

ALINA KABATA
Zakład Gleboznawstwa IUNG — Puławy

WPŁYW GLEB NA ZAWARTOŚĆ MIKROELEMENTÓW W ROŚLINACH I NA ŻYWIENIE ZWIERZĄT

Już od dawna została ustalona i rozpoznana współzależność pomiędzy glebą a składem mineralnym roślin i stanem odżywienia zwierząt. W historycznym ujęciu zagadnienie to rozpoczęły pierwsze rozpoznania enorób kośćca u cieląt w połowie XIX wieku, następnie ustalenie niedoborów kobaltu u przeżuwaczy, fizjologicznej roli miedzi oraz toksycznego działania selenu i molibdenu, a wreszcie ciągle wykrywanie nowych schorzeń u zwierząt, powodowanych jakimiś czynnikami pokarmowymi lub też zmianą naturalnej równowagi poszczególnych składników mineralnych. Znany jest już również nienormalny rozwój roślin powodowany brakiem lub nadmiarem przyswajalnych mikroelementów.

Gleby z niedoborem mikroelementów nie występują raczej nigdy na wielkich obszarach. Typowe „niedoborowe” gleby są zlokalizowane na niewielkich powierzchniach o określonych warunkach środowiskowych. Najczęściej objawy schorzeń u roślin i zwierząt na tych terenach nie występują w formach zbyt jaskrawych i łatwych do rozpoznania. Stąd wynika trudność przy charakteryzowaniu gleb danego obszaru pod względem zawartości składników mineralnych. W tym celu należy przeprowadzać szczegółowe badania w oparciu o chemiczną analizę gleb i roślin.

W niektórych krajach (ZSSR, USA) opracowano orientacyjne mapki wskazujące tereny z rozpoznanymi schorzeniami u zwierząt lub roślin, powstałymi w związku z nieodpowiednią zawartością mikroelementów w glebach. Nie zakończono jednak na tym badań nad mikroelementami, gdyż, jak się okazało, z czasem zwiększa się powierzchnia obszarów niedoborowych, a jednocześnie zjawiają się nowe schorzenia na nowych terenach, które są również powodowane jakimiś składnikami mineralnymi.

Znajomość tych faktów zmusza nas do szczegółowego przedyskutowania i omówienia racjonalnej metody badań w tej dziedzinie na terenie naszego kraju.

Na podstawie dotychczasowych badań przeprowadzanych w Polsce oraz w oparciu o informacje rolników, rejony ewentualnych niedoborów mikroelementów mogą wystąpić:

1. Na glebach torfowych, wytworzonych z torfów o małej zawartości namulów mineralnych i na występujących w ich otoczeniu glebach pia-

szczyстых, gdzie mogą zachodzić niedobory kobaltu i miedzi u przeżuwaczy. Rośliny często wykazują tu niedobór miedzi i manganu.

2. Na glebach piaszczystych, wytworzonych przede wszystkim z piasków pochodzenia wodno-lodowcowego, zwierzęta mogą cierpieć na brak kobaltu i miedzi, a rośliny na niedobór miedzi i molibdenu.

3. Na ciężkich glebach gliniastych i lekkich glebach piaszczystych z dużą ilością koloidów organicznych oraz na glebach węglanowych mogą występować objawy niedoboru cynku u drzew owocowych i warzyw.

4. Na glebach o małej kwasowości (gleby węglanowe lub silnie wapnowane) buraki i wieloletnie rośliny motylkowe mogą cierpieć na brak boru. Natomiast na glebach o zbyt dużej kwasowości może nastąpić nienormalny rozwój roślin ze względu na brak molibdenu.

5. Poza tym niedobory każdego z wymienionych mikroelementów mogą występować na różnych glebach, często nie w wyniku rzeczywistego braku tych elementów, lecz na skutek występowania ich w formie nieprzyswajalnej dla roślin.

6. Na glebach obszaru podkarpackiego i sudeckiego objawem niedoboru jodu są schorzenia zwierząt związane z niedoczynnością lub nadczynnością tarczycy.

