

**WŁAŚCIWOŚCI AGROCHEMICZNE
GLEB I ZANIECZYSZCZENIA
METALAMI CIĘŻKIMI GRUNTÓW NA
UŻYTKACH ROLNYCH**

WSTĘP

Gleba stanowi podstawowy nieodnawialny element środowiska przyrodniczego (agrosystemu), który charakteryzuje się określonymi właściwościami chemicznymi, fizycznymi i biologicznymi ukształtowanymi pod wpływem działania naturalnego procesu glebotwórczego. W wyniku rolniczej i pozarolniczej (przemysłowej) działalności człowieka właściwości te mogą ulegać zmianom; może nastąpić pogorszenie lub poprawa żyzności gleby. Zgodnie z prawem minimum *Liebiga*, o żyzności gleby decyduje czynnik znajdujący się w minimum, np. gleby wytworzone z ilów są mniej żyzne od gleb gliniastych lub pyłowych (pomimo większej zasobności w składniki pokarmowe) z uwagi na niekorzystne warunki wodno-powietrzne. Niedostatek powietrza jest tu czynnikiem występującym w minimum – czynnikiem hamującym.

Do czynników warunkujących żyzność gleb należy budowa morfologiczna – właściwości morfologiczne profilu glebowego, miąższość gleby i poziomu próchnicznego, właściwości fizyczne – skład granulometryczny, struktura i tekstura, porowatość-układ porów, właściwości termiczne, wodne i powietrzne (woda i powietrze, jako czynniki antagonistyczne), właściwości chemiczne i fizykochemiczne – zasobność w składniki pokarmowe i inne. Wszystkie te składniki wzajemnie na siebie oddziałują, uzupełniają się i kompleksowo wpływają na stan żyzności gleby. Znając wartości tych czynników w uprawianej glebie istnieje możliwość zastosowania odpowiedniego nawożenia, czy też odpowiednich zabiegów agrotechnicznych w celu uzyskania wysokich plonów, natomiast nieprzemysłana działalność człowieka - uprawa roli bez analiz gleb prowadzić może do jej całkowitej degradacji, bardzo często niemożliwej do usunięcia.

Rozwój przemysłu spowodował gromadzenie się w glebie i rosnących na niej roślinach pierwiastków śladowych zwanych „**metalami ciężkimi**”. Szczególnie niebezpieczne dla środowiska są zanieczyszczenia pyłowe i gazowe zawierające toksyczne substancje, emitowane przez hutnictwo, górnictwo, metalurgię, gospodarkę komunalną i transport.

Na podstawie Dz. U. Nr 165/2002 Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów, jakości gleby oraz standardów, jakości ziemi, określa się wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń w glebie lub ziemi metalami ciężkimi, węglowodorami, środkami ochrony roślin oraz pozostałymi zanieczyszczeniami. Rozporządzenie to określa standardy jakości gleb lub ziemi uwzględniające ich funkcje aktualne i planowane, oraz kwalifikujące glebę lub ziemię do konkretnych użytkowań na podstawie podanych w tym rozporządzeniu wartości dopuszczalnych.

POBIERANIE PRÓBEK GLEBOWYCH ORAZ METODY

ANALITYCZNE

Próbki glebowe pobierane są z głębokości do 20-25cm.(z warstwy ornej) za pomocą laski Egnera. Sieć wyznaczonych punktów poboru próbek gleby w celu określenia zawartości metali ciężkich oznacza się za pomocą aparatu GPS. Próbki glebowe z odpowiednią metryczką i protokołem pobrania dostarcza się niezwłocznie do Działu Laboratoryjnego OSCH-R. Próbki analizowane są zgodnie z obowiązującymi normami i procedurami stosowanymi w Okręgowych Stacjach Chemiczno – Rolniczych.

Stosowane metody oznaczania kontrolowane są poprzez oznaczanie materiałów referencyjnych. Kontrola zewnętrzna, jakości badań prowadzona jest poprzez uczestniczenie Stacji w międzylaboratoryjnych badaniach porównawczych OSCHR w kraju oraz w systemie badań międzynarodowych WEPAL w Wageningen /Holandia/.

Badania przeprowadza się w Dziale Laboratoryjnym OSCH-R.

