

Alfred Węglowski
Ogród Botaniczny we Wrocławiu

CHLOROZA RÓŻANECZNIKÓW CHLOROSIS OF RHODODENDRONS

Znaną jest rzeczą, że różaneczniki (*Rhododendron* L.) preferują gleby o odczynie kwaśnym i że w uprawie wykazują często objawy chorobowe zwane chlorozą. Istnieje wiele przyczyn jej powstawania, lecz za najważniejszą uważa się wysoki odczyn pH podłoża. Ponieważ w ogromnej większości przypadków składnikiem chemicznym gleby powodującym ten odczyn jest wapń, chlorozę związaną z wysoką wartością pH nazwano wapniową. W praktyce ogrodniczej przyjmuje się, że najodpowiedniejszym odczynem dla różaneczników jest pH/KCL 4,5 do 5,5 [2]. Doniesienia o licznych gatunkach różaneczników tolerancyjnych w stosunku do odczynu alkalicznego należy przyjmować ostrożnie. Hartge [8] wylicza 49 gatunków, które są wymienione w literaturze jako występujące na skałach wapiennych i dolomitowych, ale w świetle przeprowadzonych obserwacji nie musi to oznaczać, że ich bryły korzeniowe znajdują się w środowisku glebowym o wysokim pH.

Problem wpływu odczynu na stanowiska różaneczników był kilkakrotnie badany w Alpach. Występują tam bowiem gatunki zastępcze *Rhododendron hirsutum* L. (kalcyfilny) i *Rhododendron ferrugineum* L. (acydofilny). Zollitsch [24] w swych gruntownych badaniach w Alpach Bawarskich i Wysokim Tauern wykazał, że ten sam rodzaj skały wapiennej może tworzyć gleby o różnej wysokości pH, w tym również gleby kwaśne. Odczyn podłoża w warunkach górskich jest uzależniony nie tylko od chemicznej rozpuszczalności i łatwości wymywania alkaliów, ale również od usytuowania i wystawy danej połaci: stanowiska nie nasłonecznione wykazują pożądaną mineralizację nagromadzonej masy organicznej i zakwaszenie jej, gleby usytuowane u szczytu zboczy są wymyte z alkaliów, położone u podnóża — bogate w alkalia. Zdaniem tego badacza, niejednokrotnie stwierdzoną obecność *Rhododendron hirsutum* na glebach kwaśnych można wytłumaczyć reliktowym charakterem tych zespołów z okresu przed wymyciem wapnia. Zöttl [25] znajdował na wapiennych skałach Alp Bawarskich zespoły *Pinus montana prostrata-Rhododendron hirsutum*, ale oprócz nich zespoły *Pinus montana prostrata-Rhododendron ferrugineum*. Obydwa typy zespołów charakteryzują się ciągłym tworzeniem storfiałej

próchnicy miąższości do 2 m, zakwaszeniem podłoża i powolnym zanikaniem gatunków kalcyfilnych. Hartge [8] uważa, że jako bezsprzecznie tolerancyjne gatunki należy uznać *Rhododendron calciphilum* Hutch. et Ward, rosnący w Górnej Birmie na rozdrobnionych skałach wapiennych, *Rhododendron hirsutum* L. w Alpach oraz *Rhododendron lapponicum* Wahl, występujący w północnej Norwegii i Szwecji na skałach wapiennych ubogich w śnieg i w próchnicę, o pH 6,0 do 8,0. Nie można jednak pominąć faktu, że ten ostatni różanecznik ma swoje stanowisko reliktowe z okresu lodowcowego w stanie Wisconsin (USA) na podłożu o pH 3,7 do 4,3 [15].

