

F. TERLIKOWSKI

## ROŚLINNOŚĆ JAKO CZYNNIK GLEBOTWÓRCZY

### I. Wstęp

Często zjawiska uznane za poznane i podlegające określonym regułom, jeśli poddać je ponownej dyskusji, okazują się wymagającymi uzupełniających badań, w których rezultacie przybierać mogą odmienne zgoła od pierwotnego oblicze. Nieraz przerwanie inercji myślowo - naukowej doprowadza do zupełnego przebudowania nowodyskutowanych odnośnych koncepcji.

Przykładów mamy wiele w każdej zapewne dziedzinie nauki. Wspomnieć tu można o zmianach lat ostatnich w poglądach na prawa genetyki. W mniejszym, ale bliższym nam zakresie, wspomnieć można o dość radykalnych zmianach poglądów w dziedzinie odżywiania roślin fosforem (granulacja, małe dawki, znaczenie stadiów rozwojowych rośliny itd.).

Celem obecnego referatu na temat „Roślinność jako czynnik glebotwórczy“ jest właśnie przede wszystkim chęć spowodowania na ten temat wymiany zdań i uzupełnienia poglądów.

Jest to cel może główny, ale nie wyłączny. Wydaje mi się bowiem, że jakkolwiek obecnie wszyscy zgadzamy się, że udział roślinności w procesach kształtowania się gleb jest istotny, to jednak nawet dzisiaj pogląd ten w różnej mierze jest doceniany, nie doceniany lub przeceniany przez poszczególnych naszych gleboznawców.

A jeśli chodzi o gleboznawstwo zachodu np. niemieckie, to w ostatnim numerze (zeszyt 1 — 1951 „Zeitschrift für Pflanzendüngung und Bodenkunde“) znajdujemy typowy i znamieny artykuł dyskusyjny prof. Wetzela z Kolonii na temat, jaka jest różnica między „glebą“ a „sedymentem“. W publikacji tej przytaczane są różne kryteria, za pomocą których odróżnić można by utwór glebowy od sedymentu. Kryterium znaczenia czynnika biologicznego przy powstawaniu gleby jest tu wszakże prawie nie uwzględnione. Nie jest to zresztą przykład wyjątkowy.

Przed niewielu jeszcze laty — bo prawie do ostatnich czasów — poglądy gleboznawców na istotę gleb nie były ujednoczone.

Wielu zachodnio - europejskich gleboznawców, a nawet prawie współczesnych gleboznawców rosyjskich (Nabokich) uważało, że

proces tworzenia gleby jest równoznaczny z abiotycznym wietrzeniem skały.

W Rosji wszakże już od czasów Dokuczajewa i Sibircowa poglądy takie znajdowały zdecydowanych przeciwników; pogląd o decydującym udziale w procesach glebotwórczych czynnika biotycznego przyjęty został powszechnie. Współczesnym, najwybitniejszym przedstawicielem tego kierunku był Williams. W Polsce, zwłaszcza w ostatnich latach powojennych, idee o znaczeniu biologicznego czynnika w kształtowaniu się gleby coraz więcej przenikają do poszczególnych dziedzin gleboznawstwa.

W referacie niniejszym pragnąłbym uwypuklić i podkreślić znaczenie mikro i makroroślinności jako podstawowych czynników, wyznaczających kierunek i charakter procesów kształtowania gleb.

Wydaje mi się bowiem, że sama powszechnie już u nas przyjęta koncepcja o udziale czynnika biotycznego w tworzeniu się gleby, nie zawsze jest realnie doceniona w szczegółach, rozwój zaś współczesnego gleboznawstwa stale wysuwa nowe aspekty tego zagadnienia, czyniąc je stale aktualnym, nastroczającym nowe refleksje i obiecującym nowe możliwości rozwoju tej dziedziny wiedzy.

## II. Dane Williamsa

Mówiąc o makro i mikroroślinności jako podstawowym czynniku glebotwórczym, bynajmniej nie mam zamiaru nie doceniać innych czynników wchodzących tu w grę, jak charakter petrograficzny skały, udział znanych abiotycznych czynników wietrzenia fizycznego i chemicznego, relief terenu, okres czasu tworzenia (wiek odnośnego procesu), udział gospodarki człowieka itd. Doceniając znaczenie tych czynników będę się starał podkreślić, że udział świata ożywionego w tych procesach złożony jest z tylu skomplikowanych a jednocześnie subtelnych przejawów, że zawsze zadecyduje o charakterze zachodzącego procesu glebotwórczego i o tym, że formuje się to właśnie a nie inne stadium ewolucji gleby, które zwykliśmy w języku potocznym nazywać „Typem glebowym“.

Rozpocznijmy od przejrzenia pewnych ustalonych i bliżej znanych danych.

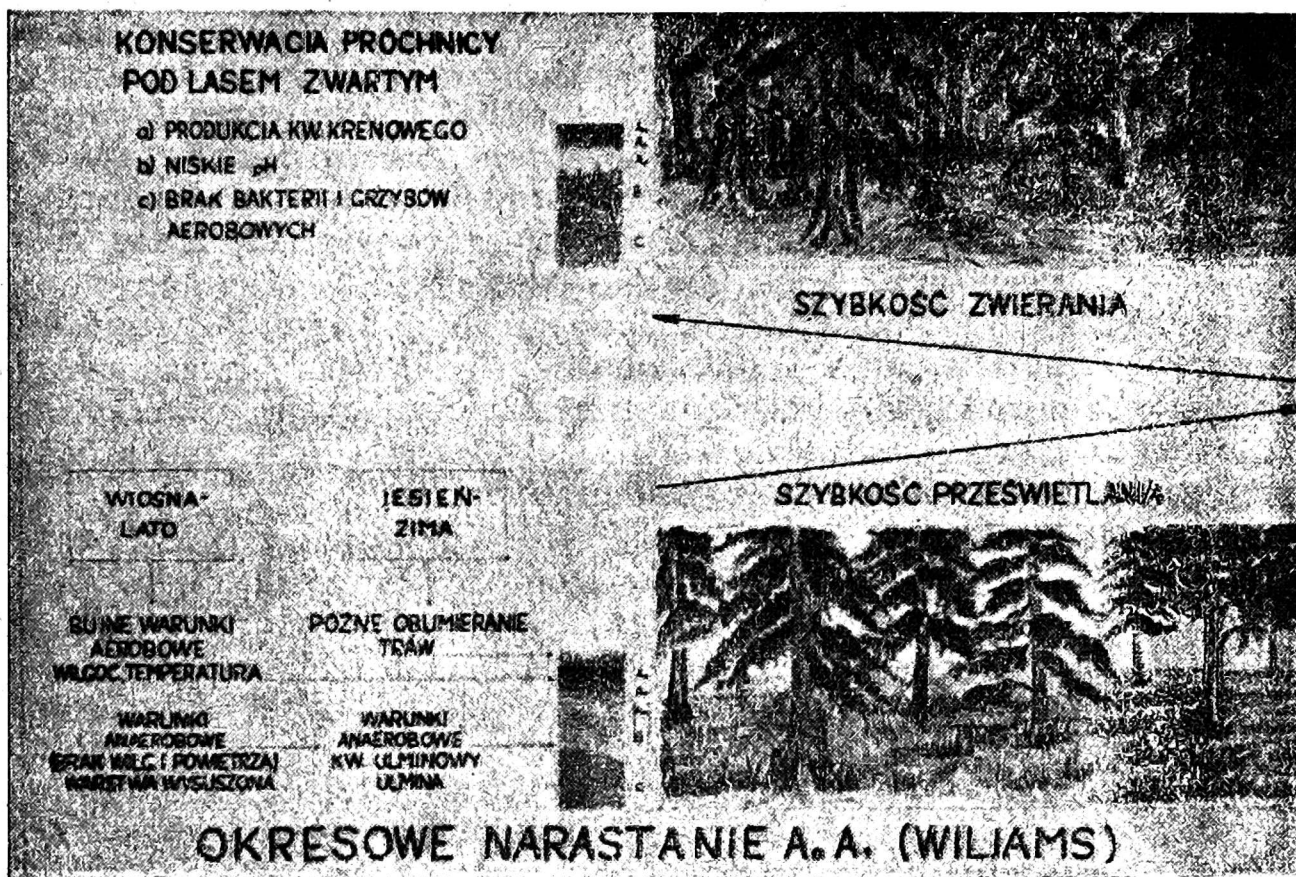
Myślę, że jako przykład takich danych przytoczyć można poglądy Williamsa o znaczeniu czynnika roślinnego w przeobrażeniu się leśnych gleb bielcowych w gleby darniowo - łąkowe, a dalej o stopniowej ich ewolucji, zachodzącej zawsze pod wpływem czynnika roślinnego, w „typ gleb bagiennych“.

Koncepcje Williamsa na ten temat starałem się w skróceniu przedstawić na dwóch załączonych tu rysunkach.

Na rysunku 1 przedstawiono dwie fazy w rozwoju lasu na bielicy.

Las dzięki rozkładowi znacznej ilości mas roślinnych przez aerobowe procesy grzybowe powoduje powstawanie ruchliwego

kwasu krenowego. O ile skała macierzysta była z natury uboga w zasady, kwas krenowy będzie silnym czynnikiem ługowania nawet trudno rozpuszczalnych zasad, jak np. połączenia żelaza i przenoszenia go w głąb gleby częściowo według schematu systemów chromatograficznych. W rezultacie, w stadium normal-



Rys. 1 (schemat)

nego, zwartego rozwoju lasu pod pokrywą leśną ukształtuje się typowy cztero- lub pięciopoziomowy profil bielicy. Jest to faza lasu „zwartego“.