Potwierdzeniem kompetencji Działu Laboratoryjnego do wykonywania wymienionych badań jest posiadany przez niego od roku 2007 **Certyfikat Akredytacji Laboratorium Badawczego Nr AB 798 wydany przez PCA w Warszawie, wg normy unijnej PN-EN ISO/IEC 17025:2005.**

Wszystkie gleby zawierają pewne ilości pierwiastków śladowych. Do tej grupy pierwiastków zaliczane są **olów, kadm, cynk, nikiel, miedź i chrom**. Wśród znajdujących się w produktach roślinnych substancji szkodliwych dla zdrowia, jako szczególnie niebezpieczne wymienia się metale ciężkie. W rolnictwie terminem metali ciężkich określa się przede wszystkim te pierwiastki, które w największym stopniu skażają środowisko tj. **kadm, olów, cynk, miedź, nikiel**, a także **arsen i rtęć**. Wśród nich znajdują się także mikroelementy: **cynk i miedź**, które w bardzo małych ilościach są niezbędne do prawidłowego przebiegu procesów życiowych, jeśli natomiast występują w nadmiarze stają się toksyczne dla roślin lub pośrednio dla ludzi żywiących się nimi. Za najbardziej niebezpieczne wśród wymienionych metali uznaje się **kadm, olów, rtęć i arsen**, które zaliczane są do tzw. "metali śmierci". Metale ciężkie mogą zaburzać funkcjonowanie układu nerwowego powodując otępienie, upośledzenie umysłowe, zaburzenia wzroku i koordynacji ruchów, wywoływać zmiany nowotworowe, a także mogą uszkadzać wątrobę i nerki. Pierwiastki te wpływają także na metabolizm wapnia zwiększając łamliwość kości, co jest szczególnie niebezpieczne dla ludzi starszych. Problem związany z metalami ciężkimi polega nie tylko na ich wyjątkowej toksyczności, ale także na zdolności do akumulowania się, czyli

gromadzenia w organizmie człowieka. Skutki zdrowotne regularnego spożywania produktów zawierających nawet niewielkie ilości tych pierwiastków mogą ujawnić się po wielu latach.

ŹRÓDŁA METALI CIĘŻKICH

W warunkach naturalnych o zawartości metali ciężkich w glebach decyduje ich koncentracja w skale, z której gleba powstała. Gleby nie zanieczyszczone, o naturalnych zawartościach metali ciężkich mogą być przeznaczone pod wszystkie uprawy w tym ogrodnicze.

Metale ciężkie stanowią zagrożenie dla produkcji roślinnej przede wszystkim na terenach uprzemysłowionych. Wraz ze spalinami, ściekami czy pyłami przemysłowymi dostają się do gleby, skąd pobierane są przez rośliny i włączane do łańcucha pokarmowego. Rośliny mogą ulegać skażeniu nie tylko przez glebę, ale także przez części nadziemne, łatwo zatrzymujące na swojej powierzchni metale pochodzące z zanieczyszczonego powietrza. Źródłem metali ciężkich w glebach użytkowanych rolniczo mogą być nawozy mineralne, zwłaszcza fosforowe i wapniowe oraz nawozy organiczne - w tym szczególnie komposty z odpadów komunalnych i przemysłowych, ale także powstające z roślin pozyskiwanych w rejonach o dużym skażeniu pyłami przemysłowymi lub motoryzacyjnymi.

Na terenach zagrożonych występowaniem podwyższonych zawartości metali ciężkich np. w pobliżu dróg o dużym natężeniu ruchu samochodowego (w odległości mniejszej niż 80 m), wskazane jest wykonywanie analiz chemicznych gleby w celu określenia zawartości przynajmniej 3 metali: kadmu, ołowiu i cynku.

W przypadku przekroczenia dopuszczalnych norm tych pierwiastków należy zaniechać uprawy warzyw, szczególnie odznaczających się zwiększoną zdolnością do ich kumulowania.

Ołów (Pb)

Ołów podobnie jak inne pierwiastki śladowe jest naturalnym składnikiem różnych skał macierzystych, z których wykształciły się gleby. Ilość **ołowiu** w glebach terenów nie zanieczyszczonych uzależniona jest głównie od budowy mineralogicznej gleb, ich składu granulometrycznego oraz zawartości próchnicy. Metal ten jest mało ruchliwy w środowisku glebowym, dlatego jego migracja w glebach jest mniej intensywna niż innych metali

śladowych. **Ołów** wprowadzany jest do gleb z różnych źródeł i w wielorakich postaciach, gdzie podlega on kumulacji głównie w poziomach orno – próchnicznych. Zanieczyszczenie gleb **ołowiem** jest przede wszystkim wynikiem działalności przemysłowej (pyły metalonośne: górnictwo, hutnictwo), motoryzacyjnej oraz odpady przemysłowe i ścieki komunalne.

