

ZDZISŁAW HARABIN I STANISŁAW WĘGIEREK

Przyczynek do wyjaśnienia zjawiska chlorozy u niektórych gatunków drzew na nieużytkach galmanowych

Замечания для определения явления хлороза у некоторых древесных пород на неуродьях цинковых руд

Contribution to the explanation of the phenomenon of chlorosis in certain tree species on calamine wastelands

Na zwałach przemysłowych spotykamy się dość często ze zjawiskiem chlorozy. Nasilenie objawów chorobowych występuje szczególnie wyraźnie u roślinności wprowadzonej na zwały galeno-galmanowe. Najbardziej są one widoczne w początkowym okresie rozwoju uprawy, lecz znaczny procent drzew choruje również w późniejszych latach. Przyczyn tego stanu należy szukać w specyficznych warunkach środowiska zwałowego, a przede wszystkim w jego fizyko-chemicznych właściwościach.

Powierzchniowa eksploatacja złóż rud cynkowo-olowiowych pozostawiła rozległe tereny w charakterystyczny sposób zryte. Lokalizacja tych nieużytków jest ściśle związana z wychodniami utworów środkowego triasu lub z miejscami, w których nakład utworów czwartorzędowych był nieznacznej miąższości.

W czasie eksploatacji utwory czwartorzędowe znajdujące się w nakładzie zostały przemieszane z utworami triasowymi, tworząc kilkumetrowej wysokości wysypiska, w kształcie kopców i wałów. Na tych terenach często też wzbogacano rudy cynku za pomocą płukania i przesiewania, w następstwie czego powstały szlamowiska.

Ogólnie można przyjąć, że materiałem tworzącym tego typu nieużytki są odłamki skał wapienno-dolomitowych, w różnym stopniu wymieszane z piaskiem, gliną i iłem czwartorzędowym.

W celu scharakteryzowania właściwości fizyko-chemicznych gruntu, wykonano szereg odkrywek, z których pobrano próbki do badań analitycznych. Analizy składu mechanicznego (metodą *Cassagrande* w modyfikacji *Prószyńskiego*), utworów zalegających na powierzchni zwału „Górniki”, wykazują przeważnie skład ilów zawierających 70—90% części spławialnych, a miejscami glin średnich i ciężkich. W warstwie gruntu do głębokości 100 cm, nie stwierdzono zawartości części szkieletowych, co świadczy, że nieużytek był rozległym szlamowiskiem. Jedynie w materiale tworzącym kopcę, zawartość części szkieletowych wynosiła 25—43%.

Ciężar właściwy gruntu (oznaczony metodą piknometryczną) waha się od 2,94 do 3,45 G/cm³. Tak duży ciężar właściwy, odbiegający znacznie od wartości spotykanych w naszych glebach naturalnych (2,3—2,8 G/cm³), wynika ze znacznej zawartości w materiale zwałowym związków cynku i ołowiu. W miejscach, w których czynne były płuczki, ilość cynku i ołowiu ogólnego sięgać może do 10% i więcej (2). Powyższa opinia oraz duży ciężar właściwy gruntu, potwierdzają zakwalifikowanie badanego obiektu do nieużytków popłuczkowych.

Odczyn materiału (oznaczony potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej) waha się od pH 6,3 do 7,3 w KCl i od pH 6,8 do 7,9 w H₂O. W wyciągach wodnych (sporządzonych metodą G i e d r o i c i a) dominują jony wapnia (7,8—19,5 mg/100 g) i magnezu (1,3—14,4 mg/100 g), natomiast jonów żelaza (Fe²⁺ i Fe³⁺) oraz manganu nie ma, lub występują w ilościach śladowych. Zawartość potasu waha się od 1,87 do 4,00 mg/100 g, natomiast sodu od 0,54 do 1,17 mg/100 g. W próbkach pobranych ze strefy rozmieszczenia systemów korzeniowych, przy pH 4,5—6,8 w H₂O, ilość cynku ruchomego (oznaczonego metodą ditizonową, ekstrakcyjno-kolorymetryczną według R i n k i s a i P e i v e g o) wynosiła 6,0—8,0 mg/kg s.m., a azotu ogólnego (oznaczonego metodą K j e l d a h l a) 0,00—0,102 mg/100 g.

Wśród anionów przeważają węglany HCO₃ (16,5—46,2 mg/100 g), siarczany (17,6—27,5 mg/100 g) oraz chlorki (4,0—6,5 mg/100 g). Azotany i fosforany występują w ilościach śladowych, bądź zupełnie ich brak.

Porowatość całkowita materiału zwałowego jest stosunkowo niska, gdyż waha się w granicach 33,3—45,3%. Jak wiadomo ma ona duży wpływ na rozwój korzeni roślin oraz na intensywność procesów mikrobiologicznych w glebie, przez kształtowanie stosunków wodno-powietrznych. Tekstura gleby, uzależniona od składu mechanicznego, wykazała układ zwarty o dużym zwarceniu całej masy glebowej.



Ryc. 1. Modrzew europejski na zwale galmanowym „Górniki”. Zadrzewienie 10-letnie



Ryc. 2. Fragment zwału galeno-galmanowego z charakterystycznymi nagimi miejscami (powierzchnie fitotoksyczne)

Na zwałach galmanowych zjawisko chlorozy liści najsilniej występuje u *Alnus glutinosa*, *Alnus incana* oraz *Acer pseudoplatanus*, *Larix decidua* i *Robinia pseudacacia*. Obok typowych zmian chorobowych w blaszce liściowej (żółtozielone zabarwienie tkanki), obserwuje się również pewne oznaki niedorozwoju drzew, m. in. zahamowanie wzrostu. M o r a w s k i (3) podaje, że rośliny porażone chlorozą są o 30—50% niższe od zdrowych. Drzewa pozbawione zmian chlorotycznych wykazują natomiast normalny wzrost i rozwój (ryc. 1). Stany chorobowe nie obejmują wszystkich roślin, lecz występują „wyspowo” na stosunkowo niewielkich powierzchniach. Największe zmiany obserwuje się jednak w sąsiedztwie miejsc zupełnie pozbawionych roślinności zielnej (ryc. 2).

