

MARIAN KĘPKA

Instytut Gleboznawstwa i Chemii Rolnej SGGW

WPLYW WARUNKÓW ŚRODOWISKA NA ZAWARTOŚĆ MAGNEZU W ROŚLINIE

W s t ę p

Magnez jest pierwiastkiem niezbędnym dla optymalnego wzrostu i rozwoju roślin i zwierząt. Tak w polskiej jak i w obcej literaturze rolniczej spotyka się coraz więcej prac związanych z zagadnieniem nawożenia magnezowego. Większość prac polskich z tego zakresu dotyczy zawartości tego składnika w glebie. Niewiele opracowań zajmuje się badaniami wpływu magnezu na plon roślin, a jeszcze mniej prac dotyczy wpływu warunków środowiska na zawartość procentową magnezu w roślinach. Magnez w roślinach występuje w różnych związkach (chlorofil, protoplazma) oraz w formie rozpuszczalnej w soku komórkowym; odgrywa on ważną rolę w różnych procesach życiowych roślin.

Nawożenie magnezem gleby wpływa na zwiększenie ilości przyswajalnego fosforu, węglowodanów oraz na ich przemieszczanie, powoduje także wzrost zawartości silnie związanego azotu i przedłużenie okresu wegetacji roślin. Badania Downicza (19) wskazują na wpływ jonów magnezowych na aktywację wielu procesów enzymatycznych i na regulację stanu koloidów protoplazmy w roślinach. Autor zwrócił również uwagę na rolę magnezu w procesach syntezy organicznej roślin. Nie mniejszą rolę odgrywa magnez w procesach życiowych zwierząt. W popiele roślinnym magnez, pod względem ilości, zajmuje czwarte miejsce, zwłaszcza duże jego ilości znajdują się w popiele tych części roślin, w których przebiegają procesy życiowe na przykład w nasionach i liściach. Wielu badaczy uważa za krytyczną zawartość magnezu w ilościach 0,20%. Przy tej ilości występują objawy niedoboru tego pierwiastka.

Niektórzy autorzy podają wprawdzie niższą krytyczną zawartość niż 0,20%.

Magnez jest bardzo rozpowszechniony w skorupie ziemskiej i występuje w połączeniach z węglanami, korzemianami, siarczanami i chlorkami. W glebie magnez znajduje się w formie rozpuszczalnej, wymiennej oraz w minerałach pierwotnych, wtórnych i w substancji organicznej gleby (próchnica). Niektóre gleby (gleby cięższe) zawierają ilość magnezu do-

stateczną dla optymalnego wzrostu roślin. W glebach piaszczystych lub silnie spiaszczonych zawartość magnezu łatwo przyswajalnego często jest niedostateczna, co objawia się u roślin w postaci różnych symptomów.

Rozmieszczenie magnezu w roślinie

Przeprowadzone badania wykazały, że w roślinach występują różne ilości magnezu. Zgodnie z badaniami Coopera (14) do roślin zawierających duże ilości tego pierwiastka należą: bawełna, tytoń (liście), ziemniaki i pomidory (wierzchołkowe części), gryka i trzcina cukrowa (liście). Zdaniem tego autora rośliny te wymagają dużych ilości nawozów magnezowych, a jednocześnie bardzo reagują na to nawożenie.

Z badań Javlliera (35), Mauge (44) i Fudge (21) wynika, że największe ilości magnezu znajdują się w nasionach, a nie w liściach czy łodygach. Także Mauge (44) w swych badaniach wykrył dużo większe (więcej niż 100%) ilości magnezu w nasionach niż w innych częściach rośliny.

Badania Mc Murtrey (47) wskazują, że procentowa zawartość magnezu w poszczególnych nasionach nie ulega większym wahaniom. Stwierdził on także, że w czasie dojrzewania nasion zwiększa się w nich progresywnie zawartość magnezu i fosforu, a zmniejsza procentowa zawartość popiołu.

Wyniki badań Coopera, Padma i Garmana (15) potwierdzają także, że w nasionach występują większe ilości magnezu niż wapnia. Zgodnie z badaniami Fudge (21) winogrona rosnące na glebach z dużą ilością magnezu wykazywały większą zawartość tego pierwiastka (liście 0,3%, całe owoce — 0,12%, nasiona — 0,19%, niż winogrona uprawiane na glebach o mniejszej ilości magnezu. Ponadto z jego badań wynika, że winogrona beznasienne potrzebują mniej magnezu niż winogrona nasienne.

Bender i Eisenmeger (7) stwierdzili w swych badaniach, że rośliny o niewielkiej ilości nasion wymagają mniej magnezu w porównaniu z takimi roślinami jak motylkowe czy trawy.