W sytuacji, gdy chloroza jest powodowana nadmierną zawartością wapnia w glebie, powstaje przypuszczenie, że rośliny w tych warunkach absorbują nadmierne ilości tego pierwiastka. Tymczasem badania Iljina [10] nad dziesięcioma gatunkami drzewiastymi wykazały, że liście chlorotyczne mogą zawierać mniej lub więcej wapnia ogólnego niż liście zdrowe. Warchałowa [23] wyraża opinię, że rośliny uznane za acydofilne w warunkach nagromadzenia wapnia w glebie nie reagują zwiększonym pobieraniem go. Inni badacze stwierdzili, że zawartość wapnia ogólnego w różanecznikach wykazuje dużą amplitudę. I tak według Toda [20] zawartość Ca wynosi w milirównoważnikach w 100 g s. m. liściu *Rhododendron ponticum* L. od 45,5 do 80,0, u *Rhododendron falconeri* Hook. f od 73,8 do 115,0. Czekalski [6] znalazł w liściach mieszańców „catawbiense” i „maximum” zawartość CaO od 0,80% do 2,40% suchej masy liści. We wszystkich tych przypadkach badane rośliny nie wykazywały chlorozy.

Praktyka rolnicza uprawy roślin na glebach wapiennych już w czasach starożytnych wykazywała, że chloroza uznana za wapienną oznacza w istocie rzeczy niedobór żelaza [10]. Potwierdziły to liczne badania współczesne. Jednak zjawisko braku żelaza w glebie jako przyczyny chlorozy występuje rzadko [1]. Najczęstszą jego przyczyną jest niedostępność żelaza, które znajduje się w glebie w dostatecznej ilości, ale w formie związku nierozpuszczalnego w danych warunkach. I choć jedni badacze [4] są zdania, że nawożenie siarczanem żelaza umożliwi przez hydrolizę tworzenie się w glebie kwasu siarkowego, co radykalnie obniża pH, to inni badacze uważają, że nawożenie gleby alkalicznej solą żelaza może być bez efektu [16, 22]. Russel [16] jest zdania, że skuteczne jest opryskiwanie chorych roślin (nawożenie dolistne) siarczanem żelaza. Potwierdził to u nas Michecki [14], który stwierdził bezskuteczność nawożenia siarczanem żelaza i cytrynianem żelaza chlorotycznych drzew owocowych, podczas gdy inne metody jak opryskiwanie siarczanem żelaza w koncentracji 0,2% i iniekcje tym związkiem chemicznym były skuteczne. Forma nawożenia była również skuteczna przy użyciu chelatu żelaza opartego na bazie EDDHA. Kontrowersyjne poglądy na temat efektów nawożenia solą żelaza można chyba wyjaśnić każdorazowym poziomem alkaliczności gleby lub po prostu ilością zastosowanej soli. Coyle [5] poleca około 20 kg siarczanu żelaza na 10 m², celem obniżenia pH 8,0 do pH 4,5. W praktyce ogrodniczej polecane jest nawożenie gleby alkalicznej kwiatem siarczanym (siarką niekryształiczną), który w ciągu kilku tygodni zostaje w glebie utleniony do formy kwasu siarkowego. Bowers [3] poleca ilość około 400 g kwiatu siarczanego na 1 yard² (= 0,91 m²) dla obniżenia pH o jednostkę na glebach piaszczystogliniastych.

W pierwszym rzędzie przyczyn warunkujących dostępność żelaza znajdującego się w glebie jest jego rozpuszczalność uzależniona od odczynu gleby. Maksymalna rozpuszczalność żelaza następuje przy niskich wartościach pH. Według Buckmana, Bradyego [4] żelazo w formie Fe^{2+} wytrąca się przy pH 6,0 i wyższym, a żelazo Fe^{3+} już przy pH 3,0. W glebach więc wilgotnych, słabo przewietrzanych (słabo natlenionych) rozpuszczalność żelaza jest większa niż w glebach dobrze przewietrzanych. Nie istnieje jednak prosta zależność między odczynem gleby a zawartością żelaza w roślinie. Jak wykazał Tod [20] w liściach *Rhododendron ponticum* rosnącym na glebie o pH 4,9 zawartość ogólnego żelaza w s. m. liści wynosiła 64 ppm, a w innej roślinie tegoż gatunku na glebie o pH 6,0 350 ppm. W obu przypadkach rośliny były zdrowe.

