódł, że dodatek boru bardzo sprzyja plonowaniu bobiku. W la-

tach 1933—1935 ukazało się kilka prac Terlikowskiego i współpracowników [102, 103, 104], podających wyniki badań wegetacyjnych nad nawożeniem różnych roślin uprawnych borem. Równocześnie M. Górski kontynuował doświadczenia wegetacyjne nad wartością nawożenia borem, w wyniku czego opublikował szereg prac w latach 1932—1938. Mniej więcej w okresie lat 1930—1939 ukazały się nowe publikacje o mikroelementach, mające charakter laboratoryjno-wegetacyjny, między innymi badania R. Kwiecińskiego [26], wyjaśniające mechanizm działania  $\text{CuSO}_4$  na glebach torfowych. Świętochowski i współpracownicy [98, 99, 100] oraz J. Michalski [53] stwierdzili drogą doświadczeń polowych wybitnie dodatni wpływ nawożenia związkami miedzi na rozwój roślin uprawnych na glebach torfowych. Z publikacji Musierowicza [56a] z 1939 r. wynika, że stosowane na torfach dawki  $\text{CuSO}_4$  są za małe i że w celu osiągnięcia maksymalnych plonów roślin zbożowych, szczególnie owsa i jęczmienia, należałoby powiększyć je do 200 kg/ha. Z badań tegoż autora [55] można sądzić, że normalnie stosowane dawki  $\text{CuSO}_4$  (50 kg/ha) nie oddziałują na głębsze warstwy torfu, gdyż zostają całkowicie zasorbowane w warstwach powierzchniowych. Na okres międzywojenny przypada jeszcze kilka publikacji omawiających przeważnie doświadczenia wegetacyjne, a mianowicie: A. Nowotny [62] o wpływie boru na rozwój soi i buraków cukrowych oraz o wpływie boru na plonowanie łubinu żółtego w obecności wapna [63]. W 1937 r. K. Boratyński [4] opublikował wyniki badań nad pobieraniem miedzi i manganu przez pszenicę przy różnych *pH*.

W tym okresie nie ukazały się jednak żadne prace o charakterze fizjologicznym o roli mikroelementów w roślinach i organizmach zwierzęcych; wyjątek stanowi publikacja K. Rózyckiego [76] z 1930 r. o znaczeniu jodu w życiu zwierząt użytkowych.

Nawoływania badaczy do stosowania mikroelementów w rolnictwie nie miały większego oddźwięku. Trzeba jednak nadmienić że nasz przemysł nawozowy wypuścił na rynek i propagował stosowanie superfosfatu i tomasyny boraksowanej. Nie miało to jednak większego znaczenia praktycznego.

Na ogół badania nad mikroelementami miały charakter raczej przypadkowy. Z przeglądu sprawozdań ówczesnych stacji doświadczalnych rolniczych wynika, że próby stosowania niektórych mikroelementów pod rośliny uprawne w doświadczeniach polowych nie dały pewnych wyników.

Reasumując można powiedzieć, że dorobek nasz w okresie przed II wojną światową w dziedzinie mikroelementów jest bardzo nikły, a przeprowadzone badania w większości przypadków były dorywcze i słabo powiązane

z praktyką rolniczą. Tym niemniej należą się słowa uznania tym badaczom, którzy pierwsi zainteresowali się zagadnieniem mikroelementów.

Okresem przełomowym do pewnego stopnia stają się w tej dziedzinie lata 1949—1959. Przeprowadzone w tym czasie badania wykazały, że w wielu przypadkach niektóre mikroelementy mają wyraźny wpływ nie tylko na rozwój poszczególnych gatunków roślin, lecz i na mikroorganizmy i zwierzęta domowe.

Nasza literatura w tych latach wzbogaciła się o kilka monografii. Opublikowana w 1947 r. przez A. Maksimowa „Rola mikroelementów w życiu roślin i zwierząt” [39] pozostała jednak bez echa. W latach 1949—1954 ukazały się następne dwie monografie tego autora pt.: „Mikroelementy i mikronawozy” [40] oraz „Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów” [41]. Zawierają one zebrane na podstawie literatury światowej szczegółowe informacje o zawartości mikroelementów w roślinach, glebach, wodach i organizmach zwierzęcych. Autor udowadnia, że mikroelementy mają ogromne znaczenie nie tylko dla mineralnego odżywiania się roślin i zwierząt, ale i w walce ze specyficznymi chorobami, występującymi bądź z powodu niedoboru, bądź nadmiaru pewnych pierwiastków śladowych w środowisku odżywczym.

Począwszy od 1949 r. wzmogło się zainteresowanie mikroelementami w naszych kołach naukowych. Wzrosła ilość badaczy pracujących w tej dziedzinie i ukazały się nowe publikacje na ten temat. Poruszone w tych publikacjach tematy były bardzo różnorodne i opracowywane przeważnie drogą badań laboratoryjnych lub doświadczeń wegetacyjnych. Tylko znikomą ilość badań przeprowadzono w naturalnych warunkach polowych, głównie nad wartością nawozową mikroelementów.

Trudno należycie ocenić wyniki tych badań z powodu różnorodności materiału doświadczalnego oraz braku jednolitych i ściśle opracowanych metod analitycznych. Należy nadmienić, że zastosowanie mikroelementów w postaci nawozów w praktyce rolniczej, jak zresztą i w doświadczeniach polowych, jest bardzo utrudnione z powodu braku mikronawozów na rynku krajowym.