Z danych literaturowych wynika, że zawartości **ołowiu** w zależności od rodzaju i typu gleby wahają się w szerokich granicach: piaszczyste 8-24 mg/kg, gliniaste 13-52 mg/kg, aluwialne 15-50 mg/kg i organiczne (torfy) do 85 mg/kg. Dopuszczalna zawartość **ołowiu** w glebie wynosi **100 mg/kg s. m.** /Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz. U nr 165/2002 poz. 1359/.

Kadm (Cd)

Naturalne zawartości **kadmu** w glebach z Polski są zróżnicowane i uzależnione od geologicznego pochodzenia skał macierzystych, intensywności procesów glebotwórczych, wieku gleb oraz różnych czynników antropogenicznych. W powierzchniowych warstwach gleb Polski naturalne zawartości wynoszą 0,3 mg/kg.

W glebach kwaśnych **kadm** odznacza się znaczną ruchliwością, co powoduje, że jest łatwo pobierany przez rośliny. Skażenie gleb **kadmem** powodowane jest przez emisję pyłów metalonośnych, głównie hutnictwa metali nieżelaznych oraz odpady przemysłowe i komunalne. Dopuszczalna zawartość w glebie wynosi **4 mg / kg s. m.** /Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz. U. nr 165/2002 poz. 1359/.

Cynk (Zn)

Cynk jest podstawowym składnikiem roślin, reguluje metabolizm związków węglowodanowych i białkowych, występuje w enzymach. W glebach występuje w postaci jonów związanych przez minerały glebowe i substancję organiczną. Rozpuszczalność **cynku** wzrasta w miarę wzrostu kwasowości gleby. Deficyt **cynku** może powstać w glebach bogatych w fosforany, na glebach alkalicznych i silnie wapnowanych. Nadmiar **cynku** hamuje działalność białek wiążących wapń i wpływa na gospodarkę miedzią i żelazem. Niedobór **cynku** wywołuje u roślin objawy chlorozy. Zawartość **cynku** ogółem w glebach wynosi od 10 do ponad 200 mg w 1 kg gleby. Znaczna część tego pierwiastka występuje w warstwie ornej. **Cynk**, podobnie jak miedź, jest pierwiastkiem mało ruchliwym w glebie. Nie stwierdza się zależności pomiędzy składem mechanicznym gleby a zawartością w niej **cynku**.

Na przyswajalność **cynku** wpływa: odczyn gleby; im gleba jest bardziej kwaśna, tym lepsza przyswajalność, ale również zwiększa się możliwość wymywania **cynku**, zawartość materii organicznej w glebie - w glebach organicznych i cięższych mineralnych przyswajalność **cynku** jest niższa, zawartość fosforu; pobieranie **cynku** przez rośliny ograniczone jest w przypadku bardzo dużych zawartości fosforu w glebie.

Zawartość cynku w roślinach, a tym samym w żywności i paszach jest ważna ze względu na wymagania człowieka i zwierząt. Proces ubożenia gleb z **cynku** przebiega powoli. Dopuszczalna zawartość w glebie wynosi **300 mg / kg s. m.** /Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz. U. nr 165/2002 poz. 1359/.

Miedź (Cu)

Miedź występuje w skałach macierzystych gleb w znacznych ilościach 5-100 mg/kg. W procesach wietrzenia, jak też glebotwórczych tworzą się mało ruchliwe formy **miedzi**. Całkowite zawartości **miedzi** w glebie zależą od jej rodzaju i typu, a w mniejszym stopniu od czynników antropogenicznych. Naturalne zawartości **miedzi** w powierzchniowych poziomach gleb Polski wynoszą od 1 do 24 mg / kg. **Miedź** jest składnikiem szeregu enzymów, nie może być zastąpiona przez żaden inny składnik, jej brak wpływa niekorzystnie na procesy fotosyntezy i powoduje chlorozę roślin. **Miedź** reguluje w roślinach procesy oddychania, fotosyntezy i gospodarkę azotem. Jest aktywatorem wielu enzymów. Braki tego składnika np. u zbóż powodują opóźnienie kłoszenia, słabe wypełnienie ziarnem i większą podatność na choroby. Sprzyja im stosowanie wysokich dawek nawozów fosforowych i azotowych, wapnowanie, sucha pogoda. Zawartość **miedzi** ogółem w glebach wynosi 1-100 mg w 1 kg gleby. Najuboższe w **miedź** są gleby lekkie. Gleby organiczne i torfowe, aczkolwiek mogą zawierać dużo **miedzi** ogółem, ubogie są jednak w jej formy przyswajalne. Zubożenie gleb w Polsce w **miedź**, pomimo że jest to mikroelement mało ruchliwy, przebiega szybko. W wielu rejonach kraju, m.in. w Wielkopolsce, występują niedobory **miedzi**, ograniczające coraz bardziej plonowanie roślin, w tym głównie zbóż, natomiast w regionach górniczo-hutniczych oraz przy utylizacji odpadów i ścieków komunalnych mogą pojawiać się zbyt wysokie zawartości **miedzi**. Dopuszczalna zawartość wynosi **150 mg/kg s. m.** /Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów, jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz. U nr 165/2002 poz. 1359/.