Jakkolwiek kompleksowe oddziaływanie środowiska zwałowego na wprowadzoną roślinność, bardziej niż w warunkach naturalnych utrudnia jednoznaczne ustalenie przyczyn chorobowych, to jednak wydaje się, że na nieużytkach galmanowych podstawową przyczyną powstawania chlorozy u olszy i robinii jest niedobór azotu.

Przyjmuje się, że *Robinia pseudacacia* otrzymuje około 90% azotu za pośrednictwem bakterii, a zaledwie 10% bez ich udziału (1). Tymczasem w związłym materiale badanych galmanów w głębszych warstwach brodawki na korzeniach olszy i robinii nie rozwijają się w ogóle, natomiast w warstwie powierzchniowej — minimalnie.

Zahamowanie rozwoju brodawek zaobserwowano również na zwałach węgla brunatnego w Turosszowie w silnie spoiwym materiale ilastym. Być może łączy się to z ograniczonym dostępem powietrza do tych miejsc, gdyż bakterie brodawkowe jako typowe tlenowce mogą się rozwijać jedynie przy wolnym dostępie powietrza (4).

W badaniach B o n d a i w s p . , M o r r i s o n a , B e c k i e g o i i n . , cyt. przez M a l i s z e w s k ą i w s p . (2), nad współzyciem olszy czarnej z pro-

mieniowcem *Streptomyces alni*, zastosowano do oznaczania procesu asymilacji azot znakowany $^{15}\text{N}_2$. W doświadczeniach wazonowych wiązanie $^{15}\text{N}_2$ odbywało się wyłącznie w naroślach korzeniowych, w przypadku braku narośli rośliny chorowały na chlorozę i ginęły.

Niemal analogiczną sytuację obserwujemy na zwałach galmanowych. Wobec braku rizobii na korzeniach olszy i robinii, powstały sprzyjające warunki do wystąpienia objawów chorobowych, a nawet powolnego zamierania drzew. Do wyjaśnienia omawianego problemu, pomocne są również spostrzeżenia Skawiny i Greszty (5), którzy stwierdzili, że na zwale węgla kamiennego kopalni „Czerwona Gwardia” w Czeladzi, przy znikomych ilościach azotu, objawy chlorotyczne nie wystąpiły jedynie u olszy i robinii. Jeśli zważymy, że na zwałach węgla kamiennego (w przeciwieństwie do zwałów galmanowych), rozwój rizobii na korzeniach olszy i robinii z zasady przebiega normalnie, to prawdopodobnym się staje, iż na zwałach galmanowych o chlorozie mógł zadecydować brak azotu.

Nie jest wyjaśniona rola cynku w rozwoju bakterii brodawkowych olszy i robinii. Wszystko jednak wskazuje, że wpływ ten chyba istnieje. Badania autorów wykazały, iż przy wysokiej zawartości w podłożu cynku przyswajalnego, następuje w brodawkach przerwanie asymilacji azotu atmosferycznego. U olszy na zwale galmanowym „Górniki”, przy zawartości w strefie korzeniowej 38 mg cynku przyswajalnego na 1 kg s.m. (pH 6,8 w H_2O), tego rodzaju zjawisko zaobserwowano w brodawkach pojedynczo rozmieszczonych na nabiegach korzeniowych. Również na zwale poflotacyjnym „Nowy Dwór” w Bytomiu, przy dużo niższej zawartości cynku przyswajalnego, rizobia były nieczynne. Prawdopodobnie po wysadzeniu drzewek w toksycznym materiale zwałowym nastąpiło przerwanie asymilacji azotu atmosferycznego. Świadczyć o tym może m. in. przejście czerwonego barwnika brodawek w brunatną methemoglobinę. W ciągu zaledwie kilku lat większość drzewek olszy zginęła, a zachowane przy życiu wykazują bardzo słaby wzrost i rozwój (ryc. 3).

Nasuwa się zatem wniosek, że w warunkach zwałowych zachowanie się oraz wzrost olszy i robinii w dużym, jeśli nie w decydującym stopniu zależy od rozwoju bakterii brodawkowych. Zahamowanie bowiem rozwoju rizobii, bądź przerwanie w nich procesu asymilacji azotu, oprócz objawów chlorotycznych powoduje trwałe zmiany w nadziemnej części drzew, a także często prowadzi do ich powolnego zamierania.

LITERATURA

1. Białkiewicz F. — Grochodrzew. PWRiL, Warszawa, 1952.
2. Maliszewska W., Marszewska-Ziemięcka J., Myśków W., Strzelczyk E. — Mikrobiologia gleby i nawozów organicznych. PWRiL, Warszawa, 1969.
3. Morawski S. — Wyniki dotychczasowych prób zadrzewienia warpi. „Sylwan”, 1968, nr 2.
4. Russel E. J. — Warunki glebowe a wzrost roślin. PWRiL, Warszawa, 1958.
5. Skawina T., Greszta J. — Wyniki doświadczeń nad przydatnością niektórych gatunków drzew i krzewów dla biologicznego zagospodarowania zwałów kopalnianych. Biul. 22, GOP PAN, Warszawa, 1959.

Z Zakładu Ochrony Środowiska Regionów
Przemysłowych PAN w Zabrze

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 19 marca 1971 r.