Z analiz przytoczonych przez Mc Murtrey (47) wynika, że zawartość magnezu w różnych częściach tytoniu może się wahać w granicach od 0,1 do 1,0%. Przy braku magnezu najmniejsze ilości tego pierwiastka występują w dolnych liściach tytoniu, natomiast w wypadku dostatecznej ilości magnezu liście dolne zawierają więcej tego pierwiastka niż górne.

Wpływ wieku roślin

Z licznych badań wynika, że różne części roślin w różnym stadium rozwoju zawierają zmienne ilości składników odżywczych. Badania Beesona (6) wskazują, że największe ilości magnezu i innych pierwiastków

znajdują się w najmłodszych częściach rośliny. Z badań tych także wynika, że np. soja w różnym okresie rozwoju zawiera różne ilości magnezu, a więc: po 35 dniach — 0,772‰, po 73 dniach — 0,776‰, a po 110 dniach 0,659‰. Różnice te były większe lub mniejsze zależnie od rodzaju gleby, na której rosły rośliny.

Borst i Thatcher (9) badali także skład chemiczny soi w różnych stadiach jej rozwoju. Na podstawie swych badań stwierdzili, że w okresie dojrzewania roślin następuje w łodygach zmniejszenie się procentowej zawartości magnezu, wapnia, potasu i fosforu, a w liściach w tym okresie zmniejsza się tylko zawartość potasu i fosforu.

Fonder (20) badał skład chemiczny lucerny rosnącej w różnych miejscach Stanu Michigan. Próbkę do analiz chemicznych były pobierane 8 maja, 22 maja, 7 czerwca i 2 lipca. Ilość magnezu w tych próbkach wzrastała od 0,256‰ do 0,356‰.

Lutman i Walbridge (43) w swych badaniach wykazali, że wraz z wiekiem ziemniaków następuje w nich stały wzrost zawartości magnezu w popiele roślin. Z badań Hawkinsa (27) wynika, że ziemniaki w pierwszych 50 dniach wzrostu pobrały 7‰ magnezu, zaś w ostatnich 60 dniach ilość pobranego magnezu, w stosunku do ogólnej ilości, wynosiła aż 93‰.

Grizzard i Kangas (26) w doświadczeniach z tytoniem wykazali, że tempo pobierania magnezu raptownie wzrasta wraz z okresem dojrzewania roślin. Maksimum pobierania przypada na 8 i 9 tydzień wzrostu.

Badania przeprowadzone przez Hestera (28) wskazują, że największe zapotrzebowanie pomidorów na magnez występuje w okresie wzrostu ich owoców. Według jego badań 3‰ magnezu w stosunku do ogólnej ilości pobierały rośliny w ciągu pierwszego miesiąca, 20‰ w czasie drugiego miesiąca, a 70‰ pobierania przypada na okres dojrzewania owoców, czyli na ostatni miesiąc wzrostu. Prawdopodobnie ta ilość magnezu, którą pomidory pobrały w ostatnim miesiącu została zmagazynowana w nasionach.

Wpływ składu mechanicznego gleby

Gleby wykazują różną zawartość części spławialnych, próchnicy, różny skład mineralny i chemiczny, a tym samym zawierają różne ilości magnezu łatwo przyswajalnego i wymiennego. W wierzchnich poziomach gleb lekkich i bardziej kwaśnych występują zazwyczaj dużo mniejsze ilości magnezu niż w poziomach głębszych. W glebach ciężkich nie zaznaczają się tak duże różnice w ilości magnezu między poziomami powierzchniowymi i głębszymi.

Zgodnie z wieloma badaniami polskimi (Musierowicz, Dobrzański, Boratyński, Tuchołka, Wondrausch, Piszczka, Konecka-Betley, Kęпка i inni) gleby, w których występują większe ilości części spławialnych zawierają jednocześnie więcej łatwo przyswajalnego i wymiennego magnezu. W popiele roślin uprawianych na tych glebach znajdują się większe ilości magnezu w porównaniu z glebami piaszczystymi, w których czasami występują dość małe ilości tego pierwiastka.

Badania przeprowadzone poza granicami Polski wskazują na podobną zależność między zawartością magnezu w roślinach a składem mechanicznym gleb.

Carolus i inni (11) stwierdzili w swych badaniach, że rośliny rosnące na glebach piaszczystych odznaczały się stosunkowo małą zawartością magnezu.

Z badań Coopera i Moore (14) wynika, że choroby tytoniu są często następstwem braku magnezu, którego niedobór występuje na glebach kwaśnych piaszczystych. Jest to wynikiem łatwego przemieszczania się tego pierwiastka do głębszych poziomów profilu glebowego.

Badania Beara i współpracowników (3) wskazują, że w 20 reprezentatywnych glebach Stanu New Jersey ogólna zawartość magnezu wahała się od 0,02 do 1,00%. Beeson (6) w swych badaniach wykazał, że takie rośliny jak kukurydza, owies, jęczmień, pszenica i tymotka, rosnące na trzech różnych glebach pod względem składu mechanicznego, zawierały różną ilość magnezu.