Dostępność żelaza znajdującego się w glebie jest skomplikowana tym, że przy dużej jego rozpuszczalności w odczynie kwaśnym może dojść do tworzenia się nierozpuszczalnych fosforanów żelaza. Z doświadczenia przeprowadzonego przez Lisiaka [12] wynika, że zwiększenie w kulturze wodnej zawartości fosforanów powoduje chlorozę i zmniejszenie zawartości żelaza w roślinie. Według niektórych autorów [11] chloroza zwana wapienną jest u różaneczników i roślin torfowych powodowana częściej nadmierną zawartością fosforanów w podłożu niż zawartością wapnia.

Zakłócenie absorpcji żelaza przez roślinę może również nastąpić w obecności w podłożu wodorowęglanów. Wykazało to szereg badaczy zagranicznych, a z polskich zespół Gumińskiego [12] w doświadczeniu z siewkami pomidorów w kulturze wodnej o kwaśnym odczynie, w obecności NaHCO_3 . W tych warunkach żelazo zostało strącone i wystąpiła chloroza, która została zwalczona dodaniem do pożywki humianu sodowego. Najprawdopodobniej działanie humianu jest spowodowane związaniem żelaza w związek kompleksowy zapobiegający strącaniu się żelaza w formie tlenków lub fosforanów.

Jak już wspomniano, warunki dostępności żelaza znajdującego się w glebie są tworzone przez obecność związków chelatowych. W naturze istnieje wiele chelatów jak chlorofil (chelate magnezu), witamina B_{12} (chelate kobaltu), substancje próchniczne itp.

Chelaty odznaczają się trwałością w glebie, wchodzą trudno w reakcje chemiczne i nie ulegają dysocjacji. Dobre syntetyczne związki chelatowe winny odznaczać się dwoma cechami: 1) być odporne na mikrobiologiczne oddziaływanie gleby, 2) tworzyć trwałe połączenia z mikroelementami a nie z metalami jak wapń, magnez itp. [18]. Mogą one mieć różną budowę chemiczną, a dla celów praktycznych nadaje się im nazwy-skróty utworzone z pierwszych liter składników kompleksu, a więc EDTA, EDDHA itp. Ponieważ EDTA wykazuje silne pokrewieństwo do jonów wapnia, jest on mało przydatny na glebach wapiennych. Można wówczas stosować chelat EDDHA-Fe (etyleno-diamino-dihydroksyfenol-acetat), który okazał się efektywniejszy na glebach wapiennych. W krajach zachodnich jest on znany pod firmową nazwą Sequestren 138-Fe.

Do czynników fizjologicznych wpływających na możliwość powstawania chlorozy należy antagonizm jonów. Zjawisko to zdaniem Lundegardha [13] występuje

prawie u wszystkich kationów. Współzawodnictwo to ma znaczenie podstawowe przy pobieraniu magnezu [23]. W glebach występuje zjawisko konkurencji w procesach absorpcji między jonami magnezu i jonami amonu, potasu, wapnia, wodoru. Pobieranie przez roślinę magnezu jest najsilniej obniżane przez wysokie stężenie jonów wodoru. Nadmiar jonów Al^{3+} w podłożu pogarsza pobieranie magnezu. Duże znaczenie dla różaneczników może mieć antagonizm wapnia i magnezu oraz wapnia i potasu. Absorpcja wapnia może być bardzo obniżona nawożeniem potasowym, lecz wapń ogranicza pobieranie potasu w nieznacznym stopniu. Silny antagonizm Ca/Mg jest obustronny i dlatego za niezmiernie ważny w żywieniu rośliny należy uznać stosunek Ca:Mg.