Z biegiem życia las rozpoczyna się „prześwietlać“, wypadają niektóre drzewa, a miejsca nasłonecznione pokrywają się szybko rosnącą roślinnością trawiastą rozłogową. Jest to druga faza w rozwoju lasu i początek inwazji gleby leśnej przez roślinność łąkową. Las wszakże powoli zaczyna się ponownie zwierać, podrasta drugie jego piętro i roślinność trawiasta zostaje wyparta. Nastąpiła faza „zwarcia“ lasu. Te dwie fazy, faza „zwierania“ się i „prześwietlania“ lasu powtarzają się w odstępach pewnego czasu. Wszakże wyprodukowane przez bujną roślinność trawiastą w czasie fazy „prześwietlania“ masy roślinności stopniowo mogą gromadzić się coraz więcej i dawać początek gromadzeniu się próchnicy. Na skutek tego pierwotna słaba miąższość poziomu  $A_1$  może wzrastać i nawet narastać może nowy poziom typu  $A_0$ . W ten sposób w okresach kolejnych „prześwietleń“ warunki rozwoju traw stale się poprawiają, ustalają się dobre warunki odżywiania się trawiastych

roślin, a jednocześnie warunki wschodów i rozwoju siewek leśnych stale się pogarszają. W konsekwencji las „zwiera“ się coraz trudniej i „przeświewla“ się coraz częściej. Pokazuje to na rysunku przebieg strzałek obrazujących szybkość „zwierania“ się lasu (obniżająca się w miarę ewolucji lasu) i szybkość „przeświewlania“ się lasu (wzmagająca się w miarę jego ewolucji). Okresy czasu między „zwarciem“ a „przeświewleniem“ stale maleją. Wreszcie las przestaje się zwierzać i zostaje opanowany przez roślinność trawiastą. Okres leśnej gleby bielcowej zaczyna gasnąć i przetwarza się stopniowo w okres gleb typu darniowego. W tym stadium poziom typu  $A_0$  i  $A_1$  silnie przybiera na miąższości i rozwija się kosztem zanikającego jednocześnie poziomu  $A_2$ . Przestaje wytwarzać się kwas krenowy, natomiast silnie rozwijają się procesy aerobowego rozkładu mas trawiastych w poziomie  $A_0$  i wierzchniej części poziomu  $A_1$ , powodując powstawanie i gromadzenie się kwasu huminowego w tych poziomach. W poziomach niżej leżących mogą jednocześnie zaistnieć warunki anaerobowego rozkładu mas roślinnych, prowadząc do powstawania kwasu ulminowego.

W mniejszych ilościach zarówno kwas huminowy, jak i kwas ulminowy są ważnymi czynnikami strukturotwórczymi. Gleby darniowe w okresie progresji tego okresu wykazują doskonałe własności strukturalne (nawiasem zauważyć można, że podobne struktury w czasie skróconym ma właśnie za zadanie spowodować system trawopolny Wiliamsa).

Coraz bujniejszy rozwój roślinności trawiastej okresu darniowego zawiera w sobie zaczątki przyczyn jego zanikania. Oto w miarę zwiększania się miąższości poziomów  $A_0$  i  $A_1$  pod wpływem roślinności trawiastej, następuje taki moment, że poziom  $A_0$  i  $A_1$  rozwiną się do tego stopnia, że utrudnią — lub zgoła uniemożliwią — czerpanie przez system korzeniowy składników pokarmowych z mineralnego podłoża. W tym stadium korzenie roślinności, nie mogąc już sięgnąć ku podłożu mineralnemu, znajdują się w warunkach objawów głodu pokarmów mineralnych. Niemożność wnikania korzeni do poziomu C warunkowana jest poza tym nie tylko miąższością poziomu  $A_0$  i  $A_1$ , ale także i tym, że w tych poziomach, zwłaszcza w dolnych partiach poziomu  $A_1$ , zapanać mogą warunki ściśle anaerobowe, w których już nie może się rozwijać szereg roślin autotroficznych. Anaerobizm dolnej części poziomu  $A_1$  jest wynikiem „wypełnienia“ por strukturalnych masami zdenaturowanego kwasu ulminowego, tzw. „ulminą“, która jednocześnie jest substancją o własnościach bakteriostatycznych, utrwalających przepełnione pory profilu bezpostaciowymi masami ulminy. Substancje te są jednocześnie silnie wodochłonne, zatrzymują więc w sobie znaczne ilości wód powierzchniowych i powodują nadmierne uwilgotnienie warstw wierzchnich, a także uformowanie się nowego poziomu o zaznaczonych procesach redukujących, tzw. poziomu „glejowego“ (G) na granicy dawnego poziomu iluwialnego i skały macierzystej. Dotychczasowa roślinność

darniowo - trawiasta przestaje się rozwijać a wkracza nowa biologiczna formacja roślin symbiotroficznych, dostosowanych — dzięki mykoryzie — do rozwoju w warunkach anaerobowych. Z początkiem rozwoju tej formacji roślinnej okres darniowy, który przeobraził typ bielcowy, ze stadium progresji wstępuje w stadium cofania się, regresji. Jest to jednocześnie początek zjawienia się nowego etapu ewolucji gleby — początek okresu „bagiennego“.

Na rysunku 1 podane są też pewne szczegóły przebiegu kumulacji próchnicy w okresach wiosna — lato i jesień — zima. Roślinność wieloletnia trawiasta obumiera późną jesienią i nie może już ulegać rozkładowi (warunki anaerobowe, niska temperatura). Zimą pod wpływem mrozu następuje rozkład kwasu ulminowego na bezpostaciową, śluzową „ulminę“. Wiosną w poziomie  $A_0$  przebiegać może bujnie proces aerobowego rozkładu. Natężenie tego procesu w poziomie  $A_0$  warunkować wszakże może zużycie w nim tlenu i wilgoci na procesy aerobowe i w warstwach poniżej  $A_0$  — na pewnej głębokości wiosną i latem panować mogą warunki anaerobowe, a przy tym suche. Wyschnięta roślinność rozkłada się coraz trudniej; poziom  $A_0$  wzrasta, a w poziomie  $A_1$  akcentują się warunki braku wody, braku tlenu i powstawania kwasów ulminowych lub ulminy.

W rezultacie tych okoliczności przejawia się okresowo nawarstwienie i podwyższenie poziomu  $A_0$  i  $A_1$ .

Zjawić się wszakże może pytanie: o ile zrozumiały jest przebieg wspomnianych procesów w okresie walki roślin trawiastych z roślinnością leśną, to jaka jest przyczyna, że skumulowana w okresie „prześwietlenia“ lasu próchnica przetrwać może w czasie ponownego jego „zwarcia“ do czasu ponownego „prześwietlenia“.

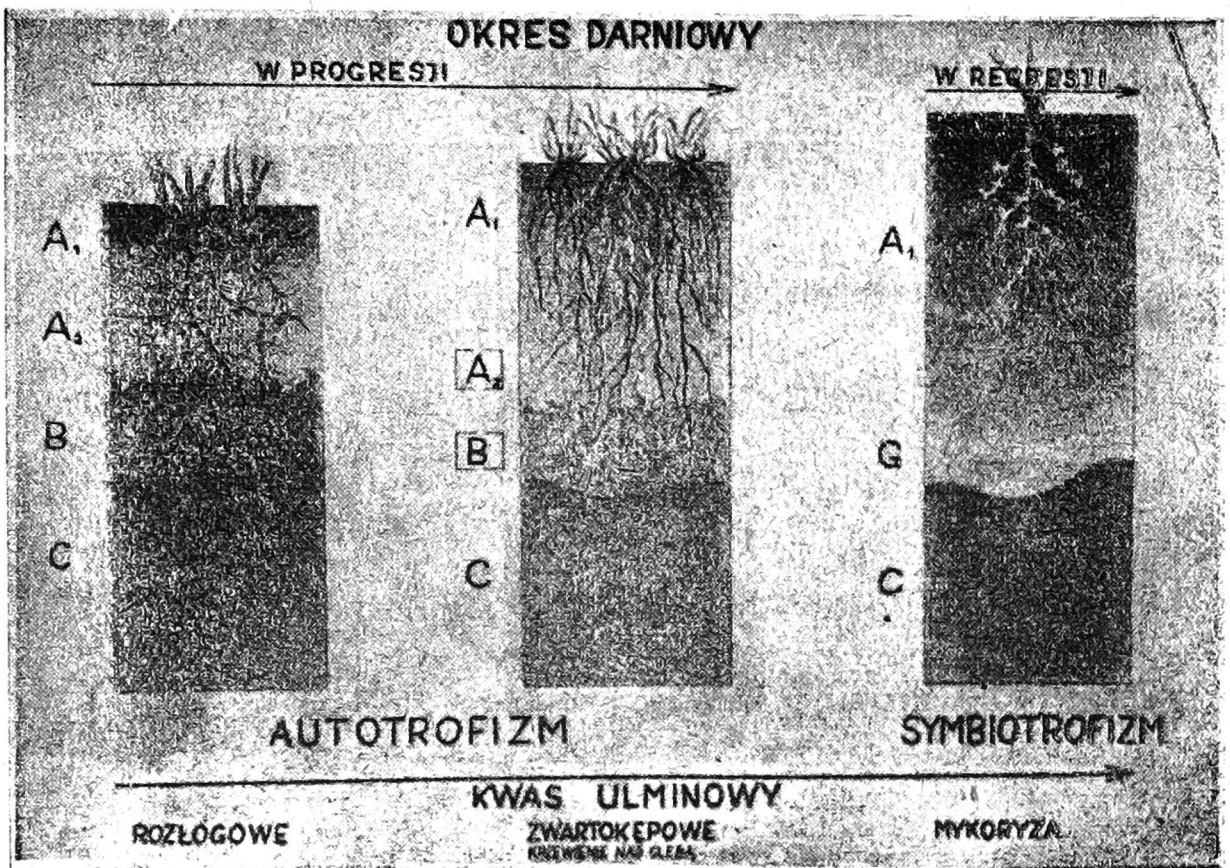
Otóż wyjaśnić można to w sposób następujący. W okresie „zwarcia“ lasu skumulowana próchnica (okresu „prześwietlenia“) konserwuje się pod zwartym lasem na skutek:

- a) kwaśnego odczynu, co równoznaczne jest z brakiem bakterii,
- b) na skutek braku rozwoju grzybów aerobowych w poziomie  $A_1$ , bo tlen zużywany jest na procesy rozkładowe przebiegające żywo w poziomie  $A_0$ ,
- c) na skutek tego możliwy jest w poziomie  $A_1$  tylko rozwój grzybów w formie mykoryzy (tlen dochodzić może wyłącznie poprzez drogi korzeniowe), ale i mykoryza utrudniona jest na skutek powstawania w poziomie  $A_0$  kwasu krenowego i przesiąkania jego ku dołowi.

W rezultacie więc skumulowana w czasie trwania „prześwietlenia“ lasu próchnica konserwowana jest przez okres jego „zwarcia“ i dalej narastać będzie przy następnym „prześwietleniu“ itd.