Nikiel (Ni)

Pierwiastek ten występuje dość powszechnie w skałach macierzystych różnych gleb i związany jest geochemicznie z zawartością żelaza. Na ogół gleby zawierające duże ilości żelaza odznaczają się zwiększoną zawartością **niklu**. W procesach glebotwórczych **nikiel** jest silnie związany przez substancję organiczną, koloidy glebowe i wodorotlenki żelaza, dlatego też jego przemieszczanie się w glebach jest znacznie utrudnione.

Zanieczyszczenia gleb **niklem** powodowane są głównie przez emisję pyłów metalonośnych (przemysły: hutniczy, szklarski, galwanizacyjny) oraz ścieki i odpady przemysłowe. Całkowite zawartości **niklu** w glebach są znacznie zróżnicowane w zależności od rodzaju i typu gleb. Dopuszczalna zawartość wynosi **100 mg/kg s. m.** /Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz. U. nr 165/2002poz. 1359/.

Chrom (Cr)

Chrom jest pierwiastkiem chemicznym należącym do grupy 6B w układzie okresowym, występuje on na +2, +3, +6 stopniu utlenienia. Biologicznie najważniejszy jest **chrom** trójwartościowy(III) i sześciowartościowy (VI). **Chrom** trójwartościowy występuje powszechnie w powietrzu, wodzie, glebie i żywności (np. mięso, wątroba, pełnoziarniste pieczywo, drożdże piwne). **Chrom** jako pierwiastek jest zaliczany do mikroelementów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania i rozwoju organizmu, lecz jego nadmiar jest szkodliwy. Dopuszczalne ilości **chromu** w glebie wynoszą **150 mg/kg s. m.** /Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi Dz. U nr 165/2002 poz. 1359/.

ZNACZENIE ODCZYNU I ZAWARTOŚCI MAKROELEMENTÓW

W GLEBIE NA WZROST I ROZWÓJ ROŚLIN

Odczyn gleby

Postępujący proces zakwaszenia gleb prowadzi do powstania niekorzystnych zmian w stanie środowiska. Największy wpływ na zakwaszenie gleb mają gazowe zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki i tlenkami azotu, docierające do szaty roślinnej, gleb i wód

w postaci kwaśnych deszczów i tzw. suchego opadu. Średnio na hektar może opadać rocznie do 200 kg dwutlenku siarki. Efektem tego jest postępujący z dużym nasileniem proces zakwaszania gleb. Ostatnie badania wykazują, że w Polsce 60% użytków rolnych (61% gruntów ornych i 52% użytków zielonych) ma odczyn kwaśny. Gleby o odczynie bardzo kwaśnym, uznać należy za chemicznie zdegradowane. Zakwaszenie przyspiesza wiele procesów, których następstwem jest zubożenie gleb w jony zasadowe (wapń, magnez i potas) oraz uwolnienie składników szkodliwych dla roślin (zakwaszenie wód powodujące uwalnianie glinu toksycznego dla ryb i innych organizmów, obumieranie lasów) a także wzrost mobilności i dostępności dla roślin metali ciężkich. Przeciwdziałanie zakwaszeniu gleb polega na ich systematycznym wapnowaniu.