Sytuacja w ciągu ostatniego dziesięciolecia przedstawia się następująco:

Największą ilość badań przeprowadzono z borem, jednak dotychczasowe nasze ustulowania nie dały wyników praktycznych. Zagadnieniami związanymi z borem zajmowali się A. Musierowicz [55, 56, 57, 58], A. Maksimow [42, 52], F. Majewski [33, 34, 35, 36], Z. Tuchołka [105], M. Koter [25], T. Baszyński [2], J. Stark [90], S. Liwski [28, 29, 30], J. Wojciechowski [106], Z. Wróblewska [107];

C. Święcicki [97]. Ogólny nasz dorobek w tej dziedzinie jest różnorodny, ale dość pokąźny.

Jeśli chodzi o zawartość boru w naszych glebach, wysuwa się na czoło pod względem prac wykonanych zespół A. Musierowicza [59a, 59b]; w ich pracach przedstawiono dane dotyczące zawartości boru ogólnego i przyswajalnego głównie w glebach województwa łódzkiego i warszawskiego. Zagadnieniem zawartości boru w złożach torfowych i roślinach szczególnie zajmował się zespół A. Maksimowa [44, 46, 47, 49, 50, 51], który przeprowadził badania niektórych złóż torfowych na zawartość boru w przekroju profilowym oraz oznaczył zawartość boru w poszczególnych gatunkach traw, roślin bagiennych, wodnych i w niektórych roślinach uprawnych. Zespół ten wykonał również liczne badania vegetacyjne i polowe nad zastosowaniem poszczególnych nawozów borowych w doświadczeniach wazonowych i polowych na glebach torfowych i mineralnych; stwierdzono przy tym, że wartość nawozowa niektórych przemysłowych odpadków zawierających bor często jest równoznaczna wartości nawozowej boraksu [38].

Wymienić należy także prace Katedry prof. F. Majewskiego, który zwrócił szczególną uwagę na fizjologiczną rolę boru na wpływ niedoboru tego pierwiastka w środowisku odżywczym na występujące oznaki głodu borowego w roślinach. Zbadał on drogą doświadczeń vegetacyjnych kilkadziesiąt gleb na zawartość boru przyswajalnego, przy czym wykazał, że mniej więcej połowa zbadanych gleb bądź wcale nie reagowała na nawożenie borem, bądź reagowała słabo. Poza tym na podstawie licznych analiz na zawartość boru w roślinach Majewski próbował określić potrzebę nawożenia borem.

Należy podkreślić również wartość doświadczeń polowych przeprowadzonych przez J. Mieczyskiego oraz M. Bireckiego [3]. Doświadczenia Mieczyskiego obejmowały czarnoziemy kujawskie i lessy lubelskie. Stwierdzono, że zwyżka plonu korzeni buraków cukrowych po dodaniu boru, w zależności od ilości opadów, wahała się od 5 do 7 q/ha. Szczególnie korzystnie zaznaczył się wpływ dodatku boru do nawozów podstawowych na plantacjach buraka cukrowego, na których wyraźnie występowała sucha zgnilizna liści buraków cukrowych. Również Birecki w licznych przypadkach stwierdził w doświadczeniach polowych dodatni wpływ małych dawek boru na wzrost, rozwój oraz plon ziemniaków.

Nad zagadnieniem boru pracowali także: Nowotny-Mieczyska i współpracownicy [64—70], Małysowa [37], Stark [90]. Sławiński i współpracownicy [88a]; Wróblewska [107], Nowosielski [59—61] i inni, których prace dopiero znajdują się w druku.

Drugim mikroelementem, badanym przez naszych uczonych, jest mangan.

Przy oznaczaniu manganu w glebach mineralnych główny udział brały katedry A. Musierowicza [56, 57, 57a, 57b]. M. S t r z e m s k i e g o [91 — 96], a w złożach torfowych i roślinnych zespół A. Maksimowa [30, 31, 46, 52]. Zespół Nowotny-Mieczysławskiej zajmował się fizjologiczną rolą manganu w roślinach.

Z prac powyższych wynika, że większość zbadanych naszych gleb i torfów była zasobna w mangan ogólny, lecz zasobność manganu przyswajalnego wahała się w dość szerokich granicach.

Z wyników dotychczas przeprowadzonych badań można wnioskować, że na glebach kwaśnych i słabo kwaśnych rośliny uprawne prawdopodobnie nie będą potrzebowały nawożenia manganem, podczas gdy na glebach obojętnych i zasobnych w okresach krytycznego wzrostu rośliny mogą odczuwać jego niedobór.

Na podstawie badań laboratoryjnych A. Maksimow i współpracownicy [52] stwierdzili szczególnie silną zdolność sorpcyjną masy organicznej torfowej względem manganu. Dotychczasowe badania nad manganem noszą jednak charakter fragmentaryczny. Dlatego byłoby wskazane, aby w przyszłości zwrócić większą uwagę na ten pierwiastek ze względu na to, że mangan bierze czynny udział w procesach oksydo-redukcyjnych, wywiera korzystny wpływ na intensywność procesów amonifikacyjnych i nityfikacyjnych. Zostało to stwierdzone w pracach A. Maksimowa i współpracowników [45], F. Maciaka [51], Pietruszyńskiego [73] i innych.