Gavner (22) stwierdził, iż zawartość magnezu w liściach tytoniu koreluje z tzw. chorobami niedoboru magnezu, które są następstwem uprawy tytoniu na glebach o różnym składzie mechanicznym.

Bear i Wallace (4) wykazali w swych doświadczeniach, że ilość magnezu w lucernie pochodzącej z 12 Stanów USA wahała się w granicach od 17 m.e. (100 g/gleby Nebraska) do 85 m.e. (100 g/Kalifornia). Janes (32) badał także procentową zawartość składników m. in. i magnez w roślinach (kapusta, groch, marchew) pochodzących z różnych rejonów Stanu Floryda. Na podstawie swych badań doszedł do wniosku, że na ilość magnezu w roślinach wpływają oprócz gleby różne inne czynniki.

Wpływ odczynu środowiska (pH)

Działanie antagonistyczne wodoru na jony magnezu jest bardzo duże. Przeważnie rośliny rosnące na glebach kwaśnych wykazują objawy niedoboru magnezu. Jest to wynikiem zarówno znacznego wymywania jonów magnezowych z poziomów powierzchniowych do głębszych, jak i antagonizmu kationowego. Duża koncentracja jonów wodorowych utrudnia bowiem pobieranie magnezu przez korzenie roślin. Zjawisko to po-

lega na wypieraniu jonów magnezu z plazmy przez uruchomione jony wodoru. Zgodnie z badaniami Beara (3) i innych ilość wodoru wymiennego w kompleksie sorpcyjnym gleby nie powinna przekraczać 20%.

Wadleigh i Shive (68) w kulturach wodnych przy zmieniającym się pH roztworu od 3,0 do 8,0 stwierdzili duży wpływ jonów wodorowych na pobieranie magnezu przez kukurydzę. Zawartość magnezu w kukurydzy wahała się od 0,320 do 0,619‰. W kulturach wodnych większą ilość magnezu zawierała kukurydza przy niższym niż przy wyższym pH. Między pH = 6 a pH = 8 nie stwierdzili oni różnic w zawartości magnezu. Ponadto badacze ci wykazali, że 85‰ magnezu znajdowało się w kukurydzy w formie rozpuszczalnej. Wskazuje to, że większa część magnezu jest w postaci jonowo-aktywnej.

Bender i Eisenmenger (7) przeprowadzili badania nad roślinami ważnymi pod względem rolniczym. Uprawiano je na wytworzonej z gliny glebie o pH równym 4,4 i 7,3. Rośliny (z wyjątkiem koniczyny czerwonej) rosnącej na glebie zasadowej zawierały większe ilości magnezu w porównaniu z roślinami rosnącymi na glebie kwaśnej. Oprócz tego z badań tych autorów wynika, że rośliny motylkowe (o dużym nasieniu) pobrały większe ilości magnezu niż rośliny odznaczające się małym nasieniem.

Obetholzer (56) stwierdził w swych doświadczeniach, że drzewa cytrusowe, rosnące na glebach kwaśnych, mało zasobnych w magnez przy- swajalny, wykazywały symptomy niedoboru magnezu. Liście tych drzew, na których występowała chloroza zawierały mniejsze ilości magnezu.

Karabliewa (36) badała pobieranie magnezu przez kukurydzę w kulturach wodnych przy różnym pH (3,5; 4,0; 5,0 i 6,5) i dwu poziomach magnezu. Z jej badań wynika, że przy silnym zakwaszeniu i niższym poziomie magnezu rośliny zawierały mniejsze ilości tego pierwiastka niż przy tym samym pH, ale przy wyższym poziomie magnezu w roztworze. Wzrost pH roztworu wpływał na zwiększenie pobierania magnezu, a tym samym i na zawartość w roślinie tego pierwiastka, nawet przy niższym poziomie magnezu w roztworze.

Wpływ kationu magnezu

Liczne doświadczenia polowe i laboratoryjne wskazują na zwiększenie procentowej zawartości magnezu w roślinach pod wpływem wzrastającej ilości tego pierwiastka w roztworze glebowym. Carolus (11) na przykład stwierdził, iż ilość magnezu w roślinach zwiększa się wraz ze wzrostem magnezu w roztworze. Scharrer i Schropp (61) zaobserwowali, że pobieranie magnezu przez rośliny koreluje z ilością magnezu wymiennego zawartego w glebie.

Z doświadczeń Beaumonta i Snella (5) wynika, że dodanie do gleby magnezu powoduje wzrost procentowej zawartości tego pierwiastka w łodygach kukurydzy, w owsie, jęczmieniu (w ziarnie i słomie), prosie i gryce. Natomiast nie stwierdzili oni wpływu magnezowania gleby na ilość magnezu w trawie sudańskiej.