Magnez ma decydujące znaczenie w powstawaniu chlorofilu i jego niedobór powoduje zanik chlorofilu. Pierwiastek ten jako znacznie ruchliwszy w roślinie niż wapń i żelazo w przypadku niedoboru przemieszcza się z liści starszych do młodszych. W wyniku tego odbarwienie blaszki liściowej występuje u tej rośliny najpierw na liściach dolnych, starszych. Natomiast przy chlorozie wapniowej odbarwienie liści występuje w pierwszym rzędzie w liściach młodszych, wierzchołkowych.

Nowe światło na problem reagowania różaneczników na obecność wapnia w glebie rzuciły prace Toda. W doświadczeniu wazonowym [19] z gatunkiem *Rhododendron davidsonianum* Rehd. ex Wils. wykazał on, że podniesienie przez nawożenie węglanem Mg naturalnego odczynu podłoża (ziemia leśna + torf) z pH 4,7 do 6,8 względnie nawet do pH 8,4 nie wywołuje zaburzeń rozwojowych u tych roślin: rozwijały się one normalnie i zakwitły po 5 latach. We wnioskach badacz ten stwierdza, że taka wysoka wartość pH byłaby toksyczna, gdyby była spowodowana nadmiarem wapnia w glebie. Widocznie więc szkodliwy dla różaneczników jest nie odczyn alkaliczny gleby, lecz nadmiar wapnia. Znaną bowiem jest rzeczą, że oddziaływanie alkalicznej gleby na roślinę jest dwojakie: albo przez nadmiar jonów $(OH)^-$ lub przez nadmiar kationów Ca^{2+} . W przypadku różaneczników zachodzi prawdopodobnie ta druga sytuacja. Można tu zaznaczyć, że doniesienie to, to znaczy o tolerancji różaneczników w stosunku do podłoża o zasadowym odczynie, ale wywołanym związkami magnezu, nie jest jedyne w literaturze specjalistycznej.

Reasumując wyniki swych badań, autor ten [21] przedstawia statystykę stwierdzonych przyczyn chlorozy różaneczników. Wynika z niej, że na 78 zbadanych próbek liści chorych 50 pochodziło z gleb kwaśnych, reszta z alkalicznych. Przyjmując za miernik porównawczy zawartość składników mineralnych w zdrowych różanecznikach wykazaną w swej poprzedniej pracy [20], badacz ten stwierdził, że w tej ogólnej liczbie 78 chlorotycznych roślin 55 wykazywało niedobór magnezu (w tym 35 wraz z niedoborem innego pierwiastka). Rośliny te pochodziły tak z gleb kwaśnych jak i alkalicznych. Pozostałe przypadki chlorozy były wynikiem niedoboru manganu (w większości z gleb alkalicznych), potasu, a nawet wapnia. W konkluzji autor ten wysuwa sugestię, że najczęstszym powodem chlorozy różaneczników nie jest niedobór żelaza lecz magnezu.

Obserwacja ta w świetle wspomnianego poprzednio antagonizmu jonów magnezu i wodoru (podłoże kwaśne) ma cechy prawdopodobieństwa. Toteż w uprawie ogrodowej zaleca się obecnie w przypadku chlorozy magnezowej opryskiwanie różanecz-

ników siarczanem magnezu w koncentracji roztworu 0,5% dwa-trzy razy w odstępach kilkutygodniowych lub nawożenie tą solą w ilości 10—20 g/m² [2].

W przypadku chlorozy wapniowej — stosowanie chelatu żelaza typu EDDHA z dodatkiem magnezu i mikroelementów.