Zwrócono u nas już od dawna uwagę na miedź. Na ogół wiadomo, że gleby mineralne zawierają dostateczne ilości miedzi do zaspokojenia niewielkich zresztą zapotrzebowań roślin uprawnych na ten mikroelement. Jedynie rośliny uprawiane na glebach torfowych i glebach bardzo próchnicznych wykazują często ostry głód miedzi, co zostało niejednokrotnie stwierdzone w różnych rejonach kraju.

Ze względu na to, że 6% powierzchni zajmują u nas złoża torfowe, głównie niskie, wydaje się, że znaczenie rolnicze miedzi zasługuje na szczególną uwagę. Stosowane dotychczas w praktyce na glebach torfowych dawki siarczanu miedzi (w ilości około 50 kg/ha) nie są należycie uzasadnione.

Nieznane są nam przyczyny dodatniego oddziaływania miedzi na glebach torfowych, niewiele wiemy o zapotrzebowaniu na ten pierwiastek roślin zbożowych, oleistych i łąkowych. Wiemy natomiast, że substancja organiczna torfu posiada ogromne zdolności sorpcyjne względem miedzi. Wynika to z pracy A. Maksimowa i współpracowników [48], przy czym drogą do sorpcji miedzi z torfu stwierdzono, że większa jej część jest związana w torfie chemicznie i tylko część znajduje się w postaci wymiennej. Duże zdolności sorpcyjne torfu względem miedzi stwierdził również A.

Musierowicz. Poza tym we wstępnych badaniach laboratoryjnych Katedry Torfoznawstwa SGGW zostało stwierdzone, że miedź przy  $pH$  6,0 strąca prawie całkowicie fulwokwasy, a przy  $pH$  2,0 — kwasy huminowe. Możliwe, że strącanie fulwokwasów przez miedź odbija się korzystnie na wzroście roślin.

Wartość nawozowa miedzi na glebach torfowych została stwierdzona przez A. Maksimowa i współpracowników [44, 46, 38], A. Musierowicza i współpracowników [55], a także przez B. Świętochowskiego i współpracowników [98, 99]. Nad oznaczaniem zawartości miedzi w roślinach uprawnych, trawach i roślinach bagiennych pracowali A. Maksimow i E. Chroboczek [44], S. Liwski [29], T. Baszyński [1], R. Ryś i współpracownicy [28, 79, 80, 77, 79]. Z prac tych wynika, że nasze rośliny uprawne i trawy zawierają miedź w granicach 8—10 mg/kg s.m.

W ostatnich latach duże zainteresowanie mikroelementami, a szczególnie kobaltem, zaznaczyło się u nas w medycynie weterynaryjnej. Ukazały się liczne publikacje z tego zakresu [7, 13, 14]. Poważne badania w tym kierunku prowadzi E. Domański [9] i S. Nyrek [72]. Na temat zawartości Co w glebach i roślinach przeprowadzili badania A. Kabata [15—21] i S. Liwski [28]. Z prac powyższych wynika, że na ogół gleby nasze, a szczególnie gleby lekkie i torfowe, są ubogie w ten pierwiastek, bo zawartość jego często nie przekracza 3 mg/kg s.m. gleby.

Z analiz roślinności łąkowej wiemy, że w wielu rejonach naszego kraju odczuwa się niedobór kobaltu. Nie znamy dokładnie roli, jaką pełni w roślinach kobalt. Mało też wiadomo o wpływie nawożenia kobaltem na plonowanie roślin łąkowych, uprawnych i pastwnych. Nie posiadamy również jednolitej konwencjonalnej metody oznaczania Co w glebach i roślinach. Korzystamy z metody ditizonowej lub oznaczamy Co za pomocą nitroso-R soli. Nie opracowano dokładnie metody chromatograficznej, która mogłaby być pożyteczna przy oznaczaniu bardzo małych ilości tego pierwiastka.

Wydaje się, że biorąc pod uwagę potrzeby hodowli zwierząt, byłoby pożądane zwrócić większą uwagę na znalezienie liczb granicznych zawartości Co w glebach, roślinach i paszach.

W tym celu można by stosować szybkie metody chemiczne, metody wegetacyjne lub metodę mikrobiologiczną z *Aspergillus niger*, która została już opracowana w Katedrze Chemii Rolniczej SGGW. Tą drogą można byłoby pokusić się chociaż o orientacyjne określenie liczb granicznych dla zawartości Co w poszczególnych typach gleb oraz roślin uprawnych i łąkowych. Naturalnie jest to zadanie trudne, jak wiadomo bowiem plon roślin zależy od zespołu wszystkich czynników wegetacyjnych.

Pomimo to nawet orientacyjne liczby graniczne byłyby bardzo pomocne dla rolników i dla zootechników.

W naszej literaturze badawczej nie mamy wprowadzić żadnych danych co do reszty tak zwanych mikroelementów niezbędnych, a mianowicie do molibdenu i cynku. Jeżeli chodzi o molibden, to odgrywa on wybitną rolę w metabolizmie azotowym w roślinach, szczególnie krzyżowych i motylkowych, ponieważ molibden redukuje azotany.

Orientacyjne zawartości Mo w roślinach i glebach są podane w pracach S. Liwskiego, J. Gołębiowskiego i innych. Należy podkreślić, że analizy na oznaczanie Mo są żmudne, a stosowane metody nie zawsze pewne. Kto wie, czy do oznaczania Mo nie dałoby się wprowadzić metody mikrobiologicznej, co znacznie ułatwiłoby badania.