Znaczenie fosforu dla roślin

Fosfor jest najdroższym z podstawowych składników pokarmowych stosowanym coraz częściej w niedostatecznych ilościach, a pełniącym najbardziej uniwersalne funkcje w życiu roślin oraz zwierząt. Pobierany jest przez rośliny równomiernie, w ilościach zgodnych z ich wymaganiami pokarmowymi i w przeciwieństwie do azotu oraz potasu, jest pierwiastkiem bezpiecznym, bo nie jest przez rośliny akumulowany w nadmiernych, często toksycznych ilościach. Pomimo że **fosfor** jest bardzo szybko wbudowany w związki organiczne rośliny, jest pierwiastkiem ruchliwym i może się przemieszczać w dół i górę rośliny, czyli miejsca, gdzie jest roślinie bardziej potrzebny. Występuje w roślinie także w formie mineralnej, głównie jako ortofosforan, czyli związek powszechnie stosowany w nawozach mineralnych. Bierze udział w podstawowych procesach życiowych rośliny. Tworząc wysokoenergetyczne wiązania, jest nośnikiem energii podczas fotosyntezy i oddychania, a więc decyduje o przebiegu tych podstawowych procesów życiowych. Umożliwia również czynne (wybiórcze) pobieranie składników pokarmowych oraz syntezę związków organicznych. Niedobór **fosforu** ogranicza syntezę białka, co prowadzi do akumulacji w roślinie małocząsteczkowych, często toksycznych związków azotu a brak białka hamuje wzrost roślin. Fosfor decyduje o powstawaniu, transporcie i akumulacji węglowodanów, cukrów i tłuszczu w roślinie. Jego związki są podstawowym składnikiem błon plazmatycznych. Jest także nośnikiem informacji genetycznej. Akumulowany w nasionach w formie fityny, decyduje o tworzeniu się nasion, a później o ich kiełkowaniu i metabolizmie młodych roślin. Decyduje o wszystkich podstawowych procesach życiowych.

Dobre odżywienie rośliny **fosforem** od początku jej wegetacji, zgodnie z jej wymaganiami pokarmowymi wpływa na:

- aktywność biologiczną gleby, powodując lepsze wykorzystanie innych składników z gleby;
- prawidłowe ukorzenie i krzewienie roślin, czyli wyższe plony i mniejsze ich wahania (wierność plonowania);
- poprawę odporności roślin na niedobory wody, na choroby i wyleganie np. zbóż,
- większą odporność roślin na przymrozki i mrozy,
- wzrost zawartości białka, cukrów, skrobi, tłuszczu, witamin z grupy B, C i karotenu w roślinach;
- ograniczone akumulowanie szkodliwych form azotu (np. azotanów) w roślinach i zapobiega ujemnym skutkom wysokich dawek azotu;
- prawidłowy i równomierny rozwój i dojrzewanie roślin;
- krótszy okres wegetacji, bardziej wyrównane dojrzewanie łanu, lepsze wypełnienie i zdolność do kiełkowania nasion;
- poprawę wartości biologicznej i technologicznej plonów, likwidując ujemne skutki nawożenia azotem, a przede wszystkim zwiększając efektywność jego działania.

Niedobór **fosforu** powoduje zahamowanie wzrostu łodyg i liści, karłowacenie roślin, słaby rozwój kwiatów; nie wytwarzają się prawidłowo nasiona. Rośliny stają się drobne, strzeliste, o cienkich łodygach i słabym systemie korzeniowym. Zwalnia się proces ukorzenia i krzewienia rośliny. Ograniczone jest kwitnienie, tworzy się mniej nasion i owoców o gorszej jakości, a przy głębokim niedoborze roślina nie wytwarza nasion i owoców. Przybiera matowe, ciemnozielone zabarwienie, przechodzące w fioletowe lub czerwone. Zmiany te dotyczą liści starych, dolnych, które następnie brunatnieją i zasychają. Ponieważ już od fazy kiełkowania nasion **fosfor** pełni bardzo ważne funkcje, akumulowany jest on w dużych ilościach właśnie w nasionach. Do 80% pobieranego przez zboża **fosforu** gromadzone jest w ziarnie. Bardzo dużo **fosforu** powinno znajdować się w młodych roślinach. Zboża w fazie końca krzewienia powinny zawierać od 0,7 do 1,4% P_2O_5 . W miarę wzrostu rośliny pobieranie fosforu jest równomierne, a jego koncentracja w roślinie zmniejsza się, bo zwiększa się masa rośliny. Natomiast od fazy kwitnienia i w fazie formowania się ziarniaków tempo pobierania fosforu maleje, a pierwiastek ten wcześniej zakumulowany przemieszcza się z liści i łodyg do kłosa. W słomie znajduje się już tylko 0,25% P_2O_5 , to jest około 3,5 razy mniej jak w ziarnie. Powyższe informacje wskazują, że roślina powinna być dobrze zaopatrzona w **fosfor** od początku swej wegetacji.