Bezpośredni wpływ gleby na zdrowotność ludzi jest trudny do ustalenia. Przyczyną tego jest różnorodność pożywienia, produkowanego na wielu glebach o różnych właściwościach fizyko-chemicznych. Poza tym zapotrzebowanie u ludzi na składniki mineralne jest inne niż u zwierząt i często pokrywane w dużym stopniu na drodze „zanieczyszczeń” produktów spożywczych w czasie ich przeróbki, przechowywania lub przygotowania (np.: ślady różnych metali dostają się do artykułów spożywczych z młynów lub garnków). Rzadko występują u ludzi typowe schorzenia, spowodowane brakiem lub nadmiarem mikroelementów w glebach. Niemniej jednak znane są fakty chorób związanych ze ściśle określonym terenem. Do najbardziej rozpowszechnionych i poznanych należą zaburzenia w wydzielaniu gruczołu tarczycowego. Znane są również długotrwałe zatrucia u ludzi przebywających na terenach o toksycznej zawartości selenu i fluoru. Ustalono, że szereg chorób związanych z pewnymi zaburzeniami w metabolizmie, anemie i ogólny niedorozwój dzieci oraz podatność na choroby zakaźne, związane jest w jakimś stopniu z zawartością składników mineralnych w glebie.

W związku z omówionymi faktami zaistniała potrzeba poznania zawartości mikroelementów w glebach i roślinach, zwłaszcza na terenach, gdzie obserwuje się nienormalny rozwój zwierząt gospodarskich lub roślin. Szereg badaczy zajmuje się tym zagadnieniem w wielu krajach. W ostatnich 20 latach naszego stulecia badania te osiągnęły wybitny rozwój dzięki nowym precyzyjnym metodom analitycznym. Ponieważ jednak

badacze posługują się różnymi metodami, wyniki osiągnięte przez nich mają raczej wartość względną, tzn. nadają się do porównywania z analizami przeprowadzonymi tylko podobnymi metodami.

Za przykład może posłużyć przygotowane zestawienie przez W. O. Robinsona (U. S. Geological Survey), który rozesłał tę samą próbkę do szeregu pracowni spektralnych i chemicznych. Wyniki oznaczeń mikroelementów w tej samej próbce były bardzo różne, a różnice sięgały niekiedy 200%.

Fakty te nasuwają potrzebę skontrolowania i ewentualnego ujednoczenia metod oznaczania mikroelementów stosowanych w naszym kraju. W związku z tym, że prace nad mikroelementami prowadzone są w Polsce różnymi metodami, wyniki ich nie mogą być porównywane i użyte do ogólnych opracowań o charakterze syntetycznym.

Na ogół metody oznaczania mikroelementów, zarówno chemiczne, jak i fizyczne, należą do trudnych nie tylko ze względu na ich żmudną procedurę, ale i z powodu trudności w uzyskaniu odpowiednich odczynników i aparatury oraz potrzeby stworzenia warunków, zapewniających zupełne usunięcie zanieczyszczeń chemicznych i mechanicznych. Ostatnie badania przeprowadzone za pomocą precyzyjnych metod wykazały, że powietrze zanieczyszczone kurzem, przygotowanie próbek w młynkach metalowych lub porcelanowych, czy też użycie nieodpowiedniego szkła laboratoryjnego, powoduje tak duże zanieczyszczenie analizowanego materiału, że zmiana wyników przekracza granicę dopuszczalnego błędu. W związku z tym podstawowym zagadnieniem przy rozpoczynaniu prac nad mikroelementami powinno być stworzenie odpowiedniej pracowni, pozwalającej na możliwie najlepsze izolowanie wszelkich źródeł zanieczyszczeń.

Na podstawie przeglądu literatury można ustalić, że spośród fizykochemicznych metod oznaczania mikroelementów największe zastosowanie znalazły metody kolorymetryczne. W wielu wypadkach czułość ich jest większa od innych metod fizykochemicznych lub fizycznych i nie wymagają one zbyt skomplikowanej aparatury. Każda z nich posiada pewne zalety i wady. Bardzo istotnym zagadnieniem przy stosowaniu którejkolwiek z tych metod jest dobre opanowanie procedury i odpowiednie przystosowanie pracowni analitycznej.