Nie mamy żadnego rozpoznania co do zawartości cynku w naszych glebach, ani odnośnie zapotrzebowania roślin na ten pierwiastek. Zawartością cynku w roślinach łąkowych i bagiennych zajmował się S. Liwski [31].

Sądząc z literatury zagranicznej cynk posiada poważny wpływ na zdrowotność i związane z tym plonowanie sadów owocowych. Z badań laboratoryjnych wynika, że cynk wpływa dodatnio na przebieg procesów amonifikacyjnych i nityfikacyjnych [31, 45]. Podobno niedobór Zn w paszach odgrywa dużą rolę w procesach rozmnażania zwierząt domowych i wywiera duży wpływ na czynności gruczołów płciowych.

Reasumując można powiedzieć, że udział nasz w dziedzinie badań nad mikroelementami jest, jak dotychczas, bardzo skromny, stopniowo jednak wzrasta. Trzeba tylko, aby prowadzone prace odpowiednio skoordynować. Mamy już poniekąd rozpoznanie, że mikroelementy mogą mieć w naszych warunkach pewne znaczenie w praktyce rolniczej. Nie mamy jednak jeszcze ścisłych co do tego wskazówek.

Na zakończenie wydaje się, że będzie rzeczą słuszną nakreślić ogólne kierunki dalszych badań.

1. Zachodzi potrzeba utworzenia specjalnej placówki (PAN lub IUNG) w celu koordynacji badań polskich uczonych pracujących nad mikroelementami w dziedzinie fizjologii chemii rolnej, gleboznawstwa, produkcji roślinnej, zootechniki, a może i medycyny weterynaryjnej.

2. Pierwszy etap powinien obejmować badania zawartości mikroelementów w różnych typach gleb, szczególnie form przyswajalnych i w różnych gatunkach roślin uprawnych oraz w nawozach mineralnych i organicznych.

3. Określanie przyswajalnych mikroelementów, szczególnie w glebach, budzi pewne zastrzeżenia. Stosowane metody są wyjątkowo pracochłonne, a poza tym wymagają często specjalnej aparatury i nie zawsze dostępnych indykatorów.

W związku z tym proponuję opracowanie i zastosowanie metod prostych, dostępnych dla masowego oznaczania, jak np. metody chemiczne Peiwego i metody mikrobiologiczne, np. za pomocą *Aspergillus niger*.

4. Należałoby rozszerzyć doświadczenia polowe, przy czym badać te pierwiastki, których znaczenie praktyczne w rolnictwie zostało mniej więcej ustalone. Wchodziłby więc w grę bor, miedź oraz w małym zakresie mangan w glebach obojętnych i zasadowych.

5. Porównanie oznaczeń analitycznych z wynikami doświadczeń polowych pozwoli ustalić zależność pomiędzy zawartością mikroelementów w glebie a działaniem stosowanych mikronawozów. Otrzymane dane mogłyby być wykorzystane do rejonizowania stosowanych mikronawozów.

6. Trzeba prowadzić badania z mikroelementami przy dolistnym odżywianiu roślin oraz zaprawianiu nasion.

7. Należy ustalić potrzeby roślin uprawnych w stosunku do mikroelementów. Trzeba przy tym traktować rośliny indywidualnie w zależności od gatunku.

8. Pożądane byłoby urządzać od czasu do czasu Krajowe Sympozjum o mikroelementach w celu zorientowania się co zostało już zrobione i co należy zrobić oraz dla wprowadzenia pewnych korekt w kierunkach i pracach badawczych.

9. Stopniowo należy dążyć do opracowania mapy zawartości mikroelementów w glebach oraz opracować klucz do rozpoznania niedostatku względnie nadmiaru mikroelementów w roślinach.

10. Byłoby celowe produkowanie niektórych makronawozów zawierających bor, miedź, mangan, a może molibden.

11. Pożądane byłoby prowadzenie badań z zastosowaniem radioaktywnych izotopów niektórych mikroelementów.

12. Poważnym hamulcem dla prowadzenia badań nad mikroelementami jest niedostateczne przygotowanie naszej młodej kadry. Należałoby wprowadzić specjalizację w tym kierunku w Zakładach Chemii Rolniczej, Gleboznawstwa i Torfoznawstwa.

13. Trzeba ustalić chociaż w przybliżeniu potrzeby naszego rolnictwa na niektóre mikroelementy na najbliższe 5—10 lat i zobowiązać przemysł chemiczny do produkcji odpowiednich mikronawozów.

14. Prowadzić badania nad fizjologiczną rolą mikroelementów.

15. Informować rolników i zootechników o znaczeniu mikroelementów za pomocą odczytów i popularnych wydawnictw.

## STRESZCZENIE

Autor omówił obecny stan i projektowane kierunki badań w dziedzinie mikroelementów w Polsce oraz przegląd publikacji ogłoszonych w Polsce na ten temat.