Znaczenie potasu dla roślin

Zakłócenie proporcji makroelementów w przestrzeni korzeniowej szczególnie ważne jest w przypadku **potasu** i **magnezu**, gdyż przewaga jednego ze składników, np. potasu prowadzi do ograniczenia pobierania magnezu (antagonizm K:Mg), ma negatywny wpływ na wzrost roślin- szczególnie w przypadku stanowisk ubogich w magnez co w rezultacie staje się przyczyną spadku plonów. Biorąc pod uwagę aspekt ilościowy, potas jest najważniejszym składnikiem pokarmowym roślin. Stanowi on 42% wszystkich minerałów, jakie zawiera popiół roślinny. **Potas** jest niezbędny dla następujących procesów życiowych: w procesie fotosyntezy aktywuje enzymy podczas asymilacji CO₂, wspiera transport cukru i skrobi z liści do organów spichrzowych, zwiększa ilość ziaren/kłosów, pozytywnie wpływa na tworzenie ziarna i na masę 1000 ziarn. **Potas** jest niezbędny dla produkcji cukru w liściach, jego transportu do korzenia i magazynowania. Reguluje gospodarkę wodną, dzięki czemu roślina traci mniej wody podczas parowania, a produkcja suchej masy zostaje zwiększona, jest nieodzowny w procesie tworzenia aminokwasów i białek, a więc dla przemiany azotu nieorganicznego w organiczny, zwiększa wykorzystanie azotu, wspiera tworzenie i magazynowanie celulozy i ligniny, przez co wzmacnia źdźbło, dzięki akumulacji asymilatów potas obniża punkt zamarzania komórki roślinnej, stabilizuje błonę komórkową i redukuje podatność na choroby i szkodniki.

Znaczenie magnezu dla roślin

Magnez jest jednym z głównych makroelementów, na który zapotrzebowanie w przypadku większości roślin jest większe, niż na fosfor mimo to rola **magnezu** w nawożeniu jest często niedoceniana. Do najważniejszych procesów, w których bierze udział **magnez**, należy fotosynteza gdzie centralny atom chlorofilu, magnez jest odpowiedzialny za przetwarzanie energii w biomasę. **Magnez** jest składnikiem pektyny, strukturalnego elementu ściany komórkowej, **magnez** jest silnie ruchliwą, osmotycznie aktywną substancją. Jako pozytywny jon reguluje ciśnienie komórkowe oraz równowagę ładunków w komórce roślinnej, jest odpowiedzialny za agregację rybosomów, co warunkuje syntezę białek. Podczas powstawania skrobi oraz pobierania składników pokarmowych **magnez** odgrywa rolę elementu pomostowego w transporcie energii na drodze substrat-enzym, jest ważnym elementem kanałów transportujących cukier od liści do organów spichrzowych. Zapewnia dostarczenie odpowiednich ilości węglowodanów do owoców, ziaren, liści itd. Wchłanianie substancji pokarmowych przez korzeń odbywa się dzięki odpowiednim kanałom, których funkcjonowanie uzależnione jest od **magnezu**. Niedobór **magnezu** podczas wzrostu roślin

powoduje spadek jakości i obniżenie plonów. Mimo to jest on często przez rolników niedoceniany i od połowy lat 80-tych obserwuje się spadek poziomu zasobności gleb Polski w **magnez**.

MIKROELEMENTY PRZYSWAJALNE W GLEBIE

W glebie znajdują się również **mikroelementy** takie jak między innymi: **bor**, **mangan**, **miedź**, **cynk** i **żelazo**. W śladowych ilościach, biorą one udział w większości procesów chemicznych zachodzących w roślinach, ich niedobór lub brak hamuje je, dlatego bardzo ważna jest znajomość ich zawartości w glebie, gdyż w razie potrzeby można je uzupełnić, nawet w czasie wegetacji roślin poprzez nawożenie dolistne, które stało się integralną częścią nowoczesnych technologii uprawy roślin. Jest ono uzupełnieniem nawożenia doglebowego, ale nie może go zastąpić. W wielu wypadkach jednak decyduje o jakości i wysokości plonu, a tym samym o opłacalności uprawy. Lepsza staje się jakość nawożonych dolistnie produktów np. wzrasta zawartość glutenu w pszenicy lub cukru w burakach. Rośliny dobrze zaopatrzone w **mikroelementy** łatwiej bronią się przed chorobami. Dokarmianie poza korzeniowe daje możliwość precyzyjnego i dokładnie odpowiadającego potrzebom roślin uzupełnienia składników pokarmowych.