Wiadrowska (71) w swych badaniach nie wykazała wpływu dodawanego magnezu na zwiększenie się procentowej ilości tego pierwiastka w sałacie, kapuście, marchwi i grochu.

Z badań Głębowskiego (23) wynika, że dodanie do gleby magnezu w postaci $MgSO_4$ zawsze zwiększało procentową zawartość tego pierwiastka w ziarnie i słomie owsa zarówno na glebie nie wapnowanej, jak i wapnowanej różnymi dawkami wapnia.

Goralski (24) w doświadczeniach wazonowych stwierdził, że dodawanie magnezu tak w mniejszej, jak i większej ilości zwiększa zawartość magnezu w materiale roślinnym (komb. NPK a NPK Mg_1 i NPK Mg_2).

Prowadzone przez trzy lata doświadczenia nad jabłoniemi w kulturach piaskowych przez Kępkę (38) wykazały, że stosowanie wzrastających dawek magnezu w roztworze wpłynęło na wzrost procentowej zawartości magnezu w liściach. Jednocześnie w badaniach tych nie stwierdzono istotnych różnic w procentowej zawartości magnezu w owocach drzew rosnących w roztworze o niższym i wyższym poziomie tego pierwiastka.

Badania Curyły (16) wskazują, że zwiększenie zawartości magnezu w glebie może nie wpłynąć na przyrost masy roślinnej, ale może wywrzeć wpływ na skład chemiczny, a tym samym i na jakość plonów. Z jego badań wynika, że nawożenie magnezowe wpłynęło w większym stopniu na jakość tytoniu niż na wysokość plonu. Okazuje się, że zwiększona koncentracja magnezu w roślinie zwiększa stosunek węglowodanów do białka, co jest przyczyną lepszej jakości surowca tytoniowego.

Szukalski i Zębaczyńska (63) stwierdzili w swych doświadczeniach znaczny wzrost zarówno procentowej, jak i absolutnej zawartości magnezu w roślinach, zebranych w okresie krzewienia z kombinacji nawożonych magnezem. Pod względem zawartości magnezu w roślinach (tak procentowej jak i absolutnej) można by badane kombinacje uszeregować w następującej kolejności: dolomit prażony, dolomit surowy, $CaCO_3 + MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $CaCO_3$ i kombinacje bez zastosowania Ca i Mg.

Zdaniem Lehmana (41) akumulacja magnezu w organach nadziemnych ziemniaków jest ściśle uzależniona od dawki tego składnika. Wzrost koncentracji magnezu w podłożu spowodował bardzo duże zwiększenie (liście: bez Mg — 0,24%, 600 mg Mg/wazon — 0,83%) zawartości tego pierwiastka w liściach i łodygach. Zwiększenie magnezu wpłynęło także

na wzrost poszczególnych frakcji magnezu: w liściach ziemniaków bardzo duży acetonowej i wodno-rozpuszczalnej oraz rozpuszczalnej w 0,5% HCl.

Wpływ kationu wapnia

Z wcześniej przeprowadzonych doświadczeń nad wpływem wapnia na zawartość magnezu w roślinie okazuje się, że ważnym czynnikiem jest odpowiedni stosunek wapnia do magnezu w roztworze.

Mehlich i Reed (49) przeprowadzili doświadczenia nad wpływem wapnia na procentową zawartość magnezu w soi, owsie i rzepie. Rośliny, rosnące w kombinacjach z wyższą dawką wapnia w roztworze odznaczały się mniejszą zawartością magnezu. Ponadto badacze ci stwierdzili, że jeżeli w roztworze stosunek między wapniem i magnezem wzrasta, to jednocześnie wzrasta ten stosunek w roślinach.

Hunter (31) w doświadczeniach wazonowych wykazał, że zawartość wapnia wymiennego w glebie wpływa na wzrost ilości magnezu w lucernie. Jeżeli stosunek wapnia do magnezu wzrósł z 1 : 4 do 4 : 1, to zawartość magnezu w pierwszym pokosie zmalała z 0,58% do 0,25%, a w drugim z 0,67% do 0,33%. Przy stosunku jak 32 : 1 zawartość magnezu zmniejszyła się w pierwszym do 0,14%, a w drugim do 0,22%.

Naftel (54) w swych doświadczeniach zaobserwował, że rośliny rosnące na poletkach wapnowanych zawierały mniejsze ilości magnezu, gdy zamiast węglanu wapnia stosował dolomit, wówczas zawartość magnezu w roślinach wzrosła. Doświadczenia Hjorth-Hansena (29) wykazały, że wapnowanie nie wpłynęło na zawartość magnezu w roślinach. Carolus (11) w warunkach obfitych opadów stwierdził nawet nieduży wzrost magnezu pod wpływem wapnowania.