## LITERATURA

- [1] Baszyński T.: Mikroelementy w niektórych gatunkach traw i roślin motylkowych. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, Vol. CCIV, 1955, s. 335.
- [2] Baszyński T., Sławiński W., Zawadzka I., Zawadzki K.: Torfowisko wysokie Gorbacz, cz. II. *Acta Soc. Bot. Poloniae*, Vol. XXV, 1956, s. 425.
- [3] Birecki M.: Wpływ nawożenia borem na wzrost, rozwój oraz plon ziemniaka. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 58, 1951, s. 113—126.
- [4] Boratyński K., Burstöm L.: Pobieranie miedzi i manganu przez pszenicę przy różnym *pH*. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 38, z. 2—3, 1937, s. 147—170.
- [5] Chłodkowski A., Sławeta L.: Brak kobaltu przyczyną śmiertelnych schorzeń u tryków. *Medycyna Wet.*, nr 7, 1951, s. 481.
- [6] Dąbrowska W., Zebrowski L., Lesiak K., Błońska J.: I. Szybkość reakcji krwiotwórczej na podstawie kobaltu u kurcząt. II. Badania nad rolą kobaltu w rozwoju zarodków kurzych. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 66, z. 4, ser. BT, 1953, s. 113—119.
- [7] Dąbrowska W., Zebrowski L., Lesiak K., Błońska J.: Szybkość reakcji krwiotwórczej na podstawie kobaltu u kurcząt. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 67, z. 2, ser. BT, 1954, s. 257—268.
- [8] Dębowski S.: Wpływ mikroelementów na rozwój chorób wirusowych i plony ziemniaków. *Nowe Roln.*, nr 15, 1958, s. 628.
- [9] Domański E.: Mikroelementy gleb lekkich i ich wpływ na zdrowotność zwierząt. *Postępy Nauk Roln.*, z. 6, 1954, s. 25—39.
- [10] Ewy Z., Bobek S.: Poziom jodu związanego z białkiem w surowicy bydła rasy czerwonej polskiej z okręgów wolotwórczych Podhala. *Medyc. Wet.*, nr 2, 1959, s. 100.
- [11] Górski M.: Wpływ związków boru na wzrost roślin. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 2, z. 1—2, 1932, s. 27—44.
- [12] Grabowski K., Rydel S., Szewczyk J., Zalewska E.: Niedobór substancji śladowych oraz hipowitaminoza B12 u bydła i owiec na glebach torfowych doliny nadnoteckiej. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 68, ser. E, z. 3, 1958, s. 213.
- [13] Grochulska M.: Wpływ niektórych mikroelementów na wielkość troci dunajcowej. *Zesz. Nauk. Uniw. Jagiellońskiego — Zoologia*, z. 1, 1957, s. 75.
- [14] Hauptman B.: Przypadek masowego zachorowania owiec na tle niedoboru substancji śladowych. *Medyc. Wet.*, nr 11, 1957, s. 654.
- [15] Kabata A.: Zagadnienie sorpcji miedzi i kobaltu w glebie. *Postępy Nauk Roln.*, R. 7, z. 4, 1955, s. 53—60.
- [16] Kabata A.: O zawartości kobaltu w niektórych glebach obszaru świętokrzyskiego. *Roczn. Glebozn.*, t. 3, 1954, s. 323.
- [17] Kabata A.: Występowanie kobaltu w glebach łąkowych i pastwiskowych niektórych terenów górskich. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 70, ser. A, z. 4, 1955, s. 609—615.
- [18] Kabata A.: Omówienie metod oznaczania kobaltu w glebach przy zastosowaniu nitroso-R soli. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 71, ser. A, z. 3, 1955, s. 471—484.

- [19] Kabata A.: Wstępne prace dotyczące występowania kobaltu w glebach Zakładu Naukowo-Badawczego w Slejniku. Roczn. Glebozn., t. 4, 1955, s. 210.
- [20] Kabata A.: Zawartość kobaltu, miedzi, niklu w najważniejszych glebach oraz sianie nadnoteckich i nadodrzańskich terenów łąkowych. Roczn. Roln., t. 78, ser. A, z. 3, 1958, s. 379.
- [21] Kabata A.: Aktualne zagadnienia dotyczące mikroelementów w rolnictwie szkockim. Postępy Nauk Roln., nr 3, 1958, s. 127.
- [22] Kabata A.: Komunikat informacyjny z Państwowego Laboratorium dla Badań Gleby, Roślin i Żywnienia w Stanach Zjednoczonych. Postępy Nauk Roln., nr 2, 1959, s. 125.
- [23] Kamiński J.: Oznaczanie jodu w sianie i w wodzie w wolowórczyca rejonu woj. krakowskiego. Medyc. Wet., nr 11, 1959, s. 678.
- [24] Kołodna G.: Wpływ magnezu i azotu na powstawanie tłuszczu u *Mucor mucedo*. Acta Soc. Botanic. Poloniae, nr 4, 1937.
- [25] Kofer M.: Przyczynek do poznania wpływu boru na wzrost roślin. Roczn. Nauk Roln., t. 51, 1949, s. 65.
- [26] Kwieciński R.: Próby wyjaśnienia mechanizmu działania siarczanu miedzi na glebach torfowych. Pamiętnik Państw. Inst. Nauk Gosp. Wiejskich w Puławach, t. 11, 1930, s. 553.
- [27] Lityński T., Jurkowska H., Piątek D.: Wpływ fluoru na kropidła (*Aspergillus niger*). Acta Microbiol. Polon., t. 5, nr 1—2, 1956, s. 147.
- [28] Liwski S.: Zawartość manganu, boru, miedzi, kobaltu, cynku i żelaza w roślinach łąkowych i bagiennych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., w druku 1960.
- [29] Liwski S.: Wpływ mikroelementów Mn, B, Cu, Co, Mo i Zn na jakość paszy. Materiały z Międzynarodowej Konferencji Melioracyjnej. Lublin, 1959.
- [30] Liwski S.: Mikroelementy — mangan, żelazo, bor, miedź, kobalt, cynk i molibden w roślinności łąkowej i bagiennej. Roczn. Nauk Roln., ser. F, w druku, 1960.
- [31] Maciak F.: Wpływ niektórych mikroelementów (Cu, B, Zn) na przebieg nitrifikacji w torfach surowych i amoniakowanych. Roczn. Nauk Roln., ser. A, t. 71, z. 3, 1955.
- [32] Macko S.: W sprawie badań mikroelementów. Kosmos, z. 1, 1955, s. 41.
- [33] Majewski F., Majewska W.: Badania nad wpływem boru na pomidory. Roczn. Nauk Roln., t. 68, ser. A, z. 1, 1953, s. 65—84.
- [34] Majewski F.: Fizjologiczna rola boru w roślinie. Post. Nauk Roln., nr 2, 1956, s. 47.
- [35] Majewski F.: Występowanie i zachowanie się boru w glebach. Post. Nauk Roln., nr 2, s. 31, 1957.
- [36] Majewski F.: Zagadnienie nawożenia borem. Postępy Nauk Roln., nr 5, 1957, s. 136.
- [36a] Majewski F.: I. Badania nad potrzebą nawożenia borem. II. Zawartość boru w roślinach jako podstawa określenia potrzeb nawożenia. W druku.
- [37] Malysowa E.: Wpływ nawożenia fosforowego i borowego na plon i skład chemiczny soi. Zesz. Nauk. WSR Wrocław — Rolnictwo, z. 1, 1955, s. 135—152.
- [38] Maksimow A.: Wartość nawozowa odpadków przemysłu borowego. Roczn. Nauk Roln., t. 59, 1951, s. 23.
- [39] Maksimow A.: Mikroelementy i ich znaczenie w życiu roślin i zwierząt. Podręcznik, Warszawa, 1947, s. 175.