Bor (B)

Bor występuje w minerałach zawierających borokrzemiany. Szczególnie duże ilości boru zawierają młode gleby wytworzone z osadów morskich. Bor może występować zarówno w roztworach glebowych, jak i w kompleksie sorpcyjnym, tworząc związki niedostępne dla roślin. Zawartość boru ogółem w glebach waha się od 4 do 100 mg w 1 kg gleby. Gleby lekkie zawierają z reguły mniej boru ogółem i boru przyswajalnego niż gleby ciężkie. Wynika to między innymi z faktu, że z gleb lekkich, jako naturalnie bardziej kwaśnych, bor jest stosunkowo łatwo wymywany. Gleby cięższe i organiczne lepiej sorbują (zatrzymują) bor i dlatego z reguły są zasobniejsze w ten składnik.

Bor jest mikroelementem, którego przyswajalność dla roślin warunkują następujące czynniki:

- odczyn gleby; bor jest lepiej pobierany w glebach kwaśnych i lekko kwaśnych, a im wyższe jest pH, tym przyswajalność jest mniejsza,
- wapnowanie gleb zmniejsza przyswajalność boru, co ważne jest np. w uprawie buraka cukrowego i roślin motylkowatych drobnonasiennych (lucerna, koniczyna), które jednocześnie wymagają uregulowanego odczynu, czyli wapnowania i potrzebują do swego rozwoju dobrego zaopatrzenia w bor,

- zawartość materii organicznej w glebie (próchnicy), która może być bezpieczną rezerwą boru w glebie,
- wilgotność gleby; w miarę wzrostu uwilgotnienia gleby wzrasta przyswajalność boru.

Mangan (Mn)

Mangan spełnia ważną rolę w procesach fotosyntezy i oddychania. Występuje w glebie w dużych ilościach. Tylko niewielka część manganu dostępna jest dla roślin. Mangan występuje, jako czynny w roztworach glebowych, oraz jako wymienny zasorbowany w kompleksie sorpcyjnym. Niedobór manganu objawia się występowaniem nekroz na liściach, szarych plam na nasionach. Interakcja z innymi składnikami (żelazem, fosforem i potasem) prowadzi często do zakłóceń gospodarki jonowej w roślinie, np. nadmiar manganu powoduje zablokowanie pobierania potasu.

Zawartość manganu ogółem w glebach jest wyższa niż innych mikroelementów i wynosi od 20 do 5 000 mg w 1 kg gleby. Brak jest korelacji pomiędzy składem mechanicznym gleby a zawartością manganu. Stąd też duże zawartości manganu mogą znajdować się tak w glebach lekkich jak i ciężkich oraz organicznych. Zawartość przyswajalnych form manganu i jego dostępność dla roślin uzależniona jest od takich czynników jak:

- odczyn gleby; im gleba jest bardziej kwaśna, tym związki manganu są bardziej rozpuszczalne i łatwiej dostępne. W glebach bardzo kwaśnych koncentracja przyswajalnego manganu może być nawet toksyczna dla roślin. W takich warunkach mangan ulega łatwo wymywaniu. Wapnowanie ogranicza przyswajalność manganu oraz wymywanie go w głębsze warstwy gleby;
- uwilgotnienie gleby; w glebach dobrze uwilgotnionych zawartość manganu przyswajalnego jest wysoka, a w latach suchych, bądź w glebach suchych występują częściej objawy niedoboru na roślinach uprawianych. Objawy niedoboru manganu nasilają się także w czasie wilgotnej, ale zimnej pogody;
- nawożenie organiczne oraz materia organiczna gleby ograniczają dostępność manganu dla roślin.

Żelazo (Fe)

Żelazo - występuje w glebach w dużych ilościach, w różnych związkach nieorganicznych i organicznych. Uwodnione tlenki żelaza zwiększają zwięzłość gleby. Związki żelaza (III) nadają glebie barwę żółtą, brunatną lub czerwoną, żelaza (II) - barwy szarozielonkawe. Pełni różne funkcje w procesach fizjologicznych roślin. Wpływa na rozwój chloroplastów, procesy oddychania i podział komórek. Metale ciężkie mogą blokować metabolizm żelaza, natomiast żelazo może blokować pobieranie i transport innych składników (np. fosforu). Niedobór żelaza powoduje chlorozę żelazową. Nadmiar żelaza działa toksycznie na rośliny poprzez interakcje z innymi składnikami.