Kęпка (38) prowadząc doświadczenia w kulturach piaskowych z jabłonią, w przypadku niskiej koncentracji magnezu w roztworze, stwierdził istotny wpływ wapnia na zmniejszenie się procentowej zawartości magnezu, natomiast przy wyższej koncentracji magnezu w roztworze wpływ wapnia był nieistotny.

Na podstawie wyników badań Mercika (48) można stwierdzić, że wapnowanie przeważnie zwiększało zawartość magnezu w roślinach. Większe ilości magnezu w roślinach pod wpływem wapnowania gleb mogły być wynikiem obecności pewnej ilości magnezu w materiale stosowanym w badaniach.

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że niektórzy badacze stwierdzali zwiększenie procentowej zawartości magnezu w roślinach wraz ze wzrostem dawki wapnia w roztworze, inni zaś wykazywali zjawisko odwrotne. Ten różny wpływ nawożenia wapniowego można tłumaczyć obecnością magnezu w stosowanym materiale nawozowym. Jeżeli stoso-

wany materiał był bardziej zdolomityzowany, to nawożenie wapnem mogło zwiększyć procentową zawartość magnezu w roślinie, przy małym zdolomitozowaniu następowało zmniejszenie ilości magnezu.

Wpływ kationu potasu

Przeprowadzone badania wskazują, że nadmierna zawartość potasu w glebie powoduje zmniejszenie magnezu w roślinach.

Prince, Zimmerman i Bear (59) stwierdzili w swych badaniach, że w przypadku dodania dużej ilości potasu do gleby, procentowa zawartość magnezu w roślinach znacznie się zmniejszyła. Z ich prac wynika także, że niedodawanie do tych gleb potasu wpłynęło na wzrost zawartości magnezu w roślinach zarówno w glebach zawierających dostateczną ilość magnezu do optymalnego wzrostu roślin, jak i w glebach nie zawierających dostatecznej ilości magnezu.

Stalle (62) w swych badaniach wskazuje, że w Szwajcarii na niektórych glebach pochodzenia lodowcowego, zasobnych w potas wymienny, procentowa zawartość magnezu w trawach była mniejsza w porównaniu z glebami mniej zasobnymi w potas.

Z badań Walsha i O'Donohoe (70) wynika, że duże dawki nawozów potasowych wywołały objawy braku magnezu u ziemniaków, buraków cukrowych i tytoniu. We wszystkich przeprowadzonych przez nich doświadczeniach wzrost koncentracji potasu zmniejszył znacznie pobieranie magnezu. Jednocześnie w glebach, na których rośliny wykazywały objawy niedoboru magnezu, zawartość magnezu wymiennego była w kompleksie sorpcyjnym mała.

Walch i Clarke (69) zaobserwowali objawy chlorozy u ziemniaków w przypadku dużych ilości potasu w roztworze glebowym. Ponadto stwierdzili oni, że stosunek potasu do magnezu w roztworze wpływa na pobieranie magnezu. Jeżeli ten stosunek jest dostatecznie wysoki, to rośliny mogą wykazywać chlorozę, nawet przy dostatecznej ilości dostępnego magnezu w roztworze.

Boyton i inni (10) oznaczali procentową zawartość składników pokarmowych w liściach jabłoni, pochodzących z różnych sadów. Z przytoczonych przez nich danych wynika, że w liściach, w których jest większa procentowa zawartość potasu zmniejsza się ilość magnezu. W sadach, w których jabłonie wykazywały objawy niedoboru potasu, procentowa zawartość magnezu była wysoka.

Wyniki badań przeprowadzonych przez Goralskiego (24) wskazują, że nawożenie potasem zmniejszyło wyraźnie procentową zawartość magnezu w lnie (komb. NP a NPK₁ i NPK₂).

Kępka (38) w doświadczeniu w kulturach piaskowych z jabłoniami stwierdził istotne zmniejszanie się procentowej zawartości magnezu w liściach wraz ze wzrostem dawki potasu w roztworze. Wpływ potasu na zawartość magnezu w liściach był dużo wyższy przy niższym poziomie magnezu niż przy poziomie wyższym.

Z analiz przedstawionych przez Mercika (48) można przypuszczać, że najniższa zawartość magnezu w liściach ziemniaków, w życie, pszenicy, owsie, jęczmieniu i koniczynie występuje przy nawożeniu NPK, PK i KN, a największa przy nawożeniu PN. Z tego wynika, że nawożenie potasem przyczyniło się do zmniejszenia procentowej zawartości magnezu w tych roślinach.