- [40] Maksimow A.: Mikroelementy i mikronawozy. Podręcznik. Warszawa, PWRiL, 1949, s. 286.
- [41] Maksimow A.: Mikroelementy i ich znaczenie w życiu organizmów. Monografia. PWRiL., Warszawa, 1954, s. 420.
- [42] Maksimow A.: Mikroelementy w rolnictwie. Podręcznik, PWRiL, Warszawa, 1955, s. 76.
- [43] Maksimow A.: Mikronawozy. W druku.
- [44] Maksimow A., Croboczek E.: Znaczenie mikroelementów przy uprawie warzyw na torfach. Roczn. Nauk Roln., t. 68, A-3, 1954, s. 47.
- [45] Maksimow A., Dłubakowski S.: Nityfikacja azotu torfów amoniakowych. Roczn. Nauk Roln., ser. A, t. 66, z. 1, 1952.
- [46] Maksimow A., Liwski S.: Mikronawozy na glebach torfowych. Roczn. Glebozn., t. 2, z. 1, 1952, s. 11.
- [47] Maksimow A., Liwski S., Kozakiewicz A.: Agrochemiczna charakterystyka torfu na podstawie badań torfowiska Pulwy. Roczn. Nauk Roln., t. 74, ser. F, z. 1, 1960.
- [48] Maksimow A., Okruszko H.: Sorpcja i elektroliza miedzi w torfach. Roczn. Glebozn., t. 1, 1950, s. 22.
- [49] Maksimow A., Okruszko H., Liwski S.: Torfowisko Biebrza. Roczn. Nauk Roln., t. 68, A-1, 1953.
- [50] Maksimow A., Okruszko H., Liwski S.: Torfowiska biebrzańskie — Kuwasy, Modzelówka, Jęgrznia. Roczn. Nauk Roln., t. 71, A-3, 1955.
- [51] Maksimow A., Okruszko H., Liwski S.: Torfowisko biebrzańskie — Brzeziny Ciszewskie. Roczn. Nauk Roln., t. 72, ser. A, 1956.
- [52] Maksimow A., Pawlak T.: Sorpcja manganu w torfach. Roczn. Nauk Roln., t. 59, 1951, s. 17.
- [53] Michalski J.: Łąka i torfowisko. Warszawa, 1935.
- [54] Mieczyski J.: Znaczenie mikronawożenia dla podniesienia plonów buraka cukrowego. Nowe Roln., nr 6, 1953, s. 31—37.
- [55] Musierowicz A., Krzyszowski J., Wondrausch A.: Studia nad wpływem wielkości dawki siarczynu miedzi na wysokość plonów ziarna owsa i jęczmienia uprawianych na dublańskim torfie niskim. Roczn. Nauk Roln., t. 50, 1948, s. 51—70.
- [56] Musierowicz A., Kuźnicki F., Zagitz J.: Materiały do poznania zawartości manganu w glebach polskich. Roczn. Glebozn., t. 1, 1950.
- [56a] Musierowicz A.: Roczn. Nauk Roln. i Leśn., t. 29, 1939.
- [57] Musierowicz A., Leszczyńska E., Nowak H.: Zawartość w glebach woj. warszawskiego manganu i tytanu rozpuszczalnego w stężonym kwasie siarkowym. Roczn. Glebozn., t. 2, 1952, s. 173.
- [57a] Musierowicz A. i współprac.: Gleby woj. warszawskiego. Roczn. Nauk Roln., t. 75, ser. D, 1956.
- [57b] Musierowicz A. i współprac.: Gleby woj. łódzkiego. Roczn. Nauk Roln., t. 86, ser. D, 1960.
- [58] Musierowicz A., Rut W.: Materiały do poznania zawartości boru w glebach. Roczn. Nauk Roln., t. 50, 1948, s. 51—79.
- [59] Nowosielski O.: Dostępne formy manganu a potrzeby nawozowe gleb. Roczn. Glebozn., t. 7, 1959, s. 139.
- [60] Nowosielski O., Seweryn T.: Przydatność *Aspergillus niger* do oznaczania manganu dostępnego w glebie. Roczn. Glebozn., t. 7, 1959, s. 65.