Oczywiście widoczne są ujemne konsekwencje gromadzenia się próchnicy pod wpływem roślinności trawiastej, bo coraz trudniej może w tych warunkach las „odnawiać się“, następuje zagłuszenie młodych drzewek przez wtargającą roślinność łąkową:

- a) Stałe wzmaganie się bujności roślinności łąkowej (w poszczególnych stadiach prześwietlania i zwierania się lasu) powoduje zacienianie i hamowanie wzrostu wschodzących młodych drzewek.
- b) Warstwa korzeniowa traw jest warstwą bardzo suchą, co silnie pogarsza warunki rozwoju młodych drzewek.
- c) Narastający poziom  $A_0$  i  $A_1$  chłonie wodę opadową i nie dopuszcza do uwilgotnienia poziomu korzenia się drzew. W ostatecznym więc ujęciu widzimy, że:
- 1) Roślinność łąkowo - trawiasta, walcząc z prześwietlającym się lasem, powoduje przejście stadium „bielicowego“ w stadium „darniowe“.



Rys. 2 (schemat)

2) Roślinność trawiasta w miarę rozwoju darni ( $A_0$  i  $A_1$ ) stale narastających w tym okresie, powoduje powierzchniowe uwilgotnienie darni i warunkuje zjawienie się roślinności bagiennej, odpowiadającej lepiej nowym warunkom uwilgotnienia.

3) Roślinność jest więc czynnikiem decydującym o ewolucji gleb z jednego stadium w stadium następnego stałego cyklicznego procesu glebotwórczego. Stałego w sensie trwania, ale nie w sensie jednolitości.

U w a g a : Procesy glebowe nie są jednolite, a stale ulegające zmianom i wahaniom. Termin Wiliamsa „Jedinstwiennyj poczwobrazowatielnyj proces“ niefortunnie został przetłumaczony na język polski jako „jednolity“.

Na rysunku 2 podane są niektóre szczegóły z rysunku 1. Tak więc widzimy tu trzy kolejne stadia przemiany profilu gleb bielcowych pod wpływem opanowujących i zmieniających się formacji trawiastych oraz zespołów mikrobiologicznych towarzyszących odnośnym formacjom roślinności trawiastej.

Na profilu z lewej strony rysunku naszkicowany jest przekrój gleby opanowywanej przez rozłogową roślinność trawiastą. Morfologicznie przekrój glebowy ma jeszcze wszystkie elementy profilu bielicy (poz.  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ , B, C), ale słabo tylko zaznaczone, widać też zwiększenie miąższości poziomu  $A_1$  przy jednoczesnym nasunięciu domieszki próchnicy na poziom  $A_2$ . Rośliny rozłogowe, o węzle krzewienia rozwijającym się na granicy  $A_0$  i  $A_1$ , wnikają korzeniami w poziom B, czerpiąc składniki pokarmowe z zapasów nagromadzonych w nim w okresie leśnego bielcowania. Podobne stosunki zachodzą też w dalszym rozwoju okresu darniowego: bielcowe poziomy zanikają; rozwija się roślinność rozłogowa typu zwartokępowego o węzle krzewienia tuż nad powierzchnią gleby. W ten sposób nad glebą zaistnieć może zaakcentowanie przyrostu masy roślinnej (węzły krzewienia) oraz przyrostu masy roślinności usychającej i ulegającej humifikacji. W tym stadium typ roślinności pozostaje nadal autotroficzny. Na profilu ostatnim uwidocznione już jest stadium takiego nagromadzenia się materii roślinnej i próchnicznej, że cały profil uległ pod jej wpływem gruntownej zmianie. Oto dzięki przepelnieniu wolnych przestrzeni glebowych przez kwas ulminowy i ulminę zapanowuje nadmierne przepojenie całego profilu wilgocią opadową, nie mogącą spływać w dół profilu glebowego z powodu wysokiej chłonności wodnej ulminy i kwasu ulminowego. Zapanowują więc w profilu warunki anaerobowe w silnie rozwiniętym przestrzennie poziomie  $A_1$ . Poniżej tego poziomu warunki anaerobowe nie ustępują i z powodu braku w tym poziomie materii próchnicznej uwidoczniają się ulegające redukcji połączenia żelaza. Poziom przybiera barwę brudno zielonawą, brudno siną. Jest to poziom „glejowy“, niekorzystny dla rozwoju korzeni. Rośliny nie wnikają już tutaj korzeniami, a zmuszone rozwijać się w powyżej zalegających poziomach próchnicznych, mogą czerpać tlen i pokarmy roślinne za pośrednictwem mykoryzy. Mamy więc tutaj zjawienie się roślinności symbiotroficznej, będącej oznaką, że okres darniowy wchodzi w stadium regresji i że rozpoczyna się panowanie nowego stadium ewolucji glebowej — gleb typu bagiennego.

Na przykładzie powyżej omówionym i przytoczonym na rysunku 1 i 2 widzimy więc, jak zawsze roślinność (makro i mikro) jest tym czynnikiem, który wyznacza typ rozwijającej się gleby. Formacje roślinne przeobrażają się zawsze w ścisłym skojarzeniu z rozwojem określonych procesów mikrobiologicznych i łącznie warunkują stały przebieg zmian w środowisku masy glebowej. Przebieg tych zmian, rzecz naturalna, nie kończy się na zapanowaniu stadium bagiennego, a toczy się dalej, nieprzerwanie, przechodząc

w następne fazy rozwojowe stale przebiegającego ogólnego procesu glebotwórczego.

W swej teorii o „jedynym procesie glebotwórczym“ podaje Williams podstawy owej powszechnie panującej ewolucji typów i odmian glebowych, z naciskiem zaznaczając decydujący udział w tych procesach przemian mikro — i makroflorystycznych. Ograniczamy się tutaj do omówienia ewolucji bielcowych gleb leśnych w gleby darniowe i bagienne, jako dobrze znanego przykładu udziału roślinności w kształtowaniu się gleb.

Reasumując w krótkim streszczeniu ująć możemy przyczyny wkraczania łąk na miejsce lasu, jako związane i wynikające z cech formacji łąkowych. Cechy formacji łąkowych mają wyraźnie zaznaczone właściwości co do ulegania procesom humifikacji (obumieranie na początku zimy; uleganie procesom anaerobowych przemian wiosną i latem; denaturacja w okresie zimy połączeń próchnicznych w trwałą i toksyczną ulminę itd.).

Dalszymi cechami roślinności łąkowej, powodującymi przewagę ich w walce z lasem, są specyficzne anatomiczno-ekologiczne właściwości: rozlogowe formacje długoletnich szybko rosnących traw, luźno i zwartokępowe wykształcania osobników, co przy węźle krzewienia rozwijającym się nad glebą daje możliwość narastania ku górze materii próchnicznej; możliwości posługiwania się mykoryzą w warunkach złego odżywiania się itd. „Typ“ uformowanej gleby, jak widzimy z przykładowego omówienia odnośnych wywodów Williamsa, warunkowany był nie cechami petrograficzno-mineralogicznymi mineralnej masy glebowej, a wyznaczany przez opanowujące teren odnośne biologiczne formacje roślinne (o bezspornym udziale w tych procesach świata zwierzęcego nie będziemy w niniejszym referacie wspominali, uważając, że przekroczyłoby to właściwy temat).

### *III. Czynniki biotycznie-roślinne*

Rozważając znaczenie roślinności jako podstawowego czynnika glebotwórczego, musimy mieć wyraźnie na uwadze, że powyższe oddziaływanie roślinności w małym stopniu wiąże się z chemiczną naturą mas odnośnych formacji roślinnych, jak również w nieznacznym stopniu zależne jest od ilościowej produkcji tych mas roślinnych.

Tak np. formacja łąkowa wypiera stopniowo, w progresji okresu darniowego, formację leśną nie dlatego, że produkuje większe lub mniejsze ilości mas roślinnych i nie dlatego, że chemiczny skład tych mas różny jest w formacji łąkowej i w formacji leśnej.

Przemiany mas roślinnych w glebie, w końcowym rezultacie których występuje albo ich mineralizacja, albo humifikacja, zależne są, biorąc ogólnie, w stopniu niepomiernie wyższym od warunków siedliskowych, w jakich te przemiany przebiegają,



a znacznie mniejszym ulegają wahaniom w zależności od ilościowych lub chemicznie jakościowych ich stosunków.

W wyraźnie zaznaczonych warunkach siedliskowych, np. przy optymalnym dla przemian mikrobiologicznych przebiegu temperatur, uwilgotnienia i aeracji, masy roślinne różnych zespołów roślinnych (różnych także co do ich składu chemicznego) dawać mogą bardzo do siebie zbliżone produkty rozkładu oraz zbliżone produkty humifikacji tych mas.

Analogicznie różne co do składu chemicznego masy roślinne, ulegając mineralizacji i humifikacji w zdecydowanie niekorzystnych dla procesów mikrobiologicznych warunkach temperatury, uwilgotnienia i aeracji, dawać też mogą produkty humifikacji lub rozkładu bardzo do siebie zolizone, jakkolwiek odrębne od powyżej omówionych.

Natomiast podobne lub identyczne co do swego składu chemicznego masy roślinne, ulegając przemianom, raz w warunkach korzystnego układu temperatury, wilgotności i aeracji, a raz w warunkach niekorzystnego dla przemian mikrobiologicznych układu tych czynników, dawać będą zdecydowanie odrębne produkty humifikacji lub przejściowe do pełnej mineralizacji.

Formułujemy to w sposób ogólny w twierdzeniu, że dla biologicznego przebiegu ważnych w kształtowaniu się gleby procesów humifikacji, czynnikami wyznaczającymi są przede wszystkim warunki, w jakich odnośne przemiany mikrobiologiczne przebiegają, natomiast znacznie mniejszy lub zgoła nieistotny dla końcowego rezultatu odnośnych przemian będzie wpływ składu chemicznego danych mas roślinnych lub różnych ilości tych mas podlegających procesom humifikacji.

Możemy więc np. obserwować, że w dogodnych warunkach temperatury, uwilgotnienia, aeracji itd., zarówno w drzewostanach iglastych, jak i w drzewostanach liściastych, rozkład chemicznie różnych bardzo ich mas roślinnych postępować będzie w tym kierunku, że uformują się zawsze gleby, np. brunatne, o jednolitym typie próchnicy (Szwajcaria).