Wpływ azotu

Z badań przeprowadzonych przez Mercika wynika, że nawożenie azotowe różnie wpływało na procentową zawartość magnezu w życie i w liściach ziemniaków. Przy nawożeniu siarczanem amonu:

żyto zawierało — 0,05% Mg

ziemniaki (liście) — 0,38% Mg

natomiast przy nawożeniu saletrą sodową:

żyto zawierało — 0,17% Mg

ziemniaki (liście) — 0,58% Mg

Doświadczenia przeprowadzone przez Głębowskiego (23) wykazują, że poszczególne nawozy azotowe miały duży wpływ na pobieranie magnezu zarówno na glebie nie wapnowanej, jak i na glebie przy dwu badanych poziomach wapnowania. Oddziaływanie poszczególnych form nawozów azotowych na pobieranie magnezu przez rośliny jest różne. Najmniej magnezu pobierał owies w serii doświadczeń z siarczanem amonu, wodą amoniakalną i mocznikiem.

Wpływ różnych form azotu (NO_3 i NH_4) na pobieranie składników pokarmowych przez rośliny jak na przykład magnezu badali Welte (72) i Van der Merve (67). W badaniach tych stwierdzono, że w miarę zmniejszania w pożywce udziału jonu NH_4 , a zwiększania jonu NO_3 wzrasta pobieranie kationów, a między innymi magnezu.

Wpływ temperatury

Z badań Richardsa i współpracowników (60) wynika, że pobieranie składników pokarmowych przez rośliny zależy w dużym stopniu od temperatury. W temperaturze wzrostu niższej od optymalnej pobieranie składników, a więc i magnezu jest mniejsze.

W badaniach nad wpływem temperatury na pobieranie kationów wy-

stępują różne trudności, między innymi dlatego, że przy pobieraniu zachodzi jednocześnie proces przemieszczania kationów.

Badania Hoglanda (30) wskazują, że wyższa temperatura przyspiesza pobieranie składników, ale nie wszystkich w jednakowym stopniu. Wobec tego, ten sam pierwiastek przy różnej temperaturze może być pobierany w różnym stopniu.

Wpływ wilgotności gleby

Janes (32), Mc Murtrey (47) i Thomas (64) stwierdzili w swych badaniach, że zmniejszenie wilgotności gleby wpływa na wzrost procentowej zawartości magnezu w roślinach, niezależnie od zasobności gleby w składniki pokarmowe. Cooper (14) i Pricen (59) obserwowali symptomy braku magnezu u roślin rosnących na glebach lekkich piaszczystych podczas okresów z dużą ilością opadów.

Badania Arensa (1) wykazały, że kilkudniowy okres suszy wpłynął na wzrost magnezu w roślinach. Stwierdził on także większe pobieranie magnezu przez ryż w przypadku suchszych okresów niż wilgotniejszych. Również Darhis (17) w swych badaniach wykazał większy wzrost zawartości magnezu w liściach tytoniu przy mniejszych opadach niż przy większych.

Doświadczenia Gravesa i Cartera (25) wykazały, że nasiona jęczmienia, pszenicy i owsa zawierały większe ilości magnezu przy nawadnianiu tych roślin.

Z przeprowadzonych badań przez Janesa (32) wynika, że większa liczba nawodnień grochu i kapusty wpłynęła na zmniejszenie procentowej zawartości magnezu w przeliczeniu na świeżą masę.

Wpływ przewietrzania gleby

Cline (13) stwierdził w swych doświadczeniach, że niedostateczna ilość tlenu lub duża zawartość CO₂ w glebie ogranicza pobieranie składników pokarmowych przez rośliny a między innymi i magnezu.

Z doświadczeń Lawtona (40) z kukurydzą, rosnącą na glebie gliniasto-pylastej wynika, że ograniczone przewietrzanie gleby wpływało na wielkość pobierania składników pokarmowych następująco: K > Ca > Mg > N > P. Podobne wyniki otrzymano w wypadku nadmiernego nawadniania lub zbitości gleby.

Kępka i Morris (37) w doświadczeniach nad kulturami wodnymi brzoskwiń wykazali także duży wpływ przewietrzania na pobieranie magnezu. Przy natlenianiu roztworu i przy niskiej zawartości azotu po 2 tygodniach wzrostu roślin pozostało w roztworze 47,6 ppm Mg, natomiast przy braku przewietrzania pozostało 67,8 ppm. Przy wyższej dawce azotu

różnice w zawartości magnezu w przypadku przewietrzania i nie przewietrzania roztworu były dużo mniejsze.

Zgodnie z badaniami Loehwinga (42) rośliny (słonecznik i soja) rosnące na glebach o dobrych stosunkach tlenowych zawierały większe ilości magnezu w porównaniu z roślinami z gleb nie przewietrzanych.

Pomidory, w doświadczeniu Arnona i Hoaglanda (2), rosnące w dobrych warunków tlenowych odznaczały się większą zawartością magnezu.