KRYTERIA OCENY BADANYCH SKŁADNIKÓW

Kategoria gleb przyjmowana jest w 4 zakresach:

- bardzo lekkie (% części spławialnych - 0-10) - I
- lekkie (% części spławialnych - 11-20) - II
- średnie (% części spławialnych - 21-35) - III
- ciężkie (% części spławialnych - >35) - IV

W zakresie odczynu (pH gleb), w ślad za tradycyjnym już podziałem wprowadzonym przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze wyodrębnionych jest 5 zakresów wartości pH oznaczonego, metodą potencjometryczną w roztworze 1 N KCl.

- odczyn bardzo kwaśny pH < 4,5 - V
- odczyn kwaśny pH 4,6 ÷ 5,5 - IV
- odczyn lekko kwaśny pH 5,5 ÷ 6,5 - III
- odczyn obojętny pH 6,6 ÷ 7,2 - II
- odczyn zasadowy pH > 7,2 - I

Potrzeby wapnowania (po uwzględnieniu grupy mechanicznej gleb) określono, jako:

Ocena potrzeb wapnowania	Kategoria gleby			
	bardzo lekka pH w 1N KCL	lekka pH w 1N KCL	średnia pH w 1N KCL	ciężka pH w 1N KCL
konieczne	do 4,0	do 4,5	do 5	do 5,5
potrzebne	4,1-4,5	4,6- 5,0	5,1-5,5	5,6-6,0
wskazane	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5
ograniczone	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0
zbędne	od 5,6	od 6,1	od 6,6	od 7,1

Po uzyskaniu wyników badania odczynu gleby Dział Agrochemicznej Obsługi Rolnictwa określa na zlecenie Zamawiającego zalecaną dawkę wapna na każdą badaną działkę.

Zawartość przyswajalnego fosforu (P_2O_5), jest przyjmowana w pięciu zakresach. Ocenia się zawartość składnika przyswajalnego w mg/100 g gleby w powietrznie suchej masie i oznacza jako:

- bardzo niska (BN - P_2O_5 - do 5,0) , – V
- niska (N - P_2O_5 - od 5,1 do 10,0), – IV
- średnia (S - P_2O_5 - od 10,1 do 15,0), – III
- wysoka (W - P_2O_5 - od 15,1 do 20,0), – II
- bardzo wysoka (BW - P_2O_5 - od 20,0). – I

Zawartość przyswajalnego potasu (K₂O) jest przyjmowana w pięciu zakresach. Ocenia się zawartość składnika przyswajalnego w mg/100 g gleby w powietrznie suchej masie i oznacza, jako:

Ocena zawartości	kategoria gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
bardzo niska	do 2,5	do 5,0	do 7,5	do 10
niska	2,6-7,5	5,1-10,0	7,6-12,5	10,1-15,0
średnia	7,6-12,5	10,1-15,0	12,6-20,0	15,1-25,0
wysoka	12,6-17,5	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30
bardzo wysoka	od 17,6	od 20,1	od 25,1	od 30,1

Zawartość przyswajalnego magnezu (MgO) jest przyjmowana w pięciu zakresach. Ocenia się zawartość składnika przyswajalnego w mg/100 g gleby w powietrznie suchej masie i oznacza jako:

Ocena zawartości magnezu	kategoria gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
bardzo niska	do 1,0	do 2,0	do 3,0	do 4,0
niska	1,1 -2,0	2,1-3,0	3,1-5,0	4,1-6,0
średnia	2,1-4,0	3,1-5,0	5,1-7,0	6,1-10,0
wysoka	4,1-6,0	5,1-7,0	7,1-9,0	10,1-14,0
bardzo wysoka	od 6,1	od 7,1	od 9,1	od 14,1

Zawartość mikroelementów: boru, mangan, miedzi, cynku i żelaza oznaczono w trzech zakresach:

- zawartość niska – III
- zawartość średnia – II
- zawartość wysoka – I

W Dziale Agrochemicznej Obsługi Rolnictwa jest dostępne dla zainteresowanych opracowanie „Zalecenia nawozowe”, z których na podstawie zawartości makro i mikroelementów można ustalić zapotrzebowanie na nawozy dla większości uprawianych roślin.

Ocena zawartości metali ciężkich w glebach została dokonana w oparciu o załącznik do Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi gruntów należących do grupy B/ Dz. U Nr 165/2002 poz. 1359/, oraz Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 21 marca 2002 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń metali ciężkich zanieczyszczających glebę /Dziennik Ustaw Nr 37 poz.344/.