Te same dwie, różne co do składu chemicznego, masy roślinne w niedogodnych warunkach temperatury, uwilgotnienia, aeracji uformują zarówno pod formacją iglastą, jak i pod formacją liściastą gleby tzw. typu bielcowego z charakterystyczną kwaśną próchnicą.

Sformułowana powyżej reguła o przeważającej w procesie humifikacji roli czynników mikrobiologicznych, siedliskowych nad takimi okolicznościami jak skład chemiczny mas roślinnych, może być obserwowana tylko w wyraźnie zarysowanych tych cechach siedliskowych. Natomiast w warunkach oddalonego od stanu optymalnego (lub stanu wyraźnie niekorzystnego) przebiegu temperatury, uwilgotnienia i aeracji, wpływ tych czynników przy procesach rozkładu i humifikacji może przejawiać się słabo i ustępować wpływowi np. składu chemicznego odnośnej masy roślinnej.

Dlatego też w warunkach klimatycznych np. naszego kraju, gdzie tempo przebiegu procesów mikrobiologicznych jest — ogólnie mówiąc — niskie, pod drzewostanami iglastymi często formują się biele, a pod drzewostanami liściastymi powstają gleby zbliżone do typu gleb brunatnych lub pokrewnych. Chemiczna budowa odnośnych mas roślinnych — inna w masie drzew iglastych i inna w masie roślinnej drzewostanów liściastych — może przy wspomnianych warunkach siedliskowych przejawiać swój wpływ jako czynnik kształtujący glebę. Są to poszczególne fragmentaryczne przejawy oddziaływania roślinności na procesy glebotwórcze.

Ogólnie zaś biorąc znaczenie roślinności (makro i mikro) jako czynnika powstawania i kształtowania się gleby wiąże się z mnogością i różnorodnością procesów biochemicznych, których siedliskiem są powstające, przeobrażające się, obumierające, ponownie się rozwijające formacje mikro i makroflorystyczne. W rezultacie tych skomplikowanych, wiecznie zachodzących przemian, pod wpływem wszędzie wdzierającego się życia roślinnego, zarówno skład chemiczny masy mineralnej, jak i organicznej danego utworu glebowego, przede wszystkim jego cechy fizykalne, wynikające z tego możliwości przemian powodowanych przez procesy biologiczne, warunkują ich specyficzne oddziaływanie na kształtowanie się pewnego stanu chwilowej jak gdyby równowagi, znamionującej to, co zwykliśmy nazywać „typami“ glebowymi, a co w rzeczywistości jest stanem pozornej równowagi w stale przebiegającym procesie glebotwórczym. Każdemu takiemu stanowi pozornej równowagi w procesie glebotwórczym towarzyszyć zwykle powinien morfologicznie charakterystyczny profil glebowy, uwzględniając w tym charakter skały.

W procesie udziału roślinności jako czynnika kształtującego glebę, chodzi więc o „życie“ tych zespołów z jego nieskończonym łańcuchem nieokreślonej mnogości reakcji: nieraz przejawiających się energicznie, a nieraz powodujących subtelne, pozornie niedostrzegalne zmiany. Przebieg tych reakcji biologicznych wrażliwy jest przy tym i zmienny w zależności także od oddziaływania na nie masy mineralnej skały i czynników siedliskowych. Kończące się jedno życie warunkuje okoliczności rozwoju życia następnej formacji roślinnej. I tak bez przerwy „nie krępując się czasem“ — stale. I nie ma porównania dla zobrazowania tych przejawów życia. Jednym ogólnym ujęciem, to złączenie ich we wspólną grupę procesów, które nazywamy „biologicznymi“. Ta nazwa — procesy „biologiczne“ wyróżnia je spośród wszelkich innych procesów, ale — przynajmniej na razie — nie wyjaśnia nam ich istoty.

W wielkim uproszczeniu można by sobie przedstawić życie jako ruch materii powodowany energiami o niewyrównanych i nie wyrównywalnych potencjałach. Stąd nieprzerwana ciągłość przemian życiowych. Wyrównanie bowiem tych potencjałów spowodowałoby zanik procesów życia — jego śmierć.

A jeśli rozpatrywać udział życia roślinności w procesach kształtowania się gleb, to czyż można porównywać różnorodność, mnogość i wieczność przejawów jej życia z natężeniem i mnogością jednocześnie w danej masie glebowej przebiegających procesów abiotycznych, fizycznych i chemicznych.

Już sama ilość minerałów skałotwórczych jakże niepomrotnie mniejsza jest od produktów życia różnych formacji roślinnych. Ilość tych minerałów — niezmienna prawie od czasów prearchaicznych — ulega niewielkiej ilości reakcji (odbudowa mas mineralnych i znów ich ponowne odtwarzanie w postaci sedymentów geologicznych). Ileż w tym samym czasie geologicznym zjawiało się, przeobraziło i zanikło organizmów zwierzęcych i roślinnych. A każdy taki gatunek powodować mógł także charakterystyczne, jemu tylko właściwe, przejawy życiowe. O ile te przejawy zachodziły w zwietrzelinie skalnej, jak równorzędnie oddziaływać one musiały na tę zwietrzelinę.

Nie trzeba wszakże mieszać udziału roślinności jako czynnika glebotwórczego z możliwością rozwoju roślinności na różnych substratach, bez formowania gleby.

Hydroponiczne kultury, życie w jeziorach i śniegu, tworzenie pokładów torfowisk, węgla, koprolitycznych sedymentów, to nie są procesy glebotwórcze, jak zdaje się traktuje je np. Kubiena. Nie ma gleby bez udziału, jako czynnika glebotwórczego, roślinności, ale może być rozwój życia roślinności bez gleby.

#### IV. Podziemne organy roślinności

Rozpatrując udział roślinności w procesach kształtowania się gleby, pragnąłbym obecnie podkreślić znaczenie w tym względzie podziemnych części roślin. Mam wrażenie, że botanika za mało udzielała miejsca badaniom tych właśnie organów roślinnych.

Z punktu widzenia glebotwórczego oddziaływanie na zwietrzelinę roślinności — udział jej organów podziemnych wydaje mi się nie tylko przejawem całości życia danej rośliny, ale nawet czynnikiem przeważnie wywołującym życiowo — roślinne procesy kształtowania się gleby.

Działanie korzeni na kształtowanie cech zwietrzliny skalnej i formowanie z niej gleby jest wielostronne i różnorodne. U wielu roślin mechanizm działania korzeni pod tym względem może być w pewnej mierze częściowo podobny. Jednakże zawsze występować będą nawet w tym razie różnice ilościowe.

W poszczególnych nadto przypadkach działanie korzeni przejawiać się może specyficznie odmiennie u określonych grup roślin.

Natężenie działania systemu podziemnego roślin zależne jest od wszystkich niemal warunków jego rozwoju w danym utworze glebowym.

Sam różnorodny habitus systemu korzeniowego różnych roślin ulegać może wpływowi warunków siedliskowo - glebowych, już to zdecydowanie wyraźnie (np. sosny na stanowiskach suchych i wilgotnych), już to nie ulega żadnym zmianom, a w razie drastycznych zmian glebowych raczej cała roślina ginie nie zmieniając swego systemu korzeniowego (np. *Taxodium distichum*, dostosowane do siedlisk wilgotnych, formuje swój system korzeniowy z a w s z e jako płytki i płaski).

Poza ogólnymi okolicznościami dotyczącymi rozwoju korzeni i oddziaływania ich na siedlisko jak np. szybkość wzrostu, ciągłość lub periodyczność wzrostu; czasotrwanie, rozmieszczenie poziome i pionowe itd., które to cechy nie są bez wpływu na glebotwórcze oddziaływanie korzeni, omówimy kilka innych cech, z których wynika, że system korzeniowy może być różnorodnym czynnikiem glebotwórczym.

Głębokość i zasięg korzeni ma dużą rozpiętość. Korzenie głębokie sięgają często np. około 10 m, a niekiedy znacznie więcej, a suma długości wszystkich korzeni rośliny wynosić może dziesiątki kilometrów (*Avena fatua* wg Palychenko).

Masa korzeniowa korzeni płytkich rozwija się w około 40% na niewielkiej głębokości, np. do 15 — 20 cm; 70 — 80% rozwija się do głębokości 40 — 50 cm.

Z czynników siedliskowych na głębokość korzenienia się przemożny wpływ wywierają przede wszystkim warunki aeracji i uwilgotnienia podłoża. Często też miarą głębszego korzenienia się są ilości wody zdobywanej przez korzenie na różnej głębokości.

Z tą sprawą zaś łączy się sprawa osuszania warstw glebowych i podłoża na różnej głębokości i wyrównywanie strat wody transpirowanej przezienne nieraz przyrosty (Kramer, str. 124) systemu korzeniowego.