Z doświadczeń Changa i Loomisa (12) wynika, że przewietrzanie w najmniejszym stopniu wpłynęło na pobieranie magnezu w porównaniu z innymi pierwiastkami. Według nich kolejność pobierania składników pokarmowych przez rośliny zależy od przewietrzania gleby układa się następująco: $K > N > P > Ca > Mg$.

Wnioski

Z przytoczonej literatury na temat wpływu warunków środowiska na zawartość magnezu w roślinach nasuwają się następujące końcowe uwagi.

1. Magnez jako pierwiastek biorący udział w rozmieszczeniu protein w komórkach gromadzi się głównie w nasionach.

2. Magnez w częściach nadziemnych roślin w okresie całego ich wzrostu nie ulega większym wahaniom. U niektórych roślin zawartość magnezu w liściach nieznacznie wzrasta wraz ze wzrostem wieku rośliny.

3. Nawożenie magnezowe przyczynia się do zwiększenia procentowej zawartości magnezu w roślinach.

4. Nawożenie mineralne, zwłaszcza wysokie dawki potasu wpływają na zmniejszenie pobierania magnezu a tym samym i na procentową zawartość tego pierwiastka w roślinach.

5. Niedostateczne ilości magnezu w glebach, konieczne do optymalnego rozwoju roślin mogą występować m.in.:

a) przy nieodpowiednim stosunku $K : Mg$ i $Ca : Mg$ w roztworach glebowych,

b) gdy procent wysycenia kompleksu glebowego Mg jest mniejszy od 6%,

c) przy wysokim jednostronnym nawożeniu mineralnym,

d) przy dużym zakwaszeniu gleb.

6. Gleby lekkie, piaszczyste przy dużej ilości opadów odznaczają się niedostateczną zawartością magnezu dla wzrostu roślin.

7. Z przeprowadzonych badań na podstawie przeglądu literatury trudno jest określić bezpośredni wpływ temperatury, szczególnie światła na pobieranie magnezu. Zmniejszenie wilgotności gleb lub dłuższe okresy suszy przyczyniają się do wzrostu magnezu w roślinach.

8. W warunkach polowych, jak i w kulturach wodnych dobre warunki tlenowe prowadzą do wzrostu procentowej zawartości magnezu w roślinach.

L I T E R A T U R A

1. Arens K.: Landw. Jah. rb. 82, 433—463, 1936.
2. Arnon D. I., Hoagland D. R.: Soil Sci. 50, 463—485, 1940.
3. Bear F. E., Prince A. L., Toth S. J., Purvis E. R.: N. J. Agr. Expt. Sta. Bull. 760, 24, 1951.
4. Bear F. E., Wallace A.: N. J. Agr. Expt. Sta. Bull. 748, 25, 1950.
5. Beaumont A. B., Snell M. E.: Journ. Agr. Res. 50, 553—562, 1935.
6. Beeson K. C.: U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 369, 1941.
7. Bender W. H., Eisenmenger W. S.: Soil Sci. 52, 297—307, 1941.
8. Boratyński K., Roszykowska S., Ziętecka M.: Roczn. Glebozn. t. XIV 27—41, 1964.
9. Borst H. L., Thatcher L. E.: Ohio Agr. Expt. Sta. Bull. 494—496, 1948.
10. Boynton J., Compton O. C.: Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 44, 15—24, 1944.
11. Carolus R. L.: Am. Soc. Hort. Sci. Proc. 31, 610—614, 1945.
12. Chang H. T., Loomis W. E.: Plant Physiol. 16, 691—720, 1945.
13. Cline R. A., Erikson A. E.: Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23, 333—335, 1959.
14. Cooper H. P., Moore D. D.: S. C. Agr. Expt. Sta. 46-th Ann. Rept. 176—181, 1939.
15. Cooper H. P., Paden W., Garman W.: Soil Sci. 63, 27—40, 1947.
16. Curyło T.: Roczn. Glebozn. t. 13, 313-316, dod. 1963.
17. Darhis F. R., Dixon L. F., Wolf F. A., Gross P. M.: Ind. Eng. Chem. 29, 1030-1039.
18. Dobrzański B.: Ann. UMCS-Lublin s-E. t. 2. z 1, 1947.
19. Downicz A.: Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 78, 25-36, 1967.
20. Fonder J. F.: Soil Sci. 27, 205-232, 1939.
21. Fudge B. R.: Flo. State Hort. Soc. Proc. 51-st Ann. Meeting 34-43, 1938.
22. Gavner W. W., McMurtrey J. E., Bowling J. D., Moss E. G.: Journ. Agr. Res. 40, 45-168, 1942.
23. Głębowski H.: Roczn. Glebozn. t. XIX, z. 2, 335-362, 1968.
24. Goralski J.: Roczn. Nauk Roln. 85. A-2, 233-243, 1962.
25. Graves J. E., Carter E. G.: Journ. Biol. Chem. 58, 531-541, 1933.
26. Grizzard A. L., Kangas Leo: Proc. Assoc. So. Agr. Work. 42, 56-57, 1941.