- [61] Nowosielski O., Seweryn T.: Mangan dostępny dla *Aspergillus niger* a mangan wymienny i rozpuszczalny w wodzie. Roczn. Glebozn., t. 7, 1959, s. 97.
- [62] Nowotny A.: Wpływ boru na rozwój soi i buraków cukrowych. Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejskiego w Puławach, t. 15, 1935, s. 19—35.
- [63] Nowotny A.: Wpływ boru na rozwój żółtego łubinu w obecności wapnia. Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejskiego w Puławach, t. 16, z. 1, 1937, s. 49—70.
- [64] Nowotny - Mieczysława A., Wróblewska Z.: Wpływ mikroelementów (manganu i boru) na rozwój pomidorów. Roczn. Nauk Roln., t. 54, 1950, s. 257—272.
- [65] Nowotny - Mieczysława A., Ruszkowska M.: Próba opracowania biologicznej metody oznaczania przyswajalnego manganu w glebie. Roczn. Nauk Roln., t. 66, ser. A, z. 1, 1952, s. 181.
- [66] Nowotny - Mieczysława A., Ruszkowska M.: Wpływ manganu stosowanego w różnych okresach rozwoju pomidorów na ich wzrost i owocowanie. Roczn. Nauk Roln., t. 68, ser. A, 1954, s. 670.
- [67] Nowotny - Mieczysława A., Ruszkowska M.: Wpływ manganu i żelaza na rozwój zawirusowanych ziemniaków. Roczn. Nauk Roln., t. 68, ser. A, z. 4, 1954, s. 670.
- [68] Nowotny - Mieczysława A.: Biologiczne funkcje mikroelementów. Kosmos, z. 4, 1954, s. 389.
- [69] Nowotny - Mieczysława A.: Niektóre problemy mechanizmu wiązania wolnego azotu. Acta Microb. Polon., Vol. VIII, nr 3—4, 1959.
- [70] Nowotny - Mieczysława A.: Nowe drogi badań nad mikroelementami. Postępy Nauk Roln., z. 4, 1960, s. 138—146.
- [71] Nyrek S.: Związki kobaltu i ich rola w biochemii. Medyc. Wet., nr 3, 1954, s. 121.
- [72] Nyrek S.: Niedobory kobaltu. Medyc. Wet., nr 4, 1954, s. 201.
- [73] Pietruszczewski Z.: Wpływ manganu na proces nityfikacji amoniaku. Roczn. Nauk Roln., t. 9, z. 2, 1923, s. 235—287.
- [74] Preis J., Fritz Z.: Nie ma sukcesów hodowlanych bez prawidłowego żywienia mineralnego i witaminowego. Przegl. Hodowl., nr 2, 1960, s. 16—18.
- [75] Reifer I.: Szybka metoda oznaczania kobaltu w materiale roślinnym. Roczn. Nauk Roln., t. 62, 1952, s. 99—106.
- [76] Różycki K.: Znaczenie jodu w żywieniu zwierząt użytkowych. Przegl. Hodowl., nr 9, 1930, s. 1—11.
- [77] Ryś R.: Polarograficzne oznaczanie miedzi w płynach ustrojowych u przeżuwaczy. Roczn. Nauk Roln., t. 66, z. 2, 1953, s. 127.
- [78] Ryś R.: Znaczenie metabolizmu miedzi w hodowli zwierząt. Postępy Nauk Roln., R. 6, z. 6, 1954, s. 66—77.
- [79] Ryś R., Łazarska B.: Badania nad metabolizmem miedzi i molibdenu. Cz. I. Roczn. Nauk Roln., t. 70, ser. BT, z. 1, 1955, s. 1—5.
- [80] Ryś R.: Modyfikacja kolorymetryczna oznaczania miedzi we krwi metodą McFarlana. Roczn. Nauk Roln., t. 69, ser. BT, z. 2, 1955, s. 301—304.
- [81] Ryś R.: Zachowanie się magnezu w surowicy krwi krów karmionych moczynikiem. Roczn. Nauk Roln., ser. B, z. 2, 1959, s. 229.
- [82] Ryś R.: O roli niektórych mikroelementów (cz. I—miedź). Przegl. Hodowl., nr 5, 1959, s. 31—34.
- [83] Ryś R.: O roli niektórych mikroelementów (cz. II—mangan). Przegl. Hodowl., nr 6, 1959, s. 30—32.
- [84] Ryś R., Groblewski S., Styczyński H.: Dalsze badania niedoboru miedzi na niektórych terenach Polski. Roczn. Nauk Roln., ser. BT, z. 3, 1957, s. 365—386.