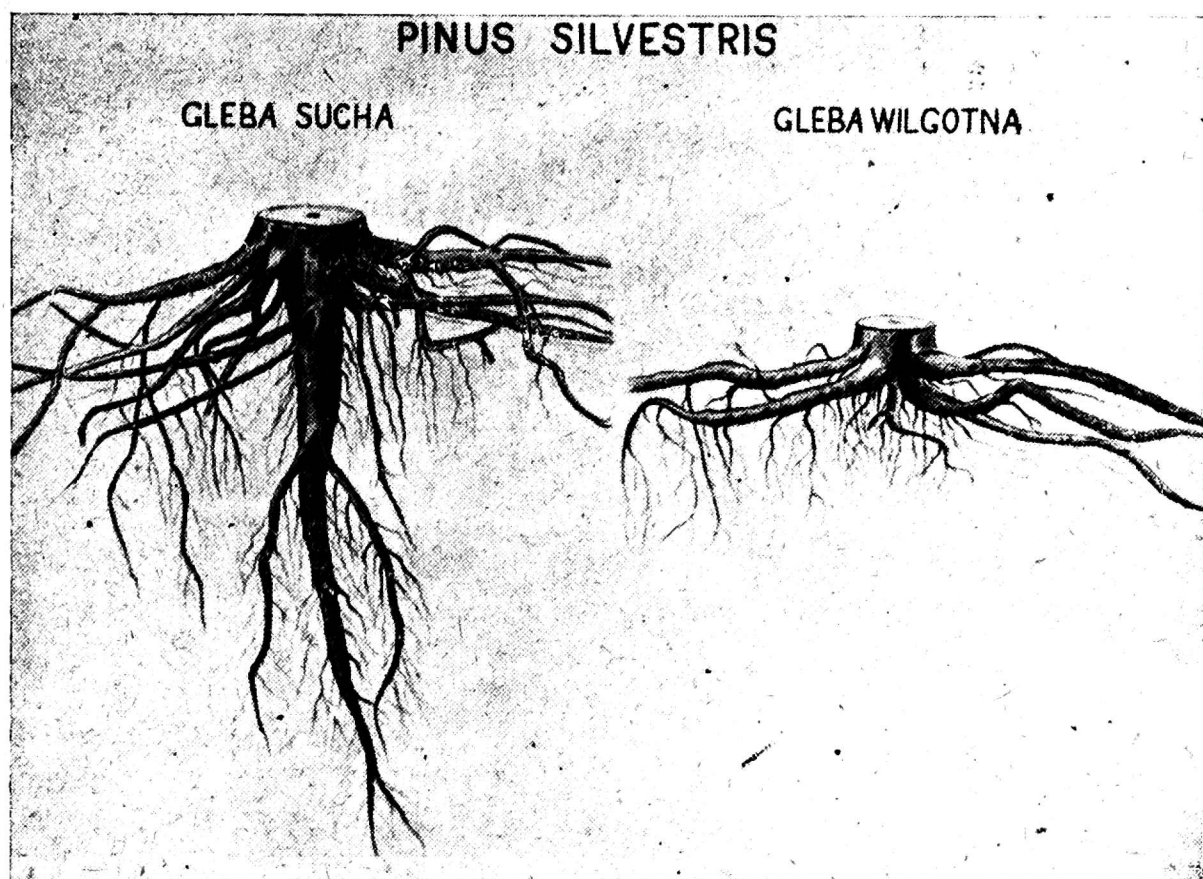
Jeżeli jest mowa o glebotwórczej roli korzeni i w ogóle organów podziemnych, to ogólnie — bez bliższego rozpatrzenia różnych przejawów mechanizmu ich działania — powiedzieć można: sam różnorodny habitus korzeni, ich typy itd. nie są w żadnej mierze cechami tylko morfologicznymi. Wręcz przeciwnie — każdy typ podziemnych organów roślinnych wywierać może odmienne procesy kształtujące glebę i przejawiać odrębną rolę.

Jeśli doceniamy znaczenie dla procesów wietrzenia i formowania się gleby oddziaływanie fauny glebowej (chomiki, świstaki, susły, ślepce, króliki, myszy, nornice itd.) i pod tym względem zdaje się, nie zachodzą wątpliwości, to w odniesieniu do korzeni nie popełnimy przesady, jeśli będziemy twierdzić, że działanie ich pod wieloma względami upodabnia się do działania zwierząt glebowych.

Różnorodny habitus korzeni, to wcale nie tylko cecha morfologiczna: glebotwórcza rola korzeni przenikających w znaczne masy glebowe, żywiących się tymi masami, obdarzonych

zdolnością wydzielania produktów przemiany materii — rola korzeni upodabnia się bardzo do glebotwórczej roli fauny glebowej (działanie wzruszające masę glebową; przepajanie jej organicznymi składnikami; przewietrzanie i doprowadzanie do głębokich warstw mikroorganizmów ważnych dla przemian glebowych itd.).

Różnice w działaniu zwierząt i korzeni, jako czynników glebotwórczych, wynikają z pozornej nieruchliwości korzeni w porównaniu z ruchliwością zwierząt. Jest to wszakże różnica raczej ilościowa i w ogólnym bilansie działania mas korzeniowych na 1 m<sup>2</sup> do głębokości 1 m, biorąc pod uwagę bardzo znaczną zwykle sumę długości mas korzeniowych (korzenie i włośniki), z pewnością nie



Rys. 3 (schemat)

wypadnie zbyt drastycznie na niekorzyść drogi przebytej w glebie przez masę korzeniową w jednostce czasu w porównaniu z sumą dróg przebytych w tych samych warunkach przez faunę glebową.

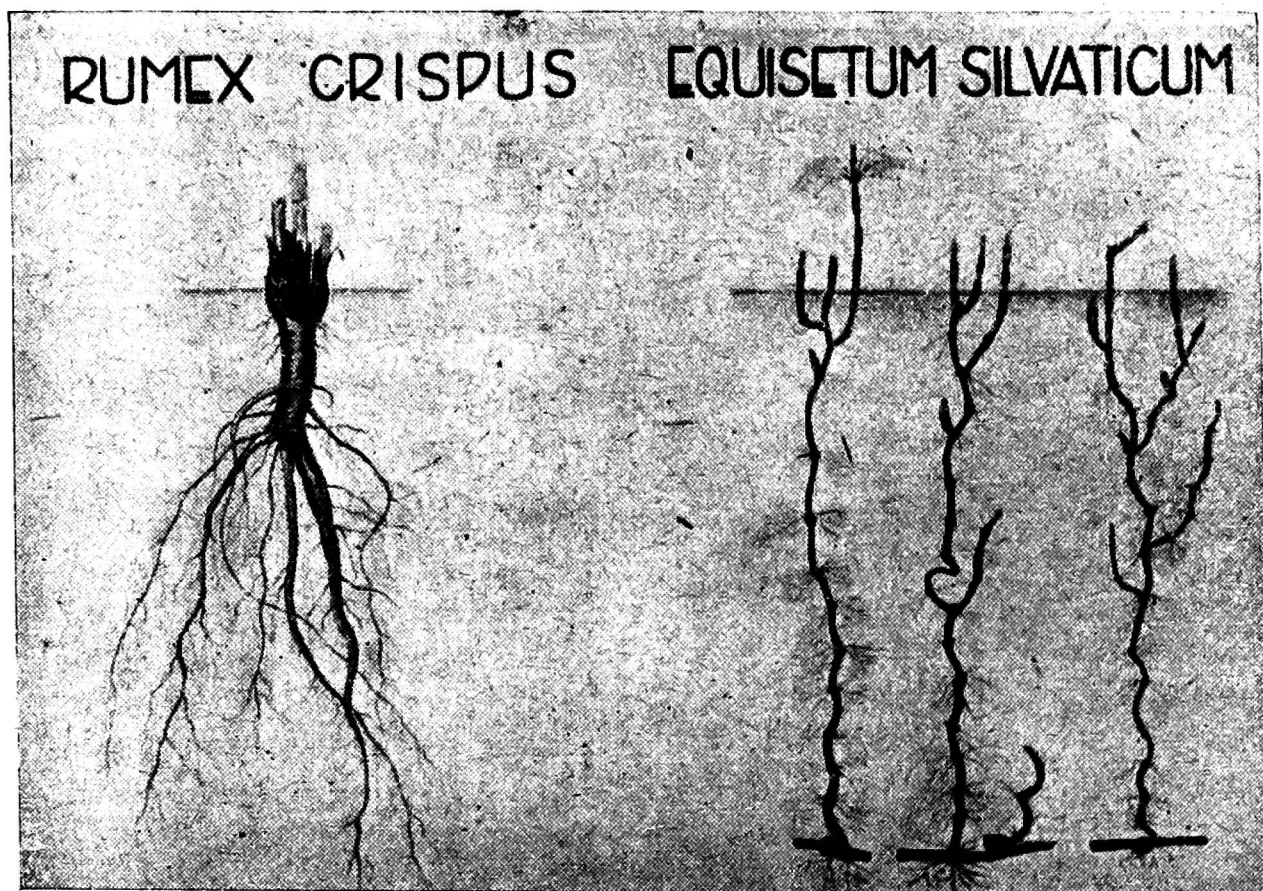
Dla ilustracji załącza się kilka rysunków mających uwidocznić różnorodność „habitusu” korzeni i części podziemnych; rysunki te ujmują zresztą tę sprawę najzupełniej fragmentarycznie (rys. 3, 4, 5, 6 i 7).

A dalej wspomnieć tylko chcemy o dalszych właściwościach systemu podziemnego roślin jako czynnika glebotwórczego a więc:

1) Kwestia udziału korzeni w gromadzeniu próchnicy. W niektórych przypadkach np. wrzosowisk, masy próchn-

niczne powstające głównie z korzeni są przyczyną uformowania poziomego orsztynu humusowego. Masa korzeniowa zawsze może być i jest źródłem skupiania się próchnicy w profilu glebowym.

2) Ze sprawą tą łączy się tak dobrze znana strukturotwórcza rola korzeni, że sprawy tej można tu nie poruszać.