27. Hawkins A.: Pub. Relations Dept. Agr. News Letter 10, 13-14, 1942
28. Hester J. B.: Am. Fert. 89, 5-7, 1938.
29. Hjorth-Hansen S.: Biochem. Ztschr. 235.
30. Hoagland D. R.: Chronica Botanica Co. Waltham Mass. 226, 1944.
31. Hunter A. S.: Soil Sci. 67, 53-62, 1949.
32. Janes B. E.: Fla. Agr. Expt. Sta. Bull. 488, 32, 1951.
33. Jaśkowski Z.: Pam. Puławski 14, 159, 164.
34. Jaśkowski Z.: Nowe Rolnictwo R-14, Nr 7, 17-18, 1965.
35. Javllier M.: Ann. Agron. 10, 9-14, 1940.
36. Karableva L. I.: Poczwowiedenie 3, 17-32, 1954.
37. Kępką M.: Roczn. Nauk Roln. t. 92-A-4, 653-664. 1967.
38. Kępką M.: Polish. Journ. of Soil Sci. No 2, 153-161, 1969.
39. Konecka-Betley K.: Roczn. Glebozn. t. XII, 257-266, 1962.
40. Lawton K.: Soil Sci. Am. Proc. 10, 263-268, 1945.
41. Lehmann K.: Zeszyty Prob. Postępów Nauk Roln. 78, 177-187, 1967.
42. Loehwing W. F.: Plant Physiol. 9, 567-583, 1934.
43. Lutman B. F., Walbridge N. L.: Ver. Sta. Bull. 296, 48, 1939.
44. Mauge L.: Engrais 50, 245-247, 1935.
45. Magnickij K. P.: Udobrenije i urożaj 1, 12-26, 1957.
46. Mazajewa M. M.: Poczwowiedenie 10, 1948.
47. McMurtrey J. E.: Soil. Sci. 63, 59-67, 1947.
48. Mercik St.: Roczn. Glebozn. t. XX z. 2, 367-407, 1969.
49. Mehlich A., Reed J. F.: Soil Sci 66, 289-306, 1948.
50. Mulder E. G.: Plant and Soil t. 7, no 4, 341-376, 1956.
51. Mulder E. G.: Plant and Soil t. 4, 107-117, 1952.
52. Musierowicz A., Kuźnicki F.: Roczn. Nauk Roln. t. 82-A-2, 251-305. 1960.
53. Musierowicz A., Kępką M.: Zeszyty Prob. Postępów Nauk Roln. 78, 61-81, 1967.
54. Naftel J. A.: Am. Soc. Agron. Journ. 29, 537-547, 1937.
55. Nowosielski O.: Roczn. Glebozn. t. 8, z. 2, 95-150, 1959
56. Obetholzer P. S.: Farming S. Afrika 16, 235-236, 1941.
57. Paden W. R., Garman N. H.: Soil Sci. Am. Proc. 11, 309-316, 1947.
58. Piszczek J.: Ann. UMCS. V-E, 1951
59. Prince A. L.: Zimmerman M., Bear F. E.: Soil Sci. 63, 69-78, 1947.
60. Richards S. J., Hagan R. M., McCalla T. M.: Soil Physical Conditions and Plant Growth, Academic Press. 1952
61. Scharer K., Schropp W.: Bodenk. u. Flanzenernahr. 9, 321-336, 1938
62. Stalle J.: Landw. Jahrb. des Schweiz, 51, 418-430. 1937.
63. Szukalski H., Zembaczyńska A.: Zeszyty Prob. Postępów Nauk Roln. 78, 213-220, 1967
64. Thomas W., Mack W. B., Cotton R. H.: Proc. Soc. Hort. Sci. 40, 531-535, 1942.
65. Truog E., Goates R. J., Gerliof G. C., Berger K. C.: Soil Sci. 63, 19-25, 1947
66. Tuchołka Z.: Agrochemia nr. 1, 1964.
67. Van der Merve A. J.: S. Afr. Dept. Agr. Sci. Bull. 299, 158, 1953
68. Wadleigh C. H., Shive J. W.: Soil Sci. 47, 273-283, 1939

-
69. Walsh T., Clarke E. J.: Proc. Rog. Irish. Acad. 50B, 245—263, 1945
 70. Walsh T., O'Donohoe T. F.: Journ. Agr. Sci. 35, 254—263
 71. Wiadrowska J.: Polish Agr. Forest Ann. 37, 307—331, 1936
 72. Welte E., Werner W.: Agrochimica t. 6, 337—348, 1962
 73. Wondrausch A.: Ann. UMCS — Lublin t. 15-E, 87—97, 1962
 74. Zembaczyński A.: Zeszyty Prob. Postępów Nauk Roln. 78, 39—47, 1967