LITERATURA

- [1] Baumeister W., 1955. (Ruhland). Hauptnährstoffe, Berlin, Göttingen, Heidelberg, vol. IV; 513—543.
- [2] Berg J., Heft L., 1979. *Rhododendron* und immergrüne Laubgehölze, Stuttgart.
- [3] Bowers C. G., 1960. *Rhododendron* and *Azaleas*, New York.
- [4] Buckmann C. H., Brady G. W., 1971. Gleba i jej właściwości, Warszawa, 339—367.
- [5] Coyla J. A., 1975. The culture of *Rhododendron* in the lower south of United States of America, Aurora Qr., Quart. Bull. Am. Rhod. Soc., vol. 29, no. 3:168—183.
- [6] Czekalski M., 1973. Badania nad różanecznikami (*Rhododendron* L.) uprawianymi w Polsce, pr. dokt., Poznań.
- [7] Gumiński S., Sulej J., 1967. La relation entre les certaines qualités phisico-chimiques et leur activité biologique, Acta Soc. Bot. Pol., Warszawa, vol. XXXVI:83—96.
- [8] Hartge H., 1956. Zur Abhängigkeit der verschiedenen *Rhododendron*-Arten von der pH — Reaktion des Bodens, pr. dokt., Hannover.
- [9] Heiler F., 1962. Auswahl von *Rhododendron* für alkalische Böden, Rhod. und immergr. Laubgeh., Bremen.
- [10] Iljin S. W., 1942. Kalchlorose der Pflanzen und ihre Biochemie, Jahrb. f. wissensch. Bot., Jena, 465—526.
- [11] Köster P., 1980. Bodenpflege und Düngung für *Rhododendron* im Hausgarten. Rhod. und immergr. Laubgeh., Bremen, 31—43.
- [12] Lisiak M., 1978. The effect of sodium humat upon phosphorus nutrition of plants with variable doses of iron and calcium in tomato water culture. Acta Soc. Bot. Pol., Warszawa, vol. XLVII, 429—440.
- [13] Lundgardh H., 1957. Klima und Boden in ihrer Wirkung und das Pflanzenleben, Jena.
- [14] Michecki J., 1959. Występowanie chlorozy wapiennej w uprawach sadowniczych, Ogrodnictwo, Warszawa, nr 2:293.
- [15] Read H., Wrzesiński C. J., 1978. *Rhododendron lapponicum* in Wisconsin, Quart. Bull., Amer. Rhod. Soc., Aurora, Qr., vol. 32 no 2:139—149.
- [16] Russel F. J., 1958. Warunki glebowe a wzrost roślin, Warszawa, 52—60.
- [17] Ruszkowska M., 1976 (Nowotny-Mieczysłowska: Fizjologia mineralnego żywienia roślin), Mikroelementy, Warszawa, 361—409.
- [18] Salisbury B. Fr., Ross Cl., 1975. Fizjologia roślin, 226—229.
- [19] Tod H., 1974. High calcium or high pH? The Journ. Scot. Rock. Gard. Cl., Edinburgh, vol. XIV, 85—91.
- [20] Tod H., *Rhododendron* and lime, The Journ. Scot. Rock. Gardn. Club. Edinburgh, vol. XIV, 92.
- [21] Tod H., 1974. Chlorosis in *Rhododendrons*. The Journ. Scot. Rock Gardn. Club, Edinburgh, vol. XIV. 114-143
- [22] Wallace T., 1961. The diagnosis of mineral deficiensis in plants by visual symptoms, London.
- [23] Warchałowa M., 1976 (Nowotny-Mieczysłowska: Fizjologia mineralnego żywienia roślin). Kationy dwuwartościowe, Warszawa, 296, 358.

- [24] Zollitsch L., 1927. Zur Frage der Bodenstetigkeit alpiner Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Azidität- und Konkurrenzsfaktors, *Flora*, Jena, Bd. 122:93—158.
- [25] Zöttl H., 1951. Die Vegetationssentwicklung und Fellshut in der alpinen und subalpinen Stufe des Wettersteingebirges, *Jahrb. d. Ver. z. Schutze d. alp. Pflanzen und Tiere*, München, 43—58.

Mgr inż. Alfred Węglowski

Ogród Botaniczny Uniwersytetu Wrocławskiego, ul. Sienkiewicza 23,
50-335 Wrocław