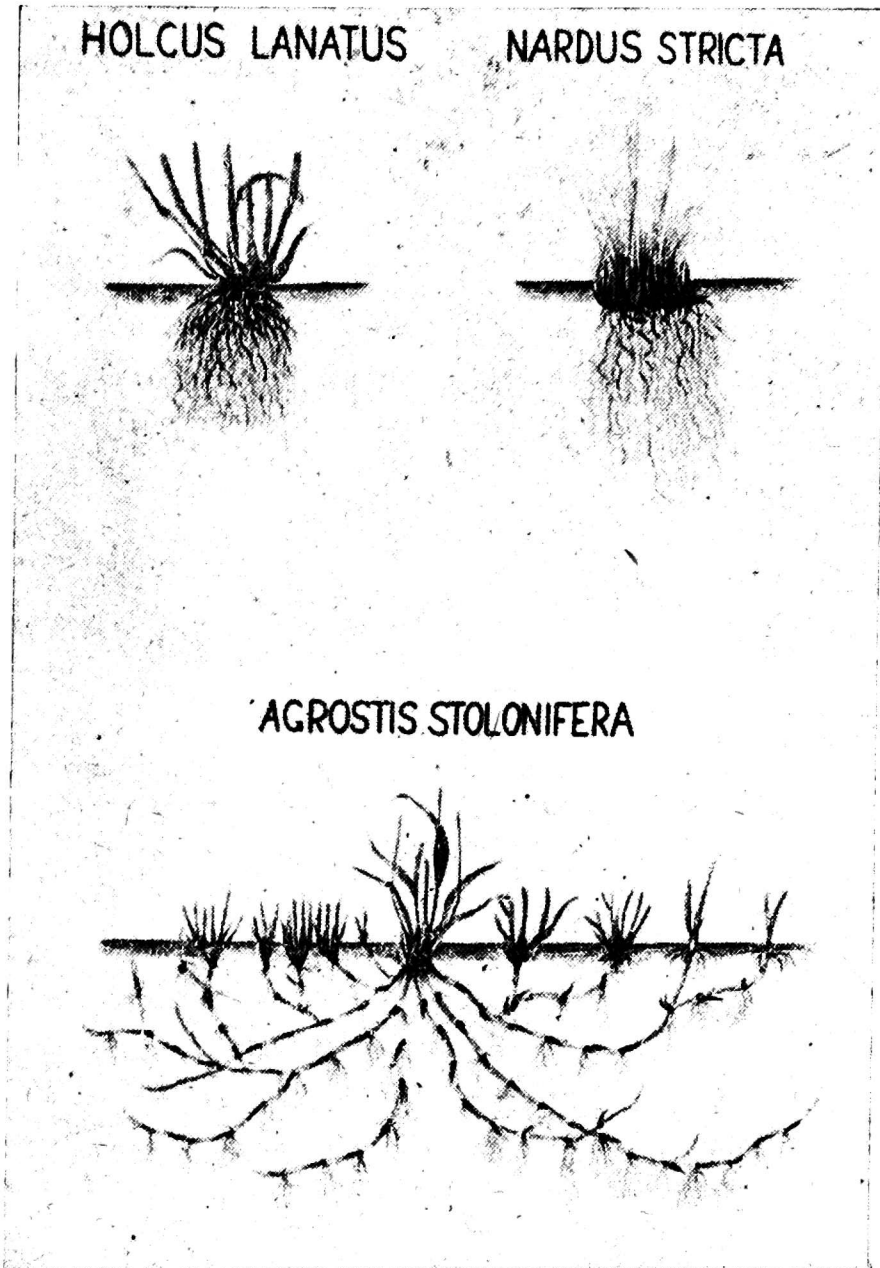


Rys. 4 (schemat)

3) Kwestia pobierania i wydzielania składników ( $O_2$  pokarmy,  $CO_2$ , kwasy, garbniki, substancje specyficzne itd.). Warunkuje to przemieszczanie wielu składników, m. in. z warstw wierzchnich na powierzchnię gleby. Każdy korzeń jest drogą, przez którą przenikać może powietrze w głąb profilu glebowego — niezależnie od specjalnej budowy niektórych korzeni, które są po prostu zaopatrzone w system wentylacyjny (skrzypy, turzyce itp.). I znów z tą sprawą łączyć się może kwestia formowania orsztynowych nacieków pokorzeniowych.

4) O specyficznej roli korzeni motylkowych w sprawie wiązania azotu atmosferycznego można by tu naturalnie nie wspominać, gdyby nie fakt, że niedostatecznie wyjaśniona jest kwestia wykorzystywania tego azotu przez rośliny niemotylkowe w mieszanice z motylkowymi. Zdawało się, że sprawa sprzeczności wyników na ten temat z jednej strony Virtanena, a z drugiej np. Wilsona została wreszcie wyjaśniona w sensie uzasadnienia poglądów Virtanena. Wszakże wyniki szczegółowych doświadczeń, prowa-

dzonych przez Byczkowskiego w ciągu kilku lat zagadnienie to wydaje się ponownie aktualizować, kwestionując, na podstawie przeprowadzonego bilansu, możliwości wykorzystania azotu motylkowych przez domieszki niemotylkowych.



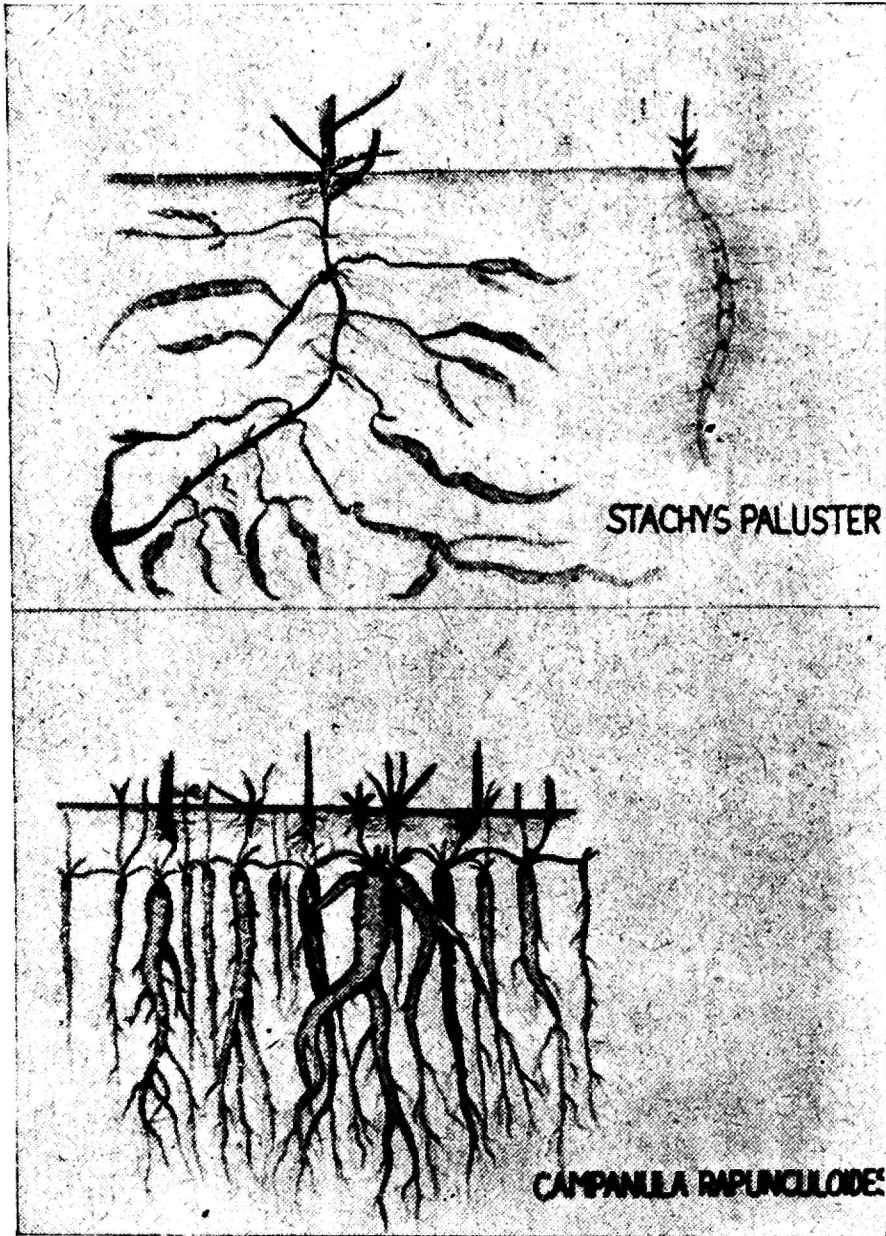
Rys. 5 (schemat)

5) I wreszcie ostatnie zagadnienie wiążące się ze sprawą oddziaływania korzeni jako czynnika glebotwórczego to sprawa mykoryzy. Badania na ten temat rozwijają się wszędzie, również i u nas. Wydaje się, że zagadnienie mykoryzy to kwestia wagi pierwszorzędnej, m. in. jako czynnika glebotwórczego.

#### V. Procesy mikrobiologiczne

Rozpatrzyliśmy pokrótce niektóre fragmenty dotyczące udziału zmieniających się formacji roślinnych w procesach kształtowania się gleby.

Dla całości obrazu o roli w tych procesach świata roślinnego należałoby omówić zagadnienie mikrobiologicznych przemian zachodzących w środowisku glebowym, należałoby też chociaż schematycznie, uwzględnić znaczenie dla procesów glebotwórczych powstającej i gromadzącej się próchnicy.



Rys. 6 (schemat)

Jeśli chodzi o mikrobiologiczne procesy przebiegające w glebach i wywierające na nie swój różnorodny doniosły wpływ, to wspomnieć tu należy jako przykładowe wyliczenie niektóre ważniejsze i lepiej poznane procesy. Są to następujące grupy procesów:

- 1) Wiązania azotu atmosferycznego.
- 2) Rozkład poszczególnych grup komponentów ciał roślinnych azotowych i bezazotowych.
- 3) Procesy humifikacji i procesy przemian połączeń humusowych.
- 4) Procesy nitrifikacji i denitrifikacji.

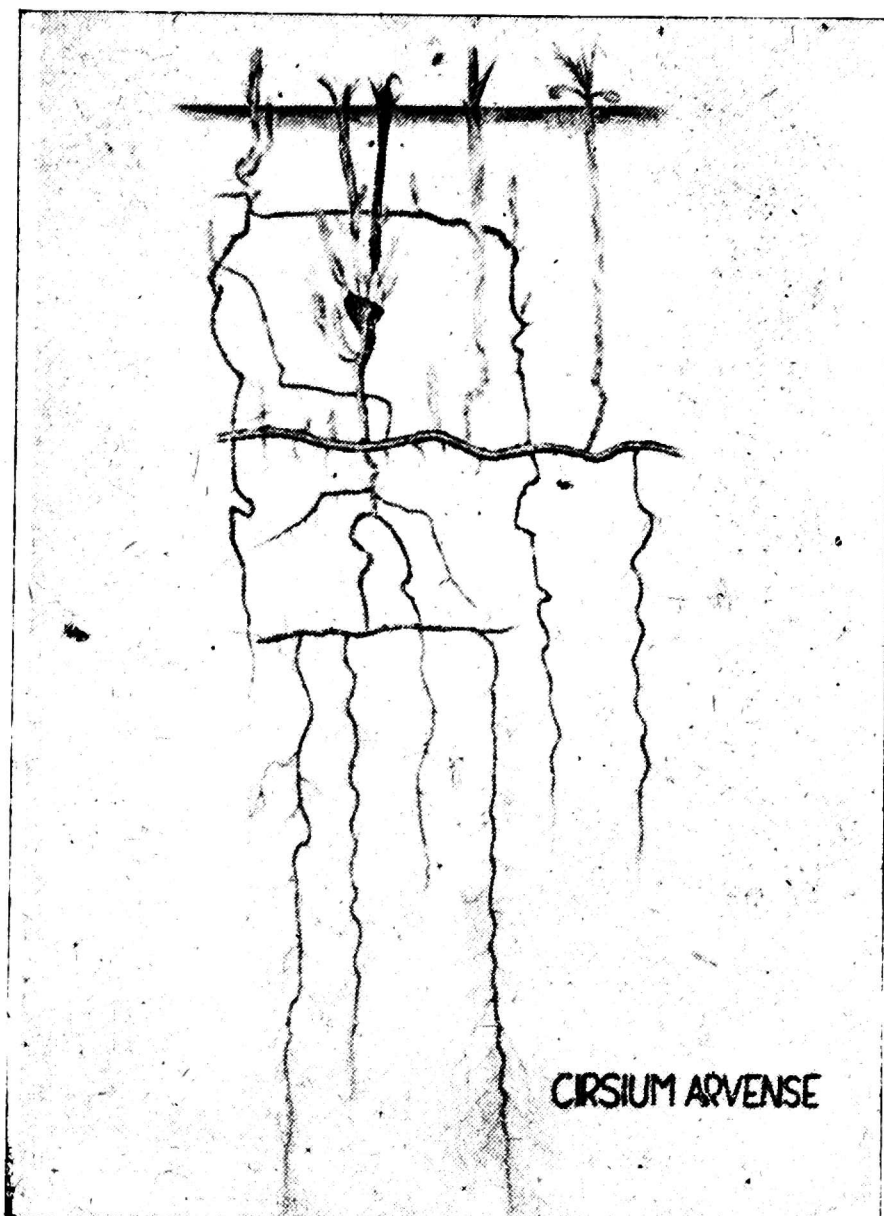


5) Przemiany związków fosforowych, żelaza, manganu, siarki itd.