Poniżej omówione są kolorymetryczne metody oznaczania pierwiastków śladowych w materiałach biologicznych i w glebach, stosowane najczęściej przez badaczy i posiadające praktyczne znaczenie.

K o b a l t: a) z nitrozo-R-solą. Procedura niezbyt trudna. Związek barwny rozpuszczalny w fazie wodnej, b) z 2-nitrozo-1-naftolem. Metoda bardziej czuła. Związek barwny należy ekstrahować rozpuszczalnikiem organicznym lub utrwalić w fazie wodnej koloidem ochronnym. c) z so-

dową solą o-nitrozokrezolu. Metoda bardzo czuła, ale pracochłonna. Wymaga parokrotnej ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi.

We wszystkich metodach potrzebne jest oddzielenie kobaltu od żelaza i innych metali ciężkich. Wszystkie wymienione metody oznaczania kobaltu są raczej skomplikowane.

M i e d ź: z dwuetylodwutiokarbaminianem sodu. Metoda bardzo czuła. Związek barwny jest ekstrahowany rozpuszczalnikiem organicznym. Żelazo należy usunąć z roztworu lub kompleksowo związać.

M o l i b d e n: z rodankiem sodu lub potasu. Reakcja barwna jest czuła, zachodzi w środowisku zredukowanym. Związek barwny ekstrahowany rozpuszczalnikiem organicznym.

B o r: a) z kurkumina. Procedura dość prosta. Związek barwny rozpuszczalny w alkoholu etylowym; b) z chinalizaryną — metoda bardziej skomplikowana.

M a n g a n: utlenia się do formy nadmanganianu. Związek barwny jest trwały i rozpuszczalny w fazie wodnej.

C y n k: z dithizonem. Metoda dość prosta. Związek barwny rozpuszczalny w czterochlorku węgla.

J o d: oddestylowuje się parokrotnie z alkoholem etylowym. Można oznaczać przez miareczkowanie lub kolorymetrycznie.

Możliwość oznaczenia zawartości składników mineralnych w glebie w formach tzw. „przyswajalnych” dla roślin jest przedmiotem wielu badań. W stosunku do makroskładników dobre rezultaty dało zastosowanie różnych metod biologicznych. Poza tym próbowano dobrać roztwory soli, których rozpuszczające właściwości miałyby odpowiadać sile pobierania tych składników przez rośliny. Przy badaniu mikroelementów zagadnienie to wydaje się bardziej skomplikowane. Zastosowanie metod biologicznych nie nadaje się do oznaczania wszystkich mikroelementów, natomiast proces ługowania tych pierwiastków na drodze reakcji chemicznych jest w znacznym stopniu uzależniony od rodzaju minerałów glebowych, z którymi pierwiastki te są związane. Ostatnio przeprowadzone prace nad tymi zagadnieniami wykazały, że wyniki ekstrahowania pierwiastków śladowych tym samym rozpuszczalnikiem są zupełnie inne dla różnych minerałów i nie pokrywają się z pobieraniem tych pierwiastków przez rośliny.

Logicznym podejściem do wybrania odpowiedniej metody oznaczania przyswajalnej zawartości mikroelementów w glebach jest porównywanie rozpuszczalnej ilości tych pierwiastków z ich zawartością w roślinach. Przebadano szereg rozpuszczalników dla oznaczenia przyswajalnej zawartości mikroelementów w glebach. Poniższe zestawienie wykazuje, jakie rozpuszczalniki były używane dla różnych pierwiastków.

1. Dla miedzi: kwas solny 10%; 1 n; 0,1 n; kwas azotowy 0,1 n; kwas octowy 1 n; cjanek potasu 0,1 n; wersenian dwusodowy (EDTA) 1%, pH 4, woda.

2. Dla kobaltu: kwas solny 10%, 0,1 n, 2 n; kwas octowy 2,5%, 1 n; kwas cytrynowy 1%, 2%; wersenian dwusodowy 0,1 m; octan amonu 1 n; cytrynian amonu 40%; siarczan cynku 0,05 m.