- [85] Ryś R.: Znaczenie manganu w przemianie materii. *Medyc. Wet.*, nr 5, 1959, s. 285.
- [86] Sarosiek J.: Zawartość chromu a karłowatość u *Senecio viscosus L.* *Acta Soc. Bot. Poloniae*, Vol. XXVII, nr 1, 1957, s. 1.
- [87] Sarosiek J.: Zawartość ołowiu w *Calamagrostis epigenos.* *Acta Soc. Bot. Poloniae*, Vol. XXVIII, nr 3, 1959, s. 447.
- zwierząt. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 72, ser. F, z. 2, 1957, s. 929.
- [88] Seidler S.: Badania nad wpływem mikroelementów na rozwój i produktywność
- [89] Słobodziński A.: Jod radioaktywny w badaniach czynności tarczycy. *Medyc. Wet.*, nr 8, 1959, s. 488.
- [90] Starck J. R.: Wpływ boru na pomidory w różnych okresach ich rozwoju. *Acta Soc. Bot. Poloniae*. Vol. XXIV, nr 1, 1955, s. 675.
- [91] Strzemski M.: Nowy problem niedoborowy w Polsce. *Medyc. Wet.*, nr 3, 1955, s. 223.
- [92] Strzemski M.: Geochemia a weterynaria. *Medyc. Wet.*, nr 3, 1953, s. 122.
- [93] Strzemski M., Gawęda Z.: Inwentaryzacja manganu w glebach „przedczwartorzędu“ woj. kieleckiego. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 70, ser. A, z. 1, 1954, s. 17—24.
- [94] Strzemski M., Gawęda Z.: Inwentaryzacja tytanu w glebach przedczwartorzędu woj. kieleckiego. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 70, ser. A, z. 1, 1954, s. 135—144.
- [95] Strzemski M.: Mangan jako miernik koncentracji biologicznej elementów pokarmowych w glebie. *Kosmos*, z. 2, 1954, s. 220.
- [96] Strzemski M.: Sprawa zawartości niektórych zootechnicznie ważnych mikroelementów w różnych glebach. *Przegl. Hodowl.*, t. 7, 1956, s. 31.
- [97] Święcicki C.: Oznaczanie rozpuszczalnego boru metodą elektrolizy w skałach węglanowych. *Roczn. Glebozn.*, dodatek do tomu 7, 1959.
- [98] Świętochowski B.: Prace doświadczalne oraz sprawozdania z działalności Roln. i Agrot. Zakładu Doświadczaln. w Puławach. Puławy 1927—1937.
- [99] Świętochowski S., Świętochowska M.: Zarys uprawy torfów. Warszawa, 1935.
- [100] Świętochowski B.: Sprawozdanie stacji doświadczalnej torfowej w Sarnach. 1932.
- [101] Szafarski J.: Przyczynę do zatruc siarczanem miedzi u drobiu. *Medyc. Wet.*, nr 8, 1947, s. 527.
- [102] Terlikowski F., Górnicki T.: Zawartość tytanu w niektórych roślinach uprawnych. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 25, z. 2, 1933, s. 289—298.
- [103] Terlikowski F., Miłkowski K.: Wpływ związków boru na rozwój niektórych roślin. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 31, z. 1—2, 1934, s. 167—202.
- [104] Terlikowski F., Nowicki B.: Zawartość boru w niektórych glebach, roślinach i nawozach potasowych. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 28, z. 1—2, 1932, s. 135—144.
- [105] Tuchatko A., Czekalski A., Wojtowska R.: Wykorzystanie przez rośliny boru i manganu z nawozów organicznych. W druku.
- [106] Wojciechowski J., Przybylska J.: Wpływ różnego stosunku wapnia, boru i kwasu indolooctowego na rozwój systemu korzeniowego *Sinapis alba*. *Roczn. Nauk Roln.*, ser. A, t. 79, z. 2, 1958, s. 541.
- [107] Wróblewska Z.: Wpływ manganu i boru na wartość użytkową pomidorów. *Roczn. Nauk Roln.*, t. 70, ser. A, 1955, s. 315—316.
- [108] Ziemska J.: Wpływ nawożenia mikroelementami (Fe, Mn i Cu) przy różnych pH gleby na zawartość kwasu askorbinowego, beta — karotenu oraz innych karotenoidów w szpinaku. *Post. Nauk Roln.*, R. 6, z. 6, 1954, s. 109—111.

АЛЕКСАНДР МАКСИМОВ

О НАСТОЯЩЕМ ПОЛОЖЕНИИ УЧЕНИЯ О МИКРОЭЛЕМЕНТАХ  
В ПОЛЬШЕ И О ПРЕДПОЛАГАЕМЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ  
ПО ЭТОМУ ВОПРОСУ

Кафедра Торфоведения Варшавской Главной Сельскохозяйственной Школы

## Резюме

Автором изложено настоящее положение дела и программа дальнейших исследований в области учения о микроэлементах в Польше, а также сделано обозрение трудов напечатанных в Польше на эту тему.

ALEKSANDER MAKSIMOW

PRESENT STATE AND PROPOSED DIRECTION OF RESEARCH  
IN THE FIELD OF MICROELEMENTS IN POLAND

Dept. of Peat Science, Central School of Agric. Economics, Warsaw

## Summary

Author discusses the present state and the proposed directions of Polish research on microelements and surveys the respective Polish literature.