6) Biologiczny rozkład glinokrzemianów i krzemianów.

7) Udział drobnoustrojów w wytwarzaniu struktury glebowej itd.

Nad procesami tymi dostatecznie znanymi, a w związku z tym i docenianymi dostatecznie nie należy bliżej zastanawiać się w referacie typu niniejszego. Gleboznawstwo docenia znaczenie tych procesów.



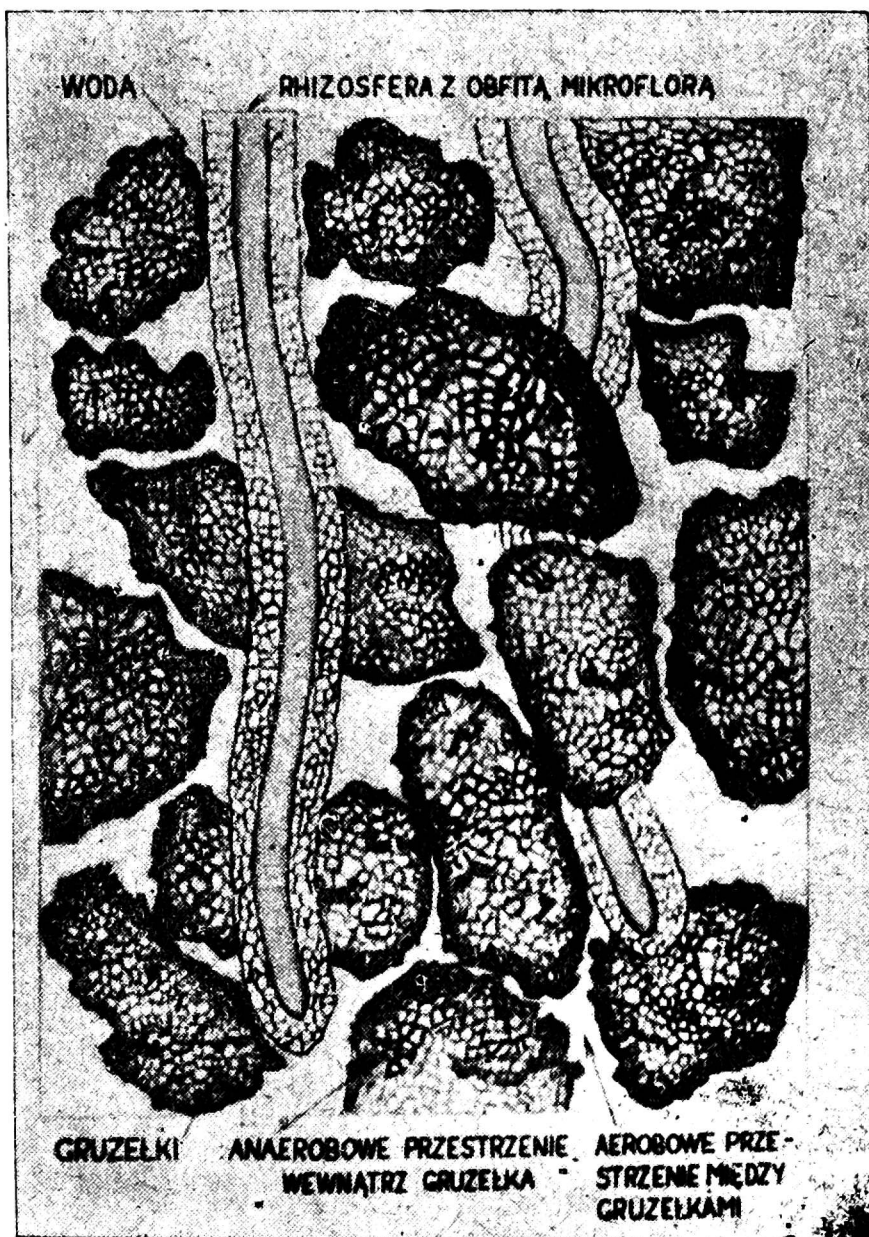
Rys. 7 (schemat)

Na jeden moment wszakże pragnąłbym zwrócić uwagę. Jest to sprawa przebiegu wymienionych i innych nie wymienionych procesów mikrobiologicznych w masie glebowej jako całości oraz przebieg tych procesów w samej ryzosferze.

Zagadnienie zbadania przebiegu przemian mikrobiologicznych w ryzosferze wydaje się być dominującym, aktualnym zagadnieniem biologii gleby.

Na ten temat przeprowadzane są w Związku Radzieckim wnikliwe badania. Na podstawie niektórych z tych badań wydaje się, że nasze dotychczasowe poglądy na mechanizm żywienia się roślin ulec muszą zmianie lub uzupełnieniom.

Tak np. w ostatnich czasach ukazała się krótka publikacja Chołodnego o atmosferze glebowej jako środowisku żywienia się roślin.



Rys. 8 (schemat)

Pokrótkie streścić można wyniki tej pracy w sposób następujący:

1) Za pomocą odpowiednio ustalonych biotestów można było obserwować, że substancje organiczne gleby wydzielają do atmosfery glebowej lotne, nierozpuszczalne połączenia organiczne.

2) Substancje te mogą być źródłem pokarmu węglowego dla korzeni. Wyniki te były zgoła nieoczekiwane. Gleboznawstwo nie wiedziało, że rośliny czerpać mogą substancje organiczne produkowane w glebie i unoszące się w jej atmosferze międzygruzelko-

wej. Wyniki te wszakże ściślej łączą się także z zagadnieniem życia bakteryjnego w ryzosferze.

Chołodnyj tak ujmuje to zagadnienie: (rys. 8).

Rój drobnoustrojów oblepiający każdy włóśnik i każdy korzonek żywi się wspomnianymi lotnymi produktami atmosfery glebowej. W miarę zaś obumierania (lizy) tych drobnoustrojów ciała powstające z rozpadu żywią korzenie. W ten sposób w ryzosferze przejawia się pośrednicząca rola drobnoustrojów w żywieniu się roślin. Jest to pogląd bardzo zbliżony do poglądu wypowiedzianego przez Łysenkę. Na ten temat prowadzone też były doświadczenia i w Poznaniu; dawały one wyniki pozytywne, ale niewyjaśnione jeszcze w zupełności i często sprzeczne.

Z doświadczeń Chołodnego wynikałoby, że ten sam rój drobnoustrojów oblepiających korzonek i tworzących jego ryzosferę, w atmosferze glebowej nie zawierającej lotnych ciał organicznych — nie będzie nimi odżywiany i atakować może korzenie i zabijać je, aby zdobyć dla siebie pożywienie. Jest to zagadnienie dużej doniosłości.

Zagadnienie procesów biologicznych zachodzących w ryzosferze znajduje częściowo wytłumaczenie w efektywności stosowania organo-mineralnych nawozów fosforowych, stosowanych coraz powszechniej w rolnictwie.

Z punktu widzenia tematu referatu wspomniane wyniki wskazują tylko sucho, jak ważne przejawy natury biotycznej tkwią nie tylko w procesach mikrobiologicznych już dobrze poznanych, ale także w procesach mikrobiologicznych, których poznanie dopiero się rozpoczyna.

Można też wspomnieć tu o innym doniosłym zagadnieniu oddziaływania procesów mikrobiologicznych nie tyle już w ryzosferze, ile na samym lub w samym korzeniu. Wspomnieć tylko mam możliwość o zagadnieniu mykoryzy. A jest to zagadnienie również doniosłego znaczenia dla życia gleby, jak omówiony pokrótce problem ryzosfery. Badania nad mykoryzą, jej rozpowszechnieniem, znaczeniem dla roślinności i mechanizmem działania, to również zakres najnowszych badań. Liczba licznych gatunków roślin, u których rozpoznano uleganie mykoryzie, stale narasta i ta forma symbiotrofizmu wydaje się być dość powszechna u roślin.

Samo dodatnie znaczenie mykoryzy dla rośliny i powodujących przez nie przemian w glebie wynikać może z następujących okoliczności:

- 1) Zwiększenie powierzchni sorbującej pokarmy. Moment ten zwłaszcza ważny może być u podłoży jałowych. Istotnie obserwacje w przyrodzie potwierdzają, że im podłoże jest uboższe, tym powszechniej występuje i rozwija się mykoryza.
- 2) Mykoryza może być ważnym czynnikiem poprawiającym niekorzystny układ stosunków pokarmowych. Mówimy, że za pośrednictwem mykoryzy rośliny wyraźnie wytwarzają warunki

więcej „zbalansowanego“, uregulowanego pobierania przez nie K — Ca — P — N — itd.

- 3) Brak tlenu na pewnej głębokości powodować może powstawanie biologicznie szkodliwych substancji. Mykoryza może częściowo być środkiem dostarczania roślinom tlenu. Zupełny wszakże brak tlenu wpływać będzie zapewne hamująco także na rozwój samej mykoryzy. (Może ona poza tym w niektórych okolicznościach być czynnikiem ujemnym dla rozwoju rośliny).