3. Dla manganu: kwas solny 10%; kwas azotowy 2%; kwas cytrynowy 2%; kwas octowy 2%; octan amonu 1 n; tiosiarczan sodu 0,4%; azotan wapnia 1 n; azotan wapnia lub magnezu z dodatkiem hydrochinonu (0,05 i 0,2%).

4. Dla cynku: kwas solny 0,1 n; octan amonu 1 n; kwas octowy 1 n; woda.

5. Dla boru: woda, kwas fosforowy 85%.

6. Dla molibdenu: kwas solny.

7. Dla jodu: kwas solny, woda.

Przy oznaczaniu składników przyswajalnych dla roślin oprócz rozpuszczalnika bierze się również pod uwagę inne czynniki, jak czas trwania ekstrakcji, sposób rozdrobnienia próbki glebowej (ogólnie przyjęto sita 2 mm) oraz stosunek objętościowy roztworu do gleby.

Niektórzy badacze proponują jednoczesne dodawanie roztworu dithiononu do ekstrakcji śladowych metali ciężkich. Przy takiej metodzie pierwiastki zostają ekstrahowane z fazy wodnej do fazy rozpuszczalnika organicznego i dzięki temu umożliwiające jest ich dalsze ługowanie z gleby. Ten sposób oznaczania przyswajalnych składników dla roślin daje wyniki bardziej zbieżne z ich zawartością w roślinach.

Na ogół ustalenie najlepszej metody oznaczania przyswajalności mikroelementów natrafia na wiele trudności. Należy jednak dokonać wyboru którejś z tych metod celem uzyskania wyników możliwie najbardziej porównywalnych.

Dokładne poznanie istotnego stanu niedoboru lub toksyczności jakichś mikroelementów wymaga oprócz oznaczenia zawartości ich w formie przyswajalnej w glebie opracowania norm niedoboru i jego objawów u roślin i zwierząt. Istnieje szereg norm ustalonych przez badaczy dla różnych pierwiastków i roślin.

Liczby graniczne zostały określone dla danych warunków ekologicznych i nie mogą obowiązywać w innych warunkach. Dlatego też korzystanie z liczb granicznych przyjętych w innych krajach może u nas nie dać żadnych rezultatów. Wynika stąd potrzeba ustalenia wzorców diagnostycznych dla mikroelementów, które mają lub mogą mieć u nas praktyczne znaczenie. Po ustaleniu takich norm nie będzie można stosować ich bezkrytycznie do wszystkich przypadków. Należy zawsze pamiętać, że zapotrzebowanie na mikroelementy ulega dużym zmianom

nie tylko pomiędzy różnymi gatunkami roślin, ale i w ramach samego gatunku. Stwierdzono, że różne odmiany jednego gatunku roślin pobierają niejednakowo mikroelementy z podłoża i na ogół odmiany o lepszej jakości reagują o wiele szybciej na niedobór różnych pierwiastków.

Na tle omówionych zagadnień mikroelementów w naszym rolnictwie istnieje potrzeba nie tylko ustalenia norm metodycznych, ale również opracowania pewnych liczb granicznych w oparciu o powiązane badania glebowo-roślinne. Opracowanie poruszanych zagadnień może być rozwiązane w następujący sposób:

1. Powołanie Komisji, która zajęłaby się wyborem, skontrolowaniem i opracowaniem ujednoczonych metod dla oznaczania mikroelementów.
2. Ustalenie odpowiednich sposobów oznaczania przyswajalnych form mikroelementów i porównanie z ich zawartością w roślinach.
3. Zebranie informacji od rolników i zootechników odnośnie obserwowanych objawów niedoboru mikroelementów.
4. Opracowanie klucza do rozpoznania objawów niedoboru mikroelementów u roślin.
5. Ustalenie liczb granicznych dla mikroelementów w glebach Polski na podstawie obszernego materiału analitycznego.
6. Utrzymanie stałej współpracy pomiędzy gleboznawcami, chemikami rolniczymi, fizjologami roślin i zwierząt celem zapewnienia dokładnego poznania wpływu gleby na stan zdrowotny roślin i zwierząt.