#### VI. Próchnica

Pozostaje do omówienia kwestia udziału próchnicy w procesach kształtowania gleb. Zagadnienie próchnicy to długa, zawiła i mało uporządkowana naukowo sprawa. Przedstawienie jej nawet w skrócie, a może właśnie dlatego, że w skrócie, jest to zadanie niewdzięczne. Mimo, że zdajemy sobie sprawę z doniosłości oddziaływania próchnicy na wszystkie bez wyjątku przejawy glebowe, mimo znacznej ilości nagromadzonych na temat próchnicy badań i faktów — istota połączeń humusowych, ich chemizm, biologiczne przejawy pozostają ciągle niejasne.

Wynika to ze złożoności tego całego kompleksu organicznego i organo-mineralnego, który oznaczamy wspólną, zbiorową nazwą „humus“. Może więc racjonalniej będzie nie dotykać w niniejszym referacie ani sprawy powstawania próchnicy, ani jej wpływów na fizykalne, chemiczne i fizjologiczne własności gleb.

A może więcej interesujące będzie wskazanie na najistotniejsze własności kompleksu humusowego jako całości. Poza powszechnie docenionymi faktami o znaczeniu próchnicy dla kształtowania się „typu glebowego“ (typ „czarnoziemny“, typ „rędzinowy“, typ „bagienny“, typ „bielicowy“ itd.), poza bardzo już spopularyzowaną sprawą udziału humusu w powstawaniu „struktury“ glebowej, omówić można by tutaj kilka momentów:

M o m e n t p i e r w s z y: Jest znana, podpadająca, dziwna równowaga, jaka ustala się w określonych warunkach siedliskowych między ilością masy roślinnej ulegającej przemianom a ilością mogącą gromadzić się próchnicy. Tak np. w naszych glebach bielicowych procent humusu waha się zwykle około 1% węgla organicznego.

Znaczy to, że gdybyśmy w warunkach tych gleb poddawali rocznie humifikacji dowolne ilości masy roślinnej i to na przestrzeni szeregu lat, to praktycznie nie moglibyśmy osiągnąć trwałych zwykłych produkcji próchnicy.

Oznaczając symbolem (a) masę roślinną;

symbolem (b) czynniki siedliskowe abiotyczne, jak: woda, aeracja, temperatura, odczyn itd.;

symbolem (c) czynniki siedliskowe biotyczne, powiedzieć możemy, że (a) (b) (c) — oto trzy kompleksy okoliczności, które zawsze tak się ukształtują, że np. przy wybitnie zwiększonej

masie roślinnej, zwiększy się również tempo jej mineralizacji biotycznej i w rezultacie produkcja humusu pozostanie zawsze na tym samym poziomie pod warunkiem, że nie zmienimy cech siedliskowych przez wprowadzenie np. stabilizatorów próchnicy, przez zakłócenie właściwego temu siedlisku rytmu rozwoju drobnoustrojów itd.

W podobny sposób ustala się poziom produkcji humusu w każdym innym typie glebowym o zbliżonych i ustalonych cechach siedliskowych.

M o m e n t d r u g i: Komponenty próchnicy — ogólnie biorąc — wyróżniają się niezwykłą labilnością, zmiennością w porównaniu np. z komponentami mineralnymi masy glebowej. Wynika to z organicznej, węglowej budowy związków humusowych oraz z ogromnej ich różnorodności. Łączy się to ze sprawą wielkiej aktywności połączeń humusowych. Gdybyśmy uznali za najwięcej aktywne indywidua glebowe np. bakterie lub wirusy, to powiedzieć można, że połączenia próchniczne są jak gdyby ogniwem przejściowym między tymi najaktywniejszymi jednostkami a najmniej aktywnymi mineralnymi składnikami — koloidalnej frakcji glebowej.

Tu wyłania się zaraz sprawa porównawczej aktywności mas próchnicznych i mas mineralnych przy tym samym stanie ich dyspersji koloidalnej.

Otóż okazuje się, że takie cechy, jak pojemność sorbcyjna, zdolność wymienna kationów itd. u ciał próchnicznych jako całości, jest w przybliżeniu 6—10-krotnie wyższa niż zdolność wymienna równej wagowo ilości połączeń mineralnych tego samego stopnia dyspersji.

## VII. Bilans przemian biotycznych i abiotycznych

Przedstawione zostały fragmentarycznie niektóre aspekty oddziaływania roślinności na kształtowanie się gleby. Zagadnienie udziału makro- i mikro-roślinności w omówionych powyżej punktach bynajmniej nie zostało przez to wyczerpująco rozpatrzone.

Wydaje się wszakże, że już na podstawie omówionych kwestii wynika, że istotnie znaczenie roślinności dla powstawania i kształtowania się gleby jest decydujące.

Znaczenie natomiast czynników abiotycznych — jakkolwiek bardzo ważne — mniej wyraźną zdaje się odgrywać rolę.

Bez udziału życia gleba nie mogłaby powstać, a uformowałyby się cienka warstewka zwietrzliny, która pozostawałaby w coraz większym bezruchu na skutek zapanowania chemicznej równowagi w wietrzejącym układzie skalnym. Ta cienka warstwa zwietrzliny byłaby warstwą ochronną, izolacyjną, przeciwdziałającą rozprzestrzenieniu się w głąb procesów wietrzenia (pewna analogia z „lakiem pustynnym“, „skórką ochronną“).

Bez życia zwietrzelnina skalna byłaby tylko odzwierciedleniem:

- a) własności petrograficznych skały,
- b) natężenia działania na nią czynników temperatury i wilgoci.

Z podobnych skał, w różnych warunkach klimatycznych, mielibyśmy podobne zwietrzeliny — może nieco różnej miąższości.

Mapa zwietrzelinowa byłaby odbiciem mapy petrograficznej. Bios zmienia zupełnie obraz powyższy: jest on czynnikiem najistotniejszym w kształtowaniu się gleby.

Jeśli rozpatrujemy znaczenie czynników biotycznych dla procesów glebotwórczych i jeśli chcemy zestawić je ze znaczeniem dla tychże procesów czynników abiotycznych, to podobne, jak gdyby porównawcze, zestawienia, są trudne do uskuteczenia, bo trudno jest bardzo często znaleźć dostateczne podstawy do takich porównań, zważywszy na wielką różnorodność okoliczności, jakie należałoby przy tym mieć na uwadze.

Jeśli obecnie podkreśla się mimo wszystko rolę glebotwórczą czynnika biotycznego, to w dużej mierze dlatego, że rola ta w szczególności na ogół jest nie doceniana mimo formalnie przyjmowanego poglądu, że rola ta jest istotnie ważna.

Rozpatrując pewien utwór glebowy, uderza nas często ogromna ilościowa przewaga mineralnych składników skalnych nad niskim procentowym udziałem składników wyraźnie biotycznego pochodzenia.

Rzut oka na profil naszych gleb bielcowych, np. podany na rysunku 1 z lewej strony istotnie wykazuje uderzającą przewagę składników mineralnych nad składnikami biotycznymi mikroskopowo dostrzegalnymi. Tak więc tylko w poziomie  $A_1$  widzimy pewne nagromadzenie próchnicy (około 2%), a cały pozostały przekrój glebowy tego typu jest prawie wyłącznie złożony z komponentów mineralnych.

Chemicznie więc biorąc, w profilu bielicy, jako całości, tylko ułamek procentu stanowią organiczne składniki, a dominują składniki mineralne. Nastęrcza się więc samo przez się pogląd, że — biorąc sprawę ilościowo — w danym profilu może jednakże wyraźnie występować przewaga czynników glebotwórczych mineralnych, a więc przeważnie pochodzenia abiotycznego.

Pogląd taki byłby wszakże w zupełności niesłuszny. Wprawdzie istotnie w danym momencie ustalona została ilościowa przewaga składników mineralnych nad składnikami organicznymi biotycznego pochodzenia, tym niemniej, jeśli wziąć pod uwagę nie obserwowany w pewnym czasie efekt statyczny a za miarodajny przyjąć np. roczny obrót masy roślinnej w danym profilu glebowym, obraz ilościowych przemian ulegnie gruntownej zmianie.

Roczny zatem obrót masy roślinnej nawet u gleb prawie bezpróchnicznych, w porównaniu z rocznym obrotem

mineralnej zwietrzliny glebowej, zawsze okaże się kilkakrotnie wyższy.

Przyjąć możemy — w przybliżeniu — że roczny obrót masy roślinnej na 1 ha wynosi około 100 q/ha (opad ściółki, przyrost masy roślinnej, przyrost i rozkład masy podziemnej). W przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> masy glebowej może to odpowiadać np. około 1 kg masy roślinnej rocznie. Obrót natomiast wywołany przez procesy wietrzeniowe masy mineralnej w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> i rok w rzadkich wypadkach odpowiadać będzie 0,1 kg, bo obrót przypadający na same abiotyczne procesy hydrolizy, utleniania, rozpuszczania itd. masy mineralnej jest raczej znacznie mniejszy niż te liczby.

Wietrzejąca abiotycznie masa skalna ulega wspomnianym procesom bardzo powoli (szybkość reakcji obniżona jest przez utrudnioną dyfuzję produktów rozkładu, przez wytwarzanie warstwy izolacyjnej złożonej z produktów wietrzenia itd.).

Widzimy więc, że mimo iż w glebie substancji np. próchnicznych, pochodzenia biotycznego możemy mieć ułamki procentów w odniesieniu do mineralnej masy skalnej, to jedynie miarodajny dla wycenienia natężenia czynników kształtowania gleby roczny obrót masy organicznej jest kilkakrotnie większy od rocznego obrotu mineralnej masy skalnej.

A więc nawet ilościowe tylko zestawienie omawianych momentów wykazywać będzie, że w procesach kształtowania się gleby czynnik biotyczny dominuje nad czynnikiem abiotycznym.

Niestety nie rozporządzamy obecnie metodyką badawczą, która zezwalałaby na wnikliwszą ocenę okoliczności towarzyszących powstawaniu gleby i przybieraniu przez nią pewnych określonych cech. Gleboznawstwo pokłada duże nadzieje w przyszłym rozwoju biologii gleby i wydaje mi się, że tu oczekiwać należy opracowania jakiejś uzasadnionej klasyfikacji glebowej w miejsce dotychczasowych, jednostronnych i powierzchownych klasyfikacji.